МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 28-го МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ У XXI СТОЛІТТІ»

16 – 18 квітня 2024 р.

Том 3

КОНФЕРЕНЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ РАДІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»

Харків 2024

УДК 004:654, 004:621, 654+621

28-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2024. – 614 с.

В збірник включені матеріали 28-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».

Збірник адресовано науково-педагогічним працівникам, аспірантам, студентам і широкому колу фахівців технічного профілю.

Редакційна колегія може не поділяти концептуальні ідеї авторів та інтерпретаційні підходи, репрезентовані у змісті тез. Відповідальність за достовірність поданих матеріалів, наведених цитат, статистичних та емпіричних даних несуть учасники та їх наукові керівники згідно з юридичними й етичними нормами академічної доброчесності.

Видання підготовлено
факультетом інформаційних радіотехнологій
і технічного захисту інформації (ІРТЗІ)
Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ)

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
тел.: (057) 7021397
факс: (057) 7021515

Email: mref21@nure.ua

ISBN 978-966-659-393-4
DOI https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024

© Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2024

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Сергій САКАЛО	проф., декан ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Іван АНТІПОВ	проф., зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Володимир КАРТАШОВ	проф. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Олександр ЗАРУДНИЙ	доц. в.о. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Ірина СВИД	доц. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Pawel KOMADA	PhD, assistant professor Department of Electronics Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, deputy director of the institute for general matters Institute of Electronics and Information Technology Zaklady Optoelektroniki i Sieci Teleinformatycznych, Lublin University of Technology, Poland.
Олександр ЦОПА	проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Анатолій ОЛЕЙНІКОВ	проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Володимир ОЛЕЙНІКОВ	проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Денис ГОРЕЛОВ	доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Дмитро ГАВВА	доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Дмитро ГРЕЦЬКИХ	доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Олександр ВОРГУЛЬ	доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Сергій ШЕЙКО	проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Olha NAHORNIUK	Education Project Manager, Ajax Systems.
Олег КОКОРІН	завідувач відділу криміналістичних видів досліджень Харківського НДЕКЦ МВС України.
Віталій КОЛЕСНИК	завідувач відділу комп’ютерно-технічних та телекомунікаційних досліджень Харківського НДЕКЦ МВС України.

ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ,
РАДІОТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ
ТА ЗАСОБИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

УДК 537.87 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.5

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНОГО ІМПУЛЬСУ ЕЙРІ МЕЖЕЮ НЕСТАЦІОНАРНОГО ДІЕЛЕКТРИКА

Мехедов М.С.
Науковий керівник – к.ф.-м.н., Жила О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
м. Харків, Україна
E-mail: olha.kuryzheva@nure.ua

The theses proposed the solution of the actual scientific and practical problem of converting an Airy electromagnetic pulse, which has the asymmetrical form, in a non-stationary medium with flat boundary. It is revealed that the position of the Airy pulse relative to the flat boundary of the media is controlled by the starting parameter. It is shown that for positive values of the starting parameter, the main part of the primary Airy pulse is deep in the medium, where the dielectric constant changes at zero time. Otherwise, at negative values of this parameter, the leading edge of the pulse reaches the limit at zero time.

Розглядається задача про перетворення несиметричного імпульсу Ейрі [1] плоскою межею, яка виникає у певний момент часу. Така взаємодія ускладнюється наявністю потрійної асиметрії, яка, окрім несиметричності первинного імпульсу, обумовлена появою межі розділення середовищ у нульовий момент часу. Первинне поле $E_0(t,x)$ у вигляді імпульсу Ейрі має вигляд[2]:

$$E_0(t,x) = \mathrm{Ai}(-t/T + x/vT)\, e^{\alpha(-t/T + x/vT)}, \qquad (1)$$

де $\mathrm{Ai}(t)$ - функція Ейрі, T - часовий масштаб, параметр α характеризує дисипативні властивості середовища.

Рис.1. Розміщення первинного імпульсу Ейрі в момент часу $t/T = 5$ для: $p = -5$ (суцільна лінія) і $p = 5$ (пунктирна лінія).

Положення імпульсу відносно плоскої межі розділення середовищ контролюється стартовим параметром $p = -t_0/T + x_0/vT$ (рис.1), який характеризується моментом часу початку дії імпульсу та початковим положенням джерела, генеруючого імпульс. На рис.1 показано, що якщо стартовий параметр набуває від'ємних значень, то передній фронт імпульсу Ейрі не досягає межі розділення середовищ до нульового моменту часу. У протилежному випадку, при додатних значеннях стартового параметру, головна частина

імпульсу перебуває глибоко у середовищі, у якому вже змінилась діелектрична проникність у нульовий момент часу.

У загальному випадку, коли середовище може змінюватись у часі, поле імпульсу описується інтегральним рівнянням:

$$E(t,x) = E_0(t,x) - \frac{v_1^2 - v^2}{2v_1 v^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\int_0^\infty dt'\int_0^\infty dx'\theta\left(t - t' - \frac{|x - x'|}{v}\right)E(t',x'), \qquad (2)$$

де $E_0(t,x)$ - первинне поле в однорідному середовищі з фазовою швидкістю $v = c/\sqrt{\varepsilon}$ та діелектричною проникністю ε, $v_1 = c/\sqrt{\varepsilon_1}$ - фазова швидкість середовища з діелектричною проникністю ε_1 після нульового моменту часу, $\theta(t)$ - одинична функція Хевісайда.

Поле імпульсу, що пройшов через межу, знаходиться шляхом розв'язання інтегрального рівняння (2) методом резольвенти та описується чотирма імпульсами:

$$E_T(t,x) = \theta(x)\left[\theta\left(t - x/v_1\right)(E_{T_1} + E_{T_4}) + E_{T_2} + \theta\left(x/v_1 - t\right)E_{T_3}\right], \qquad (3)$$

де

$$E_{T_1} = \frac{2v_1}{v_1 + v}\cdot \mathrm{Ai}\left(-t/T + x/v_1T - p\right),\ E_{T_2} = \frac{v_1(v_1 - v)}{2v^2}\mathrm{Ai}\left(v_1/vT(t + x/v_1) - p\right),$$

$$E_{T_3} = \frac{v_1(v_1 + v)}{2v^2}\mathrm{Ai}\left(-v_1/vT(t - x/v_1) - p\right), E_{T_4} = -\frac{v_1(v - v_1)^2}{2v^2(v + v_1)}\mathrm{Ai}(v_1/vT(t - x/v_1) - p)$$

Еволюцію вторинних імпульсів показано на рис.2 для від'ємного та додатного значень стартового параметру та різних моментів часу.

(а) $p > 0$ (б) $p < 0$

Рис.2. Еволюція вторинних імпульсів після взаємодії з межею

Список використаних джерел:

1. Siviloglou G. A. Accelerating finite energy Airy beams // Optics Letters. 2007. Vol. 32. P. 979–981.
2. Nerukh A., Kuryzheva O., Benson T. Time-spatial structure of Airy pulse in non-stationary environment // Optical and Quantum Electronics. 2018. Issue 2. Articles 52. P. 1–3.

УДК 537.87 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.7

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НЕСТАЦІОНАРНОЇ МЕЖІ, ЩО РУХАЄТЬСЯ, НА ІМПУЛЬС З АСИМЕТРИЧНОЮ ФОРМОЮ

Мехедов М.С.
Науковий керівник – к.ф.-м.н., Жила О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
м. Харків, Україна
E-mail: olha.kuryzheva@nure.ua

The study of the nature of the electromagnetic pulses transformation in non-homogeneous non-stationary media is a fundamental importance for many applied electrodynamic problems. Pulses with an atypical shape are of particular interest. These include the Airy pulse, which has an asymmetric shape: the main lobe and a rapidly oscillating "tail" that decays at the infinity. Since the deformation of a pulse in time under the influence of spatial heterogeneity has a qualitative effect on its structure, it is appropriate to consider the problems of the interaction of such a pulse in a non-stationary environment.

Розглянемо задачу про взаємодію імпульсу Ейрі [1] з плоскою межею, що рухається йому назустріч. Межа починає рух у нульовий момент часу і рухається зі швидкістю u. Положення межі визначає одинична функція $\chi(t,x)$, при цьому вважається, що до нульового моменту часу межа не рухалась, тобто $\chi^{-}(t',x')=\theta(x)$, а після початку руху межі $\chi^{+}(t',x')=\theta(x-x_s(t))$.

Електромагнітне поле $E(t,x)$ зручно описувати інтегральним рівнянням[2]:

$$E(t,x)=E_0(t,x)-$$
$$-\frac{v^2-v_1^2}{2vv_1^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\int_{-\infty}^{0}dt'\int_{-\infty}^{+\infty}dx'\theta\left(t-t'-\frac{|x-x'|}{v}\right)\chi^{-}(t',x')E_1(t',x')- \tag{1}$$
$$-\frac{v_1^2-v^2}{2v_1v^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\int_{0}^{+\infty}dt'\int_{-\infty}^{+\infty}dx'\theta\left(t-t'-\frac{|x-x'|}{v}\right)\chi^{+}(t',x')E(t',x'),$$

де $E_0(t,x)=\mathrm{Ai}(-t/T+x/vT)e^{\alpha(-t/T+x/vT)}$ - первинне поле у вигляді імпульсу Ейрі, v - фазова швидкість електромагнітної хвилі, α - параметр, який описує дисипативні властивості середовища. Розв’язок інтегрального рівняння (1) отримано методом резольвенти [3], яка визначає поле в декількох областях з урахуванням впливу межі при $0\le t<x/v_1$ та без урахування її впливу при $ut\le x<v_1t$. У випадку, коли рух межі розпочався у нескінченно далекому минулому, у результаті взаємодії імпульсу з межею формується поле в області $x<v_1t$, яке описується співвідношенням:

$$Airy_1(t,x) = \frac{2v_1^2(v-u)}{v(v_1-u)(v+v_1)}\mathrm{Ai}\left(-\frac{v_1(v-u)}{v(v_1-u)}\frac{t}{T}+\frac{v-u}{v_1-u}\frac{x}{vT}+p\right). \quad (2)$$

При $-u > v_1$ поле вторинного імпульсу має вигляд:

$$Airy_2(t,x) = \frac{v_1(v-u)(v+v_1)}{2v^2(v_1-u)}\mathrm{Ai}\left(-\frac{v_1(v-u)}{v(v_1-u)}\frac{t}{T}+\frac{v-u}{v_1-u}\frac{x}{vT}+p\right)+ \\ +\frac{2v_1v(v-u)}{v(v_1+u)(v+v_1)}\mathrm{Ai}\left(-\frac{v_1(v-u)}{v(v_1+u)}\frac{t}{T}-\frac{v-u}{v_1+u}\frac{x}{vT}+p\right). \quad (3)$$

Оскільки швидкість імпульсу менша за швидкість межі, він досягне точки спостереження пізніше моменту початку руху межі. Як наслідок, в момент взаємодії імпульсу з рухомою межею відбудеться розщеплення вторинного імпульсу у результаті зміни значення діелектричної проникності середовища. Два імпульси, що утворились у результаті розщеплення, будуть поширюватись у протилежних напрямках в областях $(v_1/v)t < x < -ut$ та $-ut < x < -v_1t$ відповідно.

Більш цікавий випадок, коли рух межі розпочався не у далекому минулому, а у фіксований момент часу. Так, при $u > -v_1$ поле вторинного імпульсу співпадає з виразом (2), а у протилежному випадку в області $v_1t \ge x \ge -v_1t$ формується імпульс

$$Airy_3(t,x) = \frac{v_1(v-u)(v+v_1)}{2v^2(v_1-u)}\mathrm{Ai}\left(-\frac{v_1(v-u)}{v(v_1-u)}\frac{t}{T}+\frac{v-u}{v_1-u}\frac{x}{vT}+p\right)+ \\ +F_0\frac{(v-v_1)(v+u)}{2v(v_1-u)}\mathrm{Ai}\left(\frac{v-u}{v_1-u}\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{v_1T}\right)+p\right), \quad (4)$$

а в області $-v_1t \ge x \ge ut$ імпульс

$$Airy_4(t,x) = \frac{v_1(v-u)(v+v_1)}{2v^2(v_1-u)}\mathrm{Ai}\left(-\frac{v_1}{v}\frac{v-u}{v_1-u}\frac{t}{T}+\frac{v-u}{v_1-u}\frac{x}{vT}+p\right)+ \\ \backslash \quad +\frac{v_1(v-u)(v-v_1)}{2v^2(v_1+u)}\mathrm{Ai}\left(-\frac{v_1}{v}\frac{v-u}{v_1+u}\left(\frac{t}{T}+\frac{x}{v_1T}+p\right)\right)+ \quad (5) \\ +F_0\frac{v-v_1}{2v}\left(\frac{v+u}{v_1-u}\mathrm{Ai}\left(\frac{v-u}{v_1-u}\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{v_1T}+p\right)\right)+\frac{v+u}{v_1+u}\mathrm{Ai}\left(\frac{v_1}{v}\frac{v-u}{v_1+u}\left(\frac{t}{T}+\frac{x}{v_1T}+p\right)\right)\right)$$

У формулах (4)-(5) утворюються імпульси з множником F_0, обумовлені наявністю у нестаціонарному випадку «історії» поля до нульового моменту часу,що аналогічно процесу розщеплення падаючої хвилі після стрибка діелектричної проникності. Проте, у цьому випадку слід враховувати взаємозв’язок між швидкостями межі та первинного поля імпульсу. Просторово-часова картина даного явища ускладнюється асиметричною формою первинного імпульсу. Тому, доцільно досліджувати вторинні імпульси з точки зору моменту початку взаємодії рухомої межі та

переднього фронту імпульсу Ейрі – його головного пелюстка – як носія максимальної енергії. Цей процес легко контролювати вибором значення стартового параметра p, який напряму впливає на місце розташування імпульсу.

На рис.1 показано деформацію імпульсу Ейрі рухомою межею при різних значеннях стартового параметра.

Рис.1. Деформація у просторі первинного імпульсу Ейрі (а) рухомою межею при $p = -5$ (б), $p = 1$ (в), $p = 10$ (г), $v_1 / v = 0,6$, $u / v = 0,5$

Список використаних джерел:

1. Siviloglou G. A. Accelerating finite energy Airy beams // Optics Letters. 2007. Vol. 32. P. 979–981.
2. Nerukh A., Sakhnenko N., Benson T., Sewell Ph. Non-stationary electromagnetic. Singapore : Pan Stanford Publishing Pte., 2013. 452 p.
3. Хижняк Н. А. Інтегральні рівняння макроскопічної електродинаміки. Київ : Наукова думка, 1968. 280 с.

УДК 621.396.6 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.10

АНТЕНА ГРАУНД-ПЛЕЙН ДЛЯ 869 МГЦ РАДІОМОДЕМА

Санжарова А.К.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.gavva@nure.ua

The goal of the work is to develop a ground-plain antenna for radio systems operating at a frequency of 869 MHz.

Як відомо, вібратор розташований перпендикулярно до поверхні Землі має кругову діаграму спрямованості в горизонтальній площині. Антена «граунд-плейн» представляє собою покращений варіант чвертьхвильового вертикального штиря, тобто антена також є вертикальним чвертьхвильовим штирем, але в ній роль екрану грають горизонтально (або під деяким кутом до горизонту) дроти довжиною $\lambda/4$, які розташовані в основі штиря та натягнуті в радіальних напрямках (рис. 1).

Ці радіальні чвертьхвильові провідники пов'язані між собою біля основи чвертьхвильового вертикального штиря, але сам штир від них ізольований. Зазвичай використовують чотири або більше горизонтально розташованих $\lambda/4$ провідників, рівномірно натягнутих у всіх напрямках. Слід враховувати, що на їх кінцях мають місця пучності напруги і, отже, радіальні провідники мають бути ізольовані на своїх кінцях.

Рис. 1

Правильно сконструйована антена має дуже невеликий кут вертикального випромінювання і тим самим усуває недолік, властивий вертикальному чвертьхвильовому штирю. При цьому, «граунд-плейн» у порівнянні з спрямованим вібратором добре підходить для організації бездротового абонентського доступу (або для задач поставлених перед нами – організації бездротового зв'язку між прийомо-передавачами системи моніторингу стану об'єкта, що охороняється), оскільки при використанні такої антени в якості приймальної сигнали будуть прийматися практично з однаковим підсиленням з усіх напрямків (антена має кругову діаграму спрямованості в горизонтальній площині), а отже, немає необхідності спеціально орієнтувати антену.

При відповідному подовженні (укороченні) вібратора антен, що нами

розглядаються, можна отримати вхідний опір антени, який допускає точне узгодження використовуваного коаксіального кабелю з антеною. Тому серед антен «граунд-плейн» і виділяють подовжені та укорочені антени. Однак у даному випадку вібратор вже не налаштований на робочу частоту, так як він трохи більше (менше) необхідних розмірів. Тоді в основу антени включають конденсатор (індуктивність) відповідного номіналу, що дозволяє зробити електричне укорочення випромінювача, а відповідно знову налаштувати антену на робочу частоту (рис. 2,а – укорочена антена «граунд-плейн»).

Рис. 2

Таким чином, для передачі та прийому сигналів радіомодемами, що працюють на частоті 869.85 МГц, ми можемо зупинимося на проєктуванні укороченої «граунд-плейн» антені. В ній вібратор повинен мати розміри менше $\lambda/4$ (≈ 8.62 см) (рис. 2, а, б), і його електричне подовження для налаштування на робочу частоту повинне проводитися за допомогою котушки індуктивності, що підключається до основи вібратора. До нижнього кінця котушки за допомогою затискача приєднується кабель живлення.

Зазначимо, що спираючись на відомі експериментальні дані, нам доцільно зупинити свій вибір на антені з трьома радіальними проводами розташованими під кутом 120° по відношенню один до одного в горизонтальній площині і нахилених під кутом 45° вниз (рис. 2, б, в). Така антена випромінює переважно у напрямках бісектрис кутів між горизонтальними провідниками та має невеликий вертикальний кут випромінювання (6° – 7°). Діаграма спрямованості цієї антени у горизонтальній площині має вигляд конюшинного листа (рис. 2, в).

Число радіальних провідників при заданому куті нахилу 45° впливає на вхідний опір антени і для зазначеної антени зазвичай становить 50 – 53 Ом. Якщо використовується лише один радіальний провід, вхідний опір становить 68 Ом (напівхвильовий диполь), а у разі чотирьох радіальних провідників зменшується до 44 Ом.

Для розрахунку характеристик антени скористаємося програмою Wire, яка була розроблена на кафедрі Комп’ютерної радіоінженерії та систем технічного захисту інформації Харківського національного університету радіоелектроніки, та призначеної для розрахунку

електродинамічних характеристик проводових випромінювачів і розсіювачів довільної конфігурації, а також антенних решіток з таких випромінювачів (розсіювачів), розташованих або у вільному просторі, або над нескінченним екраном, що ідеально проводить. При цьому, щоб антена мала суто активний вхідний опір ($Z_{вх} = R_{вх} + jX_{вх} = R_{вх}$) налаштуємо її в резонанс, змінюючи довжину вертикального чвертьхвильового вібратора, що збуджується. За допомогою програми WIRE отримуємо, що $Z_{вх} = 46.213 - j0.12317 \approx 46.2$ Ом виконується за нормованої довжини вертикального випромінювача $\ell' = 1.4$ (ненормована до хвильового числа довжина $\ell \approx 7.685$ см). Діаграми спрямованості, що отримуються при цьому, в горизонтальній і вертикальній площині зображені на рис. 3 (діаграма спрямованості антени у горизонтальній площині XY (θ=90°, φ=0÷360°)) та рис. 4, а, б (а – діаграма спрямованості антени у площині ZX (φ =0°, θ =0÷180°), б – тривимірне зображення отриманої діаграми спрямованості).

Як бачимо, діаграма спрямованості у горизонтальній площині є практично круговою. Напруженість поля в цій площині слабо залежить від напрямку випромінювання (прийому) енергії, а отже, з урахуванням малих розмірів антени та простоти її реалізації, вона добре підходить для організації радіозв'язку з будь якого напрямку.

Рис. 3

На рис. 5 представлена частотна характеристика вхідного опору розрахованої антени. Видно, що на робочій частоті антена налаштована на резонанс. Коефіцієнт відбиття від антени при цьому становить лише $\rho = \frac{Z_{коаксіала} - Z_{антени}}{Z_{коаксіала} + Z_{антени}} \approx 0.042$, а отримуваний коефіцієнт підсилення в залежності від кута огляду представлений на рис. 6 (в площині XZ (φ=const=0º)) та рис. 7 (в площині XY (θ=const=90º)). Максимальний коефіцієнт підсилення антени дорівнює ≈1.533, але можливо його зменшення при неточному виготовленні антени або поганому узгодженні коаксіальної лінії з антеною. Окрім розрахунку були також розроблені конструкторські креслення спроєктованої антени (рис. 8).

а) б)

Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8: 1 – вібратор; 2 – паяння; 3 – корпус; 4 – шайба; 5 – центральна жила коаксіального кабелю; 6 - обплетення кабелю; 7 – радіальний провідник; 8 – ізоляція кабелю; 9 – щогла

УДК 621.396.6 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.14

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АНТЕНИ PIFA ДЛЯ ЗЧИТУВАЧА RFID СИСТЕМ. Частина 1: математичні моделі та базова конструкція антени

Чемісов А.Ф., Ніколов Т.П.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is to design and study a compact microstrip PIFA antenna for an RFID system reader.

Відомо, що конструкція PIFA на поточний момент вже досить добре вивчена. Разом з тим, публікації, присвячені антенам зазначеного типу, продовжують з'являтися в сучасній технічній літературі досить регулярно і становлять значну частину розділів, присвячених антенним конструкціям. Цей факт пояснюється активним використанням PIFA антен в сучасних пристроях бездротового зв'язку та навігації. Поточні тенденції до зменшення габаритів і маси мобільних пристроїв та розширення їх функціональності (що часто веде до необхідності роботи в додаткових частотних діапазонах) ведуть до постійної оптимізації характеристик використовуваних в них антенних конструкцій і ускладнення їх структури. При цьому в ході розробки нових конструкції наголос переважно робиться на узгодженні вхідного опору антени з опором лінії живлення в заданих діапазонах частот. Характеристикам спрямованості антени, як правило, відводиться другорядне значення, і вони або приймаються такими, як вийшли, або проводиться аналіз залежності ДС від взаємного розташування антени і металевих деталей корпусу, що грають роль екрану. Наприклад, для антен апаратів мобільного зв'язку дана оптимізація проводиться з метою убезпечити користувача від впливу полів випромінювання антени при використанні пристрою. Подібний підхід, зокрема, пояснюється перевагою квазівсенаправленої діаграми спрямованості (ДС) антени мобільного пристрою, оскільки в більшості випадків немає можливості точного визначення місця розташування джерела / приймача сигналів і, тому, виділення оптимального напрямку випромінювання антени. Можливо тому відомо мало робіт, в яких би упор робився на дослідженні характеристик спрямованості PIFA антен.

Тому цілі проведеної роботи полягали у наступному: аналіз точності аналітичних моделей для розрахунку основних характеристик антени; оцінка можливості використання конструкції PIFA для настільних терміналів RFID систем УВЧ діапазону; визначення оптимальних розмірів елементів антени з урахуванням вимог, що пред'являються областю застосування конструкції антени.

Оскільки основою конструкції PIFA є мікросмужкова антена, то розглянуто наявні та вже перевірені аналітичні моделі для розрахунку антен даного типу: модель лінії передачі (антена розглядається у вигляді двох випромінюючих щілин) та резонаторна модель (конструкцію антени можна трактувати як резонатор, обмежений зверху і знизу провідниками (випромінювач та екран) і «магнітними стінками» по периметру антени (бічні відкриті сторони)). Як приклад, на рис. 1, а показано мікросмужкову антену та її еквівалентну модель у вигляді лінії передачі.

Рис. 1

Параметри, отримані з використанням різних моделей, добро узгоджуються з експериментальними результатами з інших джерел. Це можна побачити на діаграмах спрямованості (рис. 2). Виняток становлять області біля кутів φ=90° та φ=270° в площині XY та зона, що розташована нижче екрана антени. Ці розбіжності пояснюються приближеннями, використовуваними в даній моделі.

Рис. 2

Електричні характеристики PIFA залежать від розмірів випромінювача, співвідношення довжин його сторін, висоти випромінювача над екраном, розмірів та положення вертикальної заземлюючої стінки, точки підключення лінії живлення. Слід зазначити, що ширина вертикальної пластини впливає не тільки на резонансну частоту, але і на поляризацію випромінювання. Від розмірів короткозамикаючої стінки так само залежить ширина смуги пропускання PIFA.

З урахуванням наведеного вище, для конструкції PIFA (рис. 3) було обрано такі ключові параметри і початкові розміри:

● ширина замикаючої стінки D=W=81 мм дорівнює ширині випромінювача. Це дозволяє забезпечити максимальну ширину робочого

діапазону і виключити кроссполярізаційне випромінювання.

● товщина діелектрика, тобто повітряний прошарок у h=5 мм була визначена з урахуванням максимально допустимої товщини антени,

● початкова довжина L випромінювача була розрахована за допомогою виразу математичної моделі.

● ширина випромінювача була прийнята рівною його довжині L=W=81мм.

● точку живлення знайшли за допомогою моделі антени та з точки зору оптимального узгодження антени з лінією живлення. Оптимальна відстань між замикаючою стінкою і точкою живлення дорівнює приблизно 17 мм. Це можна побачити з рис. 4, де зображено залежність модуля коефіцієнта відбиття на вході антени від розташування точки живлення.

Рис. 3

Рис. 4

Для розрахунку діаграми спрямованості антени за допомогою математичної моделі, її представлено у вигляді двох окремих випромінювачів: щілинної антени та вертикального вібратора. На рис. 5 показана діаграма спрямованості PIFA за результатами аналітичних розрахунків: а) в площині XY (E – площина); б) в площині XZ (H – площина).

Рис. 5

Для порівняння з характеристиками, отриманими в результаті аналітичних розрахунків, на першому етапі була промодельована конструкція з екраном нескінченних розмірів Lek = Wek = ∞ (рис. 6). У

процесі розрахунку була проведена оптимізація характеристик антени по вхідному опору по відношенню до опору 50-Ом лінії живлення. Варійованою величиною при цьому була довжина та, відповідно, ширина випромінювача L та W (рис. 7, а). На рис. 7, б показано діаграму спрямованості PIFA з екраном нескінченних розмірів для L=W=79,5 мм, $l2$=17 мм.

Зіставляючи результати розрахунків на основі аналітичної моделі та чисельного моделювання, можна зробити наступні висновки:

● обидва методи показують близькі результати при визначені резонансних розмірів структури і точки підключення лінії живлення, що відповідає мінімальним втратам на вході антени;

● діаграми спрямованості антени в базових площинах так само мають близьку подібність, проте істотно (приблизно на 2 дБ) відрізняються за коефіцієнтом підсилення. Менший коефіцієнт підсилення, отриманий в результаті моделювання, може пояснюватися тим, що при моделюванні проводився облік втрат в провідниках антени, тоді як при аналітичній оцінці втрати в провідниках до уваги не бралися.

Рис. 6

а)

б)

Рис. 7

У наступній, другій частині роботи проведено дослідження впливу розмірів екрану на діаграму спрямованості антени, та модифікацію конструкції антени для поліпшення її характеристик.

УДК 621.396.6 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.18

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АНТЕНИ PIFA ДЛЯ ЗЧИТУВАЧА RFID СИСТЕМ. Частина 2: вплив екрану на ДС та модифікація антени

Чемісов А.Ф., Ніколов Т.П.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is to design and study a compact microstrip PIFA antenna for an RFID system reader.

Радіочастотна ідентифікація (RFID – Radio Frequency Identification) – це технологія, що стрімко розвивається та щорічно значно розширює масштаб і області застосування в нашому сучасному житті. Над удосконаленням елементів RFID систем на поточний момент працюють тисячі інженерів та науковців. Значні зусилля при цьому спрямовані на вдосконалення антенних конструкцій, як важливого елемента, характеристики якого впливають на експлуатаційні показники всієї системи в цілому.

Конструкцією використовуваних антен зчитувального пристрою і радіочастотних міток визначаються максимальна дистанція реєстрації радіочастотних міток, форма і розміри ідентифікаційної зони, надійність реєстрації міток і захист від небажаних читань поза зоною реєстрації.

Використовувані конструкції антен істотно залежать від діапазону частот, в якому здійснюється безконтактна передача даних. На даний момент найбільш активно проходить розвиток RFID систем, що працюють в УВЧ діапазоні частот. Це обумовлено низкою факторів, що вигідно відрізняють системи даного типу від RFID систем НЧ і ВЧ діапазонів, які отримали популярність дещо раніше. Серед основних факторів можна виділити істотно збільшену дистанцію реєстрації та швидкість обміну інформацією між зчитувальним пристроєм і радіочастотною міткою, а також можливість одночасної реєстрації великої кількості міток. У зв'язку з підвищеним інтересом до RFID систем УВЧ діапазону стала актуальною задача розробки та оптимізації характеристик антен для зчитувальних пристроїв і радіочастотних міток, що використовуються в даних системах.

Тому, у першому докладі про проведені дослідження були поставлені та частково вирішені наступні цілі: аналіз точності аналітичних моделей для розрахунку основних характеристик PIFA антени; оцінка можливості використання конструкції PIFA (рис. 1) для настільних терміналів RFID систем УВЧ діапазону; визначення оптимальних розмірів елементів антени з урахуванням вимог, що пред'являються областю застосування конструкції антени.

У цьому докладі, наступній частині роботи, проведена оцінка впливу розмірів екрану на діаграму спрямованості (ДС) антени. Оскільки проведення даних розрахунків на основі аналітичної моделі істотно ускладнюється, то аналіз проводився з використанням даних електродинамічного моделювання у програмі HFSS.

Рис. 1

Мінімальні початкові розміри екрану при цьому були встановлені рівними $L_{ек} = W_{ек} = L + 6 \cdot h$ (рис. 1). Як граничне значення була обрана величина $L_{ек} = W_{ек} = \lambda/2 = 170$ мм. Вважалося, що аналіз антени з екраном, що перевищує зазначені розміри, сенсу не має, оскільки в цьому випадку конструкція вже не буде відповідати габаритам мобільного терміналу зчитувача RFID системи.

На рис. 2 наведені ДС антени в базових площинах при різних розмірах екрану. Розглядаючи отримані дані можна відзначити, що збільшення довжини екрану зменшує рівень заднього пелюстка, але ДС залишається несиметричною відносно центральної осі випромінювання антени. У той же час, збільшення ширини екрану зменшує рівень бічного випромінювання антени, але практично не впливає на рівень заднього пелюстка.

З точки зору сфери застосування даної конструкції в області електронної ідентифікації, кращим є досягнення мінімального випромінювання антени з боку екрану та симетричність ДС. У той же час суттєве збільшення розмірів конструкції за рахунок збільшення розмірів екрану є небажаним. Виходячи з цього, було прийнято рішення не збільшувати ширину екрану. Щодо ж коригування його довжини було зроблено припущення про можливість придушення заднього пелюстка і отримання більш симетричної ДС за рахунок збільшення довжини екрану тільки з замкнутого боку випромінювача $\Delta L_{ек}$ (рис. 1).

Результати моделювання даного варіанту конструкції наведено на рис. 3 (залежність ДС PIFA від довжини екрану $\Delta L_{ек}$: а) в площині XZ ($\varphi = 0°$); б) в площині YZ ($\varphi = 90°$). $L = W = 79,5$ мм, $l_2 = 17$ мм, $L_{ек} = W_{ек} = 110$ мм).

В результаті видно, що оптимальна, з точки зору симетрії та мінімального рівня бічних пелюсток ДС досягається при збільшенні довжини екрану з боку замикаючої стінки $\Delta L_{ек} = 40$ мм. Однак якщо порівнювати отриману ДС з ДС на рис. 2 для аналогічної довжини всього екрану

($L_{ек} = 150$ мм), то видно, що рівень заднього пелюстка останньої нижче на 2 дБ. Таким чином, при подальших розрахунках та оптимізації конструкції для практичного застосування перевага віддається структурі з пропорційно збільшеними щодо випромінювача розмірами сторін екрану.

Залежність ДС від довжини екрану Lek | Залежність ДС від ширини екрану Wek | Залежність ДС від ширини екрану ΔLek

Рис. 2

Рис. 3

В спроєктованій антені можна реалізувати деякі модифікації конструкції, наприклад: ● зменшити ширину випромінювача та екрану з метою отримання можливості розміщення антени в найкращому з доступних типорозмірів корпусу; ● додати вирізи в екрані антени з метою розширення

смуги робочих частот. Ці модифікації також покликані забезпечити компенсацію втрати узгодження з лінією живлення при можливому зсуві резонансної частоти антени через неточності виготовлення конструкції.

Отже конструкція антени з зазначеними модифікаціями має наступні розміри $L = 76,5$ мм, $W = 70$ мм, $l_2 = 17$ мм, $L_{ек} = 145$ мм, $W_{ек} = 95$ мм, $l_s = 30$ мм, $w_s = 1$ мм, $s = 19$ мм (рис. 4). Матеріал антени – мідь товщиною 0,5 мм. ДС модифікованої антени показана на рис. 5. Порівнюючи її з ДС для конструкції антени з екраном аналогічної довжини без вирізів (рис. 1, $L_{ек} = 150$ мм), слід зазначити, що рівень заднього пелюстка в ДС збільшився на 2 дБ. Причиною цього, імовірно, є наступні зменшення відносної ширини екрану на 5,5 мм в порівнянні з розміром випромінювача та присутність вирізів в екрані, які можуть бути джерелом паразитного випромінювання.

Рис. 4

Рис. 5

На рис. 6 наведені розрахункові залежності модуля коефіцієнта відбиття на вході антени.

Рис. 6

Використання вирізів в екрані дозволяє збільшити діапазон робочих частот антени за рівнем S11=-10 дБ на третину (з 1,8 до 2,4%). Слід зазначити наявність зсуву в 15 МГц між точкою оптимального узгодження, отриманою при моделюванні раніше. Його можна усунути укороченням довжини випромінювача на 2 мм.

Незважаючи на суттєво вищий рівень випромінювання в напрямку, протилежному основному, в порівнянні з конструкцією мікросмужкової антени, PIFA має переваги за габаритами. Інколи це може виключити використання дорогих НВЧ діелектриків з високою діелектричною проникністю, часто використовуваних для зменшення розмірів друкованих випромінювачів.

УДК 621.396.6 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.22

КОМПАКТНА МІКРОСМУЖКОВА АНТЕНА ДЛЯ ЧАСТОТИ 915 МГЦ

Пономаренко Є.Д.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна
email: dmytro.gavva@nure.ua

The goal of the work is to develop a compact microstrip antenna for radio systems operating at frequencies of 915 MHz.

Однією з основних тенденцій розвитку сучасної радіоелектроніки НВЧ є мікромініатюризація радіоелектронної апаратури (РЕА). Значні успіхи в цьому напрямку отримані при найширшому використанні останніх досягнень мікроелектроніки як у частині низькочастотних блоків РЕА, так і НВЧ модулів. Відомо, що якісні характеристики РЕА значною мірою визначаються властивостями її антено-фідерного тракту (АФТ). Застосування інтегральної технології дозволяє з успіхом вирішувати завдання щодо створення АФТ за дуже жорстких і суперечливих вимог до електродинамічних, габаритних, вагових, вартісних, конструктивних та інших параметрів.

Мікросмужкові антени (МСА), що виготовляються за технологією інтегральних схем, забезпечують високу повторюваність розмірів, низьку вартість виготовлення, малі металомісткість, габаритні розміри, масу. Вони широко поширені як випромінювачі дециметрового, сантиметрового та міліметрового діапазонів довжин хвиль. При цьому МСА здатні випромінювати енергію з лінійною, круговою та еліптичною поляризацією, допускають зручні конструктивні рішення для забезпечення роботи у двох- або багаточастотних режимах, легко дозволяють об'єднати багато елементарних випромінювачів у фазовані антенні грати і розмістити їх на поверхнях складної форми. Крім того, МСА мають високі аеродинамічні, механічні і температурні характеристики.

Широкому поширенню МСА сприяла поява нових типів діелектриків, що мають малі втрати та високий рівень однорідності матеріалу. Наявність діелектрика дозволяє суттєво зменшити лінійні розміри випромінюючих елементів та використовувати їх при створенні мініатюрних антенних систем. До теперішнього часу відомо достатню кількість антен аналізованого типу, які є єдиним цілим з випромінювача і різних функціональних елементів (фідера; пристроїв, що узгоджують та симетрують і т.п.). При цьому перехід від канонічних форм елементарних випромінювачів МСА до ускладнених геометричних форм дозволяє одночасно вирішити завдання узгодження активної та компенсації реактивної компонент вхідного опору

елементарного випромінювача, забезпечення необхідної поляризації випромінювання, зручності поєднання елементарного випромінювача та решітки антени. Крім того, необхідно враховувати, що перехід до об'ємних інтегральних схем представляє для МСА низку цікавих можливостей використання третього виміру. Наприклад, вхідний смуговий фільтр приймального пристрою можна безпосередньо зв'язати з елементарним випромінювачем або їх групою, розводити (поповерхово) входи багатоканальних пристроїв з мінімумом комутаційних ліній, суттєво зменшувати паразитне випромінювання фідерів живлення тощо.

З урахуванням цих особливостей була поставлена та вирішена задача створення малогабаритної МСА антени для роботи різноманітних радіосистем в неліцензованому діапазоні 915 МГц. За основу була обрана PIFA антена-прототип, що зображена на рис. 1.

Зміною конфігурації випромінюючого елемента (меандровий верхній шар (Рис. 1)) можна здійснити налаштування антени на потрібну частоту. Для прикладу на рис. 2 представлені графіки коефіцієнта передачі антени з різними розмірами випромінювача.

Рис. 1

Рис. 2

Проєктування та підстроювання під необхідні характеристик обраної МСА проводилося за допомогою програми AWR Design Environment, яка за допомогою математичних рішень електродинамічних задач у частотній області шляхом рішення рівнянь Максвелла методом гармонійного балансу, дозволяє аналізувати багатошарові електродинамічні структури.

Отже, використовуючи редактор AWR DE, після завдання параметрів діелектричних шарів МСА (товщина 0.8 мм, діелектрична постійна 4.4, тангенс діелектричних втрат 0.0001) у графічному редакторі програми були нанесені провідники, так, як показано на рис. 3. На ньому літерами а), б), в) відповідно позначені провідні частини антени на поверхні першого,

другого та третього діелектричних шарів. Літерою г) позначено тривимірне зображення антени. Літерою д) – параметри діелектричних шарів.

Рис. 3

Після проведення налаштування антени на частоту 915 МГц ми отримали такі розміри: a=1 мм; b=2.5 мм; c=10 мм; d=0.5 мм; e=3 мм; f=75 мм; h=35 мм; k=6 мм; m=23 мм; n = 14 мм. Результати моделювання зображеної на рис. 3 антени представлені на рис. 4 («Вхідні» характеристики антени: а) коефіцієнт відбиття від входу антени; б) коефіцієнт стоячої хвилі на вході МСА; в) модуль, дійсна та уявна частини вхідного опору антени) та рис. 5 (Діаграми спрямованості антени у площині φ (E_Phi) та площині θ (E_Teta) при фіксованих кутах θ та φ (наприклад, E_Phi[90,1] –

ДН по куту φ при фіксованому куті θ=90º)).

З графіків видно, що антена має гарне узгодження з фідерним трактом, який має хвильовий опір 50 Ом, а також те, що в площині кутів по θ антена має рівномірну кругову діаграму.

а)

б)

в)

Рис. 4

а)

б)

Рис. 5

УДК 621.396:004.7

ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИЛЮВАЧА ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПІДСИЛЮВАЧ СИГНАЛУ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Варейчук В. Е.
Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Василенко Т.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: viacheslav.vareichuk@nure.ua.

This work is devoted to the topic of cellular signal amplifiers. They serve to strengthen the signal and local expansion of the network coverage area. A low-noise power amplifier for receiving the reception path of GSM standards at frequencies of 890 - 915 MHz has been designed.

Не дивлячись на те що покриття стільникового мобільного зв'язку зараз майже любій точці країни, все одно виникають труднощі: в деяких місцях: сигнали не доступні взагалі або сигнали дуже слабі, і як результат якість зв'язку дуже погана або зовсім відсутня. Причини того можуть бути різні: перевантаженість вежі стільникового зв'язку; будівельні матеріали – зв'язок погіршується в підземних переходах та бомбосховищах (що в теперішніх реаліях є досить актуальним); погодні умови чи географічні фактори. Майже всім нам довелося сидіти в бомбосховищах, де нажаль сигнал або дуже слабкий, а то й зовсім відсутній.

Хоча ми майже не можемо вплинути на ці фактори, але можемо підсилити слабкий сигнал. Саме для цього і призначені підсилювачі сигналу стільникового зв'язку.

Підсилити сигнал можна різними способами, але найбільшу ефективність посилення сигналів показують системи з репітером (Рис. 1).

Рисунок 1 – Типова структурна схема репітера

На відносно низькій частоті краще використовувати біполярні транзистори. Для підсилювача як активний елемент вибрано транзистор BFS17 фірми Zetex.

Для розрахунку використана безструктурна модель, що представляє транзистор у вигляді еквівалентного чотириполюсники. В нелінійній моделі транзистора при забезпеченні необхідного режиму роботи, можна виміряти S-параметри схеми та провести необхідні розрахунки для вже суворої прив'язки «транзистор» – «режим роботи транзистора» – «S-параметри».

В схемі підсилювального каскаду (Рис.2) забезпечено режим класу А. Для робочої точки розраховано повноцінний ланцюг зміщення з пасивною колекторною термостабілізацією. Даний режим зміщує робочу точку на середину лінійної ділянки прохідної динамічної характеристики транзистора, що дозволяє мінімізувати спотворення сигналу.

Рисунок 2 – Схема транзисторного малошумлячого підсилювача

Спроєктовано МШП приймального тракту для підсилювача сигналів стільникового зв'язку для полоси частот 35 МГц (880 - 915 МГЦ). Розрахунок було проведено для випадку максимально можливого коефіцієнта передачі з урахуванням безструктурної моделі транзистора. Як активний елемент вибрано транзистор BFS17 фірми Zetex.

Отримано коефіцієнт підсилення на центральній частоті 13.3 дБ, а в полосі пропускання не менше 12 дБ. Коефіцієнт шуму транзисторного МШП на центральній частоті відповідає 3.7, а в полосі частот не перевищує 4, що задовольняє заданим технічним умовам.

Список використаних джерел:

1. Салабай О. В. Ескізне проектування радіоприймальних пристроїв. Одеса, 2012. 76 с.

2. Antipov, I., & Vasilenko, T. (2019). Improving the model of decision making about abnormal network state using a positioning system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(9 (97), 6–11. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.157001

УДК 621.396.4 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.28

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ LORA МОДУЛЯЦІЇ В СУПУТНИКОВИХ КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ

Дмитренко В.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Ликов Ю.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: viacheslav.dmytrenko@nure.ua

Growing network of Internet of Things (IoT) beyond the cities and quantity of Low Earth Orbit (LEO) satellites makes us to think about abstraction from building usual cellular networks or base stations for IoT in the field, especially when we speak about inaccessible nodes of data collection or if it's situated far from places of people living. When we need get power from battery and sun and think globally, it's clear to use LEO satellites for building IoT network for far away sensors or things. LoRa is that special wireless platform which allow us to access satellites on LEO with limited power.

Глобальна інформатизація нашого світу призвела до появи такого явища як Інтернет речей (Internet of Things - IoT). Інтернет речей – це технологія збору даних з сенсорів або пристроїв для їх подальшої обробки та аналізу чи зберігання засобом бездротового з'єднання в мережу. Без сумнівів інформація є первинною та дуже важливою у будь якій справі, тож користь IoT мереж важко переоцінити. При використанні ж IoT у сільському господарстві чи то природничих ресурсів, або попередженню стихійних явищ в нагоді може стати використання зв'язку пристроїв збору даних безпосередньо з супутниками на низькій орбіті. Це дозволить суттєво зекономити на розгортанні наземної мережі з базовими станціями та масштабує використання цього рішення до глобального по всьому світу. В цій ланці чутливим елементом є саме система збору даних що має передати їх на супутник, бо в неї обмежені ресурси щодо потужності джерела живлення, і вона має бути повністю автономною.

Але технології не стоять на місці і компанія Cycleo, а потім Semtech [1] розробили та запатентували технологію модуляції LoRa (Long Range) малопотужної мережі передачі даних (LPWAN) зі швидкістю від 0,3 до 50 кб/с та дальністю від 1 до 15 км у неліцензованому діапазоні частот.

Модем LoRa використовує модуляцію з розширеним спектром (лінійну частотну модуляцію – ЛЧМ (Chirp Spread Spectrum (CSS)) і методи прямої корекції помилок для збільшення діапазону та надійності каналів радіозв'язку порівняно з традиційною модуляцією на основі частотної маніпуляції (Frequency Shift Keying (FSK)).

Важливою особливістю модему LoRa є підвищена стійкість до переш-

код. Можна оптимізувати модуляцію LoRa для певного застосування. Розробнику надається доступ до чотирьох критичних параметрів проекту, кожен з яких надає компроміс між бюджетом лінії зв'язку, стійкістю до перешкод, займанням спектру та номінальної швидкості передачі даних. Можна сказати що ця технологія має адаптивну швидкість передачі даних.

Ось ці параметри:

1) Ширина смуги модуляції (BW);
2) Фактор поширення (SF);
3) Швидкість кодування (CR);
4) Оптимізація низької швидкості передачі даних (LDRO).

Наразі тестуванням можливостей зв'язку з супутниками на низькій орбіті засобами модуляції LoRa займається товариство TinyGS [3].

TinyGS – це відкрита мережа наземних станцій, розміщених по всьому світу для прийому та керування супутниками LoRa, метеозондами та іншими літальними об'єктами за допомогою дешевих і універсальних модулів.

Цей проект базується на платах ESP32 і наразі він сумісний із модулями sx126x і sx127x LoRa, але надалі планується підтримка більшої кількості радіомодулів. Наразі мережа відкрита для будь-якого супутника LoRa, і підтримує інші літаючі об'єкти, які мають сумісну радіомодуляцію з обладнанням, наприклад FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa та OOK.

Для проведення експериментального дослідження потенційних можливостей застосування LoRa модуляції в супутникових каналах зв'язку було зібрано приймальну станцію TinyGS_st_1 [4] для збору даних з супутників на LEO, підтримуючих LoRa модуляцію.

Станція була зібрана на модулі LILYGO TTGO LoRa32 v2.1, що складається з процесора ESP32 та LoRa модуля SX1278 [2] на частоті 433 МГц. В якості приймальної антени використовувалась квадрифілярна антена.

В сукупності було прийнято майже тисячу пакетів даних на основі яких вже було проведено статистичний аналіз.

На рис. 1 приведена діаграма залежності рівня прийнятого станцією сигналу з супутників від відстані до них. З діаграми видно що для успішного прийому сигналу достатньо сили сигналу на рівні -125 дБм і при достатній потужності (більшість супутників має потужність передавача 9 Вт) не надто залежить від похилої відстані, в діапазоні від 500 км до 3000 км (положення супутника в зеніті та вдовж горизонту відповідно), а інколи, завдяки природним явищам в іоносфері, сигнал можливо прийняти навіть з-за горизонту на відстані у 12000 км (наприклад, коли супутник пролітав над Антарктидою).

На рис. 2 наведено гістограму рівнів прийнятих сигналів (RSSI), з якої видно, що 90% прийнятих сигналів були на рівні від -124,5 дБм до -130,5 дБм.

Рисунок 1 – Залежність рівня прийнятого сигналу від відстані до супутника

Рисунок 2 – Гістограма рівнів прийнятих сигналів (RSSI)

Результати проведеного дослідження підтверджують можливість успішного використання трансиверів з LoRa модуляцію в супутникових каналах зв’язку. Висока завадостійкість та чутливість трансиверів забезпечується завдяки технологіям розширення спектру та методу прямої корекції помилок. Наразі отримано результати з параметрами сигналів які не забезпечують максимальний енергетичний потенціал (SF менше 12), тобто ще не вичерпані можливості для подальшого збільшення максимальної відстані зв’язку.

Список використаних джерел: 1. Semtech. URL: https://www.semtech.com (дата звернення 26.02.2024). 2. Semtech SX1276/77/78/79. Wireless & sensing products datasheet. URL: https://semtech.my.salesforce.com/sfc/p/#E0000000JelG/a/2R0000001Rc1/QnUuV9TviODKUgt_rpBlPz.EZA_PNK7Rpi8HA5..Sbo (дата звернення 26.02.2024). 3. TinyGS. URL: https://tinygs.com/ (дата звернення 26.02.2024). 4. TinyGS. TinyGS_st_1 Console. URL: https://tinygs.com/station/TinyGS_st_1@599997807 (дата звернення 26.02.2024). 5. Lykov, Y.; Paniotova, A.; Shatalova, V.; Lykova, A. Energy Efficiency Comparison LPWANs: LoRaWAN vs Sigfox. In Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S T), Kharkiv, Ukraine, 6–9 October 2020; pp. 485–490.

UDC 621.311.243 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.31

DETECTION OF NOISE-LIKE SIGNALS BY THE FEATURES OF THEIR SPECTRA

Nikitin A. N.
Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.
Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep. CRETISS,
Kharkov, Ukraine
oleksandr.nikitin@nure.ua

This work is about improving the energy detection method for noise-like signal detection by changing the approach to signal processing in the integrator in order to increase the speed of isolating the useful signal from the noise. In essence, a new method is proposed for detecting on a noise background, using the symmetry of the spectrum of NLS. The detection process was simulated. It showed the effectiveness of the proposed method in comparison with simple energy detection.

Wideband signals are widely used in the interference conditions, in CDMA, other communication systems, radio navigation, radar, as well as for the covert information and control signals transmission. They are of interest for the defense field, sphere of security and information protection. Therefore, the task of detecting these signals is urgent, and the fast of detection is often important. Unfortunately, traditional energy detection is not fast-response and requires long-term accumulation.

The energy spectrum of a phase-shift keyed (PSK) signal was considered, $\left|S_{PSK}(f)\right| = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} a_i a_k \cos((i-k)2\pi f t_0)}$. After taking into account the spectrum of a single pulse with duration t_0 and transferring it to the modulating frequency, the spectrum takes on the form shown in Fig. 1.

Fig. 1

As you can see, it is symmetrical about the center frequency (red line). This is not typical for noise and most of interference. It can be shown mathematically that the function of the pair wise products sum of the spectral values moduli (blue dotted lines), taken symmetrically about some arbitrarily chosen frequency

(blue solid line),

$$A(f_S) = \sum_{m=0}^{M} \left|S(f_{S+m})\right|\left|S(f_{S-m})\right|, \quad (1)$$

reaches its maximum when there $f_S = f_0$. That is, when the frequency f_S coincides with the symmetry center of this spectrum.

The first assumption was made: the property of the maximum of the function $A(f_S)$ is preserved even when white Gaussian noise is added to the noise-like PM signal, since it has a uniform spectral density. Then a second assumption was made – this property will make it possible to detect LNS on a noise background, and not only detect it, but also immediately determine its central frequency. Thus, a method for LNS detecting was proposed, which based on its spectrum symmetry. It consists in the fact that it is necessary to enumerate all values of f_S in interest band and find the function (1) maximum. However, there was a concern that noise exposure may "smooth out" the peak of this function, making it less noticeable.

To check the above assumptions, a mathematical model was developed that makes it possible to form a PSK signal with a different base, mix it with noise in a given ratio and carry out calculations in accordance with (1). The model was implemented in the MatLab environment. The simulation was performed for a constant modulating sequence with B = 13. At the same time, the information signal was continuously changing, which ensured the natural dynamics of the spectrum. Various SNR were also simulated. To evaluate the proposed method effectiveness, simulations were also performed for traditional energy detection.

The simulation results are shown in Fig. 2. It shows the results of0 energy accumulation in blue, and the proposed method in red. The dotted lines correspond to frequency bands where only noise is present, the solid lines to bands with noise and signal. As you can see, the method based on the spectrum symmetry begins to separate the signal from the noise earlier.

Fig. 2

References:

1. Стеклов В. К., Беркман Л. Н. Теорія електричного зв'язку. Київ, 2006. 552 с.

2. Amos G., Matlab an introduction with Applications fourth edition. United States, 2010. 430 p.

3. Антипов, И. Е., Шандренко, Р. В., & Шкарлет, А. И. (2014). Methods of the active radiointerference protection of the meteoric adiolocation system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(9(69), 42–46. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.24884

UDC 621.311.243

THE OPERATION OF A HOME SOLAR POWER PLANT SIMULATION TO THE OUTPUT INCREASE

Veriahin V. V.
Scientific director – D. Sc., prof. Antipov I. E.
Kharkov National University of Radio Electronics,. CRETISSdep.,
Kharkov, Ukraine
vladyslav.veriahin@nure.ua

Theses are about increasing electricity output from a small solar power plant, which is installed in non-optimal conditions. For part of the day, solar panels may be in the shadow of surrounding objects. The question arises: where to place and how to orient solar panels? To answer this question, a model is proposed that performs all the necessary calculations and gives appropriate recommendations. Numerical results were also obtained for a specific situation of placing solar panels.

The operation of home solar power plants has a number of features that are usually not taken into account when a high-power solar power plants designing. The first features are the energy loss in control devices, which is discussed in [1], and the second one is the non-optimal location. When designing powerful solar power plants, a suitable site is initially selected that is not obscured by extraneous obstacles. But when installing a solar panel (SP) in the courtyard of a private house, or on the balcony of an apartment, part of the sky may be blocked by neighboring houses, trees, etc., as shown in Fig. 1. The choice of direction (orientation) of SP in such cases is not obvious.

Fig. 1

A mathematical model was developed to solve the problem. The model takes into account: the latitude of the area, the daily and annual Sun movement, the solar radiation attenuation in the atmosphere depends of the Sun angle elevation, the angle between of sunlight and solar panels, the angles of closure of the sky, as well as the probability of cloudy and sunny day.

The model provides for the electricity generation calculation for each minute of a given year part for each of the given angles and each inclination and rotation of the solar panel. Its structure and required external data are

shown in Fig. 2.

Fig. 2

Data on closed sky angles is loaded into the model as a separate file. Data on sunny and cloudy days are modeled based on long-term meteorological statistics.

According to the simulation results, the optimal angles are different for each month, as shown in Fig.3. It is also clear that they differ significantly from the average for the entire year.

The electricity generation calculations were made for the conditions shown in Fig. 1. The results showed that the difference is quite significant.

On average, over a year, the monthly rotation of the joint venture gives an “increase” in production of 6%. In some months (June, November, December, January) the winnings are more than 19%.

Thus, using the developed model, data on the solar panel installation angles were obtained, providing maximum output both on average for the year and for individual months. Here are calculations for just one option for placing a solar panel on a balcony in an apartment building.But the capabilities built into the model will allow, if necessary, to perform such a calculation for any location where the solar panel will be installed. To do this, you only need to change the closing angle file and the panel orientation angles.

Fig. 3

Reference:

1. Верягін В. В. Оптимізація роботи малопотужних сонячних панелей в умовах нестабільного електропостачання // Матеріали 27-го міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». С. 44 – 45. 2. Стрельцов О. А. Аналіз особливостей сонячних батарей // «Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2022: Collection of Students' Scientific Paper. – Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics [electronic edition], 2022. – Part 2. – P. 89-94.

УДК 654.9:37.091

СИСТЕМА ОПОВІЩЕННЯ ПРО НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Блажко А.І.
Науковий керівник – доц. Ликов Ю.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
email: blazkoartem66@gmail.com.

In this work proposed a model of emergency notification system for educational institutions that will be able to automatically react to air alarm by using telegram. Explained the importance of quick way of informing citizens about emergency. Considered recommendations about implementing such system.

Надзвичайні ситуації – порушення нормальних умов життя, що сталися через аварію, катастрофу тощо. Надзвичайні ситуації приносять збитки, забирають життя, шкодять природі тощо. Боротьба із надзвичайними ситуаціями, створення засобів для попередження та усунення ризиків надзвичайних ситуацій – є важливою складовою безпеки у суспільстві. Задля ефективного і швидкого донесення інформації про надзвичайні ситуації, з метою пришвидшення реакції на екстрені умови перебування, створюють системи оповіщення населення.

Система оповіщення – комплекс організаційно-технічних заходів, апаратури і технічних засобів оповіщення, апаратури, засобів та каналів зв’язку, призначених для своєчасного доведення сигналів і повідомлень з питань цивільного захисту.

В роботі розглянуто рекомендації щодо впровадження системи оповіщення у навчальному закладі. Із головного: система повинна бути швидкою (мінімальні затримки), простою і доступною у використанні; задля безпеки потрібно обмежити коло осіб, що мають доступ до системи; учасники освітнього процесу повинні бути підготовленні до дій у разі надзвичайної ситуації.

ESP8266 – дешевий контролер, що має вбудований Wi-Fi модуль. Його можливостей вистачить для побудови нескладної системи оповіщення у навчальному закладі. Система може отримувати повідомлення про повітряну тривогу з телеграм-каналу спеціалізованого для оповіщення про ракетну небезпеку. Для того щоб система могла автоматично отримувати інформацію з такого каналу необхідний запрограмований телеграм-клієнт. Телеграм-клієнт багато в чому нагадує телеграм-бота, але він виконує свої задачі від імені користувача, тому його здібності дещо ширші. На відміну від бота, такий клієнт може без проблем моніторити повідомлення у телеграм-каналі на який підписаний користувач від імені якого оперує даний клієнт, в той час як бот може бути приєднаний до каналу лише адміністратором каналу.

Під час роботи над проектом було прийнято рішення, що інформацію від клієнта до плати з мікроконтролером будемо передавати за допомогою створеного телеграм-каналу. Телеграм-клієнт, що помічає повідомлення про початок повітряної тривоги, надсилає повідомлення до каналу, де його можуть побачити учні, вчителі та телеграм-бот мікроконтролера.

Мікроконтролер отримує повідомлення через телеграм-бот, чи, можливо, систему датчиків диму чи газу. Користувачі системи оповіщення також зможуть надавати ESP8266 команди і повідомлення про певні надзвичайні ситуації. Мікроконтролер може виконувати різні функції у відповідь на надзвичайну ситуацію: вмикати оптично-звукові індикатори, закривати жалюзі на вікнах, відкривати аварійні виходи. Розроблена система проста у виконанні і гнучка, її можна змінювати за наявності потреби і навичок.

Рисунок 1 – Схематичне зображення принципу роботи системи оповіщення

Телеграм-канал системи оповіщення можна використовувати не лише для отримання і надання інформації про надзвичайні ситуації. Цей канал можна використовувати для вирішення організаційних моментів у навчальному закладі. Використання системи оповіщення на щоденній основі покращить розуміння системи, що пришвидшить реакцію на надзвичайну ситуацію, тим самим підвищивши рівень безпеки.

УДК 621.396:621.314 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.37

ПЕРЕДАЧА ПОТУЖНОСТІ МІЖ ДВОМА АНТЕННИМИ РЕШІТКАМИ

Алєксєєв В.О.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Грецьких Д.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: vasyl.alieksieiev@nure.ua

In previous studies, the author developed a nonlinear mathematical model for assessing the electromagnetic aspect of wireless power transfer (WPT) systems. This model treats the WPT system, encompassing both the transmitting and receiving subsystems, as a single multi-input antenna system with nonlinear properties. The reliability of the results derived stems from numerical solutions of boundary problems in electrodynamics in a rigorous formulation and the application of widely tested known methods of antenna theory with nonlinear characteristics. This study also includes a comparative analysis with selected theoretical data from existing literature to verify the accuracy of the results obtained.

Інтерес до створення систем безпровідної передачі енергії (БПЕ) постійно зростає у зв’язку з інтенсивним розвитком різних технологій БПЕ [1]. До них відносяться БПЕ сфокусованим мікрохвильовим променем на значні відстані, БПЕ на малі відстані індукційним або резонансним способами, перетворення електромагнітних полів (ЕМП), створюваних різними радіоелектронними засобами в постійний струм за допомогою ректен. Проблему створення і розвитку єдиного строгого підходу для розв'язання завдань всебічного аналізу та оптимізації систем БПЕ, у яких використовуються різні технології передавання енергії з урахуванням нелінійних властивостей їхніх компонентів, автор обговорював у низці праць [1–3]. Під час реалізації цього підходу розроблено нелінійну математичну модель електродинамічного рівня системи БПЕ, згідно з якою вся система БПЕ, що містить у загальному випадку передавальну підсистему, приймальну підсистему і систему всіляких розсіювачів, розглядається як єдина багатовходова антенна система з нелінійними характеристиками [1]. У цій роботі доведено універсальність розробленої в [1–3] математичної моделі, показано, що відомі лінійні моделі систем БПЕ можна розглядати як окремий її випадок.

Одержані співвідношення для оцінки ефективності передачі потужності на робочій частоті ω_0 через вільний простір за допомогою двох орієнтованих одна на іншу антенних решіток (АР) у складі яких відсутні елементи з нелінійними характеристиками. Розглядалася узагальнена структурна схема системи БПЕ, яка наведена у [1] при таких припущеннях: нелінійна

підсхема відключена; багатополюсники зовнішніх пристроїв $ЗП_T$ та $ЗП_R$ які, відповідно, описуються матрицями розсіяння $\mathbf{s}_S(\omega_0)$ та $\mathbf{s}_L(\omega_0)$ [1] безпосередньо підключені до багатополюсника випромінювальної структури системи БПЕ $ВС_{TR}$ з матрицею розсіяння $\mathbf{s}_{R_T}(\omega_0)$ [1]; збудження з боку інших систем відсутнє. Виходячи з вище наведених припущень схему взаємодії двох АР можна представити як на рис. 1.

Рисунок 1 – Схема передачі потужності між антенними решітками

Вихідні рівняння такої системи БПЕ запишуться в наступному вигляді

$$\begin{aligned} \mathbf{b}_T^{\beta}(\omega_0) &= \mathbf{S}_{R_T}^{T}(\omega_0)\mathbf{a}_T^{\beta}(\omega_0) + \mathbf{S}_{R_T}^{TR}(\omega_0)\mathbf{a}_R^{\beta}(\omega_0), \\ \mathbf{b}_R^{\beta}(\omega_0) &= \mathbf{S}_{R_T}^{RT}(\omega_0)\mathbf{a}_T^{\beta}(\omega_0) + \mathbf{S}_{R_T}^{R}(\omega_0)\mathbf{a}_R^{\beta}(\omega_0). \end{aligned} \quad (1)$$

Вважалося, що вектор впливу $\mathbf{a}_T^{\beta}(\omega_0)$ заданий й в загальному випадку, приймальна АР може перебувати в довільній зоні випромінювання передавальної АР. Одержані співвідношення, що описують взаємний вплив однієї АР на іншу мають наступний вигляд:

$$\mathbf{b}_T^{\beta}(\omega_0) = \mathbf{S}_T^{екв}(\omega_0)\mathbf{a}_T^{\beta}(\omega_0), \quad \mathbf{b}_R^{\beta}(\omega_0) = \mathbf{S}_R^{екв}(\omega_0)\mathbf{a}_R^{\beta}(\omega_0) \quad (2)$$

де

$$\mathbf{S}_T^{екв}(\omega_0) = \mathbf{S}_{R_T}^{T}(\omega_0) + \Delta\mathbf{S}_{R_T}^{T}(\omega_0), \Delta\mathbf{S}_{R_T}^{T}(\omega_0) = \mathbf{S}_{R_T}^{TR}(\omega_0)\left(\mathbf{S}_L(\omega_0) - \mathbf{S}_{R_T}^{R}(\omega_0)\right)^{-1}\mathbf{S}_{R_T}^{RT}(\omega_0),$$

$$\mathbf{S}_R^{екв}(\omega_0) = \mathbf{S}_{R_T}^{R}(\omega_0) + \Delta\mathbf{S}_{R_T}^{R}(\omega_0), \Delta\mathbf{S}_{R_T}^{T}(\omega_0) = \mathbf{S}_{R_T}^{TR}(\omega_0)\left(\mathbf{S}_L(\omega_0) - \mathbf{S}_{R_T}^{R}(\omega_0)\right)^{-1}\mathbf{S}_{R_T}^{RT}(\omega_0).$$

З (2) випливає, що при зближенні приймальної та передавальної АР відбувається зміна необхідних умов оптимального узгодження елементів кожної із АР. При цьому умови оптимального узгодження передавальних АР виявляються залежними від вибору навантажувального багатополюсника приймальної АР (його матриця розсіювання $\mathbf{s}_L(\omega_0)$). У свою чергу, умови оптимального узгодження елементів приймальних АР залежать від матриці розсіювання джерел $\mathbf{s}_S(\omega_0)$. Слід помітити, що елементи коригуючих матриць $\Delta\mathbf{s}_{R_T}^{T}(\omega_0)$ і $\Delta\mathbf{s}_{R_T}^{R}(\omega_0)$ пропорційні добуткам двох блоків $\mathbf{s}_{R_T}^{TR}(\omega_0)$, який описує передачу перевипроміненої потужності від приймальної АР до передавальної АР та блоку $\mathbf{s}_{R_T}^{RT}(\omega_0)$, який описує передачу по-

тужності від передавальної до приймальної АР. Тому елементи коригуючих матриць розсіювання порівняно швидко зменшуються при збільшенні відстані між решітками.

Одержані розрахункові співвідношення для розрахунку коефіцієнта передачі потужності між решітками, який визначається відношенням прийнятої потужності до потужності випромінювання:

$$\eta = \frac{P_{\text{н}}(\omega_0)}{P_{\text{вх}}(\omega_0)} = \frac{\mathbf{a}_T^{\beta *T}(\omega_0)\mathbf{S}_{RT}^{\text{екв}*T}(\omega_0)\left(\mathbf{E} - \mathbf{S}_R^{\text{екв}*T}(\omega_0)\mathbf{S}_{\text{R}}^{\text{екв}}(\omega_0)\right)\mathbf{S}_{RT}^{\text{екв}}(\omega_0)\mathbf{a}_T^{\beta}(\omega_0)}{\mathbf{a}_T^{\beta *T}(\omega_0)\left(\mathbf{E} - \mathbf{S}_T^{\text{екв}*T}(\omega_0)\mathbf{S}_T^{\text{екв}}(\omega_0)\right)\mathbf{a}_T^{\beta}(\omega_0)}. \quad (3)$$

Використовуючи зв'язок матриці розсіювання з матрицею опорів

$$\mathbf{Z}(\omega_0) = \left(\mathbf{E} - \mathbf{S}(\omega_0)\right)^{-1}\left(\mathbf{Z}(\omega_0) + \mathbf{E}\right),$$

було показано, що (3) збігається зі співвідношенням отриманим у роботі [4]. Висновки щодо отриманих результатів наступні:

- коефіцієнт передачі потужності представлений у вигляді пучка двох квадратичні ермітових форм, що дозволяє використовувати стандартні чисельні методи для знаходження умов оптимального узгодження елементів АР, оптимального АФР збудження передавальних АР і відповідних характеристик спрямованості;
- зміни геометричних і електричних параметрів АР, їх елементів, а також зміни параметрів навантажувального багатополюсника та багатополюсника джерел призводять до змін елементів матриць квадратичних форм;
- проведення серій оптимізаційних розрахунків при цілеспрямованому переборі параметрів АР і приєднаних до них багатополюсників дає можливість знайти верхню межу коефіцієнта передачі;
- робоча частота, габарити решіток і відстані між ними можуть розглядатися як заздалегідь задані обмеження;
- порівняно легко може бути чисельно промодельований вплив статистичного розкиду різних параметрів, а також відмов елементів АР.

Список використаних джерел:

1. Алєксєєв В. О, Грецьких Д. В, Гавва Д. С, Лихограй В. Г. Технології безпровідної передачі енергії // Радіотехніка. 2022. № 211. С. 114–132.

2. Applying the Electrodynamic Approach to Modeling Wireless Power Transmission Systems / Alieksieiev V. et al. // 26th International Seminar/ Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory. 2021. P.111-115.

3. Математична модель антени з нелінійними характеристиками для розрахунку електромагнітного поля у зоні Френеля / Грецьких Д. В. та ін. // Radioelectronic and Computer Systems. 2021. № 4 (100). С. 46–58.

4. Сазонов Д. М. Многоэлементные антенные системы. Матричный подход // Радиотехника. 2015. 144 с.

УДК 621.396.677

АНТЕНА НА ОСНОВІ ФРАКТАЛУ ГІЛЬБЕРТА

Сердюк С.Л.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна
e-mail: serhii.serdiuk@nure.ua

The connection of the innovative antenna concept based on the Hilbert fractal with the requirements of modern wireless communications is a subject of technical research. Special attention is paid to the use of fractal structures in dimensions of miniaturization and multiband functionality. The results of the study indicate the potential of this technology for use in various wireless communication systems, including Wi-Fi, Bluetooth, radio communication, and others.

Фрактальні антени Гільберта вирізняються своєю унікальною геометрією, яка дозволяє їм забезпечувати більш широкий діапазон частот та кращі характеристики у порівнянні з традиційними антенами. Це досягається завдяки складній структурі, яка включає в себе повторювані елементи, що мають схожу форму на різних масштабах. Така самоподібність структури сприяє зниженню розмірів антени та підвищенню її продуктивності.

Однією з основних переваг фрактальних антен Гільберта є їх здатність працювати на багатьох діапазонах частот з високою ефективністю. Це робить їх ідеальним вибором для багатьох застосувань, де необхідно працювати на різних частотах без необхідності використання декількох окремих антен. Крім того, фрактальні антени Гільберта можуть бути досить компактними, що робить їх ідеальними для вбудовування у малогабаритні пристрої, такі як мобільні телефони, безпілотні літальні апарати та інші пристрої з обмеженим простором.

Різні етапи ітерації фрактальних кривих Гільберта показано на рис.1. Можна помітити, що геометрія може бути отримано шляхом складання чотирьох копій попередньої ітерації та пов'язана з додатковими відрізками лінії. Наприклад, геометрію другого порядку можна уявити як чотири копії геометрії першого порядку, розташованих у різних орієнтаціях та з’єднані з додатковими сегментами, які показані пунктирною лінією.

Спостерігається, що геометрія антени не є такою строго самоподібною, оскільки є додаткові сегменти зв'язку, які необхідні, коли додатковий порядок ітерації додається до існуючого. Графічне зображення цієї додаткової довжини, показано пунктирною лінією на рис. 1.

Рисунок 1 – Перші чотири ітерації кривої Гільберта

Розглянемо результати моделювання антен, що сформовані на базі кривої Гільберта у середовищі програми MMANA-GAL для двох ітерацій (рис. 2). Нульова ітерація є відрізок довжиною, що дорівнює довжині хвилі (для прикладу візьмемо довжину хвилі 0,143 м (2100 МГц)).

Рисунок 2 – Перша та друга ітерації кривої Гільберта у MMANA-GAL

а) б)

Рисунок 3 – Діаграми спрямованості антен першої (а) та другої (б) ітерації кривої Гільберта у MMANA-GAL

У табл.1 наведено результати моделювання для антен побудованих на основі кривої Гільберта. Діаграми спрямованості двох антен дуже близькі за формою у горизонтальній площині. У вертикальній площині мають велику кількість максимумів і мінімумів. Коефіцієнти підсилення у антен близькі за значеннями.

Хвильовий опір і КСХ антен на базі кривої Гільберта мають великі значення, тому необхідно використовувати узгоджувальні пристрої. Аналіз даних пристроїв не проводився, однак програма MMANA-GAL дозволяє їх розрахувати.

Таблиця 1 - Таблиця результатів моделювання

	Крива Гільберта		
Номер ітерації	0	1	2
R, Ом	225.8	87.08	236.5
jX, Ом	-462.5	-303.9	159.9
КСХ	23.6	23.5	6.96
Ga	10.03	8.23	7.81
F/B	-0.06	-0.4	-0.21
Elev	86.3	78	77.9

У підсумку, фрактальні антени Гільберта представляють собою потужний інструмент у сфері радіоелектроніки, який може забезпечити високу ефективність та універсальність у різноманітних застосуваннях.

Список використаних джерел:

1. Lizzi L., Oliveri G. Hybrid design of a fractal-shaped GSM/UMTS antenna // Journal of electromagnetic waves and applications. - 2010. - Vol. 24 № 5. - P. 707-719.

2. Huang Y., BoyleK. Antennas: Antennas: from theory to practice . Wiley, 2008.

3. GianvittorioJP, Rahmat-Samii Y. Fractal Yagi antennas: design, simulation, and fabrication // Microwave and optical technology letters. - 2004. - Vol. 41 № 5. - P. 125-129.

4. Нудьга О. О. Багатодіапазонні антени на основі фрактальних структур : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.12.07 "Антени та пристрої мікрохвильової техніки" / О. О. Нудьга ; МОН України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2013. – 21 с.

5. Сердюк С. Л. Антена на основі фракталу Коха / С. Л. Сердюк // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 17–18.

УДК 621.396.67

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБМЕЖУВАЛЬНИХ ВХІДНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ТВЕРДОТІЛЬНИХ МАЛОШУМНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ НВЧ

Харченко С. О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Сакало С. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: serhii.kharchenko@nure.ua

Experience of developing solid-state low-noise UHF amplifiers designed to replace traveling-wave tube in radar receiving channels is presented. Analysis of various types of protective devices at amplifiers inputs is carried out, parameters of production-run equipment is provided.

Використання твердотільних малошумних підсилювачів в мікроелектронному виконанні в сучасних радіолокаційних станціях (РЛС) є проблемою, що вимагає суттєвого обмеження попадання на вхід малошумного підсилювача великої потужності від передавача РЛС [1]. Отже, необхідна наявність ефективного та швидкодіючого обмежувача потужності на вході малошумного підсилювача. Причому перераховані вище вимоги до обмежувача потужності повинні із запасом забезпечувати життєздатність першого каскаду малошумного підсилювача як по тепловому впливу так і по гранично допустимій напрузі на кристалі, як правило, малопотужного транзистора.

Існує кілька способів обмеження потужності на вході малошумного підсилювача. Зупинимося докладніше на перевагах та недоліках двох з них [2]:

1) захисний пристрій на обмежувальних *p–i–n* - діодах з активним підживленням;

2) захисний пристрій на обмежувальних *p–i–n* - діодах з пасивним підживленням. Зупинимося докладніше на перевагах та недоліках кожного з рішень.

Одним із шляхів просування захисних пристроїв, що працюють з великими рівнями потужності, в область високих частот є організація активного підживлення обмежувальних *p–i–n* - діодів. Цей спосіб дозволяє використовувати на високих частотах діоди з відносно товстою базою, які не працюють у цьому діапазоні частот в режимі автозміщення. Реалізується він в такий спосіб.

У тракті перед *p–i–n* - діодом встановлюється детекторний діод, навантаженням якого буде сам *p–i–n* - діод. При цьому випрямлена детектором напруга призводить до протікання струму через *p–i–n* - діод і, отже, до зростання ослаблення високочастотної потужності, що проходить через нього.

Зрозуміло, що у разі застосування детектора, обмеження НВЧ потуж-

ності визначатиметься вже не тільки (а при малих потужностях і не стільки) безпосереднім її впливом на діод, а й чутливістю детектора та величиною струму, яку він забезпечує в навантаженні – перемикальному *p–i–n* - діоді .

Використання детектора також сприяє зменшенню інерційності даної схеми. При подачі випрямленої напруги з детектора на *p–i–n* - діод ,останній відкривається швидше, ніж за безпосередньої дії НВЧ потужності. Однак швидкодії *p–i–n* - діода все ж таки іноді буває недостатньо, якщо обмежувач використовується як пристрій захисту приймача, коли потужність надходить у вигляді імпульсів. При цьому за час перемикання *p–i–n* - діода частина потужності високого рівня просочується в тракт, що зазвичай є вкрай небажаним. Для того щоб зменшити потужність, що просочується, тобто підвищити швидкість спрацьовування обмежувача, а заразом і збільшити загальну розв'язку, за *p–i–n* - діодом у тракт поміщується швидкодіючий варакторний діод. У широкосмугових пристроях він зазвичай віддалений від *p–i–n* - діода на чверть довжини хвилі для середньої частоти робочого діапазону частот.

Застосування детекторів у схемах обмежувачів на діодах, як було зазначено вище, прискорює їхнє відмикання, проте не вирішує іншої важливої проблеми - прискорення процесу розсмоктування накопиченого заряду після закінчення дії НВЧ потужності. Дійсно, практично відсутній шлях для протікання зворотного струму діода, внаслідок чого розсмоктування накопиченого заряду відбувається головним чином за рахунок рекомбінації в базі, тобто досить повільно. Для створення ланцюга протікання зворотного струму паралельно *p–i–n* - діоду можна включити опір. Ще більшого ефекту можна досягнути, якщо замість опору включити індуктивність. В індуктивності накопичується енергія під час протікання через діод прямого струму. Коли зміщення напруги, яке створює детектор, зникає, пропадає і магнітне поле, у результаті на затискачах індуктивності виникає електрорушійна сила зворотного знаку, яка сприяє ефективному розсмоктування заряду, накопиченого базою діода.

Якщо рівень падіння потужності занадто великий для детектора, його можна підключити через спрямований відгалужувач. Сигнал, що виробляється діодом, посилюється швидкодіючим відеопідсилювачем і використовується для примусового відмикання обмежувальних *p–i–n* - діодів. Подібні захисні пристрої мають істотні недоліки. По-перше, відеопідсилювач різко обмежує швидкодію захисного пристрою загалом. При цьому на вхід малошумного підсилювача просочується досить потужний енергопік, здатний вивести його з ладу. По-друге, елементарна відсутність електроживлення робить малошумний підсилювач з таким захисним пристроєм вразливим перед впливом НВЧ імпульсів від РЛС, що працюють поруч.

З появою на ринку високоефективних арсенід-галієвих детекторних діодів з бар'єром Шотткі, зазначені проблеми можуть бути вирішені в за-

хисних пристроях з пасивним підживленням. У захисних пристроях такого типу датчик НВЧ енергії (детекторний або змішувальний діод) вбудовується в один із останніх ступенів обмеження як обмежувач. При цьому в початковий момент впливу радіоімпульсу на нього надходить майже вся НВЧ енергія, тому що перші ступені обмежувача, виконані на обмежувальних *p–i–n* - діодах, замкнені. Вироблений датчиком струм подається на перші ступені обмеження і відкриває їх, різко полегшуючи перехід обмежувальних *p–i–n* - діодів у режим зміщення. Після того, як обмежувальні *p–i–n* - діоди відкрилися, вони знижують потужність, що надходить на датчик, оберігаючи його від виходу з ладу. Такий спосіб підживлення обмежувальних *p–i–n* - діодів дозволяє використовувати потужні напівпровідникові прилади з товстою базою на частотах до 12 *ГГц*.

Завдання комплектування сучасних локаторів українського та зарубіжного виробництва у діапазоні робочих частот від 10 *МГц* до 18 *ГГц* можна вирішити розробленим малошумного підсилювача 10-см діапазону довжин хвиль. Коефіцієнт шуму малошумного підсилювача з вбудованим захисним пристроєм становить у нормальних умовах 1,6-1,7 *дБ*, а при температурі корпусу $+65^0$ *С* - 1,9-2,0 *дБ*. При цьому на вхід малошумного підсилювача допускається подача імпульсів НВЧ потужністю до 500 *Вт*, тривалістю до 50 *мкс* при шпаруватості 100. Коефіцієнт підсилення малошумного підсилювача підтримується постійним в робочому діапазоні температур ($-50\ldots+65^0$ С) з точністю ±1,5 *дБ*, що дозволяє ефективно використовувати систему придушення бічних пелюсток.

Список використаних джерел:

1. Air Traffic Control (ATC) PSR sensors operating in the frequency band 2 700 MHz to 3 100 MHz (S band). URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303300_303399/30336402/01.01.01_60/en_30336402v010101p.pdf (дата звернення: 12.02.2024).

2. PIN diode drive circuits optimized for fast switching. URL: https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/c2292f43-47c7-43e8-82ce-9010b0672ede/content (дата звернення: 12.02.2024).

3. Gavva, D.S., Strelnitskiy, A.A., Gretskih, D.V., Gorelov, D.Y., Medvedev, E.A. Impact of non-linear switch characteristics on the reconfigurated antenna properties. 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2018 - Proceedings, 2018, 2018-April, страницы 591–596.

4. D.S. Gavva and A.E. Medvedev, "The effect of non-linear characteristics of the RF switches upon the pattern of the reconfigurable antenna", Telecommunications and Radio Engineering, vol. 13, no. 76, 2017.

УДК 621.396:004.7

ТЕХНОЛОГІЯ NOMA ТА ПЕРЕВАГИ НЕОРТОГОНАЛЬНОГО РОЗДІЛЕННЯ АБОНЕНТІВ

Фесенко А.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: anton.fesenko@nure.ua.

This work is devoted the Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) technology is aimed at increasing the spectral efficiency of wireless communication systems and enabling the operation of a large number of subscriber devices, as well as flexible resource utilization. For decades, radio communication systems with orthogonal signal separation have been used, where each subscriber is allocated their own resource in the frequency or time domain. However, orthogonal multiple access does not meet the requirements of future wireless networks (beyond 5G), especially for the mMTC scenario, where mass device connectivity with high connection density per square kilometer needs to be ensured.

Принципи множинного доступу з часовим (TDMA) та частотним поділом (FDMA), а також неортогонального доступу з розділенням по потужності (Power Domain NOMA, PD-NOMA), ілюструються на рис. 1.

Неортогональний розподіл ресурсів дозволяє значно підвищити ємність мереж бездротового зв'язку порівняно з ортогональним доступом з фіксованим набором ресурсів, що виділяється конкретним абонентам. При використанні технології NOMA система зв'язку працює з підвищеною завантаженістю - одні й ті ж частотно-часові ресурси призначаються різним абонентам. В результаті спектральна ефективність такої системи виявляється набагато вищою, ніж у системі з ортогональним розподілом ресурсів, а завадостійкість погіршується незначно.

В літературі визначені дві основні категорії NOMA: NOMA в області потужності (Power domain NOMA – PD-NOMA) та NOMA в області кодування (Code domain NOMA – CD-NOMA). У першому випадку сигнал кожного користувача розділяється в області потужності; чим гірші умови каналу, тим більше потужності виділяється, і навпаки. У другому - використовуються специфічні розподільчі коди для відмінності мультиплексованих сигналів.

Принцип NOMA полягає в виборі користувача з великою різницею в умовах їхніх каналів і мультиплексуванні їх в одних і тих самих часових/частотних ресурсах, але з різними рівнями потужності передачі. Це дозволяє користувачу з ліпшими умовами каналу отримувати доступ до ресурсів, призначених користувачу з поганими умовами каналу, тим самим збільшуючи спектральну ефективність та пропускну здатність системи. На передавачі сигнали від мультіплексованих сигналів користувачів наклада-

ються, і для цього використовуються методи адаптивного розподілу потужності. Виділена потужність залежить від умов каналу, чим вище посилення каналу, тим вище потужність, і навпаки.

Рисунок 1 Порівняння технологій OMA і NOMA

Хоча спільне використання потужності зменшує призначену потужність для кожного мультиплексованого користувача, вони користуються тим, що їх регулярно призначають та мають доступ до більшої ширини смуги.

На рис. 2 наведена проста класифікація існуючих методів NOMA. На відміну від PD-NOMA, яка забезпечує мультиплексування в енергетичній області, CD-NOMA забезпечує мультиплексування в кодовій області. Подібно базовим системам множинного доступу з кодовим розподілом каналів (CDMA), CD-NOMA одночасно використовує всі доступні ресурси (час/частота). CD-NOMA використовує специфічні для користувача розширювальні послідовності, які представляють собою або розрізнені послідовності, або неортогональні послідовності взаємної кореляції з низьким коефіцієнтом кореляції. CD-NOMA можна далі розділити на кілька різних класів, таких як CDMA з розширенням низької щільності (LDS-CDMA), OFDM на основі розширення з низькою щільністю (LDS-OFDM), і множинний доступ з розрізненим кодом (SCMA). Використання послідовності розширення низької щільності допомагає LDS-CDMA обмежити вплив завад на кожен чіп базової системи CDMA. LDS-OFDM можна розглядати як об'єднання LDS-CDMA і OFDM, де наступні інформаційні символи спочатку розподіляються за послідовними розширеннями з низькою щільністю, а результуючі блоки передаються на набір піднесущих. SCMA – це новітня технологія NOMA кодової області, заснована на LDS-CDMA. На відміну від LDS-CDMA, інформаційні біти можуть відображатися напряму в різних розрізнених кодових словах, оскільки комбінуються як відображення бітів, так і розширені біти.

Рисунок 2 Спрощена класифікація NOMA

Розглянемо принцип неортогонального розподілу ресурсів на прикладі системи PD-NOMA, що полягає у використанні різних рівнів потужності для передачі сигналів K абонентів по зворотній лінії зв'язку (від базової станції до абонентських станцій). Структурна схема такої системи наведена на рис. 3.

Цей підхід дозволяє ефективно використовувати ресурси радіоканалу, забезпечуючи передачу даних різним абонентам в одному та тому ж часовому та частотному інтервалах.

Рисунок 3 Структурна схема передачі PD-NOMA

У розглянутій системі PD-NOMA всі абоненти використовують один і той же часово-частотний ресурс. Базова станція (БС) передає суму сигналів всіх абонентів з різною потужністю, і кожен абонент отримує загальний груповий сигнал. Математично сигнал на вході демодулятора першого абонента можна записати у наступному вигляді:

$$y_1 = (\sqrt{P_1}s_1 + \sqrt{P_2}s_2)h_1 + n_1 ,$$

де s_1 і s_2 - інформаційні символи двох абонентів, n_1 - шум у радіоканалі для першого абонента, h_1 - комплексний коефіцієнт передачі по радіоканалу для першого абонента. Для розглянутого випадку двох абонентів потужності переданих ними сигналів позначені як P_1 і P_2. Слід зазначити, що для кожного абонента умови передачі по радіоканалу будуть відрізнятися. Наприклад, якщо другий абонент знаходиться далі від базової

станції, то для нього виконується нерівність$|h_2|^2 < |h_1|^2$.

Тепер розглянемо передачу у зворотному напрямку, коли два абоненти передають сигнали одній БС. Тоді сигнал на вході демодулятора БС можна записати у наступному вигляді:

$$y_{БС} = \sqrt{P_1}s_1h_1 + \sqrt{P_2}s_2h_2 + n,$$

де n - шум у радіоканалі для БС, s_1 і s_2 - інформаційні символи двох абонентів, h_1 і h_2 - комплексні коефіцієнти передачі по радіоканалу для першого та другого абонента відповідно. Оскільки використовуються одні й ті самі часово-частотні ресурси, коефіцієнти будуть такі ж, як і для лінії БС → абоненти (принцип взаємності). Припускаючи, що $|h_2|^2 < |h_1|^2$, здійснюється розподіл сигналів абонентів за рахунок властивостей радіоканалу. Додатково, потужність сигналів абонентів можна регулювати за допомогою коефіцієнтів P_1 і P_2. В результаті дана система PD-NOMA дозволяє абонентам використовувати один ресурсний блок, що дозволяє підвищити сумарну швидкість передачі системі у два рази.

Різноманітність існуючих схем NOMA і їх характеристик говорить про те, що поки не має універсальної схеми NOMA для різних сценаріїв 5G з прийнятною складністю обробки та гнучким розподілом ресурсів. Саме складність обробки групових сигналів є головною перешкодою до впровадження технології NOMA. Для рішення цієї задачі необхідна пошук і оптимізація алгоритмів формування групових сигналів,а також алгоритмів прийому-передачі, таких як MMSE, PIC і SIC.

Список використаних джерел:

1. FBMC-based air interface for 5G mobile: Challenges and proposed solutions. [Електронний ресурс]: FBMC-based air interface for 5G mobile: Challenges and proposed solutions | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore Дата звернення: 20.03.2023.

2. 5G Communication Networks and Modulation Schemes for Next-Generation Smart Grids. [Електронний ресурс]: 5G Communication Networks and Modulation Schemes for Next-Generation Smart Grids | SpringerLink. Дата звернення: 25.03.2023.

3. S. Islam, N. Avazov, O. Dobre, and K. Kwak, “Power-Domain Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) in 5G systems: Potentials and challenges,” IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 19, no. 2, pp. 721-742, Second Quarter, 2017.

4. Токар Л. О. Особливості та принцип формування сигналу неортогонального множинного доступу в системах мобільного зв’язку 5G / Л. О. Токар, П. В. Соловйов // Інформаційно-комунікаційні технології та кібербезпека (ІКТК-2023) : матеріали дев’ятої Міжнародної науково-технічної конференції, 7 грудня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – С. 65-68.

УДК 616-073.65

РАДІОТЕРМОМЕТР «РТ-02-НАТАЛКА»

Хохлов Д.В.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Сакало С.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: danylo.khokhlov@nure.ua

Description of digital radiothermometer is presented. The device represents the new class of diagnostic medical equipment with the principle of operation based on thermal radiation recording, the intensity of which is proportional to physical temperature of internal organs and tissues. The device does not employ radiation affecting human organism.

Прагнення лікарів зазирнути у внутрішні структури тіла людини відоме з давніх часів. Ще лікарі Стародавньої Греції намазували своїх пацієнтів мулом і за швидкістю його висихання могли сказати про теплові (енергетичні) процеси, що відбуваються всередині тіла пацієнта. Так зародився один із напрямків медичної інтроскопії – термографія.

До 70-х років XX ст. в медицині займались вимірюванням поверхневої температури в інфрачервоному (ІЧ) діапазоні, а в 1974 р., судячи з публікацій, вперше радіотермометрія була застосована в Швеції з медичною метою. Потім у 1975 р. у США [1].

На відміну від ІЧ-термографії радіотермографія дозволяє неінвазивно визначити інтегральні глибинні температури, долаючи скін-шар, який схильний до термостабілізації і є екраном для внутрішніх температурних полів. Поверхнева температура підтримується системою терморегуляції, відповідно до умов зовнішнього середовища та внутрішніх енергетичних процесів, практично у стабільному стані. Система терморегуляції є багатоконтурною, дуже стабільною і є дуже складним комплексним процесом, в якому беруть участь як периферичні, так і центральні рецепторні системи та гіпоталамус. Щоб змінилася поверхнева температура, необхідно, щоб система терморегуляції не «впоралася» зі збуренням усередині системи або із зовнішнім впливом, тільки в цьому випадку можна констатувати та локалізувати ділянки тіла, на яких виділятиметься аномальна температура на тлі теплового поля.

Для реєстрації змін температури всередині біологічного об'єкта, яка може відрізнятись від поверхневої та характеризувати процеси у внутрішніх тканинах, застосовується мікрохвильова пасивна радіотермографія. Вона заснована на прийомі власного НВЧ-радіовипромінювання біооб'єктів, яке є частиною їхнього теплового випромінювання. Потужність цього випромінювання пропорційна глибинній температурі. Глибина, з якої приймається радіовипромінювання, визначається довжиною хвилі радіотермографа та поглинальними характе-

ристиками середовища.

Глибина виявлення температурної аномалії визначається її величиною та чутливістю апаратури. Збільшення чутливості радіотермографа підвищує глибину зондування. У реальній ситуації температурна аномалія на глибині викликає підвищення температури і у поверхневих шарах, що обумовлено теплопровідністю біотканини. Тканини з високим вмістом води мають більшу теплопровідність. Таким чином, наявність теплопровідності в біотканинах компенсує загасання радіохвиль і вирівнює по глибині виявлення тканини з низьким та високим вмістом води. Для тканин із високим поглинанням сигнал, враховуючи теплопровідность, зростає і стає порівнянним із сигналом, отриманим для тканин із низьким поглинанням. Це дозволяє виявити підвищення температури на глибині, що значно перевищує глибину скін-шару. Наявність зазначеного ефекту розширює можливості застосування НВЧ-термографії та дозволяє використовувати її для діагностики внутрішніх органів.

Метод дослідження є практично безінерційним, що дає можливість досліджень тонкої динаміки глибинних температур як інтегральних, так і локальних. Це дозволяє застосовувати метод не тільки для стаціонарної діагностики, але й для оцінки температурного режиму біооб'єкта при дії на нього медикаментозними, фізіотерапевтичними та іншими методами. Звідси з'являється унікальна можливість абсолютно нешкідливо постійно контролювати ступінь впливу тих чи інших засобів та методів у процесі лікування та оперативно, за необхідності, змінювати лікарську стратегію.

Неінвазивність приладу, що виходить з принципу його роботи як радіоприймача, дозволяє використовувати його в амбулаторних умовах для діагностики дорослих і дітей, абсолютно не наражаючи їх здоров'я на додатковий ризик [2].

Грунтуючись на принципах побудови модуляційних радіометрів, фахівцями Харківського національного університету радіоелектроніки було розроблено та виготовлено радіотермометр «РТ-02-Наталка», зовнішній вигляд якого представлений на фото 1. У приладі не використовуються рентгенівські, ультразвукові та інші види випромінювань, які впливають на організм [3].

Прилад не підлягає метрологічній атестації, оскільки відповідно до Державних стандартів атестації підлягають прилади, що вимірюють потужність НВЧ випромінювання від 1 мкВт і вище. Прилад може бути застосований для скринінгових обстежень при виявленні онкозахворювань в умовах епідемій (туберкульоз, атипова пневмонія, курячий грип тощо).

Результати роботи з приладом у різних клінічних центрах міста Харкова підтверджено позитивними відгуками практичних лікарів (НДІ медичної радіології, обласний онкологічний диспансер, Харківська медична академія післядипломної освіти).

Фото 1 – Зовнішній вигляд радіотермометра «РТ-02-Наталка» на фоні навчального посібника «НВЧ в медицині» [2]

Список використаних джерел:

1. Barrett A.H., Myers P.C., Sadowsky N.L. Detection of breast cancer by microwave radiometry // Radio Sci. - 1977. - Y.12. - P. 167-171.

2. . Сакало С.М., Семенець В.В., Азархов О.Ю. Надвисокі частоти в медицині (терапія і діагностика): Навч. посібник. Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2005.-264 с.

3. Патент на винахід №75814, Україна, МПК (2006) A61B 6/02, G01K 13/00. Опубл. 15.05.06, бюл. №5. Радіотермометр з функцією неінвазивного визначення локалізації температурних аномалій у внутрішніх тканинах людини/О.Г. Аврунін, О.Ю. Азархов, В.І. Булгаков, С.М. Сакало, В.В. Семенець.

УДК 621.396.67 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.53

ВХІДНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ СИСТЕМИ ПАСИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ З ЕЛЕКТРОННИМ СКАНУВАННЯМ ПО АЗИМУТУ

Тесленко О.С.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Сакало С.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(095) 701-87-85, e-mail: oleksandr.teslenko@nure.ua

Input device for passive radiolocation with electronic bearing scanning is suggested. Employment of such input devices provides wide opportunities to developers of new passive radiolocation systems.

Доступність сучасних засобів обробки аналогових сигналів у реальному масштабі часу дала потужний імпульс до розвитку нових систем пасивної радіолокації. Як показує досвід недавніх локальних конфліктів активна радіолокація була вкрай малоефективна. Активний радар легко виявляється і пригнічується постановником перешкод. Або просто знищується. У той же час системи пасивної радіолокації показали себе з найкращого боку. Розташовані в глибокому тилу, вони давали достовірну інформацію про місцезнаходження літаків, що злітають, про напрям і швидкість пересування кораблів і ударних авіагруп.

Але були розкриті серйозні недоліки старих систем пасивної радіорозвідки. У комплексах пасивної радіолокації, що випускалися раніше, застосовувалося, як правило, механічне азимутальне сканування простору. Це не давало можливості гарантованого виявлення швидко рухомих низьколітаючих цілей. Сигнал, який вони випромінюють, є короткими пачками імпульсів з великою шпаруватістю. Крім того, прийом такого сигналу сильно ускладнюють складки місцевості, в яких ціль, що низько летить, активно маневрує. Тому розробники сучасних систем пасивної радіолокації йдуть шляхом створення антен з електронним азимутальним скануванням і обробкою прийнятого сигналу в паралельних каналах одночасно у всій робочій смузі частот.

Пропонується вхідний пристрій для системи пасивної радіолокації з електронним скануванням по азимуту. Використання таких вхідних пристроїв дає широкі можливості розробникам нових систем пасивної радіолокації.

Пристрій (рис. 1) складається з вхідного комутатора на p-i-n діодах, атенюатора для розширення динамічного діапазону і надширокосмугового малошумного підсилювача. Комутатор виконаний на сучасних перемикальних (ємність структури не більше 0,02 *пФ*) і обмежувальних (ємність структури не більше 0,1 *пФ*) ***p-i-n***-діодах. Застосування в паралельних колах перемикача обмежувальних діодів викликано необхідністю захисту

малошумного підсилювача від впливу потужних радіосигналів (сусідний радар, системи силової радіопротиводії тощо), які можуть призвести до виходу малошумного підсилювача з ладу.

Рисунок 1 – Вхідний пристрій для системи пасивної радіолокації

Розроблена конструкція забезпечує захист малошумного підсилювача від впливу імпульсних сигналів потужністю до 60 *Вт*, при середній до 2 *Вт*. Крім того, обмежувальні діоди мають менший диференційний опір у відкритому стані (1-2 *Ом*), ніж перемикальні (3-5 *Ом*). Це позитивно позначилося на величині розв'язки між сусідніми перемикачами (75-80 *дБ* до частот 8 *ГГц* і 55-60 *дБ* на частоті 18 *ГГц*). Прямі втрати у відкритому плечі комутатора склали 1,5-2,5 *дБ* до частот 8 *ГГц* і менше 5 *дБ* на частоті 18 *ГГц*.

Атенюатор виконаний на монолітній арсенід-галієвій мікросхемі і являє собою *П*-подібний ланцюжок з польових транзисторів з бар'єром Шотткі. Така схема дозволяє регулювати сигнал у межах всього частотного діапазону (1-18 *ГГц*) від 2 до 30 *дБ*. Перегин амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) при максимально введеному затуханні не перевищує 5 *дБ*.

Малошумний підсилювач являє собою арсенід-галієвий підсилювач біжучої хвилі. Він забезпечує наскрізний коефіцієнт шуму вхідного пристрою (з будь-якого входу комутатора) не більше 9 *дБ* і коефіцієнт підсилення 10-12 *дБ* при нерівномірності АЧХ не більше 3 *дБ* у смузі частот 1-18 *ГГц* (атенюатор на мінімальному загасанні).

Список використаних джерел

1. Griffiths, Hugh D.; Baker, Christopher J. An Introduction to Passive Radar: 2th. — ARTECH HOUSE, 2022.

2. PIN diodes in RF switch applications. URL: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN_1809_PL32_1810_172154_PIN%20diodes%20in%20RF%20sw%20applications-AN-v01_00-EN.pdf?fileId=5546d46265f064ff016643e2bc241042 (дата звернення: 12.02.2024).

3. Design of UWB low noise amplifier using noise-canceling and current-reused techniques. Integration Volume 60, January 2018, Pages 232-239.

УДК 616.07

ДІАГНОСТИКА СТАНУ ОРГАНІЗМУ ПО РОЗПОДІЛУ ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ

Машура А.П.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Сакало С.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: andrii.mashura@nure.ua

To form requirements to the methods of temperature measurements of biological objects humane body behavior as a dynamic open system has been observed based on stability theory.

Незважаючи на значний прогрес у розвитку техніки та комп'ютерних технологій, медична діагностика більшою мірою є процесом творчості, що мало піддається формалізації. Це обумовлено наявністю складних взаємозв'язків між органами та системами організму, а також його взаємовідносинами із зовнішнім середовищем. Тому на всіх етапах розвитку медицини робилися спроби визначити найбільш інформативні об'єктивні показники, що характеризують стан організму людини. Одним із таких показників є температура. Це зумовлено тим, що між організмом людини як відкритою системою і зовнішнім середовищем встановлюється енергоінформаційний баланс. Усі процеси в організмі: фізичні, хімічні та біологічні призводять до зміни ентропії. Це виробництво відбувається завжди з певною швидкістю – завжди позитивною та рівною нулю в умовах рівноваги. Рівновага означає нормальний стан організму. При захворюванні рівновага енергоінформаційного балансу всередині організму та організму із зовнішнім середовищем порушується, що знаходить своє відображення у порушенні температурного балансу. Причому слід розрізняти два температурні поля. Температура поверхні тіла значною мірою пов'язана з теплообміном із зовнішнім середовищем, і може бути виміряна з високим ступенем точності. Температурні аномалії внутрішнього середовища організму менш залежить від довкілля тобто. є більш інформативними про стан об'єкта, проте їх вимір пов'язаний із технічними труднощами [1].

У сучасній медичній практиці широко використовуються прилади, що реєструють температуру як поверхні, так і всередині організму людини. Однак, інтерпретація результатів вимірювань можлива лише у разі отримання теоретичної моделі, яка описує теплові процеси в організмі людини. З іншого боку, зазвичай вимірювання температури є фіксацію миттєвого її значення, тоді як температура, як показник динамічної системи, постійно змінюється [2]. Для формування вимог до методики проведення температурних вимірів автором пропонується розглянути поведінку організму людини як динамічної відкритої системи на основі теорії стійкості.

Самоорганізація, тобто. спонтанне утворення та розвиток складних

упорядкованих структур – одна з особливостей біологічних систем. Це не суперечить законам термодинаміки, оскільки всі живі біологічні системи є відкритими та обмінюються речовиною та енергією з навколишнім середовищем. Ентропія, що є мірою безладу, може зменшуватися у відкритих системах з плином часу. Необхідна передумова ефектів самоорганізації полягає в наявності потоку енергії, що надходить у систему від зовнішнього джерела та поглинається системою. Завдяки цьому потоку система стає активною і набуває здатності до утворення нових структур. Самоорганізація не є винятковою властивістю біологічних об'єктів (БО) і спостерігається в тій чи іншій формі в неорганічних системах.

Живий організм є складно організованою ієрархією автономних підсистем. Управляючі сигнали верхніх рівнів управління не мають характеру жорстких команд, які підпорядковують собі активність всіх індивідуальних елементів нижчих рівнів. Натомість, від вищих рівнів ієрархії надходять сигнали, які визначають переходи підсистем від одного режиму функціонування до іншого. При цьому існуючі невеликі відхилення від рівноваги створюють стійкі специфічні нерівноважні структури, які називають дисипативними. Нестійкість траєкторій хаотичних систем робить їх надзвичайно чутливими до керування. Ці траєкторії мають властивість з часом потрапляти в околицю будь-якої точки, що належить атрактору нелінійної детермінованої системи.

Виходитимемо з того, що БО (точніше – атрактор, що описує поведінку деякого квазіперіодичного коливання в цьому об'єкті) у стані норми знаходиться в деякому рівноважному стані. Це стан, з одного боку, обмежено граничними можливостями організму, з другого боку, мінімальними потребами підтримки життєдіяльності потенційної енергією. Не будемо розглядати загасаючі коливання – загибель БО. Уявимо собі атрактор у вигляді кульки, яка катається в потенційній ямі. Межі цієї ями характеризують граничні можливості БО (у моделі – граничний цикл атрактора). На кульку впливають зовнішні чинники (навколишнє середовище, режим харчування тощо), які і забезпечують флуктуацію потенційної ями. Отже, на фоні значних квазіперіодичних коливань виникають додаткові хаотичні коливання, які можна розглядати як аналог адаптаційних процесів БО. Крива розподілу цієї енергії для стану норми наведена на рис.1. На рис. 2 показано стан нехронічного та хронічного захворювань. Для стану хвороби максимальна глибина потенційної ями знаходиться вище за стан «норми» Хронічне захворювання характеризується тим, що БО знаходиться в потенційній ямі на рівні або нижче норми. Запропоновані моделі добре збігаються з відомими.

Усі енергетичні процеси в організмі людини відбуваються із виділенням тепла. Отже, можна вважати, що розглянута енергетична модель відображає динаміку температури як організму загалом, так і зважаючи на гомеостаз окремих органів.

Рисунок 1 - Розподіл енергії для нормального стану БО

Рисунок 2 - Розподіл енергії для БО, який знаходиться
в стані нехронічного і хронічного захворювання

Температура тіла організму та окремих його органів є динамічним показником, вимір якого відображає миттєвий стан організму. Для вирішення медичних завдань необхідно вимірювати динаміку температури за інтервал часу, що характеризує квант поведінки системи (органу). В силу великої площі теплообміну організму з навколишнім середовищем, більш інформативними, про стан організму (органу) є глибинні температури тіла. Різкі температурні аномалії можуть свідчити як про патології так і про спроби організму до самоорганізації, тобто виходу на нову траєкторію атрактора.

Список використаних джерел

1. Сакало С.М., Семенець В.В., Азархов О.Ю. Надвисокі частоти в медицині (терапія і діагностика): Навч. посібник. Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2005.-264 с.

2. Mazurin V.Ya. Medical thermography. Kishinev, Shtiintsa, 1984. 147 p.

УДК 621.396.67 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.58

ПОДОВЖНІ РОЗМІРИ ФОКАЛЬНОЇ ПЛЯМИ СФОКУСОВАНОЇ В ЗОНУ ФРЕНЕЛЯ ЛІНІЙНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ З ВИПАДКОВИМИ ПОМИЛКАМИ ЗБУДЖЕННЯ

Галушко В.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Назаренко В.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(067) 9904007, e-mail: vladyslav.halushko1@nure.ua.

A graphical method has been developed for determining the longitudinal dimensions of the average focal spot at various focal lengths in the Fresnel zone in the presence of random phase errors in the excitation of antenna array elements.

У цій роботі наведено результати дослідження залежності статистичних характеристик фокальної плями від глибини фокусування антеної решітки (АР) та статистичних параметрів випадкових помилок.

Геометричні розміри фокальної плями – її поздовжній та поперечний розмір – визначатимемо за "рівнем половинної інтенсивності поля". Для того, щоб це зробити, необхідно вирішити щодо змінних ψ і R наступне рівняння:

$$\frac{P_{сФ}(\psi, R, R_{Ф})}{P_{сФ}(\psi_{М}, R_{ФМ}, R_{Ф})} = 0,5 \qquad (1)$$

де $\psi_{М}$ – узагальнений кут, що відповідає напрямку фазування; $\psi = \psi_{сф} = \frac{\pi L}{\lambda}(\sin\theta - \sin\theta_{ф})$; L – довжина решітки; R – відстань до точки спостереження; $R_{ФМ}$ – відстань фокусування для даної реалізації решітки .

Ми досліджуватимемо розміри "середньої фокальної плями", що визначаються за "рівнем половинної середньої інтенсивності поля" (за рівнем $0.5\overline{P}$).

Поздовжній розмір середньої фокальної плями, її ближню та далеку межу $(R_{н}^{д,\sigma}, \chi_{сФ}^{д,\sigma})$ $\left(\chi_{сф} = \frac{\pi L^2}{4\lambda}\left(\frac{\cos^2\theta}{R} - \frac{\cos^2\theta_{ф}}{R_{ф}}\right) = \frac{\pi}{8}\left(\frac{\cos^2\theta}{R_{н}} - \frac{\cos^2\theta_{ф}}{R_{фн}}\right), \quad R_{н} = \frac{R}{2L^2/\lambda}\right)$ для довільних дисперсій фазових помилок α , відносних радіусів кореляції фазових помилок та фокусних відстаней можна визначити з наступного рівняння (см.(2)).

У загальному випадку аналітично рівняння (2) вирішити не вдається і його доводиться вирішувати чисельно. Розрахунки виходять досить громіздкими, оскільки всіх $R_{Фн}$ (або $\chi_{Ф}$) α, c їх необхідно повторювати заново. Задачу можна спростити, якщо вирішити (2) графічно.

Усі позначення аналогічні позначенням роботи [1].

$$\frac{\overline{P}_{сФ}(0,\ R_{н}^{\partial,\sigma},R_{Фн})}{\overline{P}_{сФ}(0,\ R_{ФнМ},R_{Фн})}=\frac{\overline{P}_{сФ}(0,\ \chi_{сФ}^{\partial,\sigma},\chi_{Ф})}{\overline{P}_{сФ}(0,\ \chi_{ФМ},\chi_{Ф})}=$$

$$\frac{R_{Фн}^{2}}{R_{н}^{2}}\left\{\frac{\sum_{m}^{M}\sum_{n}^{M}V_{mn}(0,[X_{сФ}];\langle\overline{X},[\sigma])\exp\left\{-j\chi_{сФ}(\overline{x}_{m}^{2}-\overline{x}_{n}^{2})\right\}+}{1+\sum_{l=1}^{\infty}\frac{\alpha^{l}}{1!}\sum_{m}^{M}\sum_{n}^{M}\exp\left\{-\frac{(\overline{x}_{m}-\overline{x}_{n})^{2}}{c_{l}^{2}}\right\}}\right.$$

$$\frac{+\sum_{l=1}^{\infty}\frac{\alpha^{l}}{1!}\sum_{m}^{M}\sum_{n}^{M}V_{mn}(0,[X_{сФ}];[C_{l}],\langle\overline{X},[\sigma])\times}{}$$

$$\left.\frac{\times\exp\left\{\frac{(\overline{x}_{m}-\overline{x}_{n})^{2}}{c_{l}^{2}}\right\}\exp\left\{-j\chi_{сФ}(\overline{x}_{m}^{2}-\overline{x}_{n}^{2})\right\}}{}\right\}=0.5 \qquad (2)$$

Це можливо, оскільки від $R_{Фн}$ (або $\chi_{Ф}$) залежить лише величина Нормований середній квадрат модуля комплексного множника решітки $\overline{\left|f_{н}(0,\chi_{сФ})\right|^{2}}$ (нормування проводиться на $\overline{\left|f(0,0)\right|^{2}}$ у точці фокусу) в координатах $\chi_{сФ}$ не залежить від відстані фокусування. Виходячи з цього і враховуючи те, що при дослідженні характеристик фокальної плями можна скористатися "наближенням Френеля для малих кутів" (т.е. $\chi_{сф}\approx\chi_{0}-\chi_{Ф}=\frac{\pi}{8R_{н}}-\frac{\pi}{8R_{Фн}}$ или $R_{н}=\frac{\pi}{8(\chi_{сФ}+\chi_{Ф})}$) перепишемо нормований середній квадрат модуля комплексного множника решітки у вигляді:

$$\overline{\left|f_{н}\left(0,\chi_{сф}\right)\right|^{2}}_{\chi_{сф}^{\partial,б}}=\frac{0,5}{\left(\frac{\chi_{сф}}{\chi_{ф}}+1\right)} \qquad (3)$$

Слід зазначити, що $\chi_{сФ}$ може бути як негативним, так і позитивним. Негативні $\chi_{сФ}$ відповідають точкам спостереження, розташованим далі від точки фокусу, тобто в даному випадку з рівняння (3) знаходимо координату, що відповідає дальній межі фокальної плями: $\chi_{сФ}^{\partial}$. Позитивні $\chi_{сФ}$ відповідають точкам спостереження, розташованим ближче точки фокусу, і з (3) визначається $\chi_{сФ}^{\sigma}$.

Наведемо приклад графічного рішення (3) для еквідистантної АР із фазовими помилками збудження елементів.

1. Будуємо ряд залежностей $\overline{\left|f(0,\chi_{сФ})\right|^{2}}$ (в дБ) від $\chi_{сФ}$ для різних α та с. При цьому параметр фокусування $\chi_{сФ}$ змінюється від 0 до χ, що

відповідає першому мінімуму в поздовжньому розподілі поля. На рис.1, а эти залежності зображені безперервними лініями.

2. На тому ж рисунку для різних $R_{Фн} = \pi / (8\chi_{Ф})$ будуємо графіки функцій:

$$Y_1(\chi_{сФ}) = -3.01 - 20\lg\left(\frac{|\chi_{сФ}|}{\chi_{Ф}} + 1\right) \quad \text{та} \quad Y_2(\chi_{сФ}) = -3.01 - 20\lg\left(\frac{-|\chi_{сФ}|}{\chi_{Ф}} + 1\right) \qquad (4)$$

На рис.1,а графік функцій Y_1 позначений штриховою лінією, а графік функції Y_2 – штрихпунктирною.

Точки перетину Y_1 и Y_2 с $\overline{|f_н|^2}$ будуть рішеннями рівняння для даного $R_{Фн}$, причому $\chi^{\partial}_{сФ}$ визначається в результаті перетину Y_2 с $\overline{|f_н|^2}$, а $\chi_{сФ\sigma}$ - в результаті перетину Y_1 с $\overline{|f_н|^2}$.

3. Перераховуємо $\chi^{\partial,\sigma}_{сФ}$ в $R^{\partial,\sigma}_{сФ}$ за допомогою простої формули:

$R^{\partial,\sigma}_{сФ} = \dfrac{\pi}{8(\chi^{\partial,\sigma}_{сФ} + \chi_{Ф})}$ враховуючи, що негативно

Переваги даного методу рішення (2) перед чисельним безперечним. По-перше, значно скорочується час розрахунку, що дозволяє повніше досліджувати вплив параметрів випадкових помилок (α, c)на поздовжні розміри середньої фокальної плями. Очевидно, що при використанні графічного методу зовсім не обов'язково для кожної залежності $\overline{|f_н|^2}$ від $\chi_{сФ}$ будувати графіки функцій Y_1 и Y_2, остатньо намалювати їх з тим же масштабом, що і $\overline{|f_н|^2}$, наприклад, на прозорій плівці і потім використовувати її як трафарет при побудові. Крім того, пересуваючи трафарет уздовж вертикальної осі, можна визначити розміри фокальної плями за будь-яким іншим рівнем (наприклад, за рівнем 0.8, що відповідає (-0.9) дБ або за рівнем 0.3 - (-5.23) дБ). Це можливо тому, що масштаб функцій Y_1 та Y_2 (див. (4)) не змінюється при зміні зменшуваного. По-друге, графічний метод дуже наочний і дозволяє легко оцінити такі ефекти, які з допомогою чисельного методу без додаткових розрахунків оцінити складно. Наприклад, використовуючи рис.1,а, дуже просто оцінити максимальну фокусну відстань, $R_{Фнмакс}$, при якому ще буде фокальна пляма. Справді, даний рисунок показує, що при $R_{Фнмакс} > 0.105$ у відсутності фазових помилок криві, що відповідають функціям Y_1 и $\overline{|f_н|^2}$, не перетинаються, тобто ближньої межі фокальної плями не буде. У разі збільшення дисперсії фазових помилок значення $R_{Фнмакс}$ зменшується.

Викладена методика визначення поздовжніх розмірів середньої фокальної плями була використана для побудови рис.1,б,в. Ці рисунки показують як змінюється положення ближньої та далекої межі фокальної плями, а

отже, її поздовжні розміри залежно від фокусної відстані та параметрів фазових помилок для "густої" еквідистантної антеної решітки (ЕАР) з $M = 201$ та $d/\lambda = 0.5$.

Рисунок 1 – Розміри фокальної плями

Видно, що при дальньому фокусуванні пляма сильно асиметрична, причому вплив фазових помилок на ближню межу сильніший, ніж на далекий. При зменшенні R ступінь асиметрії зменшується. Збільшення дисперсії фазових помилок призводить до збільшення поздовжніх розмірів середньої фокальної плями (рис.1,б). Залежність $R_н^{д,\sigma}$ від с при фіксованому α та $R_{фн}$ немонотонна (рис.1,в). Збільшення радіуса кореляції спочатку викликає збільшення, а потім зменшення розмірів середньої фокальної плями.

Список використаних джерел:

1.Гладкоскок И.Д., Назаренко В.А. Поле сфокусированной в зону Френеля линейной антенной решетки со случайными ошибками возбуждения и местоположения элементов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2001. Вып 122. С.39-46.

УДК 621 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.62

ABOUT THE METEOR RADAR MODELING PROBLEM

Ovcharenko K. S.
Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.
Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep CRETISS
+380-66-032-38-00, e-mail: kostiantyn.ovcharenko@nure.ua

The work examines the prospects of not only recovery, but also simultaneous modernization of meteor radars, which are situated in Balakliia Geophysical Complex. They were created in the 70-80s and are now morally and physically obsolete. It seems inevitable that some parameters of meteor radars will change during modernization. The influence of these parameters on the capabilities of meteor radars is considered. The necessity of using mathematical modeling before the meteor radars modernization “in hardware” is substantiated.

In [1], the relevance of meteor research and the need to restore meteor radars, created in the 70-80s of the last century, located in the Balakliia Geophysical Complex (BHC) were shown. Although the BGC is an object of the national scientific heritage of Ukraine, the question is not about the restoration of the complexes as historical value, but about their restoration as working equipment.

But due to a significant upgrade of the element base, the emergence of new opportunities for the formation and processing of the signal, it becomes obvious that we can talk not just about the restoration, but one-time modernization of MRLS with some changes in their parameters.

The question arises: which changes are acceptable, which are not, and which, on the contrary, are desirable. To answer this question, it is necessary to have a good understanding of how the individual parameters of an MPLS affect its characteristics. Let us briefly consider these dependencies.

Operating Frequency. Currently, the operating frequencies of VETA and MARS are 36.9 and 31.1 MHz, respectively. For other known MRLS these frequencies are in the range from 17 to 70 MHz If we refer to [2], it is noted that more meteors can be detected at lower frequencies because of the higher signal intensity. But there is also more interference, including interference from the ionosphere (the so-called return-tilt interference). On the other hand, the higher the frequencies, the lower the number and intensity of signals, but also less interference. The size of antennas with the same width of radiation pattern is significantly smaller. In addition, at higher frequencies it is possible to register an interesting phenomenon, the so-called head echo. This is a reflection directly from the region where the meteor particle is breaking up.

Shape and orientation of antenna radiation patterns (RP). Currently, the MARS MRLS antenna is oriented eastward, with the maximum radiation at an angle of 45˚ to the horizon. Taking into account the patterns of diurnal and orbital motion of the Earth, this provides the maximum number of meteors on av-

erage per day. The VETA MRLS antennas have a RP width in the azimuthal plane of 54˚, in the angular plane of 26˚. The angle of the location of the maximum of the spectrum is 30˚. The fixed shape and direction of the antennas' boresight simplifies its design and signal processing.

In [3], the shape and orientation of the RP of antennas of meteor communication systems in short paths are considered. It is shown, among other things, that at different times of the day different sides of the world are optimal from the point of view of maximum abundance. Meteor radar is close to the propagation of radio waves along a short path. Therefore, it can be said that the possibility of rotating the RP of antennas along the azimuth (and, perhaps, and the angle of place) will allow to fix meteor particles from those radiant for which the conditions of reflection are fulfilled at different times of the year and day in different directions. This will make it possible to obtain information about meteor particles and meteor streams, which are less noticeable when their position is fixed.

As for the signal parameters, the MARS and VETA MRLSs currently use rectangular pulses with a duration of 30 μs and a repetition rate of 500+100 Hz. This is a simple signal, both in terms of its formation and processing, and in terms of its capabilities.

In [4] the possibility of using complex signals (signals with a large base) for meteor radar. They have a number of advantages: they allow simultaneous measurement of a number of meteor parameters, have good noise immunity and allow operation in conditions of ionospheric interference. Their disadvantages are in the wide occupied frequency band, complexity of formation and processing.

Complexity and multifaceted influence of parameters on technical capabilities, cost of creation and operation of complexes, its spatial dimensions and other factors do not allow to take everything into account visually or analytically. Therefore, for a reasonable choice of parameters of modernized meteor radars it is proposed to apply modeling.

The model should be implemented as a computer program, presumably using Java programming language. This programming language is multiplatform, which will allow creating only one version of the program for all available platforms at once. The program should also have an intuitive and functional interface that allows setting all the necessary starting parameters of the simulation.

The user should be able to select the location of the MRLS by geographic coordinates, signal frequency, power, antenna configuration, which will affect the radiation patterns. The starting time of day and time of year can be determined automatically via the Internet according to geolocation data. If the MRLS design involves real-time antenna rotation, this functionality should also be implemented. Also, the program will have an extensive database of signals of different forms, with the possibility of adding new ones. In addition, to increase the realism of the simulation, the program will implement a system of atmospheric

interference and take into account the impact on the radar of other signal sources.

The developed computer program for modeling the operation of MRLS should allow us to quickly perform calculations of the capabilities of the installation at different parameters. Such a model should take into account the distribution of meteoric matter in the solar system, the process of meteor trace formation, its physical parameters, conditions of signal emission, conditions of reflection at different frequencies and conditions of its reception. The model of remote sites can also be considered separately. This will significantly reduce time and financial costs when modernizing or designing new meteor radars.

References

1. Ovcharenko K. S. Prospects for resumption of the meteor research on Balakliia geophysical complex // 27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2023. С. 7 – 8.

2. Антіпов І. Є. Костиря О. О, Шкарлет О.І. Про використання високих частот у метеорній радіолокації, Радіотехніка: Всеукр. межвід. наук.-техн.зб. - 2012 - Вип. 169. С. 55 - 59.

3. Антіпов І. Є., Коваль Ю. А. Бавикіна В. В. Розвиток теорії та вдосконалення метеорних систем зв'язку та синхронізації. - Харків: Колегіум, 2006. – 308 с

4. Антіпов І. Є., Шандренко Р.В., Шкарлет О. І. Методи активного захисту метеорної автоматизованої автоматизованої радіолокаційної системи від перешкод // Східно-Європейський журнал передових технологій, 2014. Том 3, № 9 (69) – С. 42 – 46.

ІНФОРМАЦІЙНІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ І МЕДІАІНЖЕНЕРІЯ

УДК 004.89:004.96

РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР В UNREAL ENGINE

Кулішов Є. А.
Науковий керівник – асист. Солодов В. Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: yehor.kulishov@nure.ua

For the past decades, videogame industry has gained a massive influence over the globe, and it grows larger each passing year. One of the key elements in games, that captivates eyes of many gamers around the world, is artificial intelligence, the ever-evolving technology. It allows developers to create behavioral patterns for in-game characters, that dictates them how to act when meeting certain situations, markers, etc. And the more industry grows, more advancements on videogame AI will be made. This text's purpose is the analysis and comparison of pros and cons of game engines, methods of creation of projects and its influence on AI, and difference in usage of in-game mechanics between AI and player.

За останні 25 років відеоігри остаточно укорінилися у суспільстві одночасно як розвага, вид мистецтва, та спосіб заробітку. В грудні 2023 року, вже майже 3,2 мільярда людей на постійній основі грали у комп'ютерні ігри, а річний дохід індустрії за 2023 рік склав за різними оцінками від 217,6 до 233,5 мільярдів доларів лише за продажу самих ігор. Та, за прогнозами, за 2024 рік дохід від індустрії може збільшитися на 8,76 відсотків відносно 2023 р. [1, 2].

І невід'ємною частиною процесу розробки ігор є використання методів штучного інтелекту (AI – Artificial Inteligence) для створення неігрових персонажів. Не завжди ці методи вдало використовуються під час розробки ігор: багато ігор не досягли бажаного рівня якості та втратили у продажах (як, наприклад, гра «Redfall» [2]) через недостатньо продуману роботу над AI компонентами.

Дана робота ставить за ціль аналіз процесу розробки неігрових персонажів з використанням методів штучного інтелекту під час створення комп'ютерних ігор.

Перед початком розробки потрібно обрати відповідне ігрове програмне забезпечення, або ігровий «рушій», відповідно до проекту. Серед існуючих на ринку найчастіше використовуються такі, як Unreal Engine, Unity та Godot через їх доступність [3]. Unreal Engine найчастіше використовується у великих проектах, де більш важливими є візуальне сприйняття гри користувачами та правдоподібність фізичних анімацій. Програмування AI в ньому хоч і досить гнучке, але створення складного сценарію поведінки для неігрового персонажа на основі штучного

інтелекту буде вибагливим щодо обчислювальних ресурсів, що знижує загальну продуктивність. Unity має просте та інтуїтивне управління, через що його використовують розробники без значного досвіду, але на цьому рушії існує проблема взаємодії великої кількості неігрових персонажів із штучним інтелектом через недосконалість технології прокладання шляху для AI. Godot гнучкий у створенні комплексного штучного інтелекту і дозволяє самому розробнику модифікувати «рушій» згідно особливостям завдання. Але він не розрахований на розробників без значного досвіду та на великі проекти, оскільки орієнтований на створення 2D-ігор.

Після обрання ігрового «рушія» потрібно обрати спосіб створення проектів. Існує два методи створення проектів: перший - за допомогою системи «Blueprint» (або «Креслення»), де зі спеціальних блоків з записаними функціями створюють послідовності дій персонажів. Другий - кодувати всі дії через мову програмування, яку підтримує «рушій». Ці методи можна використовувати одночасно в одному проекті, але це ускладнюватиме архітектуру створеного прототипу, додаючи ще один шар коду, який треба відгладжувати, щоб він працював коректним чином.

Як приклад, у проектах на «рушії» Unreal Engine мову програмування C++ використовують тоді, коли проекту в першу чергу потрібна велика точність дій для складних задач та обчислювальна ефективність. Проекти, створені цим методом, краще оптимізовані, їх легше перенести з однієї платформи на іншу. При такому методі можливо зробити комплексний AI, який буде легко налагодити. Але такий метод не розрахований на розробників без значного досвіду та малі команди розробників через складність мови, тож такі проекти потребують дуже великої тривалості розробки. Також, C++ має менш потужний функціонал для роботи з візуальною частиною гри, ніж «Blueprint», і погано узгоджується з таким функціями, як «line trace» («трасування лінії»), що може погіршити взаємодію AI з навколишнім середовищем та призвести до того, що функції ігрового персонажу не будуть працювати.

«Blueprint», в свою чергу, дуже добре підходить для розробників без значного досвіду, надає більш доступне візуальне подання даних та функцій для тих, хто не має досвіду програмування. При такому методі легко працювати із дизайном гри та її кодуванням одночасно, а присутня система налагодження в режимі реального часу дозволяє розробникам виявляти та виправляти проблеми під час роботи програми. Недоліки цього методу у тому, що його складно організовувати та оптимізувати у великих проектах та складніше налагодити у порівнянні C++. На доданок, «Blueprint» не має повного доступу до інтерфейсу програмування додатку, що блокує використання передових засобів розробки. AI при «Кресленні» складніше редагувати, але він матиме кращу взаємодію з ігровим середовищем.

Жоден з методів не є кращим за інший, вони лише розраховані на

різні рівні досвіду та вміння команди розробників. У професійному середовищі найчастіше використовують гібридний підхід, оскільки він дає свободу в роботі з різними аспектами гри та можливістю оптимізувати процес, як за часом, так і за ресурсами.

Створюючи AI, слід розуміти, що при будь-якому методі розробки створений для гравця функціонал, починаючи від переміщення до нестандартних здібностей, не може бути просто перетягнутий на штучний інтелект. Наприклад, у створеному на Unreal проекті, механізм пострілу гравця викликається через затискання клавіш, але для AI ця функція має бути автоматизована та викликатися за певними критеріями. Для створення більш реалістичної поведінки персонажів в Unreal можна використовувати конфігурації почуттів. Якщо персонаж гравця загалом базується на почуттях зору та слуху самого гравця, то в AI потрібно вручну прописувати це, як окремі системи, відповідно до поставлених задач. Таким чином, штучний інтелект буде виконувати дії, базуючись на різних почуттях, наче людина. Але може статися так, що через отримання великої кількості сигналів з різних систем водночас, модель прийняття рішень неігрового персонажу буде нездатною згенерувати відповідь, і персонаж зупиниться. Через це, потрібно чітко розуміти, які механіки буде вжито та які відповідні конфігурації почуттів буде додано до AI.

Таким чином, можна зрозуміти чому штучний інтелект є такою важкою частиною розробки ігор. Починаючи від вибору «рушія» під задуманий проект до створення простих рухів персонажів - усе має бути зважено, оцінено та реалізовано в проекті під час розробки гри, яка буде дивувати гравців у всьому світі.

Список використаних джерел:

1. 59+ Video Gaming Statistics For 2024 (Users & Popular Games). URL: https://www.answeriq.com/video-gaming-statistics/ (дата звернення: 10.02.2024).

2. What’s the most popular gaming genre in 2023? URL: https://pinglestudio.com/blog/industry-news/whats-the-most-popular-gaming-genre-in-2023 (дата звернення: 10.02.2024).

3. Unity or Unreal? Find the Perfect Engine for Beginners. URL: https://www.toolify.ai/ai-news/unity-or-unreal-find-the-perfect-engine-for-beginners-38382 (дата звернення: 10.02.2024).

4. Олещенко В. Б. Використання штучного інтелекту для створення ігрового контенту // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті: тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 153–154.

УДК 794

НАСТІЛЬНІ ІГРИ ТА МЕТОДИ ЇХ РОЗРОБКИ

Єськова А.С.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: d_res@nure.ua

The explanatory note describes the process of studying board game development methods. This exploration involves a comprehensive analysis of the gaming market, identifying consumer demand, and understanding the competitive landscape. Prototyping and testing play a crucial role in refining game mechanics and rules, with diverse player groups providing valuable feedback. Interaction with the gaming community through social media and events contributes to the game's ongoing success. Notable examples like "Gloomhaven" exemplify the careful integration of these methods in creating successful and engaging board games.

Настільні ігри існують протягом цілої історії, служачи розвагою, змаганням та навчанням. У стародавньому Єгипті, близько 3500 років тому, вже існували гри, схожі на шахи та го, такі як «Сенет». Ця гра мала релігійне значення та символізувала перемогу в житті після смерті. У середньовіччі в Європі поширювалися шахи та "Бекгеммон", а в період Відродження з'явилися нові гри, такі як "Трюм" та карти, що сприяли розквіту ігор.

Після Другої світової війни з'явилися стратегічні та ролеві ігри, додавши нові жанри до світу настільних розваг. У 20-му столітті настільні ігри стали популярними серед різних груп населення, зокрема завдяки великому розмаїттю інновацій та захоплюючих механік гри. Сучасні настільні ігри продовжують еволюціонувати, пристосовуючись до сучасних технологічних та культурних викликів, і залишаються важливою частиною розважального світу, об'єднуючи людей навколо столу для спільного відпочинку та взаємодії.

В наш час вони набрали велику популярність та їх різноманіття виросло в багато разів. Цей вид розваг має безліч жанрів та стилів, призначених для гравців різного віку та інтересів. Одними з популярних жанрів є:

- стратегії;
- ролеві ігри;
- головоломки;
- карткові ігри.

Настільні ігри позитивно впливають на людину, сприяючи соціальній взаємодії, розвитку соціальних навичок, стратегічному мисленню, логіці та креативності. Рольові та історичні ігри допомагають розвивати креативність та уяву, водночас вирізняючись своєю освітньою цінністю.

Популяризація настільних ігор через кіно та літературу - ключовий крок для привертання нової аудиторії. Цей процес потребує співпраці між розробниками ігор, сценаристами, режисерами та видавцями літературних творів. Прикладом є успішний фільм 90-х років – «Джуманджи», що вдало поєднав світ ігор та кінематографії, підкреслюючи цікавість грального досвіду.

Методи розробки настільних ігор можуть включати в себе аналіз ринку, роботу над механікою гри, дизайн компонентів та карток, тестування гри з допомогою прототипів, впровадження фідбеку від гравців, а також виправлення балансу та покращення ігрового процесу в процесі розвитку. Також важливою є взаємодія з гральною спільнотою та постійне оновлення гри, щоб забезпечити довготривалу популярність. Оглянемо три існуючих настільних гри, в особливості їх метод розробки.

1. Гра «Gloomhaven» – це популярна рольова настільна гра з глибоким сюжетом, стратегічними битвами та можливостями розвитку персонажів. Розробники уважно проміркували сценарій і завдання для максимального поглиблення гравців, враховуючи баланс розвитку персонажів і їх вибір. Постійне тестування гри залучає гравців та допомагає вдосконалити складність завдань та балансу.

2. Наступною розглянемо гру «Codenames» – це словесна карткова гра, в якій гравці взаємодіють, намагаючись відгадати слова за допомогою підказок. Розробники створювали різноманітні словники та забезпечення, сприяючи цікавості гри. Робота над асоціативністю карток стимулює різні асоціації у гравців. Основним методом є тестування гри різними групами, визначаючи її цікавість та ефективність підказок.

3. Останньою та не менш цікавою розглянемо настільну гру «Azul» – це настільна гра, де гравці будують керамічне мозаїчне викладання у стилі португальського мистецтва. Дизайн плиток та ігрової дошки відображає естетику гри, а баланс ресурсів та правил додає цікавий та стратегічний геймплей. «Ресурси» в грі вказують на різні типи керамічних плиток або елементів, які гравці використовують під час гри.

Методи розробки настільних ігор включають ряд ключових етапів, які спрямовані на створення ігор високої якості та захопливого геймплею. Крім того, важливими є звернення уваги на естетику та якість компонентів гри для підвищення загального враження від гри.

Аналіз ринку є ключовим етапом, що включає вивчення попиту на різні жанри та геймплейні механіки, а також виявлення потреб гравців. Цей процес допомагає здійснити рішення щодо створення ігор, які відповідають поточним вимогам гравців та підвищити конкурентоспроможність на ринку настільних ігор.

Тестування прототипів є ключовим етапом для оптимізації ігрових механік та правил. Воно проводиться з різними групами гравців для збору фідбеку та виявлення слабких місць. Цей процес включає не лише тесту-

вання функціональності, але й аналіз взаємодії гравців з ігровим середовищем та між учасниками. Інтеграція думок різних груп споживачів дозволяє розробникам краще розуміти, як вдосконалити гру та забезпечити задовільний ігровий досвід. Результати тестування важливо враховувати для постійного удосконалення продукту.

Ефективний дизайн компонентів гри, таких як картки, дошки, фігурки, відіграє ключову роль у створенні візуально привабливого ігрового середовища. Забезпечення не лише естетичного, але і логічного та інтуїтивно зрозумілого вигляду компонентів допомагає гравцям легше орієнтуватися в грі та розуміти її правила. Вивчення дизайну також вимагає врахування зручності та практичності компонентів для користувачів, забезпечуючи максимальний комфорт під час гри.

Розвиток сценарію та ігрових механік включає створення захоплюючого сюжету, спрямованого на виклик емоцій гравців та створення імерсивного досвіду. Розробники акцентують увагу на динамічних перипетіях, щоб забезпечити гравців постійними викликами та захоплюючими моментами.

Щодо ігрових механік, вони прагнуть до балансу між складністю та доступністю, щоб гра привертала гравців різного досвіду. Розробники докладають зусиль до вдосконалення чіткості та логічності правил гри, розглядаючи можливості стратегічного мислення та взаємодії гравців. У цьому контексті також враховується можливість впровадження новаторських ігрових елементів для додання унікальності та глибини грі.

Взаємодія з гральною спільнотою: Активна участь гравців у процесі розробки, обговорення ідей та вираження своїх поглядів на розвиток гри забезпечує взаєморозуміння між розробниками та аудиторією. Такий відкритий інтерактивний підхід не лише збагачує гру різноманітністю ідей, але і підвищує рівень задоволення гравців від участі у творенні та розвитку гри.

Постійне оновлення та підтримка гри включає додавання нових елементів, розширень та виправлення недоліків, що дозволяє розширювати ігровий світ та підтримувати актуальність гри. Виправлення можливих недоліків на основі фідбеку гравців покращує ігровий досвід та утримує позитивне сприйняття гри. Цей підхід також включає в себе взаємодію з гравцями через соціальні мережі, організацію тематичних заходів та конкурсів для формування спільноти та утримання інтересу до гри в тривалий період.

На протязі історії настільні ігри відігравали значну роль у розвагах, конкуренції та навчанні. Вони постійно еволюціонують, адаптуючись до сучасних технологічних та культурних викликів. Завдяки своїм різноманітним жанрам і стилям, настільні ігри привертають увагу гравців різного віку та інтересів. Вони сприяють розвитку соціальної взаємодії, стратегічного мислення, логіки та креативності.

УДК 004.032.26;004.9

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ОБРОБКИ ВІДЕОКОНТЕНТУ

Ішу А.О.
Науковий керівник – Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.ishu@nure.ua

The article examines key aspects of the use of neural networks in the field of video processing. The work discusses neural networks and their main principles of operation. Particular attention is paid to image generators based on neural networks, diffusion models, highlighting their effectiveness in creating and optimizing video content. The features of stable diffusion are explored and modern services based on this technology are presented. This work is aimed at unlocking the potential of neural networks in video production and indicating ways for their optimal use.

У світі, який швидко розвивається, відео та зображення стали одними з основних джерел, з яких люди сприймають інформацію. І ось, із новим стрибком у розвитку нейронних мереж та штучного інтелекту, перед нами постають нові перспективи у відеопродакшені – створювати відео з використанням цих спеціалізованих інструментів. Досягнення в області генерування зображень на основі штучного інтелекту взяли світ штурмом. І це нові реалії, до яких нам поступово потрібно звикати.

Нині дана тема є дуже актуальною, адже використання нейромереж пришвидшують процес роботи, додають широкі можливості для створення різних концептів відео, що просуває розвиток медіаіндустрії на нові рівні.

Нейронні мережі (НМ) – це математичні моделі, які створені на основі функціональних можливостей нейронної мережі людського мозку. Штучні НМ складаються із базових одиниць – штучних нейронів (вузлів). Нейрон являє собою деяку нелінійну функцію, на яку впливають значення вхідних сигналів – ваг, та активатор – порогове значення, при якому активується вузол. Структурна одиниця отримує інформацію у вигляді електричних імпульсів, обробляє її та передає далі при перевищенні порогу, і таким чином взаємодіє з іншими. Вузли з’єднані між собою в шари. Вони поділяються на вхідні, що приймають данні; приховані, що опрацьовують інформацію; вихідні, що видають результат роботи. Якщо прихований шар один, мережа вважається неглибокою. І навпаки, якщо більше одного – глибокою [1].

Наразі налічується близько 30 різновидів НМ. Кожен із них має свої особливості та застосовується для вирішення конкретних завдань. Вибір архітектури НМ залежить від типу даних та необхідних результатів. Існує безліч архітектур нейромереж, спеціально призначених для обробки відео.

Деякі з них включають глибокі згорткові, рекурентні, генеративно-змагальні нейронні мережі та їх комбінації, призначені для вирішення завдань, таких як визначення об'єктів, відстеження об'єктів та генерація контенту.

При роботі з відео штучний інтелект (ШІ) може застосовуватися для виконання таких завдань: створення нових зображень з нуля (за текстом, картинкою, ескізом); підвищення якості (наприклад, до 4К); редагування (додавання субтитрів, покращення якості звуку) тощо. У сфері ШІ для створення зображень існує безліч унікальних інструментів, які мають індивідуальні особливості, можливості та сферу застосування. Генератори зображень (генеративні моделі) – це штучні НМ, що застосовуються для створення нових зображень, на основі вхідних параметрів та даних (текстових, візуальних). Вони продукують оригінальні та реалістичні картинки, поєднують стилі, концепції та атрибути у новому образі. Серед них можна виділити наступні найпопулярніші:

1. Нейронна передача стилю (англ. Neural Style Transfer, NST) – це оптимізаційна техніка, яка поєднує два зображення разом: вхідне зображення та еталонне зображення стилю. Вихідне зображення виглядає як вхідне, але згенероване у заданому стилі.

2. Генеративно-змагальні мережі (англ. Generative Adversarial Networks, GAN) – нейромережі, що складаються з двох нейронних мереж – генеративної та дискримінаційної, які між собою конкурують для створення реалістичних зображень. Коли дискримінатор отримує згенеровані генератором дані (підроблені), порівнює із реальними зображеннями на яких вчилася. Таким чином, якщо дискримінатор класифікує згенероване зображення як реальне, він оновлюється. І навпаки, якщо як підроблене, генератор оновлюється. Оновлення проводиться для збільшення ефективності та покращення якості генерації в наступних циклах.

3. Дифузійні моделі – це клас генеративних моделей, що генерують зображення, імітуючи поступову трансформацію шуму в структуровані візуальні образи за допомогою процесу, що нагадує дифузію частинок.

Основний принцип генеративних дифузійних моделей заснований на аналогічному дифузії процесі. Модель використовує ланцюги Маркова для покрокового додавання гаусового шуму до початкових даних. На кожному кроці дифузії до зображення додається певний рівень шуму.

Модель навчається пристосовуватися до цього шуму та відновлювати початковий стан, щоб отримати потрібні дані із шуму. Цей процес дозволяє створювати нові варіації даних на основі вхідних шаблонів. Стабільна дифузія (СД, англ. Stable Diffusion, SD) – це популярний підхід створення зображень, де модель використовує процес прихованої дифузії. Вона створена у 2022 році компанією Stability AI у співпраці з дослідниками, вченими та некомерційними організаціями.

Модель прихованої дифузії працює використовуючи багаторазове зменшення шуму в прихованому просторі. Цей простір слугує ефективною

альтернативою піксельному простору, що в свою чергу забезпечує кращі властивості масштабування та співвідношення просторової розмірності [2].

Стабільна дифузія включає в себе різні нейронні мережі: 1. Варіаційний автокодувальник (англ. variational autoencoder, VAE) – це модель, що кодує та декодує зображення в латентний простір, де інформація представляється не в повному розмірі, а в низькій розмірності для подальшого процесу прямої дифузії. 2. U-Net – модель, яка відновлює зображення із випадкового шуму за допомогою глибокої згорткової мережі. Дана модель враховує прихований шум та намагається спрогнозувати скільки шуму додано на кожному кроці. 3. Текстовий кодувальник – це модель, яка навчається витягувати семантичні ознаки з текстових описів. Він перетворює заданий текст в багатовимірні вектори з семантичними зв'язками, що зрозумілі НМ.

Загалом, СД відкриває широкі можливості для створення вражаючих та деталізованих зображень. За допомогою цієї технології можна не лише змінювати кольори, форму та інші атрибути зображення через текстові описи, але й генерувати різноманітні стилі: малюнок маслом, портрет, анімацію та інші.

Можливість комбінування та швидка ефективна генерація, разом з безкоштовним доступом та гнучкими налаштуваннями, роблять стабільну дифузію потужним інструментом для творчого використання.

Незважаючи на свої переваги, вона має свої мінуси. Для роботи потрібні значні обчислювальні ресурси. Також потрібен час, щоб навчитися правильно задавати параметри та формувати запити. Генерація зображень може виявитися неідеальною, особливо при неясних або складних вказівках, і супроводжуватися артефактами та деформованими деталями.

Найвідоміші сервіси для генерації зображень: 1. Веб-інтерфейси стабільної дифузії: Automatic1111, ComfyUI, Fooocus. 2. Веб-сервіси, що базуються на СД: Dall-E 2, Dall-E 3, Midjourney.

Завдяки дифузійним моделям, генерація зображень та відео продовжує завойовувати серця користувачів і набувати неабиякої популярності з кожним днем. Неперервне вдосконалення функціоналу, поява нових можливостей та моделей, підвищення якості вихідних зображень створюють стійку основу для широкого застосування цієї технології у сучасному світі.

Список використаних джерел: 1. Hlaiboroda M. Що таке нейронні мережі та де їх використовують? INCRYPTED. URL: https://incrypted.com/ua/shcho-take-nejromerezhi/ (дата звернення: 28.02.2024). 2. Akruti A. An Introduction to Diffusion Models for Machine Learning. The Complete Data Engine for AI Model Development | Encord. URL: https://encord.com/blog/diffusion-models/ (дата звернення: 28.02.2024). 3. Боюка М., Рижкова Є., Козловець С., Бобнєв Р. Використання штучного інтелекту в обробці та покращенні якості зображень. Матеріали конференцій МНЛ, (17 березня 2023 р., м. Полтава), 156–158.

УДК 004.77:316.77

ВПЛИВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ НА СУЧАСНИЙ БІЗНЕС

Глагольєва В.Є.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: veronika.hlaholieva@nure.ua

Modern society and business are unimaginable without the growing popularity of social networks, which attract the attention of millions of people worldwide every year. The most popular social networks at the moment include Facebook, Twitter, Instagram, TikTok, and Telegram. Social networks have not only gained prominence in modern society as a crucial communication and entertainment channel but have also become an integral component of contemporary business. The impact they exert is multifaceted, ranging from increasing brand visibility and attracting customers to the ability to analyze market trends in real-time.

Сучасне суспільство і бізнес неможливо уявити без соціальних мереж, які зростають у популярності кожен рік і привертають увагу мільйонів людей у всьому світі. Більшість людей, незалежно від віку, проводять значний час в онлайн просторі – чи то на роботі, чи в процесі навчання або вдома. З цього випливає логічне явище: реклама через соціальні мережі користується великою попитом. Традиційна інтернет-маркетингова стратегія, зазвичай, орієнтована на продукти, що вже користуються попитом. У випадку нового товару чи бізнесу, який ще не шукають у пошукових системах, відсутність відповідних запитів може ускладнити його ефективне просування. У таких випадках соціальні мережі стають невід'ємною підтримкою, сприяючи рекламі новинки та створюючи попит за допомогою візуального контенту та взаємодії з цільовою аудиторією.

Найбільш популярні на даний момент соціальні мережі: Facebook, Twitter, Instagram, TikTok, Telegram.

Переваги використання соціальних мереж для продажів включають:

1) Підвищення рівня довіри - існування активного профілю компанії в Facebook або Instagram свідчить про стабільність та репутацію

2) Таргетована реклама - завдяки таргетованій рекламі в соціальних мережах, можливо точно визначити цільову аудиторію, що збільшує ймовірність зацікавленості у пропонованому товарі чи послузі

3) Велика аудиторія користувачів - швидке інформування про новини, акції та асортимент товарів дозволяє досягати зацікавленої аудиторії

4) Інтерактивні онлайн-заходи - проведення конкурсів та акцій в соціальних мережах є ефективним способом залучення уваги та підвищення довіри

Використання соціальних мереж у функціонуванні бізнесу:

1) Маркетингові стратегії та їх просування
2) Комунікація з клієнтами
3) Допомога в аналізі ринку
4) Працевлаштування
5) Розвиток та просування бренду

На даний момент прогресує теорія про те, що тепер вважливий індивідуальний підхід до кожного клієнту, тим паче соціальні мережі можуть в цьому допомогти. Кожній людині приємно, коли бренд у переписці звертається по імені, знає, де ти знаходишся та що полюбляєш і може порадити варіант саме той, який точно западе тобі в душу. Головне в кожній аналітиці зберігати етичність та органічно використовувати зібрані дані. Співпраця з впливовими особистостями (блогерами) через соціальні мережі розширює охоплення аудиторії та додає довіри бренду. Активна участь у спільнотах та створення цікавого контенту дозволяють підприємствам будувати довгострокові відносини з клієнтами та зміцнювати свою репутацію. Усі ці фактори свідчать про те, що соціальні мережі перетворюються на ключовий елемент успішного бізнесу у сучасному світі. Компанії, які вміло використовують ці можливості, отримують конкурентну перевагу, підсилюючи свій вплив і ефективність у великому підприємницькому середовищі.

Отже, соціальні мережі не лише завоювали позиції в сучасному суспільстві як важливий канал спілкування та розваг, але й стали невід'ємною складовою сучасного бізнесу. Вплив, який вони справляють, виявляється багатогранним: від підвищення уваги до брендів та залучення клієнтів до можливості аналізу ринкових тенденцій у реальному часі. За допомогою соціальних мереж компанії можуть ефективно взаємодіяти з аудиторією, підсилюючи відносини та збільшуючи свою конкурентоспроможність. Таким чином, висвітлюючи сучасні реалії та тенденції, можна стверджувати, що успішний бізнес у XXI столітті неможливий без ефективного використання соціальних мереж.

Список використаних джерел:

1. БІЗНЕС У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ Навчальний посібник URL: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/11/BSM_navchalnyy-posibnyk_2.pdf (дата звернення: 20.02.2024)

2. Спілкування з елітарною аудиторією через соціальні мережі Facebook, Twitter і Telegram URL: https://mbatime4u.com/uk/spilkuvannja-z-elitarnoi-auditoriieju-cherez-socialni-merezhi-facebook-twitter-i-telegram/ (дата звернення: 25.02.2024)

3. Переваги соціальних мереж для малого бізнесу URL: https://webbookstudio.com/ua/articles/the-benefits-of-social-media-for-small-businesses/ (дата звернення: 28.02.2024)

УДК 004.738.5:004.722 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.77

СТВОРЕННЯ DOCKER ОБРАЗІВ IOT СИСТЕМ У PYCHARM ТА VISUAL STUDIO CODE

Бойко В.С.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Зубков О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: valerii.boiko@nure.ua

The work analyzed the capabilities of the PyCharm and Visual Studio Code environments for creating Docker images and containers. A test application for a room heating control system with a web interface was created in Python. Created Docker images and containers in PyCharm and Visual Studio Code. The complexity of creating containers and debugging them in both environments was analyzed. Conclusions are drawn on the advantages of using PyCharm when creating and debugging Docker containers.

За останні роки Інтернет речей (IoT) став неабияк важливою та широко використовуваною технологією, що перетворює наше життя та робочі процеси. Він дозволяє підключати до мережі різні пристрої - від домашніх побутових до промислових, та забезпечувати їхню взаємодію та обмін даними в реальному часі. Проте зі зростанням застосування IoT виникає потреба в ефективному управлінні та масштабуванні цих складних систем.

В цьому контексті Docker виходить на передній план як потужний інструмент для контейнеризації, що дозволяє ефективно керувати та управляти розподіленими мережами пристроїв IoT. Docker забезпечує ізольоване середовище для виконання додатків та компонентів, що робить розгортання, управління та моніторинг систем IoT більш простими та ефективними. Технологія Docker передбачає створення образу та контейнерів на базі операційної системи Linux, але створювати їх можна не тільки у Linux, а і у Windows. Найбільш поширеними середовищами написання програм на Python та створення Docker є: PyCharm та Visual Studio Code. PyCharm розроблений спеціально для створення програм мовою Python і має розширення для компіляції образів Docker. PyCharm надає багато функцій, таких як автодоповнення коду, відлагодження, контекстна довідка та інші, що полегшують розробку та налагодження додатків.

Visual Studio Code безпосередньо не призначено для створення додатків на Python, але має велику кількість розширень, включаючи ті, які дозволяють працювати з Docker, Python та іншими мовами, що робить його дуже гнучким і можливим для налаштування під конкретні потреби користувача.

Одними з основних вимог до середовищ розробки додатків сьогодні є: швидкість розробки та можливість перевірки роботи у покроковому

режимі. Саме тому метою цієї роботи був аналіз можливостей кожного середовища із розробки та відлагодження Docker образів.

Для досліджень була обрана операційна система Windows 10, у яку встановлено програмне середовище Docker Desctop, що дозволяє запускати та підтримувати образи Docker та вбудовані контейнери. Також було встановлено: Visual Studio Code з розширеннями Python та Docker і PyCharm Community 2023.1 з розширенням Docker. У якості приклада системи для аналіза було обрану систему керування котлом приміщення з дистанційним збором інформації від датчиків температури та візуалізацією стану роботи котла, налаштуваннями та елементами керування. Датчики температури опитувалися за допомогою модулів ESP32, а зібрана інформація передавалась на серверну частину (контейнер Docker) у вигляді JSON запитів. Мовою Python було розроблено web додаток з використанням бібліотеки Falsk 2.3. Спочатку його робота була перевірена в обох середовищах програмування Visual Studio Code та PyCharm Community без компіляції Docker. Для створення Docker образу та контейнеру було створено 3 файла: dockerfile, requirements.txt, docker-compose.yml. Перший файл описує процес створення контейнеру з web додатком. У якості ядра обрана версія Linux – alpine з доданим python версії 3.9 (FROM python:3.9-alpine). Директиви цього файла також забезпечили копіювання вмісту web додатку у контейнер (ADD .. /app), інсталяцію в контейнер додаткових бібліотек (RUN pip install -r requirements.txt), що немає в базовій версії python і перелік яких містить файл requirements.txt. Також його директиви забезпечили запуск додатку у образі. Файл docker-compose.yml містив директиви для створення образу із контейнером web додатку, завдання імен образу та контейнеру, з’єднання внутрішнього порта додатку та зовнішнього порта контейнера.

Компіляція контейнеру та образу у Visual Studio Code виконувалась у вбудованому терміналі через відповідну команду, у якій вказується docker-compose.yml файл і весь процес проходить відповідно до послідовності дій прописаних у раніше розглянутих файлах. В результаті було запущено web додаток у контейнері, доступ до якого перевірено із браузера (рисунок 1.а) та стандартне ядро Linux з доданою папкою app із сукупністю файлів сайту (рисунок 1.б). Компіляція контейнеру у PyCharm значно простіша. Спочатку в налаштуваннях PyCharm було вказано шлях до локального розташування Docker Desctop, хоча можна також вказувати хмарне розташування відповідного сервісу. Далі через стандартний пункт меню RUN було запущено процес створення образу із контейнером web додатку. Основною відмінністю PyCharm від Visual Studio Code є можливість підключатись до працюючої програми у контейнері в режимі налагодження (Debug), встановлювати точки зупинки, передивлятись стан внутрішніх змінних і т.і. (рисунок 2)

а б

Рисунок 1 – Образ із контейнера та робота web додатка

Висновки. Середовище PyCharm Community з розширенням Docker має значні переваги перед Visual Studio Code при створенні Docker контейнерів мовою python. В першу чергу це можливість дистанційного підключення до додатку у контейнері і його налагодження засобами PyCharm, а також дуже спрощений процес створення образу і контейнеру. Розширенням Docker у Visual Studio Code не забезпечує режиму налагодження, але є більш універсальним з точки зору підтримки різних мов програмування. Результати компіляції образу в PyCharm Community та Visual Studio Code показали, що розмір образу, скомпільованого за допомогою PyCharm Community на 1% менший ніж у Visual Studio Code, що пояснюється спеціалізацією PyCharm.

Список використаних джерел:

1. Bernd Oggl, Michael Kofler Docker: Practical Guide for Developers and Devops Teams Rheinwerk, Computing, – 2023, – 492 p.

2. Ruchika M. Evaluation of Docker for IoT Application nternational Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, Volume: 4, Issue: 6, – 2016, pp.624-628

3. Vedat Ozan Oner Developing IoT Projects with ESP32 2nd edition Packt, – 2023, – 578 p.

4. Malhar Lathkar Building Web Apps with Python and Flask: Learn to Develop and Deploy Responsive RESTful Web Applications Using Flask, Framework BPB Online LLP, – 2021, – 421 p.

5. Білоус М. Ю. Аналіз сучасних середовищ розробки програмного забезпечення / М. Ю. Білоус // Automation and Development of Electronic Devices, ADED-2020: збірник студентських наукових статей. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Вип. 2. – С. 13-16.

УДК 621.396.9:534.86 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.80

ВИЯВЛЕННЯ МАЛИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА АКУСТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Багаєва М.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: milena.bahaieva@nure.ua

In this paper explores acoustic emission analysis as a method for drone detection, emphasizing the quieter electric engines of remotely controlled UAVs. Through examining the spectral power density (SPD) of acoustic emissions from drones and considering the impact of the Doppler effect on perceived sound frequency, this study develops a mathematical model for identifying drone characteristics. The research utilizes neural networks to analyze acoustic signals, enhancing the detection accuracy even in noisy environments or when signals are weak. The findings demonstrate the potential of acoustic methods to improve the security of critical infrastructures and public events by providing detailed insights into drone trajectory and behavior.

В теперішній час актуальність захисту цивільних та воєнних об’єктів від безпілотних літальних апаратів (БПЛА) як ніколи висока, оскільки вони несуть пряму загрозу життю. Важливою задачею є їхнє вчасне виявлення, але це нелегко зробити оскільки малі літальні апарати (МЛА) часто малопомітні в різних діапазонах хвиль, також вони маневрені і можуть змінювати як напрям свого руху, так і висоту та динаміку.

Одним із методів виявлення МЛА є аналіз акустичного випромінювання. В теперішній час все частіше використовуються БПЛА, що керуються дистанційно та мають електричні двигуни. При цьому рівень шуму даних літальних апаратів значно нижче, ніж двигунів внутрішнього згоряння.Оскільки БПЛА створюють шум за допомогою рухомих частин та двигунів розпізнавання за акустичним випромінюванням є актуальною проблемою.

Для того, щоб виявити характерні особливості інформаційних акустичних сигналів і створення математичної моделі було досліджено спектральну щільність потужності (СЩП) акустичного випромінювання МЛА. Для прикладу приведемо спектральну щільність потужності акустичного випромінювання квадрокоптера DJI Phantom 3 (рис.1).

Частоти гармонічних складових в спектрі шуму повітряного гвинта визначаються у відповідності до виразу:

$$f_B = knN, \tag{1}$$

де k – номер гармоніки; n – частота обертів ротора (об/с); N – число лопатів.

Для аналізу сигналів були використані моделі малорозмірних БПЛА, які здатні нести корисне навантаження, таке як відеокамера. Частота основного тону акустичного випромінювання БПЛА знаходиться у діапазоні від 90 до 240 Гц (в залежності від типу БПЛА), кількість гармонік до декількох десятків, проте зі збільшенням відстані до БПЛА високочастотні гармоніки послаблюються.

Рисунок 1 – Спектральна щільність потужності акустичного випромінювання квадрокоптера DJI Phantom 3

Рисунок 2 – Спектральна щільність завад та шумів

Характеристики завад і шуму (рис.2) мають важливе значення для синтезу алгоритмів виявлення і розпізнавання сигналів.

Коли МЛА рухається відносно пункта спостереження, частота звуку, що сприймається, змінюється відповідно до ефекту Доплера.

У частотному спектрі акустичного сигналу переважають гармоніки швидкості гвинта. Модель для частоти акустичного сигналу від БПЛА, що рухається, виміряна стаціонарним мікрофоном визначається за формулою:

$$f_i(t) = \frac{f_a c^2}{(c^2-\mu_a^2)}\left[1 - \frac{\mu_a^2(t+h/c)}{\sqrt{\mu_a^2 c^2 (t+h/c)^2 - h^2(\mu_a^2 - c^2)}}\right], \quad (2)$$

де f_a – акустична частота джерела, с – швидкість звуку в середовищі, μ_a – швидкість літального апарата, h – висота літального апарату.

З рівняння бачимо, що миттєва частота залежить від швидкості руху, висоти та частоти джерела звуку. Методика розрахунку полягає в обчисленні доплерівської частотно-часової варіації виміряного звукового сигналу і находження моделі сигналу, яка б мала найменшу середньоквадратичну похибку відхилення від поведінки у часі реального сигналу.

На рисунку 3 можемо спостерігати наявність ефекту Доплера при пересуванні МЛА, поступова зміна частоти акустичного сигналу відбувається в період проходження літального апарату над пунктом спостереження.

У контексті виявлення МЛА, аналіз змін частоти, спричинених ефектом Доплера, може допомогти визначити не тільки присутність апарату в

Рисунок 3 – Спектрограма акустичного випромінювання МЛА під час прольоту над пунктом спостереження

повітряному просторі, але й його швидкість, напрямок руху, а іноді й відстань до пункта спостереження. Це може бути особливо корисним при використанні акустичних систем виявлення, оскільки дозволяє не тільки виявити МЛА, але й зібрати детальну інформацію про його траєкторію і характеристики руху.

Використання ефекту Доплера для виявлення МЛА має певні обмеження.

Наприклад, точність вимірювань може бути знижена в умовах високого рівня фонового шуму або коли кут між напрямком руху джерела та лінією спостереження близький до 90º, оскільки в таких випадках зміна частоти може бути мінімальною. Крім того, для точного аналізу потрібні високоякісні детектори та складні алгоритми обробки сигналів.

Акустична спектограма сигналів, виміряних за допомогою наземного стаціонарного мікрофона показує, що використання доплерівських частот є потужним інструментом для отримання оцінок висоти, швидкості та обертів двигуна літального апарату. Особливо це покращує прогнозування часу наближення МЛА.

Використання акустичного методу виявлення МЛА відкриває нові можливості для захисту критично важливих об'єктів, забезпечення безпеки публічних заходів та моніторингу зон з особливим режимом. Однак, ефективність цього методу значною мірою залежить від розробки та інтеграції передових алгоритмів обробки сигналів та штучного інтелекту для аналізу акустичних даних.

Список використаних джерел:

1. Sadasivan S., Gurubasavaraj M., Sekar S. R. Acoustic signature of an unmanned air vehicle exploitation for aircraft localisation and parameter estimation // Defence Science Journal. 2001. Vol. 51, No. 3. P. 279–284.

2. Карташов В. Розроблення системи комплексної обробки оптичних, інфрачервоних, акустичних і радіолокаційних сигналів для виявлення безпілотних літальних апаратів, визначення їх координат та параметрів руху : звіт про НДР. Харків, 2020. 393 с.

3. Kartashov V., Pososhenko V, Voronin V., Kolesnik V., Kapusta A., Rybnikov N. (2021). Methods for detection-recognition of radar, acoustic, optical and infrared signals of unmanned aerial vehicles. Radiotekhnika, 2 (205), 138–153. https://doi.org/10.30837/rt.2021.2.205.15

УДК 621.396.9:534.86]:623.746-519
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.83

ПОРІВНЯННЯ АЛГОРИТМІВ ПЕЛЕНГУВАННЯ БПЛА ЗА АКУСТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Крайник К. І., Орлов Д. І., Козловець С. О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС
e-mail: kostiantyn.krainyk@nure.ua, danylo.orlov@nure.ua,
serhii.kozlovets@nure.ua

In this work, the methods of detection and recognition of unmanned aerial vehicles by the Bartlett, Capon and mutual correlation function methods are considered. An analysis of the advantages and disadvantages of these methods and the peculiarities of their use was carried out.

Основним завданням при проектуванні БПЛА є забезпечення низького рівня виявлення, цього можна досягти за рахунок використання композиційних матеріалів (вуглецеві, арамідні тканини), мінімізації площі розсіювання та низького теплового випромінювання двигунами. Саме тому виникла необхідність в виявленні дронів методами акустичної локації, яка базується на виявленні БПЛА через акустичне випромінювання винтів.

Так для вимірювання та виявлення координат БПЛА використовуються одноелементні та багатоелементні акустичні решітки. Різниця в цих системах полягає в тому, що багатоелементна система дозволяє автоматично адаптуватися до зміни прийому сигналу, в той час як одноелементна система не має цієї можливості, тому більш широкого використання здобули адаптивні антенні решітки.

Зараз існує дуже велика кількість різноманітних алгоритмів які дозволяють виявити БПЛА, але найбільш цікавими та ефективними є методи Бартлетта, Кейпона та взаємної кореляційної функції.

Їх особливість полягає в тому, що вони дозволяють отримати кількість та кутові координати джерел акустичного випромінювання, при цьому не впливаючи ніяким чином на діаграму спрямованості, а використовучи лише необхідні алгоритми для оцінки сигналів, що досліджуються.

Особливість використання метода Барлетта полягає в тому, що можна дослідити необхідний кутовий сектор (потенційне місце об’єкту), тоді направлення з найбільшою потужністю, що приходить на ААР і буде відповідати напряму приходу корисного сигналу (БПЛА). Але даний алгоритм містить недоліки які пов’язані з низькою роздільною здатністю, яка залежить від АР та неможливістю виявити БПЛА при наявності в кутовому секторі більше одного джерела акустичного випромінювання. А для того, щоб підвищити роздільну здатність АР виникає необхідність у збільшенні

кількості елементів, які використовують в акустичній решітці і фактично являється єдиним способ в підвищенні ефективності системи.

Оцінкою істинного напрямку приходу сигналу є кут, який відповідає піковому значенню спектра. У порівнянні зі стандартним методом формування променя метод Кейпона, що характеризується в більшості випадків більш високою роздільною здатністю, вимагає додаткового звернення матриці [1]. Незважаючи на те, що цей метод потребує більш потужної системи для обчислювальних операцій, так як з'являється велика кількість вибірок, також виникає проблема з ефективністю цієї системи у тому випадку, коли акустичні джерела випромінювання є корельованими або при малих значеннях вибірки.

Спираючись на вищесказане, можна вважати, що алгоритм виявлення БПЛА методом Кейпона є більш ефективнішим, ніж метод Баттлера, тому що в цьому випадку використовуються додаткові ступені свободи для фокусування енергії вздовж напрямку пеленгу об'єкта (рис. 1).

а б

Рисунок 1 - Просторовий спектр для оцінки напряму джерела сигналу за методом Бартлетта (а) та Кейпона (б) [1]

Аналізуючи рис. 1 можна вважати, що метод Бартлетта має свої недоліки, які пов'язані зі збільшенням роздільної здатності і при цьому на результат оцінки ніяким чином не впливають тривалість спостереження та відношення сигнал/шум, в той час як метод Кейпона є більш ефективним через свою роздільну здатність та залежить від рівня отриманого сигналу.

Однією з особливостей акустичного випромінювання в сучасних БПЛА є наявність вузькосмугових тональностей та широкосмугових шумоподібних елементів, які випромінюються з винтів БПЛА. Коли мова заходить про використання алгоритмів Бартлета або Кейпона, то в цьому випадку враховуються лише вузькосмугові сигнали. Для виявлення широкогосмугових завад, які випромінюються винтами дрона широкого застосування знайшов алгоритм взаємної кореляційної функції

Вимірювання зсуву часу приходу широкосмугового акустичного сигналу до окремих мікрофонів МР проводиться шляхом обчислення положення максимумів ВКФ сигналів, що приймаються відповідними мікрофонами і чим ширша смуга частот сигналу, тим вужче кореляційна функція [2].

Отже, спираючись на дослідження [2] можна стверджувати, що метод

Кейпона має набагато більшу роздільну здатність та менший рівень бічних пелюсток, ніж метод Бартлетта (рис. 2), а використання взаємної кореляційної функції в широкій смузі дозволяє збільшити точність вимірювання кутового положення.

Рисунок 2 – Ізолінії досліджуваних алгоритмів акустичного сигналу винтомоторної групи БПЛА [2]

Так на рис. 2 зображені результати експериментального дослідження, при якому було задано кутове положення джерела акустичного випромінювання, результати виміру оброблені методами Бартлета, Кейпона та методом взаємної кореляційної функції, де червоний колір - це задане положення БПЛА, а чорний - це результат експерименту.

Таким чином, необхідність виявлення БПЛА є важливим завданням, яке не тільки потребує наявності апріорної інформації, але й адаптування системи до можливих змін (шумова складова, конфігурація акустичної решітки, кількість елементів АР і т.д.).

Так в даній роботі були розглянуті алгоритми Бартлетта, Кейпона та взаємної кореляційної функції, де найменш ефективним є метод Бартлетта через неможливість розширити роздільну здатність при збільшенні рівня сигнал/шум або збільшенню тривалості спостереження.

Методи Кейпона та Бартлетта виявилися найбільш ефективними при виявленні БПЛА, вони дозволяють отримати більш точне місцеположення БПЛА, але при цьому вони також мають недолік, який відображається у необхідності використання потужної обчислювальної машини, що може привести до досить довгого виявлення БПЛА та необхідності використання фільтрів верхніх частот через високу чутливість АР до шумів.

Список використаних джерел: 1. Карташов В. М., Корытцев И. В., Олейников В. Н.,Зубков О. В., Бабкин С. И., Шейко С. А., Левский Н. А. / Алгоритмы пеленгации беспилотных летательных аппаратов по их акустическому излучению // Радиотехника: Всеукр. научн.- техн. сб. 2019. Вып. 196. С. 22–31. 2. Олейников В. Н., Зубков О. В., Карташов В. М., Корытцев И. В., Бабкин С. И., Шейко С. А., Селезнев И. С. / Экспериментальная оценка эффективности алгоритмов пеленгования беспилотных летательных аппаратов по акустическому излучению // Радиотехника: Всеукр. научн.- техн. сб. 2018. Вып. 199. С. 29–37.

УДК 004.96:791

РОЗВИТОК ТА СУЧАСНА СИТУАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ЖАНРУ ІНТЕРАКТИВНЕ КІНО

Бірюков А.І.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
email: artem.biriukov@nure.ua

The idea of interactive cinema emerged long before the era of gaming consoles and smartphones. The concept of choice-driven cinema was first showcased at the 1967 World Exposition in Montreal, Canada. The Czechoslovak black comedy "The Man and His House," created using the Kinoautomat technology, was presented in a special hall where armrests were equipped with two buttons - red and green. The technology of that time significantly exceeded its era; only one film was produced using it, and it was screened approximately 10 times over half a century.

Ідея інтерактивного кіно з'явилася задовго до ери ігрових консолей та смартфонів. Перший раз концепцію вибіркового кіно продемонстрували глядачам на Всесвітній виставці 1967 року в Монреалі, Канада. Фільм, що вражає можливістю вибору, став чехословацькою чорною комедією "Людина та її будинок", створеною за технологією Kinoautomat. Його показували у спеціальному залі, де в підлокітники сидінь були вбудовані дві кнопки - червона та зелена. Технологія того часу значно випереджала свій час: вона використовувалася лише для одного фільму, який демонстрували протягом півстоліття, приблизно 10 разів.

Інтерактивне кіно як жанр відеоігор своїм корінням сягає набагато глибше, ніж передбачає більшість людей. Ще з часів ранніх аркадних автоматів люди шукали спосіб поєднати два медіуми. Тому аналіз розвитку жанру інтерактивного кіно, з'ясування його основних етапів розвитку та ключові фактори, що вплинули на формування жанру є актуальною задачею.

Інтерактивне кіно представляє собою різновидність відеоігор, в якому геймплей представлений в кінематографічному стилі, з великою увагою до сюжету і часто з використанням відеозаписів з живими акторами або анімацією.

У 70-х роках промисловість відеоігор лише починала свій розвиток. Технології того періоду були досить обмеженими, що ускладнювало створення довгих ігор з глибоким сюжетом. Крім того, відеоігри представляли щось нове, і тому привертало увагу користувачів самим ігровим опитом.

До числа таких відеоігор можна віднести "The Driver". У цій грі гравець повинен переслідувати червону машину по складних сільських дорогах, уникати зіткнень з іншими автомобілями та перешкодами. Також до

гри входило кілька змінних плівок з різними автомобілями та локаціями. Відеоматеріал для цієї гри був відзнятий на 16-міліметрову плівку та відтворювався за допомогою проектора.

В 80-х з виникненням нових технологій відкрилися нові можливості і простір для творчості. Разом із цим зросли і вимоги споживачів. В цей момент користувачі не проявляли інтересу до простих симуляторів. Тому в іграх все частіше з'являвся сюжет. Хоча він досить простий, тому різниця між однією грою та іншою виявляється менш виразною.

На фоні цього з’явилася гра "Dragon`s Lair". Цю гру вважають першим інтерактивним фільмом. Вона визначалася складним і тривалим сюжетом та вражаючою анімацією, створеною спеціально для гри. З моменту виходу вона стала популярною і вже в перші місяці виправдала свої витрати.

Протягом першої половини нульових років не існувало жодної великої чи вагомої гри в жанрі інтерактивного кіно. Тимчасово подібні ігри створювалися невеликими незалежними студіями по всьому світу. Тільки в 2005 році ситуація різко змінилася з виходом гри "Fahrenheit" від студії Quantic Dream. Цей період можна вважати перехідним етапом в історії інтерактивного кіно як жанру відеоігор.

Друге десятиліття 21 століття визначається як початок нової ери для жанру інтерактивного кіно. Зараз технології настільки розвинені, що дають змогу створювати різноманітні ігри та сюжети, дозволяють експериментувати з форматом і механікою. Єдиним обмеженням залишається тепер лише людська уява.

Гарним показником є популярна гра 2018 року "Detroit: Become Human", створена компанією Quantic Dream. У неї виявляється глибокий філософський підтекст, що спонукає до задумів – "що робить людину людиною?". Кожен вибір значущим чином впливає на розвиток сюжету. У цій грі існує десятки можливих завершень та варіантів розвитку подій.

Проаналізувавши ключові етапи розвитку, можна зробити висновок, що з часом фокус змістився с ігрової механіки на сюжет, персонажів і їх взаємовідносини. Протягом років темп розповіді помітно зменшився, а сторітелінг став більш глибоким та розгалуженим. Тематика також еволюціонувала від пригодницької розповіді про хороброго героя до загадкового детективу, а потім до абсолютно фантастичних історій, які відкрито говорять о сучасних проблемах.

У 70-х роках споживачі були зацікавлені саме процесом гри, оскільки відеоігри тільки починали свій розвиток. У 80-х роках, з виходом "Dragon's Lair", ігри привертали гравців яскравою графікою та підвищенням рівня геймплею. Пізніше, в іграх 90-х років, гравців цікавили головоломки, приховані за таємничими сюжетами. Нинішні часи відзначаються надзвичайною різноманітністю, творчими і новими сюжетами. Сучасні ігри спонукають прив'язуватися до персонажів та перейматися їх історією.

УДК 621.396.96:623.746-519

ВИБІР ФІКСОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ АЛГОРИТМІВ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА РАДІАЛЬНОЮ ШВИДКІСТЮ

Сільянов А.О.
Науковий керівник – к.т.н., доцент Ковальчук А.О.
Харківський національний університет Повітряних Сил,
м. Харків, Україна
e-mail: inna700nf@gmail.com

Multifunctional radars allow tracking several air objects at the same time in the time division mode. Tracking mode of various air objects in the radar is provided by radio tracking systems in terms of range, radial velocity and angular coordinates, which, as a rule, use digital systems for processing and filtering spatial coordinates, the algorithms of which are synthesized on base of adopted model the air objects movement and model of observation. The paper proposes a method for selecting apriori uncertain characteristics of external influences, which are used in models of air objects movement and models of observations for synthesis of tracking algorithms with fixed parameters.

Здатність сучасних безпілотних літальних апаратів, крилатих ракет та новітніх винищувачів [1] до раптових інтенсивних маневрів може призводити до суттєвого погіршення якості їх радіолокаційного супроводження багатоканальними РЛС за дальністю, кутовими координатами, та радіальною швидкістю. Використання в сучасних радіолокаторах фазованих антенних решіток у комбінації з цифровими методами обробки радіолокаційної інформації дозволяє забезпечувати оперативне керування діаграмою спрямованості та супроводжувати декілька цілей в режимі розподілу часу, в більшості випадків, без адаптації до характеристик зовнішніх впливів. При цьому, при супроводженні високоманеврених повітряних об'єктів відбувається суттєве зниження точності та стійкості супроводження відносно ділянки відсутності маневрування, яка може бути достатньо тривалою.

Однією із проблем, є вибір фіксованих значень параметрів алгоритмів функціонування радіотехнічних слідкуючих систем за радіальною швидкістю. Відомим методом здійснення вибору фіксованих значень параметрів є забезпечення мінімальної похибки слідкування в найбільш складних умовах. Дотримуючись даного підходу, середньоквадратичне відхилення прискорення повітряних об'єктів приймається максимально можливим, а величина відношення сигнал/шум – мінімальною. Однак інтенсивний маневр може відбуватися досить рідко і тому в звичайних умовах супроводження має місце істотне погіршення точності в порівнянні з потенційно досяжною. Якщо фіксовані значення параметрів алгоритмів слідкування розраховуються для "середніх" умов супроводження, тобто

для математичних очікувань характеристик моделей руху повітряних об'єктів і спостережень, то при такому підході можливе суттєве погіршення стійкості та зрив супроводження на ділянці інтенсивного маневрування повітряного об'єкта. Покращення стійкості супроводження радіотехнічними слідкуючими системами маневруючих повітряних об'єктів пов'язано із відповідним корегуванням алгоритмів слідкування з фіксованими параметрами.

Для рішення задачі вибору фіксованих параметрів алгоритмів функціонування радіотехнічної слідкуючої системи за радіальною швидкістю пропонується:

– визначити діапазон можливих значень параметрів вибраної моделі руху цілі [2];

– синтезувати структуру системи супроводження за радіальною швидкістю, розраховуючи параметри алгоритму слідкування оптимальними за критерієм мінімуму середнього квадрата помилки [3];

– визначити параметри статистичних характеристик частотного дискримінатора при різних відношеннях сигнал/шум [4];

– користуючись шириною апертури характеристики частотного дискримінатора знайти залежність ймовірності відсутності зриву супроводження від параметрів моделей руху повітряних об'єктів та спостережень, у відповідності до яких розраховуються фіксовані значення параметрів алгоритму слідкування;

– провести фіксацію значень параметрів алгоритму функціонування радіотехнічної слідкуючої системи за радіальною швидкістю, які забезпечують максимальну ймовірність відсутності зриву супроводження повітряних об'єктів.

Запропонована методика може застосовуватись для вибору фіксованих значень параметрів алгоритмів функціонування радіотехнічних слідкуючих систем багатоканальних РЛС, при яких забезпечується максимальна стійкість супроводження сучасних маневруючих повітряних об'єктів.

Список використаних джерел

1. Довідник учасника АТО: озброєння і військова техніка Збройних Сил Російської Федерації / А.М. Алімпієв та ін. Харків, 2015. 732 с.

2. Singer R.A. Estimation of the characteristics of the optimal filter for tracking a manned target // Foreign Radio Electronics. 1971. Vol. 8. P. 40–57.

3. Радіоелектронні системи / Ю.М. Сєдишев та ін. Харків : ХУПС, 2010. 418 с.

4. Хісматулін В.Ш., Ковальчук А.О., Сосунов О.О., Сачук І.І. Оцінка стійкості супроводження цілей за допомогою еквівалентного розміру апертури характеристики дискримінатора. *Системи обробки інформації*. 2004. №2. С. 125–132.

УДК 004.946

ВИКОРИСТАННЯ P2P ТА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ МОДЕЛЕЙ У БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКИХ ІГРАХ

Кулик О.О.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна, email: d_res@nure.ua

This paper explores the evolving landscape of multiplayer game architecture, highlighting the transition from traditional client-server models to innovative peer-to-peer (P2P) frameworks and the emergence of hybrid systems. It delves into the technical challenges and solutions inherent in designing scalable, efficient, and secure multiplayer experiences.

Багатокористувацький режим у відеоіграх, також відомий як multiplayer, дозволяє гравцям взаємодіяти в віртуальному просторі через індивідуальні копії гри на персональних пристроях. Для встановлення з'єднання між гравцями використовуються централізовані сервери або прямі підключення, де пристрої обмінюються інформацією про дії гравців для забезпечення синхронізації ігрового процесу.

В архітектурі багатокористувацької гри виділяються дві основні моделі: Peer-to-Peer (P2P) і клієнт-сервер. P2P модель забезпечує децентралізацію та масштабованість, в той час як клієнт-серверна пропонує централізоване управління та стабільність. Далі в статті більш детально розглянуто переваги та виклики кожної з моделей.

Peer-to-peer (P2P) архітектура є ключовим елементом в проектуванні мережевих систем, включаючи багатокористувацькі ігри, де кожен учасник (пір) має можливість безпосередньо взаємодіяти з іншими учасниками без необхідності використання централізованого сервера. Ця модель сприяє створенню децентралізованих мереж, які можуть підвищити ефективність використання ресурсів та знизити залежність від одного контрольного вузла.

Архітектура P2P забезпечує масштабованість без централізованого сервера, знижуючи ризик вузьких місць і покращуючи продуктивність при додаванні нових учасників. Відмовостійкість підвищується за рахунок розподіленості, де відсутність окремих вузлів не впливає на роботу всієї системи. Зниження затримок досягається через прямий обмін даними між клієнтами, особливо ефективний для фізично близько розташованих учасників. Економія ресурсів відбувається завдяки використанню обчислювальних можливостей учасників мережі замість централізованих серверів. Однак, P2P стикається з викликами у забезпеченні безпеки даних через децентралізацію, вимагає складних алгоритмів синхронізації для управління станом гри між учасниками, та може призвести до нерівномірного розподілу навантаження.

P2P архітектура знаходить своє застосування в різноманітних областях, включаючи файлообмінні мережі, децентралізовані соціальні мережі, блокчейн-технології та, звісно, в багатокористувацьких іграх. У контексті ігор, P2P підходить для створення локальних мережевих ігор або онлайн ігор з невеликою кількістю учасників, де важливо знизити затримку та оптимізувати використання ресурсів.

Клієнт-серверна архітектура є основою багатьох сучасних мережевих систем, включаючи веб-сайти, корпоративні додатки, та інтернет речей (IoT). В цій моделі, клієнти (наприклад, веб-браузери або мобільні додатки) ініціюють запити до серверів, які обробляють ці запити та повертають відповідні результати. Централізація ресурсів та обробки даних на сервері дозволяє ефективно керувати великими обсягами даних та забезпечувати безпеку стану системи.

Клієнт-серверна архітектура вирізняється централізованим управлінням даними, де сервер служить основним джерелом інформації, що сприяє легкій синхронізації даних. Це також спрощує впровадження заходів безпеки, оскільки зусилля можуть бути зосереджені на захисті одного сервера, забезпечуючи контроль доступу та шифрування. Легкість розширення та оновлення є іншою перевагою, оскільки зміни в програмному забезпеченні вимагають втручання лише на сервері, не торкаючись клієнтських пристроїв. Серверна оптимізація дозволяє ефективно обробляти дані, мінімізуючи вимоги до обчислювальної потужності клієнтських пристроїв.

Однак, масштабування клієнт-серверних систем може зіткнутися з проблемами через потенційні вузькі місця на серверах, що вимагає значних інвестицій у апаратне забезпечення або хмарні ресурси для підтримки зростаючого обсягу користувачів та запитів. Відмовостійкість також стає викликом, оскільки проблеми з сервером можуть призвести до загальної недоступності послуг. Крім того, залежність від мережевого з'єднання обмежує доступність даних та функцій у випадках поганого інтернет-зв'язку, особливо у віддалених або погано підключених регіонах.

Клієнт-серверна архітектура широко застосовується у веб-розробці, корпоративних додатках, базах даних, електронній комерції, іграх з централізованим сервером для багатокористувацьких режимів та інших сценаріях, де потрібна надійна обробка та зберігання даних. Також вона є основою для більшості сервісів інтернету речей, де сервер обробляє дані з множини пристроїв.

Також існують гібридні мережеві архітектури, тобто інтегрують клієнт-серверні та однорангові (P2P) підходи, покращуючи масштабованість, гнучкість та відмовостійкість систем. Вони ефективні у сценаріях з високими вимогами до обробки даних, безпеки та надійності, знаходячи застосування в хмарних обчисленнях, IoT, обробці великих даних та медіа платформах.

Розробка та управління мережевими архітектурами, особливо гібридними, стикаються з технічними викликами, що вимагають глибокого розуміння технологій і застосування передових практик. Виклики безпеки в мережах, зокрема вразливість до атак типу Man-in-the-Middle (MitM) і Distributed Denial of Service (DDoS), потребують використання криптографічних протоколів як TLS для шифрування, а також аутентифікації та авторизації для контролю доступу. Для виявлення та реагування на підозрілу активність важливі системи IDS/IPS.

Масштабування вимагає технологій контейнеризації та оркестрації, як Docker і Kubernetes, для ефективного розгортання та управління мікросервісами, а алгоритми балансування навантаження забезпечують рівномірний розподіл запитів.

Управління даними в розподілених системах включає використання розподілених баз даних і систем управління версіями для забезпечення високої доступності та відмовостійкості. Протоколи консенсусу, такі як Raft або Paxos, забезпечують консистентність даних.

Зниження затримок у мережі досягається через використання edge computing для розміщення ресурсів ближче до кінцевих користувачів та оптимізації мережевих протоколів, наприклад QUIC, який зменшує кількість RTT.

Ефективна робота з великими обсягами даних вимагає впровадження технологій Big Data, як-от Hadoop для обробки датасетів та Elasticsearch для швидкого пошуку, а також використання спеціалізованих СУБД, таких як MongoDB або Apache HBase.

У підсумку, вибір між моделями залежить від специфіки гри, з важливістю інтеграції передових технічних рішень для створення захоплюючого ігрового досвіду. Клієнт-серверні системи пропонують стабільне управління ресурсами, але мають вразливості у масштабуванні та точки єдиної відмови. P2P моделі покращують масштабованість і зменшують залежність від центральних серверів, але вимагають додаткових зусиль для управління безпекою та консистентністю даних.

Список використаних джерел: 1. Intro to multiplayer network and server models. unity. URL: https://unity.com/how-to/intro-to-network-server-models (дата звернення: 20.02.2024). 2. Difference between Client-Server and Peer-to-Peer Network. GeeksforGeeks. URL: https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-client-server-and-peer-to-peer-network (дата звернення: 20.02.2024). 3. Glazer J., Madhav S. Multiplayer game programming: Architecting networked games. – Addison-Wesley Professional, 2015. 4. Поповська К. О. Методи оптимізації процесу фрагментації контенту в пірингових файлообмінних мережах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Поповська Катерина Олегівна – Харків, 2017. – 28 с.

УДК 621.396.96

СИСТЕМИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ І РАДІОПРОТИДІЇ

Костров Є.О.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна, e-mail: yevhenii.kostrov@nure.ua

This work explores the field of Radio Electronic Intelligence (REI) and Radio Countermeasures (RCM), examining their applications and advancements. REI systems play a crucial role in modern warfare, gathering vital information on enemy communications and electronic systems. RCM, on the other hand, focuses on disrupting and deceiving those same systems to achieve battlefield superiority. We'll delve into the historical development of these technologies, tracking their evolution from rudimentary techniques to the sophisticated systems in use today.

Радіоелектронна розвідка (РЕР), (абр. РЕР; англ. Electronic signals intelligence (ELINT)) – це система збору розвідувальної інформації про противника шляхом перехоплення та аналізу його радіоелектронних сигналів. РЕР відіграє важливу роль у сучасній війні.

Перші напрацювання для військових цілей у цьому напрямку почали вести ще у 1898 році Системи РЕР використовують широкий спектр методів, включаючи радіоелектронну розвідку (SIGINT), розвідку зв'язку (COMINT) та електронну розвідку (ELINT), щоб створити цілісну картину переміщень, можливостей та намірів противника.

РЕР може визначити місцезнаходження ворожих підрозділів, виявити закономірності в їхньому зв'язку та отримати важливі деталі щодо їхніх систем озброєння та тактики.

РЕР може бути поділена на радіорозвідку, радіотехнічну розвідку, радіолокаційну розвідку, теплову та інфрачервону розвідку, лазерну розвідку, телевізійну розвідку, звукову розвідку, гідроакустичну розвідку.

РЕР відіграла ключову роль у багатьох війнах. Наприклад, під час Другої світової війни РЕР допомогла союзникам розшифрувати код німецької шифрувальної машини Enigma, що дало їм значну перевагу.

Проте ефективність РЕР нейтралізується її взаємною протилежністю – системами захисту від радіоелектронних засобів (ЗРЕЗ). ЗРЕЗ представляють собою комплекс технологій та тактик, призначених для захисту власних комунікацій та електронних систем від ворожого порушення та експлуатації.

Наприклад, радіочастотний обман передбачає передачу оманливих сигналів для того, щоб заплутати або обдурити ворожі системи РЕР, приховуючи справжні переміщення військ та їхні наміри. Таким чином, наприклад, на радарах для станцій протиповітряної оборони можуть бути

хибні цілі, які будуть відволікати війська ППО та давати змогу справжнім ракетам, БПЛА чи літакам досягти своїх цілей.

Дуже важливим прикладом використання ЗРЕЗ є радіоелектронна рушниця – це пристрій, який використовує радіочастотні хвилі для виведення з ладу або пошкодження електронних пристроїв. Завдяки ньому перший час у російсько-українській війні багато розвідувальних БПЛА не мали змоги працювати на полі бою.

Існують різні платформи, які використовуються для експлуатації систем РЕР та ЗРЕЗ:

1. Літаки – використовуються для перевезення систем РЕБ на великі відстані. Вони можуть бути оснащені різними системами РЕБ, включаючи РЕБ-передавачі, РЕБ-приймачі та РЕБ-засоби постановки перешкод.

2. Супутники – використовуються для перевезення систем РЕБ на орбіту. Вони можуть бути оснащені різними системами РЕБ, включаючи РЕБ-передавачі, РЕБ-приймачі та РЕБ-засоби постановки перешкод.

3. Бронетранспортери – використовуються для перевезення систем РЕБ на поле бою. Вони забезпечують захист систем РЕБ від вогню противника.

4. Кораблі – використовуються для перевезення систем РЕБ у море. Вони можуть бути оснащені різними системами РЕБ, включаючи РЕБ-передавачі, РЕБ-приймачі та РЕБ-засоби постановки перешкод.

РЕР використовується не лише у військових, але й у цивільних сферах, таких як боротьба з тероризмом, контроль кордонів, моніторинг навколишнього середовища тощо.

Так, наприклад, теракти 11 вересня 2001 року стимулюють розвиток РЕР для боротьби з тероризмом.

Симбіотичний зв'язок між РЕР та ЗРЕЗ проявляється в їхньому постійному розвитку. Вдосконалення РЕР потребує розробки більш складних методів ЗРЕЗ для підтримки безпечного електронного середовища. І навпаки, посилення ЗРЕЗ змушує системи РЕР підвищувати свою чутливість та можливості обробки сигналів, щоб залишатися на крок попереду в цій технологічній гонці озброєнь.

Підбиваючи підсумки, на основі аналізу сучасних тенденцій у розвитку систем радіоелектронної розвідки та радіопротидії, варто звернути увагу на інтеграцію штучного інтелекту із засобами збору та аналізу даних. Розробка алгоритмів машинного навчання для автоматизації процесів розпізнавання, класифікації та аналізу сигналів дозволить підвищити ефективність роботи систем, забезпечуючи оперативне реагування на загрози та забезпечуючи високий рівень захисту від радіоелектронних загроз. Під час боротьби української нації за життя, вважаю цю тему актуальною.

Список використаних джерел:

1. Радіоелектронна розвідка Збройних Сил України. Режим доступу до ресурсу: https://mil.in.ua/uk/articles/137316/ (дата звернення: 04.03.2024).

2. Левченко О.В. Розвідка та іноземні армії. Інформаційна робота. 2022. – 124 с.

3. Базавляк О. С. Огляд існуючих РЛС та перспективи їх розвитку // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 23 Міжнар. молодіж. форуму, 16–18 квітня 2019 р. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – Т. 3. – С. 38–39.

4. Средства функционального подавления радиоэлектронных средств малоразмерных беспилотных летательных аппаратов с фокусировкой электромагнитного излучения / А. В. Гомозов, Д. В. Грецких, А. В. Демченко, Н. М. Цикаловский // Космическая техника. Ракетное вооружение. - 2018. - Вып. 1. - С. 13-19. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ktrv_2018_1_5

5. Гомозов А.В., Грецких Д.В., Шарапова Е.В., Цикаловский Н.М. Фокусировка электромагнитного излучения в средствах функционального поражения беспилотных летательных аппаратов средней и большой дальности / Технология приборостроения, науч.-технич. журнал, Гос. предпр. науч.-иссл. технологич. ин-т. – Вып. 1′ 2017 г – Х., 2017. – с. 3 – 8

УДК 621.396.96

ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЦІЛЕЙ, ЩО НИЗЬКО ЛЕТЯТЬ, МЕТОДОМ ФОНОВОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ

Матвієнко Є. П.
Науковий керівник – к.ф.м.н., доц. Бабиченко. О. Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП
Харків, Україна
e-mail: yehor.matviienko@nure.ua.

The background radar method is pivotal in detecting small, low-flying targets, but conventional radar systems face challenges in effectively identifying these targets due to weak echoes and interference complexities. Our study explores innovative solutions, focusing on spectral scaling processing to refine radar signals and enhance sensitivity to small targets while minimizing interference. By fine-tuning signal frequency content, this approach offers a streamlined solution to bolster radar performance without compromising existing functionalities.

In this paper, we delve into the integration of spectral scaling within radar systems, aiming to enhance target detection capabilities. Through refining spectral information and improving signal-to-interference ratios, our approach enables radar systems to detect small, low-flying targets with unprecedented accuracy and reliability.

Виявлення невеликих цілей на низькій висоті, що повільно рухаються, є серйозною проблемою, що ставить під загрозу громадську безпеку та особисту конфіденційність. Наземний радар, відомий своїми можливостями безперервного спостереження, є ключовим у цьому прагненні. Однак розрізнення малих цілей серед перешкод залишається проблематичним, що призводить до помилкових тривог або пропущених виявлень.

Взаємодія між невеликими цілями та їх фоновим середовищем ускладнює проблему, оскільки відлуння часто затьмарюються земними перешкодами, а низька швидкість цілі посилює проблему. Існуючі радіолокаційні методи важко відрізняють малі цілі від наземних перешкод, що повільно рухаються, що призводить до численних помилкових тривог.

Вирішення цієї проблеми вимагає модернізації радіолокаційних систем для виявлення невеликих цілей, зберігаючи здатність виявляти високошвидкісні загрози. Удосконалення в обробці сигналів і алгоритмах розрізнення цілей пропонують багатообіцяючі шляхи для покращення можливостей радарів у складних середовищах, таким чином зміцнюючи заходи безпеки та спостереження.

Виявлення невеликих низьколітаючих цілей за допомогою фонового радіолокаційного виявлення створює значні проблеми. А саме: Змінність ефективної зони розсіювання. Стелс-технології. Неоднозначність доплерівського сигнатури. Обмеження роздільної здатності та чутливості.

Перешкоди навколишнього середовища. Нечутливість до поляризації.

Вирішення цих проблем має вирішальне значення для підвищення ефективності методологій виявлення БПЛА з використанням фонових радіолокаційних систем

Існують різні підходи, які зараз застосовуються для покращення виявлення малих низьколітаючих цілей за допомогою фонового радара. Серед них виділяють:

Радар з активною фазованою решіткою: Він використовує алгоритм керування променем передачі для придушення наземних перешкод і підвищує точність відстеження цілей у реальному часі за допомогою гнучкого генератора радіолокаційних сигналів.

Бістатичний радар із сигналами 5G: використовується бістатичний радар з сигналами 5G для виявлення цілей на низькій висоті в міських умовах.

Мікродоплерівський аналіз за допомогою радара прямого розсіювання: Цей підхід використовує переваги радара прямого розсіювання, такі як покращена ефективна площа розсіювання та висока роздільна здатність, щоб успішно виявляти обертові лопаті безпілотника, демонструючи значний прогрес у роботі радара.

Одним із помітних досягнень є введення складного алгоритму виявлення, що базується на масштабуванні спектру. Цей новий підхід являє собою значний крок вперед у радіолокаційних технологіях, особливо у сфері виявлення малих цілей. Використовуючи масштабування спектру, радарні системи можуть точно регулювати частотний вміст сигналів, дозволяючи точніше відокремлювати цільове відлуння від фонових перешкод.

Ця інновація вирішує критичну проблему, з якою стикаються звичайні радарні системи, які в основному оптимізовані для виявлення високошвидкісних цілей. Поява малорозмірних цілей представляє унікальні труднощі через їх слабке відлуння та близькість до земних перешкод. Однак, інтегрувавши масштабування спектру в радіолокаційну обробку, ці системи можуть ефективно подолати ці проблеми.

Суть цієї інновації полягає в її здатності уточнювати спектральну інформацію, особливо в низькочастотному діапазоні, де часто знаходяться маленькі цілі. Завдяки покращенню співвідношення сигнал/перешкоди та ізоляції відлуння від цілі, радіолокаційні системи тепер можуть виявляти невеликі низьколітаючі цілі з більшою точністю та надійністю.

Більше того, те, що виділяє цей підхід, це його повна інтеграція з існуючими радіолокаційними системами. Замість того, щоб вимагати повного перегляду, алгоритм масштабування спектру можна реалізувати з мінімальними модифікаціями, забезпечуючи безперервність високошвидкісних можливостей виявлення цілей, одночасно розкриваючи новий потенціал у виявленні малих цілей.

По суті, ця інновація є багатообіцяючим кроком уперед у

радіолокаційних технологіях, пропонуючи оптимізоване рішення для покращення можливостей спостереження для виявлення невеликих низьколітаючих цілей. Оскільки радіолокаційні системи продовжують розвиватися, такі досягнення є ключем до вирішення нових загроз і забезпечення повної обізнаності про ситуацію в складних оперативних середовищах.

Підсумовуючи, прагнення до виявлення невеликих низьколітаючих цілей за допомогою фонового радіолокаційного методу призвело до значного прогресу та інноваційних рішень. Викладені проблеми, включаючи мінливість в ефективній площі розсіювання, стелс-технології, неоднозначність доплерівської сигнатури, межі роздільної здатності, інтерференцію навколишнього середовища та нечутливість до поляризації, підкреслюють складність цього завдання. Проте завдяки синтезу різних досліджень і підходів з'явилися багатообіцяючі шляхи вирішення цих проблем.

Таким чином, кульмінація дослідницьких зусиль у методі фонового радіолокатора пропонує основу для подальшого дослідження та вдосконалення виявлення невеликих БПЛА. Об'єднані дослідження обробки спектрального масштабування та невеликих повільних систем виявлення цілей сприяють постійному прогресу в радіолокаційних технологіях та їх різноманітному застосуванні.

Список використаних джерел:

1. Програмно-визначений радар для виявлення маловисотних повільно рухомих цілей за допомогою керування променем передачі / L. Cai et al. // Дистанційне зондування. 2023. Випуск 15, немає. 13. С. 3371.

2. Rabiner L. R., Schafer R. W., C. M. Rader C. M. Алгоритм перетворення chirp z та його застосування // Bell System Technical журнал:1969. Вип. 48. Вип. 5. С 1249–1292.

3. Sarkar I., Fam A. T. Черезстрокове chirp-Z перетворення: Signal Processing. 2006. Т. 86, № 9. С. 2221–2232.

4. Шефер Р., Бак Дж. Р., Оппенгейм А. В. Обробка сигналу з дискретним часом. 2-ге вид. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, 1999. 870 с.

5. Zubkov, O., Sheiko, S., Oleinikov, V., Kartashov, V., and Babkin, S., Investigation of Efficiency of Detection and Recognition of Drone Images from Video Stream of Stationary Video Camera, Telecomm. Radio Eng., vol. 80, no. 3, pp. 23-37, 2021.

6. Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., Koryttsev, I., Sheiko, S., and Babkin, S., Experimental Estimation of Direction Finding to Unmanned Air Vehicles Algorithms Efficiency by Their Acoustic Emission, IEEE Inter. Sci.-Prac. Conf. Prob. of Infocomm., Science and Tech. (PIC S&T), pp. 175-178, 2019. DOI: 10.1109/PICST47496.2019.9061337.

УДК 621.396.9:534.86 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.99

ФРАКТАЛЬНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ БПЛА ЗА АКУСТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Леушина А.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.leushyna@nure.ua

This work is devoted to the detection and recognition of UAVs by acoustic signals. Acoustic detection is an effective solution as UAVs are becoming more difficult to detect by other detection channels. Fractal methods have a wide range of applications in signal processing and provide successful identification of structural features, which will help in UAV recognition.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) мають велике поширення як в громадянському житті так і у воєнній сфері. В умовах війни БПЛА є корисним засобом протистояння супротивнику, але так само вони є загрозою, оскільки так само можуть використовуватися з боку ворога. Для протистояння цій загрозі необхідно забезпечити виявлення та розпізнавати БПЛА супротивника. В системах військового призначення перевагу надають пасивним методам виявлення БПЛА, зокрема методам пасивної акустичної та оптичної локації. БПЛА як правило являють собою аеродинамічні об’єкти типу моноплан (рис.1) або мультикоптер (рис.2), які є локалізованими джерелами акустичного випромінювання[1]. До акустичних випромінювань БПЛА відносяться: випромінювання механічної природи, шум обертів гвинта та шум двигуна.

Рисунок 1 – БПЛА типу моноплан (SHARK UAV)

Рисунок 2 – БПЛА типу мультикоптер

Особливостями акустичних випромінювань тактичних БПЛА, що ускладнюють їх виявлення, є відносно малий рівень звукової потужності та широка смуга частот (порівняно з іншими акустичними сигналами поля бою), а також висока апріорна невизначеність відносно структури як акустичних сигналів БПЛА, так і перешкод. Дослідження складних коливань, до яких відносять і акустичні сигнали БПЛА, за допомогою аналізу відповідних фазових портретів дає більше інформації, ніж спостереження

часових реалізацій.

Останнім часом для аналізу подібних сигналів використовують метод побудови псевдо фазової площини (ПФП) з часовою затримкою. В ПФП будуються фазові портрети, тобто залежність амплітуди сигналу від цієї ж величини в інший момент часу, що відстає або випереджує даний момент часу на постійну величину. Побудова фазового портрету в ПФП за допомогою сучасних комп‘ютерів можлива в реальному масштабі часу. Приклади фазових портретів акустичного випромінювання БПЛА різних класів наведені на рис. 3,4.

Рисунок 3 – Фазовий портрет акустичного випромінювання БПЛА DJI Phantom 3

Рисунок 4 – Фазовий портрет акустичного випромінювання БПЛА Shahed-136

Фазові портрети БПЛА мають суттєві особливості і їх можна використовувати як характерну ознаку.

Візуальний аналіз безпосередньо ПФП є досить складним через випадкову природу фазових траєкторій сигналу, особливо на фоні шуму. При використанні ж фрактального методу ступінь флуктуацій може бути описаний за допомогою характеристичного коефіцієнта – фрактальної розмірності D. Фрактальна розмірність, як правило, є додатнім нецілим числом і відображає, певним чином, складність форми сигналу. При двомірному представленні прийнятого сигналу, величина D знаходиться в межах $1 \leq D \leq 2$. Більшому значенню D відповідає більший ступінь заповнення фазової площини.

Порівняльний аналіз показує, що відмінності у середніх значеннях фрактальних розмірностей фазових портретів акустичних сигналів можуть бути використані в якості ознаки розпізнавання різних джерел акустичних випромінювань. Крім того, значення дисперсії для БПЛА (особливо літакового типу) є значно меншими, ніж для інших джерел акустичних сигналів [2].

Становить інтерес зіставлення періодичних та хаотичних компонентів сигналу як одна з ознак БПЛА. Для порівняння фрактальних властивостей різноманітних процесів часто застосовують метод Херста. В

цьому методі для аналізу часових рядів використовується безрозмірний показник, який визначається відношенням розмаху R накопиченого відхилення від середнього до середньоквадратичного відхилення S (R/S).

Рисунок 5 – Залежність показнику Херста від частоти обертів двигуна БПЛА DJI Phantom 3

Якщо побудувати залежність параметрів (R та S) в подвійному логарифмічному масштабі ми отримаємо досліджуваний процес у вигляді фрактальної функції. Апроксимуючи визначену фрактальну функцію прямою лінією визначаємо кутовий коефіцієнт H, який називають показником Херста. На рис. 5 наведен графік залежності показнику Херста від обертів частоти обертів двигуна БПЛА Phantom 3, де видно поступове зниження показнику Херста від *H=0,90* при частоті обертів гвинта 45 об/с, до *H=0,53* при частоті обертів гвинта 145 об/с. При чому при перевищенні повітряним гвинтом частоти 100 об/с показник Херста майже перестає змінюватись і коливається в межах *H=0,52* до *H=0,56*, що може вказувати на перехід сигналу в шумоподібний.

Фрактальні методи дозволяють виявити структурні особливості сигналу, в даному випадку акустичного. Результати розглянутих методів показують, що їх використання дозволяє ефективно виявляти БПЛА та відрізняти їх від інших джерел акустичних сигналів.

Список використаних джерел:

1. Олейников В. Н., Зубков О. В., Карташов В. М., Корытцев И. В., Бабкин С. И., Шейко С. А. Исследование эффективности обнаружения и распознавания малоразмерных беспилотных летательных аппаратов по их акустическому излучению // Радиотехника. 2018. Вып. 195. С. 209-217.

2. Бугайов М. В., Нагорнюк О. А. Виявлення акустичних сигналів безпілотних літальних апаратів на основі аналізу їх фрактальної розмірності // Актуальні проблеми проектування, виготовлення і експлуатації озброєння та військової техніки : матеріали Всеукр. наук.-техн. конф., Вінниця, 17–19 травня 2017 р. : зб. тез доп. Вінниця : ВНТУ, 2017. С. 60-62.

3. Oleynikov V., Kartashov V., Sheiko S., Zubkov O. (2022). Determining the location of small unmanned aerial vehicles by acoustic radiation. Radiotekhnika, 3(210), 113–127. https://doi.org/10.30837/rt.2022.3.210.09

УДК 004.928 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.102

СУЧАСНІ ПРОГРАМНІ СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3D АНІМАЦІЇ

Омелаєнко О.О.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: oleksandr.omelaienko@nure.ua

3D animation is one of the most powerful tools for realizing artistic ideas, scientific research and engineering projects. To create high-quality and effective 3D animation, you need to have modern software that provides a variety of options for modeling, texturing, lighting, rendering, and animating 3D objects and scenes. This work will consider modern programs for 3D animation, such as Blender, Cinema 4D, 3ds Max, Autodesk Maya, Unreal Engine and Houdini, its advantages and possible disadvantages. And also determining which of these programs would be the best choice for working on the degree project.

В сучасності, 3D графіка й анімація стали невід'ємними інструментами для реалізації творчих ідей, наукових досліджень чи інженерних проектів. З моменту своєї появи у другій половині двадцятого століття, 3D графіка пройшла багато етапів розвитку й стала значно доступнішою, однак питання вибору програмного забезпечення для роботи з 3D анімацією залишається важливим для багатьох спеціалістів та художників. На сьогоднішній день існує багато програм, що надають різноманітні можливості для моделювання, текстурування, освітлення, рендерингу та анімації 3D об'єктів і сцен. Це огляд і аналіз лише деяких найпопулярніших програм, що найчастіше використовуються у роботі з 3D графікою та анімацією:

Blender [1] – безкоштовна програма з відкритим кодом, яка має великий набір інструментів для роботи з 3D графікою. Вона включає в себе інструменти для моделінгу, скульптингу, анімації, текстуринга, редагування відео та інші. Програма також має активну спільноту, що працює над створенням розширення функціоналу. Це потужне програмне забезпечення, яке використовується як новачками, так і професіоналами у галузі 3D анімації, хоча великі компанії не часто користуються саме нею. Окрім цього можна також виділити деякі її недоліки: її інтерфейс вважають досить складним, та незважаючи на наявність великої кількості функцій, в своїй реалізації вона все ж поступається іншим, більш спеціалізованим, програмам.

Cinema 4D [2] – ця програма є однією з найпопулярніших серед дизайнерів і аніматорів, що розповсюджується на комерційній основі. Вона надає можливості для моделювання, текстурингу та анімації. З її переваг

можна відзначити зручний інтерфейс, легкість в освоєнні, вбудований браузер ассетів та просунуті інструменти роботи з текстурами та шейдерами. Серед недоліків можна відзначити більш слабкі в порівнянні з іншими програмами інструменти моделінгу.

3ds Max [3] – ця програма від компанії Autodesk [3] є однією з найстаріших, однак і досі залишається вкрай популярною у світі 3D анімації. Вона має широкий набір інструментів для моделювання, текстурування, анімації та рендерингу 3D об'єктів. Має дещо складний інтерфейс для початківців, однак вважається легким в освоєнні. 3ds Max за весь час свого існування отримала велику кількість бібліотек та плагінів й гарно інтегрується з іншими програмами компанії. Незважаючи на те, що програма є однією з найстарших, нею й досі користується великим попитом в галузі.

Autodesk Maya [3] – ще одна програма від компанії Autodesk [3] є однією з найбільш розповсюджених у галузі 3D анімації. Вона має великий набір інструментів для анімації, моделювання, рендерингу та текстурування, і використовується у багатьох відомих проектах у галузі кіно та відеоігор. На відміну від 3ds Max, Maya є більш підходящою для роботи з анімацією та візуальними ефектами і також має інтеграцію з іншими програмами компанії.

Unreal Engine [4] – хоча ця програма відома в основному як ігровий рушій, вона також може використовуватися для створення вражаючих 3D анімацій і візуалізацій. Unreal Engine має потужні інструменти для створення ігрових середовищ, а також для моделінгу, анімації та рендерингу. Оскільки рушій в першу чергу був призначений для створення ігор, то він використовує рендеринг в реальному часі, що може видавати дещо гірші результати ніж процедурний рендер. Але він значно кращий в плані вимог до системи та швидший в своїй роботі. Хоч Unreal й поступається в створенні моделей та текстур іншим програмам, та до нього створено багато доповнень, а також він має вбудований браузер асетів. Нещодавно його також почали використовувати великі кінокомпанії для роботи з візуальними ефектами, а саме при створенні "віртуальних кімнат" з моніторами, що використовуються для заміни зеленого екрану. З його переваг також можна відмітити відкритий код та наявність візуального програмування blueprints, що дає .

Houdini [5] – це програма для створення візуальних ефектів і 3D анімації від SideFX. Вона відрізняється великою гнучкістю і можливістю створювати складні ефекти, хоч це і є великою перевагою, це також робить її доволі складною для вивчення. На відміну від інших подібних програм, може вимагати значно більше часу на рендеринг.

Розглянувши найпопулярніші програми в галузі 3D графіки, в атестаційні роботі, яка спрямована саме на анімацію, найкращим вибором були б Blender або Unreal Engine, через їх доступність та відкритий код, що

дозволяє більш гнучко налаштовувати їх під свої потреби. Однак в даній роботі перевагу надано останній програмі. Unreal отримав таку широку популярність через широкий асортимент сторонніх плагінів та блюпринтів, також має вбудоване розширення для оптимізації роботи з освітленням та важкими моделями. Має доступ до розширення MetaHuman, яке дозволяє створювати моделі персонажів високої якості, і має вкрай велику вбудовану бібліотеку ассетів. Через широкий спектр використання Unreal Engine, від створення анімованої відео гри до інтеграції спец. ефектів, тема роботи потребує подальшого розвитку, що буде предметом наступних робіт.

Список використаних джерел:

1. Blender.org [Електронний ресурс]. – режим доступу https://www.blender.org/ (дата звернення 03.03.2024).
2. Maxon.org Cinema 4D [Електронний ресурс]. – режим доступу https://www.maxon.net/en/cinema-4d (дата звернення 03.03.2024).
3. Autodesk.com [Електронний ресурс]. – режим доступу https://www.autodesk.com/ (дата звернення 03.03.2024).
4. Unrealengine.com Unreal Engine 5 [Електронний ресурс]. – режим доступу https://www.unrealengine.com/en-US/unreal-engine-5 (дата звернення 03.03.2024).
5. Sidefx.com Houdini [Електронний ресурс]. – режим доступу https://www.sidefx.com/products/houdini/ (дата звернення 03.03.2024).
6. Боюка М., Рижкова Є., Козловець С., Бобнєв Р. Використання штучного інтелекту в обробці та покращенні якості зображень. Матеріали конференцій МНЛ, (17 березня 2023 р., м. Полтава), 156–158.

УДК 621.396.963.5:623.746-519
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.105

РАДІОЛОКАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ РОЗСІЯНИХ НА АКУСТИЧНИХ ЗБУРЕННЯХ СЕРЕДОВИЩА, СТВОРЮВАНИХ БПЛА

Капуста А.І.
Науковий керівник - д.т.н., проф. Карташов В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, МІРЕС
e-mail: ad_res@nure.ua

Detection of a UAV by radar is a complex scientific and technical problem due to its small radar cross section. As a result, a promising method is the radar of atmospheric disturbances created by the operation of an unmanned aerial vehicle. In turn, radio signals scattered by atmospheric disturbances are characterized by a large a priori uncertainty in the shape of their complex envelope. This circumstance forces us to synthesize an algorithm for processing radio signals adopted within the framework of the most general probabilistic approaches based on statistical differences between pure noise and an additive mixture of «signal plus noise». In this sense, the «energy approach» seems very attractive to research.

Сьогодні актуальність активної та оперативної протидії безпілотним літальним апаратам (БПЛА) є дуже високою. Сучасний безпілотний апарат здатний не лише вести розвідку на обраній території, а й спостерігати за конкретним об'єктом протягом тривалого часу. Крім розвідки, БПЛА здатні перевозити та транспортувати небезпечні вантажі на об'єкти, зокрема вибухівку.

В останні роки сформувалася актуальна науково-технічна проблема виявлення та спостереження БПЛА з метою запобігання виконання ними несанкціонованих дій.

Існуючі методи спостереження за БПЛА [1] досить різноманітні і використовують різні ознаки, що демаскують його на тлі навколишнього оточення. Серед подібних методів значний інтерес представляє активна радіолокація, яку характеризують незалежність від погодних умов, значна дальність виявлення, просторовий дозвіл за дальністю та кутовими координатами, стійкість до перешкод та незалежність від часу.

У свою чергу, існуючі сучасні технології виготовлення БПЛА дозволяють максимально задіяти різні композитні матеріали та спеціальні покриття у його конструкції, що різко знижує ефективну площу розсіювання (ЕПР) дрона як радіолокаційної цілі. Тому при активній радіолокації БПЛА на перший план виходить аналіз сигналу, розсіяного не конструкцією самого дрона, а пакетом акустичних хвиль, які виникають у процесі функціонування літального апарату. Як приклад може бути застосований

методом радіолокації акустичних збурень, що створює безпілотний літальний апарат.

Розсіяні на атмосферних збуреннях радіосигнали характеризуються великою апріорною невизначеністю форми їх комплексної огинаючої, тому ця обставина змушує проводити синтез алгоритму обробки радіосигналів, що приймаються в рамках найзагальніших ймовірнісних підходів, заснованих на статистичних відмінностях чистого шуму та адитивної суміші «сигнал/шум». Через це перспективним бачиться так званий «енергетичний підхід», що полягає в отриманні поточних оцінок енергії коливань, що приймаються, на заданому інтервалі спостереження в смузі частот, яка вже відома досить точно [2].

Якщо взяти до уваги, що для вузькосмугового випадкового процесу подібні оцінки розглядаються як реалізації випадкової величини, що має розподіл «хі-квадрат» з певним параметром нецентральності, то в результаті порівняння поточного значення параметра нецентральності з граничним значенням виноситься рішення про наявність або відсутність нешумової енергії на потрібному інтервалі спостереження.

Цей алгоритм виявлення є оптимальним у сенсі максимуму відношення правдоподібності, а також є інваріантним до рівня шумових коливань. Його реалізація можлива як на програмному рівні, так і з застосуванням апаратної реалізації обробки у реальному масштабі часу, а аналітичні вирази для диференціальної густини ймовірності розподілу «хі-квадрат» дозволяють отримувати якісні характеристики алгоритму виявлення. До його недоліків слід віднести нерозбірливість щодо усіх нешумових сигналів, які потрапляють у смугу пропускання вузькосмугового тракту радіоприймача.

Список використаних джерел:

1. Карташов В. М., Олейников В.Н., Шейко С.А., Бабкин С. И., Корытцев И.В., Зубков О.В. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. 2018. № 195. С. 235-243 (російською).

2. Карташов В.М., Харченко О.И., Посошенко В.А., Колесник В.И., Капуста А.И., Егоров А.Б., Тимошенко Л.П. Обнаружение беспилотных летательных аппаратов с использованием рассеяния радиоволн на акустических возмущениях среды, создаваемых летательным аппаратом// Радіотехніка. 2021. № 206. С.113-122 (російською).

УДК 621.396.96

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВИСОКОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ЧУТЛИВОСТІ ЗА ФІЗИЧНИМИ ФАКТОРАМИ ЇХ СЕЛЕКТИВНОСТІ

Сало С.С.
Науковий керівник– к.т.н., Желанов О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна, e-mail: serhii.salo@nure.ua

Definition of true distributions of elements of orbits of meteors probably under condition of the account of the physical factor of selectivity at statistical processing the received results. The big influence on value of this factor is rendered with length of radar's wave. The best selectivity corresponds to systems with length of a wave about 15 m. For systems with length of a wave of less than 10 m is characteristic bad selectivity of fast meteors.

В даний час велику наукову цінність набуває завдання дослідження еволюції метеорної складової в Сонячній системі, походження метеорних роїв та їх зв'язків із можливими батьківськими тілами – кометними ядрами та астероїдами. У вирішенні даних питань незмінно присутнє завдання визначення істинних розподілів елементів орбіт (нахилу, ексцентриситету та великої півосі) метеорних тіл.

При дослідженні метеорів, недоступних для прямого вивчення, доводиться використовувати непрямі методи спостережень (фотографічні радіолокаційні). Ці методи дають результати, досить сильно спотворені селекцією. Більшість із зареєстрованих наземними методами метеорів відносяться до радіометеорів. При радіоспостереженнях від швидкості метеорного тіла залежить амплітуда відбитого від породженого ним сліду сигналу, отже, найважливішим для радіометеорів є фізичний фактор помічності. При цьому слід підкреслити, що саме вплив фізичного фактора (або використання найпростіших моделей) часто ігнорують при інтерпретації метеорних явищ в атмосфері Землі багато західних дослідників.

Фізичний фактор селективності розрахований для порога ефективної електронної щільності $\alpha_{эф}^{min} = 5 \cdot 10^{10}$ эл/м. У розрахунках використана фізична теорія метеорів [1], і навіть прийняті рівними енергетичні характеристики комплексів. Останнє твердження є правомірним, тобто модернізація комплексів призведе лише до підвищення чутливості, але не як зміни залежності фізичного фактора від швидкості метеорних тіл. Отже, основний внесок у досліджувані залежності вноситиме робоча довжина хвилі радіолокаційного комплексу. У табл. 1 наведено цю характеристику систем, які порівнювалися.

Таблиця 1

Длина волны λ	
Метеорна автоматична радіолокаційна система Харківського національного університету радіоелектроніки МАРС [2]	9.646 м
Метеорна РЛС AMOR, Нова Зеландія [3]	11.45 м
Harvard Radio Meteor Project, США [4]	7.331 м
Radioscience laboratory, Stanford University, США [5]	13 м

На рис. 1 представлені залежності фізичного фактора селективності від швидкості, перерахованих у табл. 1 систем, нормовані значення фізичного фактора селективності для комплексу МАРС на швидкості 40 км/с дорівнює одиниці. На рис. 2 наведені аналогічні залежності, нормовані таким чином, що значення фізичного селективності фактора для всіх комплексів на швидкості 40 км/с рівні одиниці. На рис. 1. та рис. 2. використані такі позначення: графіки 1 відповідають – системі Radioscience laboratory, Stanford University Stanford; 2 – системі AMOR; 3 – системі МАРС; 4 – системі HRMP.

Рисунок 1

Рисунок 2

Як видно із залежностей, наведених на рис. 1 та рис. 2 найкращим з погляду помітності є комплекс Станфордського університету. Це пояснюється найбільшою для розглянутих систем довжиною хвилі РЛС. Збільшення довжини хвилі дозволяє реєструвати більш дрібні метеори, що призводить до збільшення значення фізичного фактора (зокрема, збільшення діапазону інтегрування за масою). Другий важливий висновок - погана помітність (низька ймовірність виявлення) швидких метеорів при спостереженнях на РЛС високої чутливості, що працюють на більш коротких хвилях (крива 4). Ілюстрацією того, як по-різному спотворюються розподіли швидкостей метеорів під впливом фізичного фактора, можуть служити розподіли, наведені на рис. 3 та рис. 4.

Рисунок 3

Рисунок 4

На рис. 3 и рис. 4 наведені розподіли середніх позаатмосферної v_∞ і геліоцентричної v_h швидкостей метеорних потоків, одержаних за результатами визначення індивідуальних орбіт метеорів. Тут зазначено: а) спостереження за програмою HRMP; б) спостереження на комплексі МАРС.

Можливість виявлення метеорів зі швидкостями менше 50 км/с системою HRMP значно нижче, ніж у системи МАРС. Пояснюється це насамперед відмінностями фізичних факторів селективності цих РЛС (див. рис. 1 та рис. 2, криві 3 та 4). Ясно, що цей факт обов'язково позначиться і на розподілі геліоцентричних швидкостей v_h. Це виразно проявляється на рис. 4. Геліоцентрична швидкість є тією характеристикою метеороїда, яка визначає розміри його орбіти. Справді, швидкість руху, якщо знехтувати еліптичність орбіти Землі, визначається виразом, $a = 2/(2 - v_h^2)$, де a – велика піввісь орбіти метеороїда. Звідси випливає, що в Гарвардській базі орбіт індивідуальних метеорів має дефіцит орбіт з малими великими півосями.

Список використаних джерел:

1. Кащеев Б. Л.. Лебединец В. Н.. Лагутин М. Ф. Метеорные явления в атмосфере Земли. М.: Наука. 1967. 260 с.

2. Волощук Ю. И., Кащеев Б. Л., Кручиненко В. Г. Метеоры и метеорное вещество. Киев: Наук. Думка, 1989. 296 с.

3. Baggaley W. J. The meteoroid orbital distribution at 1 au determined by AMOR // ACM 2002. P. 225-229.

4. Hawkins G. S. The Harvard radio meteor project // Smithsonian contributions to astrophysics 1963. V. 7. P. 53-62.

5. Esherman V. R., Yallagher P.B. Radar studies of 15-th magnitude meteors // Astronomical journal. V. 67. P. 245-248.

УДК 004.928

ЕКШН СЦЕНИ У КІНЕМАТОГРАФІ ТА МУЛЬТИПЛІКАЦІЇ – ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СЦЕНИ

Кондратенко Є. М.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: yehor.kondratenko@nure.ua.

This work is a comparison of ways to show action scenes using animation methods and cinematography methods. Animation – is a prolongation of drawing as a method to show the audience information. With the rise of computer technologies animation upgrades its technics but it leaves basic principles. Same goes for the cinematography. Even after upgrading the filming equipment and post-production services, basic principles stay the same. This work compares animated action scenes with ones from films and TV-series, breaking down key differences in frames and approaches producers use.

Аніма́ція (з лат. anima – душа і похідного фр. animation – оживлення), мультиплікáція (з лат. multiplicatio – розмноження, збільшення, зростання) – вид кіномистецтва, твори якого створюються шляхом знімання послідовних фаз руху намальованих (графічна анімація) або об'ємних (об'ємна анімація) об'єктів. На відміну від звичайного кіно при перегляді анімації глядачі бачать не живих акторів, а виключно намальовані, або створені за допомогою засобів 3D-моделювання об’єкти незважаючи на те чи являється персонаж чи об’єкт живим у творі.

Порівняння варто проводити як покадрово, так і планами в цілому. Основною різницею у принципах створення екшн сцени у анімації та кінематографі є наявність актора. І хоча у сучасному кінематографі багато де використовуються технології 3D-моделювання, у основі будь-якої сцени стоїть людина у якості актора. Кінематограф базується на принципі реалізму – глядач має повірити, що те, що відбувається на екрані може відбуватися і у реальному світі. Для досягнення принципів реалізму у кіно актори, ефекти та сцени мають виглядати реалістичними, тобто візуально підпорядковуватися законам фізики, що діють у реальному світі.

Для анімації такого бар’єру немає і усе що можна намалювати – можна проанімувати у повноцінну сцену, оскільки подібні зображення не знаходяться ближче до початку графіку залежності схожості об’єкту на здорову людину від рівня вподобання цього об’єкту людиною, також відомого як ефект «Моторошної долини». Також анімація характеризується гіперболізацією емоцій, рухів та ефектів впливу (Impact Element), які часто додаються для візуальної передачі впливу одного об’єкту на інший.

Вплив дії є одним із ключових показників на які людина звертає увагу під час перегляду. Якщо один персонаж б’є якийсь об’єкт, то просто пока-

завши удар глядач не зможе зіставити себе з персонажем, бо він не побачить впливу цього удару на об'єкт. У такому випадку має бути візуальний прояв впливу – або впливу на персонажа (людина ударила дерево і відчула біль), або на об'єкт (людина ударила лампу і лампа упала на стіл), або на середовище (людина ударила битою дерево і глядач почув сильний звук удару).

Рисунок 1 – Кінематографічна картинка

Рисунок 2 – Анімаційна картинка

Японська анімація, що зараз вважається однією з найкращих у зображенні екшн-сцен, у багатьох своїх роботах базується на коміксах, що дозволяє використовувати статичні кадри коміксу у якості ключових кадрів. Для передавання впливу дії на об'єкти у коміксах використовуються від одного до усіх трьох варіантів впливу дії на об'єкт, що далі переходить у анімацію. Це дозволяє глядачам чітко бачити вплив від тієї чи іншої дії на той чи інший об'єкт. Як приклад у сцені де людина б'є камінь у японській анімації буде кадр, де шкіра на руці буде деформована реакційним імпульсом від удару, сам камінь отримає воронку з епіцентром у місці влучання руки, а також – тріщини, а у повітрі будуть клуби пилу.

У кінематографі вплив дії зазвичай відображається грою акторів, або спецефектами, але через те, що у реальному світі майже не видно більше одного з варіантів впливу дії на об'єкти, то і у стрічках додаткове зображення впливу не потрібне. Тому при зйомці такої самої сцени без відеоефектів не обійтись. А це зменшить реалістичність зображеної дії.

Також одним із ключових аспектів екшн сцени є швидкість об'єкта що виконує дію. Око людини аналізує двовимірну проекцію сцени перед собою, тобто так само, як і камера – зчитує зображення одне за одним та

аналізує його. Так як для анімації гіперболізація є одним із основних принципів побудови сцени, то і швидкість також гіперболізується.

Якщо зняти кидок яблука, а потім зупинити запис і переглядати як яблуко летить по-кадрово – можна помітити, що зображення яблука не чітке. Тобто під час руху об'єкту на великій швидкості – об'єкт буде розмитим. Якщо використовувати принципи анімації під час анімування кидка, то на кадрах буде видно початкову точку, розмитий силует руки під час самого кидку та руку у кінцевій точці. Подібна схема відображає використання нелінійного графіку швидкості. І хоча графіки руху об'єктів у кіно теж дуже рідко бувають лінійними, однак вони набагато ближче до лінійних ніж у анімації.

Сам принцип побудови анімації складається з ключової анімації, повноцінної анімації, плоских кольорів, тіней та світла, і ефектів. На ключовій анімації зображується головний об'єкт, скетчі (схематичне зображення) фону, а також пояснення щодо подальшої анімації. Етап ключової анімації відіграє провідну роль у сприйнятті сцени. Відсутність повноцінного фону сприймається відповідно – у фінальних анімаціях задній план не відволікає від головних подій, тому від сильно розмивається, що відповідає зображенню знятому на об'єктив з великою фокусною відстанню.

Екшн сцени – перш за все – сцени, тому варто розглянути також загальні відмінності у вигляді екшн-сцен з кінематографу та анімації.

Під час анімації екшн сцен використовують як статичні плани, так і рух камери, однак на відміну від кінематографа – у анімаційних сценах вібрація картинки присутня лише у моменти коли глядачу потрібно відчути вплив від дії. У кіно ж режисери, аби додати динаміки та ефект присутності, використовують швидку зміну планів та вібрацію картинки. Однак у цих прийомів є один великий мінус – хореографія акторів виглядає менш деталізовано, ніж якби план був повністю статичний.

Варто згадати також ефект паралаксу, що дуже часто використовується у анімації для додавання динаміки без зменшення деталізації хореографії. Дуже часто цей ефект використовується разом з рухом камери навколо персонажів.

Основні особливості анімації неможливо повністю скопіювати без зменшення реалістичності картинки, однак це і не потрібно. Для створення хорошої екшн сцени для кіно потрібно не забувати що є головним елементом сцени є перш за все сама дія. Тому варто сконцентрувати увагу на створенні якісної хореографії, або на використанні найкращих ефектів і не забувати, що глядач має бачити усе що відбувається, аби отримати задоволення від стрічки.

Тому визначення критеріїв та правил для створення описаних вище, екшн сцен потребує більш широкого підходу через різницю у сюжетах та візуальному, графічному доповненні. Що буде предметом наступних робіт.

УДК 004.032.6

ЕТАПИ СТВОРЕННЯ ВІДЕО

Сидоров Є.О.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: yevhen.sydorov@nure.ua

This work discusses the stages of video shooting, key points and peculiarities of the process, as well as technical and creative aspects necessary for successful realization of video content. Shooting a video is the most important step in the creation of a video, which determines its quality and effectiveness. The whole process of filming maximizes a person's wit, creative vision, creativity and ingenuity.

Відео – це форма медійного контенту, що складається з послідовності зображень, зазвичай супроводжуваних звуком, який записано і відтворюється за допомогою технічних пристроїв, таких як телевізори, комп'ютери, мобільні пристрої та проектори.

Відео може бути створено за допомогою камер для відеозапису, а також за допомогою комп'ютерних програм для створення анімації та спецефектів. Воно може бути використане для різних цілей, таких як розвага, освіта, інформування, реклама, документування подій і багато інших [1].

З розвитком технологій відео стало дуже поширеним форматом контенту в інтернеті, соціальних мережах, телебаченні, кіноіндустрії та інших сферах. Відео дає змогу передавати інформацію та емоції наочніше й динамічніше, ніж багато інших форм комунікації.

Історія відео почалася задовго до винаходу сучасних технологій відеозапису та відтворення. Одним із ранніх прототипів відео був фенакістископ, винайдений 1832 року Йосипом Платином. Цей пристрій давав змогу створювати ілюзію руху шляхом обертання диска з послідовністю зображень.

Подальші розробки та дослідження призвели до створення інших пристроїв, таких як зупраксископ, які також використовували оптичні ілюзії для створення враження руху.

Важливим моментом в історії відео був винахід кінематографа братами Люм'єр 1895 року. Це була перша комерційно успішна система для запису і відтворення рухомих зображень. Фільми, створені за допомогою кінематографа, стали популярними в усьому світі.

Пізніше, у 20-му столітті, технологія відео продовжувала розвиватися. У 1950-ті роки були розроблені перші відеомагнітофони, що призвело до появи телевізійних передач і відеозапису для домашнього перегляду.

З появою цифрових технологій наприкінці 20-го століття відео-

обробка та зберігання відеоматеріалів стали доступнішими й ефективнішими.

Сьогодні відео відіграє величезну роль у культурі, освіті, розвагах і комерції. З розвитком інтернету і мобільних технологій відео стало невід'ємною частиною нашого повсякденного життя.

Відео має унікальну цінність завдяки своїй візуальній і звуковій комунікації. Його емоційна сила, зручність доступу через інтернет і мобільні пристрої роблять його потужним засобом спілкування і навчання. Відео ефективно передає інформацію, привертає увагу в маркетингу та рекламі, а також слугує засобом розваги та культурного вираження.

Саме через те, що відео являє собою потужний інструмент для комунікації, у своїй кваліфікаційній роботі я хочу попрацювати над його повним створенням: розказати про підготовку до зйомок, написання сценарію, розташування камер, роботу зі слайдером, світлом, розкадровку, виставлення декорацій, саунд-дизайн, монтаж, кольорокорекцію та інше [2].

Тепер що стосується самих етапів створення відео. Перший етап – це завжди розробка ідеї. На цьому етапі визначається основна концепція і мета відеоролика, його цільова аудиторія та основні ідеї, які мають бути передані глядачам. Від гарної, оригінальної та цікавої ідеї – напряму залежить успішність майбутнього відео.

Наступний етап – це підготовка сценарію і знімального плану. Сценарій є основою відеоролика, у ньому визначають хронологію подій, діалоги (якщо це потрібно), а також загальний характер і стиль відеоролика. Знімальний план охоплює розподіл знімальних локацій, вибір акторів, а також спеціальних ефектів і атрибутів, необхідних для досягнення бажаного ефекту.

Після завершення підготовчих етапів відбувається сама зйомка відеоролика. На цьому етапі реалізується все, що було заплановано в сценарії та знімальному плані. Це включає в себе роботу з камерою, звукозаписом, освітленням та іншими аспектами процесу зйомки. Вже на цьому етапі відбувається «створення фізичного матеріалу», який ми надалі будемо доводити до ідеалу на монтажі та показувати глядачеві.

Після зйомки слідує етап монтажу. Монтаж відеоролика охоплює обробку і складання всіх матеріалів, отриманих на попередніх етапах. На цьому етапі відбувається вибір найкращих кадрів, монтаж сцен, додавання спецефектів, корекція кольору і звуковий супровід. Із невеликих відзнятих шматочків ми збираємо повноцінне відео, яке надалі презентуватимемо.

Завершальним етапом процесу створення відеоролика є його публікація та поширення. Відеоролик може бути опублікований на різних онлайн-платформах, включно з відеохостингами, соціальними мережами, корпоративними веб-сайтами тощо. Після публікації слідує просування відеоролика з метою залучення цільової аудиторії та досягнення поставле-

них цілей, але це вже трохи інший напрямок.

Створення відеоролика – це творчий процес, який вимагає спільної роботи різних фахівців: від сценаристів і режисерів до операторів і монтажерів. Відеоролик може бути потужним інструментом комунікації, здатним передати складні ідеї та емоції, а також привернути увагу та зацікавити аудиторію [3].

Список використаних джерел:

1. Smith J. The Art of Video Production: A Comprehensive Guide – Routledge, 2020.

2. Johnson R. Cinematography: Theory and Practice – Focal Press, 2017.

3. Digital Video Editing Fundamentals – Online Course, Udemy, 2021.

4. Овчаренко Р. Р. Створення відеоконтенту в жанрі інтерв'ю / Р. Р. Овчаренко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 159–160.

5. Чернов М. М. Технічні аспекти створення інструменталу для неліцензійного дубляжу мультфільмів та сінематиків / М. М. Чернов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 146–148.

УДК 004.032.6+004.932
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.116

ВИЗНАЧЕННЯ ТА ТРАСУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОМАТЕРІАЛІ

Грицаков І.В., Котельніков І.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Супрун О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: ihor.hrytsakov@nure.ua

In today's world, there is a large amount of video material that needs to be analyzed and processed to obtain valuable information. One of the key stages of video processing is object tracking, which allows you to determine the position and movement of objects in a sequence of frames. Tracking is widely used in fields such as video surveillance, augmented reality, video games, video stabilization, and many others.

Трекінг об'єктів у відео є важливою галуззю комп'ютерного зору, яка знаходить широке застосування в різних сферах. Різні методи трекінгу, будь то 2D або 3D, мають свої переваги і недоліки, і їх вибір залежить від конкретних умов і вимог задачі. Використання трекінгу дозволяє ефективно визначати та трасувати об'єкти у відео, що сприяє автоматизації процесів аналітики відеоданих та розширює можливості відеододатків у різних галузях.

2D та 3D трекінг. 2D трекінг фокусується на визначенні положення об'єктів у двовимірному зображенні, тоді як 3D трекінг враховує третю просторову вимірність та дозволяє визначити положення об'єктів у тривимірному просторі. Під час трекінгу об'єктів у відеоматеріалі використовуються різні методи та алгоритми, що базуються на обробці зображень, відстеженні руху, аналізі різних властивостей об'єктів та багатьох інших факторів. Важливим аспектом є точність трекінгу, швидкість роботи алгоритмів та їхню здатність працювати в реальному часі.

2D-трекінг у відео є процесом визначення та відстеження руху об'єктів на двовимірних зображеннях зі стрічки відео. Основним принципом 2D-трекінгу є пошук та відстеження цільових об'єктів на кожному кадрі відео шляхом аналізу

Принципи 3D-трекінгу у відео базуються на використанні тривимірних моделей та відстеженні руху об'єктів на основі двовимірних зображень. Методи 3D-трекінгу дозволяють відстежувати рух та взаємодію об'єктів у тривимірному просторі. Це дозволяє застосовувати їх в різних областях, таких як комп'ютерне зору, доповнена реальність, віртуальна реальність, робототехніка та ігрова індустрія. Наприклад, відеоігри можуть використовувати 3D-трекінг для взаємодії гравця з віртуальними об'єктами у просторі. Деякі методи 3D-трекінгу можуть забезпечувати високу точність

визначення положення об'єктів у тривимірному просторі. Це особливо важливо в застосуваннях, де точність має суттєве значення, наприклад, у хірургічній навігації або відстеженні руху людського тіла для аналізу руху та реабілітації.

Визначення та трасування об'єктів у відео - це процес виявлення та відстеження об'єктів на послідовних кадрах відеоматеріалу. Це важлива задача в області комп'ютерного зору та обробки зображень, яка знаходить застосування в багатьох областях, включаючи відеоспостереження, розпізнавання руху, автоматичну навігацію, віртуальну реальність та багато інших.

Трасування об'єктів у відео включає відстеження об'єктів на наступних кадрах після їх виявлення. Це може бути досягнуто за допомогою різних методів, таких як оптичний потік, кореляційний трекінг, фільтри (наприклад, фільтр Калмана або частково відповідних фільтрів), алгоритми на основі дескрипторів (SIFT або SURF, рисунок 1.1).

Рисунок 1.1 – Алгоритм на основі дескрипторів: SIFT

Метою визначення та трасування об'єктів у відео є отримання точних і надійних результатів, які можуть бути використані для подальшого аналізу або взаємодії з системою. Для досягнення цієї мети необхідно враховувати виклики, такі як зміна освітлення, затінення, перекриття, зміна масштабу та інші фактори, що можуть впливати на точність визначення та трасування об'єктів. Визначення об'єктів у відео передбачає детекцію об'єктів, їх локалізацію та класифікацію.

Для детекції використовуються різні алгоритми, такі як YOLO, SSD і Faster R-CNN, які базуються на глибоких нейронних мережах. Ці алгоритми дозволяють точно визначити об'єкти у відео. Трасування об'єктів у відео включає ініціалізацію треку об'єкта та оновлення його траєкторії. Існують різні методи для цих процесів, включаючи використання фільтрів, таких як Калманівський фільтр і частинковий фільтр, для покращення точ-

ності трекінгу.

Загальною метою визначення та трасування об'єктів у відео є отримання повної інформації про рух та зміну положення об'єктів у часі, що дозволяє виконувати аналіз, розпізнавання та подальшу обробку відео для різноманітних застосувань. Застосування трекінгу в розширеній реальності може бути дуже різноманітним, включаючи ігри, навігацію, допомогу при монтажі або ремонті, віртуальний тест-драйв автомобілів та багато інших сфер. Трекінг у розширеній реальності забезпечує користувачам більш імерсивний та взаємодійний досвід з віртуальними об'єктами у реальному середовищі.

Трекінг відіграє важливу роль при створенні візуальних ефектів у відео і дозволяє створювати реалістичні імітації руху та взаємодії віртуальних об'єктів з реальними сценами. Трекінг об'єктів дозволяє віртуальним об'єктам або ефектам точно взаємодіяти з реальним світом. Застосування трекінгу об'єктів у відеоспостереженні та безпеці відіграє важливу роль. Його можна використовувати для відстеження рухів людей або транспортних засобів у режимі реального часу, виявлення незвичайних або підозрілих активностей, автоматичного розпізнавання об'єктів і виявлення інцидентів.

Список використаних джерел

1. Robust and accurate 2D-tracking-based 3D positioning method: Application to head pose estimation. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S107 7314219300025 (дата звертання: 18.02.2024).

2. A 2D-3D Model-Based Approach to Real-Time Visual Tracking. URL: https://inria.hal.science/inria-00072732/document (дата звертання: 08.02.2024).

3. What Are Some Interesting Applications of Object Detection? URL: https://www.two-i.com/blog/what-are-some-interesting-applications-of-object-detection (дата звертання: 10.02.2024).

4. Tracking and stabilizing motion. URL: https://helpx.adobe.com/ua/after-effects/using/tracking-stabilizing-motion-cs5.html (дата звертання: 08.02.2024).

5. Real-Time Abnormal Object Detection for Video Surveillance in Smart Cities. URL: https://www.mdpi.com/1424-8220/22/10/3862 (дата звертання: 08.01.2024).

6. Інноваційні інструменти просування у соціальних мережах / А. І. Горошко, І. А. Грицаков, О. О. Супрун, Т. С. Супрун // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : матеріали молодіжної школи-семінару VII Міжнародної наук.-техн. конф., 17-21 травня 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 2. – С. 27-31.

УДК 004.928

ОСНОВНІ ЕТАПИ СТВОРЕННЯ 3D-ПЕРСОНАЖІВ

Логвиненко Д.В.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
тел. +38(068) 533-44-98, e-mail: denys.lohvynenko@nure.ua.

This work is devoted to the main stages of creating three-dimensional characters, which have become a necessary component of virtual reality and the computer graphics industry. A look at each stage – from concept to final realization – helps reveal the key insights and challenges involved in creating 3D characters. Starting with the idea and concept, moving through the modeling and texturing phase, ending with animation and visualization, this analysis highlights the importance of harmoniously combining creativity with modern technical achievements.

3D-персонаж - це віртуальна тривимірна модель, що складається з полігонів і має вигляд людини, тварини, якоїсь істоти або фантастичного героя. 3D-персонажі використовуються в комп'ютерних іграх, анімації та кінематографі, рекламі та дизайні, а також для візуалізації даних.

Початковий етап включає у себе розробку концепції персонажа. Визначається яким буде персонаж, його вигляд, особливості характеру та стилю. Ілюстратори та дизайнери вирішують, яким чином персонаж буде виглядати в тривимірному просторі, для цього вони збирають референси та спираючись на них і на поставлену задачу створюють необхідні ескізи.

Другий етап - це моделювання. 3D-художники перетворюють двовимірні зображення в тривимірні моделі. Вони використовують спеціалізовані програми для створення геометричних форм, визначення структури та силуету персонажа.

Існує багато програм для 3D, які можна використовувати для створення 3D-моделей, анімацій та візуалізацій, роздивимось деякі з них. Стандартом індустрії кіно та відеоігор є Autodesk Maya. Досить складне у вивченні програмне забезпечення, але воно може використовуватися для візуалізації дуже реалістичних та деталізованих 3D-моделей. Інша програма яка набуває більшої популярності це Blender. Він має безкоштовний та відкритий код програмного забезпечення для 3D і є чудовим варіантом для тих, хто має обмежений бюджет. Для створення деталізованим моделей найчастіше користуються програмний пакетом ZBrush, він є лідером для створення високополігональних моделей.

Після вибору програмного забезпечення приступають до блокінгу моделі. Це створення базової 3D модель персонажа, щоб визначити його пропорції та загальну форму. Після цього її деталізують, порівнюють усі пропорції з референсами та приступають до наступного утапу.

Якщо модель має занадто багато полігонів, то потрібно зробити ретопологію. Це процес оптимізації геометрії моделі, спрощення та перегрупування полігонів для поліпшення топології та вдосконалення робочого потоку при моделюванні у 3D-графіці. Унаслідок цих дій комп'ютер набагато менше навантажується та дає змогу більш ефективно працювати з персонажем у подальшому. Далі можна приступати до текстурування та риггінгу, ці два етапи можуть йти паралельно.

Текстури визначають зовнішній вигляд персонажа. Але спочатку потрібно зробити UV-розгортку - це процес відображення поверхні тривимірного об'єкта на двовимірну площину, щоб накладати текстури на модель. Це дозволяє визначити, яка частина текстури відповідає конкретній частині моделі, забезпечуючи правильне відображення текстур та їх анімацію. Художники використовують текстури для нанесення кольорів та деталей на поверхні моделі, щоб зробити її візуально схожою на концепт. Substance Painter – найбільш зручним програмним забезпеченням, хоча можна використовувати раніше перелічені програм. Він схожий на Adobe Photoshop, який теж можливо використовувати, але Substance Painter призначений саме для 3D-моделей.

Риггінг – це процес додавання "скелету" чи рігу до моделі, щоб забезпечити анімаційну можливість. Застосовуються кістки та контрольні точки, які дозволяють аніматорам динамічно рухати та деформувати модель.

На етапі анімації персонаж отримує рухи завдяки створенню різних анімацій. Аніматори використовують риггінг та ключові кадри для створення реалістичних та плавних анімацій.

На останньому етапі персонаж готовий до рендерингу, де його зображення стає готовим для використання в іграх, анімаційних фільмах чи інших проектах.

Варто зауважити, що це лише основні етапи моделювання 3D-персонажів. Кожен етап може бути розділений на більш дрібні кроки, і існує багато різних методів і нюансів, для створення таких моделей.

Список використаних джерел:

1. 3D Character Modeling: A Complete Guide For Beginners Режим доступу до ресурсу: https://dezpad.com/2022/06/30/3d-character-modeling-a-complete-guide-for-beginners/.

2. Драчко Є. О. Аналіз засобів створення 3D моделей для ігор / Є. О. Драчко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 88–89.

3. Гаєвий М. С. Створення 3D-моделей для застосування в мультимедіа / М. С. Гаєвий, С. В. Рогинський // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 138–139.

УДК 004.89:004.93

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСІБ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Монахова М.О.
Науковий керівник – проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: mariia.monakhova@nure.ua

At the moment, society is actively using Artificial Intelligence to facilitate certain actions, perform accurate and reliable calculations and, directly, identity recognition. This technology has found application in a variety of areas, including transportation, medicine, security, and business. For example, in airports and transportation the system of identity recognition is used to provide safe service and to control access. Banks and other facilities also use biometric technologies to verify their clients. However, with all its benefits comes questions about ethics and privacy of used data. In this paper we will not only argue the challenges of identity recognition but also build our own program using such programming language as Python.

Наразі суспільство активно використовує штучний інтелект для полегшення певних дій, виконання точних і надійних розрахунків і, безпосередньо, розпізнавання образів. Ця технологія знайшла застосування в найрізноманітніших сферах, включаючи транспорт, медицину, безпеку та бізнес. Наприклад, в аеропортах і на транспорті система розпізнавання облич використовується для забезпечення безпечного обслуговування і контролю доступу. Банки та інші установи також використовують біометричні технології для верифікації своїх клієнтів.

Розпізнавання образів та облич поділяються на різні види і різні цілі, для яких використовуються одна і та ж технологія. Таким чином аналіз відсканованих зображень облич використовують для терапевтичних або психологічних цілей, щоб виявити ту чи іншу хворобу на ранніх етапах та запобігти її розвиненню. Наступною ціллю для використання цієї технології є запобігання шахрайству. Коли за допомогою штучного інтелекту можна виявити чи дійсно на фото справжня людина або шахрай використав інший ШІ, щоб створити фейкові фото і видавати себе за когось іншого. Далі, розпізнавання фізичної особи у цілях надання доступу до приватних даних чи збору даних людини. Частіше такі технології використовуються у урядових організаціях або правоохоронних органах, щоб знайти інформацію про людей, що присутні на фото або відео.

В часи війни в Україні було запропоновано технологію розпізнавання облич та особливостей тіл людей, що загинули від воєнних наслідків. Ця система називається Clearview AI, що була заснована американцем Хоан

Тон-Тат. За допомогою обширної бази даних з фотографіями, вдається ідентифікувати дуже багато людей.

В цій роботі було розглянуто як відбувається процес ідентифікації. На перших етапах відбувається збір інформації, таких як фото обличчя людини або якісь унікальні особливості тіла, наприклад, тату на руці, шрами, родимі плями або родимки та вбрання. Далі штучний інтелект аналізує візуальні дані та знаходить максимально ідентичні фото та інформацію по цій людині, щоб її можна було опізнати владі.

Технологія може ідентифікувати більшість облич на оцифрованих зображеннях за допомогою трьох основних етапів: виявлення, аналіз і розпізнавання. На етапі виявлення машини штучного інтелекту починають з ідентифікації важливих рис обличчя, таких як рот, ніс і очі (подібно до людських). Після того, як ці ключові риси виявлені, зображення піддається аналізу, де фіксуються геометричні співвідношення між різними атрибутами обличчя, включаючи розташування очей, відстань між чолом і підборіддям, форму лінії щелепи, розмір і контур вилиць. Потім ця інформація про обличчя перетворюється на математичну формулу, відому як "відбиток обличчя". Кожна людина має унікальний відбиток обличчя, і збіг між відбитком обличчя людини та відбитком, що зберігається в базі даних програми, вказує на те, що геометричні співвідношення між рисами обличчя людини дуже схожі на ті, що є в базі даних.

У підсумку, технології штучного інтелекту та розпізнавання облич та тіл стали невід'ємною частиною багатьох сфер діяльності, полегшуючи життя людей і підвищуючи ефективність багатьох процесів. Однак використання таких технологій вимагає уваги до етичних і правових аспектів, а також захисту конфіденційності даних. Тим не менш, технологія розпізнавання облич має свої переваги і може бути корисною в різних ситуаціях, включаючи військові операції, де вона може допомогти ідентифікувати загиблих і злочинців. Важливо дотримуватися балансу між використанням цих технологій і захистом прав і свобод людини, щоб запобігти можливим негативним наслідкам.

Список використаних джерел:

1. Як штучний інтелект допомагає ідентифікувати загиблих в Україні URL: https://www.bbc.com/ukrainian/features-61105661 (дата звернення: 29.02.2024).

2. Facial Recognition in Humans Versus Artificial Intelligence: When Are We Wrong? URL: https://www.psychologyinaction.org/facial-recognition-in-humans-versus-artificial-intelligence-when-are-we-wrong/ (дата звернення: 29.02.2024).

3. Swarnima M. An Analysis of How Artificial Intelligence is Used in the Field of Image Identification – Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology, June 2023.

УДК 004.032.6+004.932
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.123

2D-ВІДСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОСЛІДОВНОСТІ

Кошель В.О., Омельницкий А.А.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Супрун О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: vladyslav.koshel@nure.ua

Visual tracking of objects is a complex task that the most modern algorithms strive for. Reliable results have only been achieved in simple settings or controlled conditions. There are many challenges that must be overcome to ensure the reliability, accuracy and stability of the results.

Завдання трекера полягає в тому, щоб дати відеоряд і вибраний користувачем цільовий об'єкт, позначений у першому кадрі, щоб вивести позицію цього об'єкта у всіх наступних кадрах послідовності. Системи трекінгу зазвичай використовують модель руху, яка описує як може змінюватися зображення цільного об'єкта при всевозможних різних його рухах.

2D-відстеження спирається на моделі зовнішнього вигляду, які є шаблонами зображень. Нові моделі зовнішнього вигляду створюються, коли об'єкт потрапляє на сцену. У кожному новому кадрі кожен із існуючих треків використовується для пояснення пікселів переднього плану. Також використовується механізм підгонки – це кореляція, реалізована як мінімізація суми абсолютних різниць пікселів у попередньо визначеній області пошуку.

SRDCF - це кореляційний трекер, зняття припущення про кругову структуру шляхом просторової регуляризації. Оскільки ціль відстежується через відеопослідовність, її зовнішній вигляд може змінюватися з багатьох причин. Це ставить перед кожним трекером виклик у тому, як і коли цільове представлення (модель) має бути оновленою. Це так зване оновлення шаблону є проблемою. Якщо об'єктна модель не оновлюється, вона не може достатньо охопити простір можливого вигляду. З іншого боку, оновлення призводять до накопичення невеликої помилки – дрейфу. З цієї причини трекери часто використовують управління верхнім рівнем оновлення цільової моделі (шаблона). Остаточна результуюча поза об'єкта потім повідомляється як агломерат цих гіпотез/обмежень. Верхній рівень відповідає за управління функціями – їх створення, видалення, повторне виявлення тощо.

Одним із перших трекерів, побудованих за цим принципом, є Flocks of Features (FoF). Цей трекер відстежує руки людини на відео на камеру, встановлену на голові, з використанням безлічі функцій KLT. Щоб керува-

ти ними, підхід був взятий, натхненний зграями птахів. Без жодного птаха під контролем, зграя нерухома залишається щільно упакованим разом у децентралізований спосіб, і рух зграї може спостерігатися, хоча окремі траєкторії можуть значно відрізнятися.

Цей принцип був додатково вдосконалений у більш надійній Flock of Trackers (FoT). У FoT функції додатково (не)підтверджуються на основі низки таких заходів як узгодженість сусідства або ймовірність ланцюга Маркова. Послідовність локальних трекерів запроваджено, однак можливі зміни форми, що дозволяє LGT відстежувати дуже нежорсткі об'єкти. Це робить LGT дуже надійним.

На межі між цими двома напрямками (відстеження шляхом виявлення та використання особливості), комбіноване відстеження з виявленням у їхній структурі Tracking-LearningDetection (TLD), де (не)узгодженість трекера та детектора допомагає вказувати на помилку відстеження. Хоча (на основі функцій) трекер оцінює ситуацію положення від кадру до кадру, детектор розглядає кожен кадр як незалежний (як у сценарії відстеження за виявленням).

Позитивні та негативні приклади вивчаються відповідно до (не)згодження цих двох компонентів, покращуючи подальше виявлення. Явне моделювання відмов для обох компонентів у поєднанні з незалежним виявленням робить цей трекер придатним для тривалого відстеження, з властивою стійкістю до дрейфу та повторного виявлення після повної оклюзії.

Рисунок 1.1 – Графік точності та надійності завдання візуального відстеження об’єктів (VOT)

Загалом, трекери на основі функцій намагаються оцінити точний від кадру до кадру рух (перетворення) обмежувальної рамки. Для цього потрібні функції в хмарі, щоб хоча б частково відповідали один одному. З іншого боку, у сценарії відстеження шляхом виявлення, класифікатор

вирішує, чи присутній об’єкт у вибірці. Притаманна нечутливість (до внутрішньокласової дисперсії) може збільшити стійкість до зміни зовнішнього вигляду об'єкта. Як показано на рисунку 1.1.

Результати VOT підтверджують цю інтуїцію: трекери на основі функцій показують загалом вищу точність і нижчу міцність, згідно зі стандартними показниками VOT. Високонадійні трекери LGT і LGT++ були виключені з кластера, коли була побудована графіка 95-го процентиля еліпсів через гнучкі межі між низьким рівнем особливості. Якщо вони включені, різниця в міцності зникає; на основі функцій, однак трекери мають у середньому ще більшу точність.

Проблеми, викликані характером зовнішнього вигляду об’єкта (наприклад, низька текстура або прозорість), часто призводять до виходу з ладу звичайних трекерів. Оскільки краєві точки часто страждають від проблеми діафрагми, була представлена ідея використовувати функції. Це призводить до надійного відстеження, незалежно від освітлення, текстури або зовнішній вигляд цільового об'єкта. Однак багато програм вимагають відстеження в довгостроковому сценарії. Два в такому випадку виникають труднощі. По-перше, накладає велика тривалість відстеження сильний акцент на стійкості будь-якого трекера до накопичення помилок, тобто. операція. Це створює потребу в довгостроковому трекері бути консервативним щодо оновлень своєї моделі. По-друге, ціль може зникнути з відео через (повну) оклюзію іншу частину сцени, залишаючи сцену (тобто оклюзію межею кадру) або а постріл зріз. Після цього трекер повинен виявити це, а потім відновити відстеження коли цільовий об’єкт знову з’являється.

Підхід відстеження на основі вищезгаданих відповідностей на основі країв була поєднана з ефективною схемою повторного виявлення. Це було продемонстровано як успішне, розміщується біля вершини кількох еталонів.

Список використаних джерел: 1. S. Agarwal, N. Snavely, I. Simon, S. M. Seitz, and R. Szeliski. Building Rome in a day. In Proceedings of the International Conference on Computer Vision, pages 72–79, 2019. 2. A. Agudo, L. Agapito, B. Calvo, and J. M. M. Montiel. Good vibrations: A modal analysis approach for sequential non-rigid structure from motion. In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 1558–1565, 2014. 3. S. H. Ahn, J. Choi, N. L. Doh, and W. K. Chung. A practical approach for EKF-SLAM in an indoor environment: fusing ultrasonic sensors and stereo camera. Autonomous Robots, 24(3):315–335, 2020. 4. Печенов М. А. Програмні засоби використання track points у відео / М. А. Печенов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 149–150.

УДК 004.032.6+004.932

СТИЛІЗАЦІЯ ВІДЕО ЗА ДОПОМОГОЮ ВІЗУАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ

Котельніков І.В., Грицаков І.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Супрун О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: illia.kotelnikov@nure.ua

Stylization of a video sequence is the art of choosing and creating an aesthetic image that complements the plot, mood and perception of the audience. Stylizing a video sequence involves many aspects, such as color selection, framing, lighting, motion effects, and visual elements. Each of these elements can be used to create a certain mood or convey certain information.

Стилізація відеоряду використовують для створення асоціацій з певними епохами, мистецькими стилями або жанрами. Наприклад, через використання вінтажного фільтру та незвичайного кадрування, можна створити враження, що відео відбувається у минулому часі. Це дозволяє створити особливий настрій та поглибити зв'язок глядача з контентом.

Це творчий процес, що вимагає від автора розуміння сюжету, цілей та аудиторії. Він дає можливість виразити унікальну візію та створити враження, яке залишиться в пам'яті глядачів, дозволяє створювати унікальні та неповторні відео, які здатні захопити увагу та збудити емоції глядачів. Використовуйте стилізацію відеоряду як потужний інструмент для вираження своєї творчості та досягнення бажаного враження на аудиторію.

Кольорова стилізація відеоряду - це процес вибору та налаштування кольорів з метою створення певного настрою, підкреслення емоційного впливу та виразності відеоматеріалу. Вона використовується для створення унікального візуального стилю та передачі конкретного повідомлення або настрою глядачам. Наприклад, використання сепії може створити враження старовинності або ностальгії, тоді як холодний синій відтінок може підкреслити настрій холоду чи загрози. Такі ефекти можуть бути досягнуті за допомогою редагування кольорових каналів, тонування, насиченості та інших налаштувань кольору відео.

Контрастність: Контрастність між кольорами відіграє важливу роль у кольоровій стилізації. Висока контрастність може створювати більш насичені та живі образи, викликати враження драматичності або виразності. З іншого боку,

низька контрастність може створювати більш пом'якшений та м'який вигляд.

Колорові акценти: Виділення певних кольорів або їх комбінацій у відеоряді може привернути увагу глядача до певних об'єктів або деталей.

Наприклад, використання одного яскравого кольору в чорно-білому відео може створити ефект фокусування на цьому об'єкті.

Кольорова стилізація відеоряду є потужним інструментом для створення настрою, передачі емоцій та виразності. Вона дозволяє авторам відео використовувати кольори для підкреслення історії, створення унікального стилю та поглиблення сприйняття глядачів

Використання різноманітних візуальних ефектів, таких як розмивання, розбиття на кадри, плавні переходи тощо, можуть створити особливу атмосферу та підкреслити емоції відеоряду. Наприклад, ефект "розмиття" може створити враження мрійливості або фокусування на певному об'єкті.

Візуальні ефекти є важливою складовою стилізації відеоряду, які допомагають створити унікальний візуальний стиль, підкреслити емоції та надати відео додаткову виразність. Ось кілька видів візуальних ефектів, які можуть бути використані:

Розмивання: Розмивання візуально зменшує різкість контурів та деталей на зображенні. Воно може створити ефект м'якості, романтичності або мрійливості. Розмивання може бути застосоване для створення плавних переходів між кадрами, зосередження уваги на певному об'єкті або створення атмосфери загадковості.

Розбиття на кадри: Цей ефект полягає в тому, що зображення розбивається на окремі кадри або сегменти, які розміщені поруч або впорядковані у специфічний спосіб. Це може створювати враження руху, динаміки або абстрактності. Розбиття на кадри може бути використане для показу різних перспектив, поділу часу або підкреслення деталей. Прикладом використання розбиття на кадри є «перебивки» з аніме «Monogatari series», які з’являются на дуже короткий термін (пів секунди-дві секунди) і відображають першоджерело та внутрішні переживання головного герою.

Плавні переходи: Плавні переходи використовуються для плавної зміни між кадрами. Вони можуть бути використані для створення ефекту зміни місця, часу або настрою.

Додавання графічних елементів, таких як текст, логотипи, іконки або анімації, може доповнити відеоряд та підкреслити певну інформацію. Вони можуть використовуватись для створення заголовків, пояснень, або ж для створення абстрактних візуальних ефектів.

Графічні елементи відіграють важливу роль у стилізації відеоряду і можуть бути використані для покращення візуального враження, передачі інформації та створення унікального стилю. Ось кілька видів графічних елементів, які можуть бути використані:

Титри: Титри відображають текстову інформацію на екрані, таку як заголовки, підписи, назви персонажів або локацій. Вони можуть мати різні стилізації, включаючи різні шрифти, кольори, розміри та анімацію. Титри можуть бути відображені внизу екрана (нижні титри), вгорі екрана (верхні титри) або навіть на всю площу екрана (повноекранні титри).

Графічні ефекти: Графічні ефекти включають різноманітні візуальні елементи, такі як стрілки, кружки, лінії, вибухи, перехідні ефекти та інші.

Вони можуть бути використані для підкреслення або підсилення деяких дій, об'єктів або емоцій у відеоряді. Іконки та символи: Іконки та символи можуть бути використані для швидкого передачі інформації або створення візуальних асоціацій. Наприклад, символ зірки може вказувати на важливість або оцінку, іконка годинника може показувати час, а піктограма серця може виражати любов чи захоплення.

Інфографіка: Інфографіка поєднує текстову та графічну інформацію для передачі складних концепцій або даних. Вона може містити діаграми, графіки, схеми, анімацію та інші графічні елементи. Інфографіка використовується для зрозумілого та ефективного комунікування великих обсягів інформації у візуальній формі.

Графічні елементи можуть бути використані для покращення візуального враження, підсилення інформації та створення стильного та професійного відеоряду. Важливо враховувати гармонію між графічними елементами та загальним стилем відео, щоб досягти бажаного ефекту та забезпечити його сприйняття глядачами.

Список використаних джерел:

1. How to build android apps with kotlin / A Forrest A., Boudjnah E., Dumbravan A., Tigcal J., E Boudjnah, A Dumbravan, J Tigcal. – UK : Packt Publishing, 2021.– 794 с.
2. Рой, Аананд Шекхар Kotlin Programming Cookbook / Аананд Шекхар Рой. – Київ : Packt Publishing, 2018. – 386 с.
3. Д.Жемеров. Kotlin в действии. – К.: ДК Прес, 2019. – 402 с.
4. Joshua Bloch. Effective Java. – М.: Prentice Hall, 2018. – 384 с.
5. Сербіненко В. Ю. Можливості програмного розширення характеристик цифрових фото- та відеокамер / В. Ю. Сербіненко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 127–128.
6. Бірюков А. І. Найкращі відеоредактори для комп'ютера та телефону / А. І. Бірюков // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 163–164.

УДК 621.396.96 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.129

СПОСІБ ЗАХИСТУ ВІД ІМПУЛЬСНОЇ ВІДПОВІДНОЇ ЧАСТОТНОМОДУЛЬОВАНОЇ ЗАВАДИ

Музика В.М., Богомаз Н.Д.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Атаманський Д.В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
м. Харків, Україна
e-mail: muzichcka1994@gmail.com

The pulsed frequency-modulated interference (FMI) is created to simulate the marks from non-existent (false) targets. A proposed method for suppressing the FMI is based on the natural assumption that the interference samples include powerful samples of the input mixture. In the course of digital processing, it is implemented by nullifying the counts that exceed a given level of limitation. It is also shown that processing devices using such a limitation provide efficient processing of the useful signal against the background of the interfering NRF.

Відповідні імпульсні частотно-модульовані завади (ЧМЗ) для імпульсних РЛС з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ) зондувальних сигналів, дуже ускладнюють радіолокаційну обстановку. Сигнали, прийняті постановником завад, не просто перевипромінюються в напрямку РЛС, що заглушується, із необхідними підсиленням і затримкою, як, наприклад, багаторазова відповідна імпульсна завада (ВІЗ), а попередньо перетворюються й ускладнюються. Такі кроки створюють ефект безлічі хибних цілей вже в ході випромінювання одного імпульсу ЧМЗ завади у відповідь на один зондувальний ЛЧМ імпульс [3–5]. Відомі два способи створення ЧМЗ завади для РЛС із ЛЧМ зондувальними сигналами [1, 2]: SMSP і C&I.

Радіоімпульси ЧМЗ завади типу SMSP тривалістю τ_{SMSP} складаються з однакових коротких фрагментів (дискрет, елементарних імпульсів) тривалістю τ_0 / n (рис. 1, *в*) у n раз меншої тривалості відбитого РІ τ_0 (рис. 1, *а*), але з такою же девіацією частоти Δf_0 (рис. 1, *г*), як і в ЗРІ РЛС.

ЧМЗ завада типу C&I (рис. 2) являє собою рівномірно розташовані в часі вирізки фрагментів сигналу, прийнятого від РЛС, що заглушується, у межах тривалості зондувального імпульсу РЛС [2, 3]. Принцип формування такої завади полягає у вирізанні потрібних фрагментів із сигналу, пропускаючи інші, складанні з них переміжних сегментів завади таким чином, щоб кожен сегмент переносив інформацію свого діапазону частот, і тим самим генерування імпульсу ЧМЗ завади типу C&I в цілому.

Відгук УФ на ЧМЗ заваду типу C&I містить багато рівномірно розподілених майже рівних амплітудних піків, що дозволяє імітувати велику кількість хибних цілей для РЛС виявлення.

Рис. 1. ЧМЗ - завада типу SMSP [5] Рис. 2 ЧМЗ - завади типу C&I [5]

Способи боротьби з багаторазовими імпульсними відповідними завадами для завад типу ЧМЗ малоефективні, що обумовлено специфікою формування завади. У РЛС, які використовують зондувальні сигнали із внутрішньо імпульсною модуляцією застосовуються схеми на основі фільтра, узгодженого із зондувальним сигналом, та обмежником на його вході. Імпульсна завада з відмінним від сигналу законом внутрішньої імпульсної модуляції послабляється узгодженим фільтром (УФ), а включення обмежника виду (1) позбавляє заваду енергетичної переваги над сигналом на вході фільтра.

$$u_{\text{Соб}}(i) = \begin{cases} U_{пор.об.}, & при \quad |u_{вх}(i)| \geq U_{пор.об.} \\ u_{вх}(i), & при \quad |u_{вх}(i)| < U_{пор.об.} \end{cases} \tag{1}$$

Однак його використання неефективно для придушення суміш потужної ЧМЗ завади й слабкого відбитого ЛЧМ сигналу діє по головному променю ДН антени.

Пропонується інший спосіб заглушення завади, що ґрунтується на обмежника виду (2)

$$u_{\text{Моб}}(i) = \begin{cases} 0, & при \quad |u_{вх}(i)| \geq U_{пор.об.} \\ u_{вх}(i), & при \quad |u_{вх}(i)| < U_{пор.об.} \end{cases} \tag{2}$$

На рис.3,*а* для модельної ситуації сигнал + завада типу C&I показаний епюр напруг на виході пристрою з УФ і обмежником (1) (далі пристрій 1), а на рис.3,*б* – обмежником (1) (далі пристрій 2). Завада випереджає прийнятий від цілі ЛЧМ сигнал. Вона не перекриває корисний сигнал. Справжній максимум від цілі знаходиться на часовій осі у точці 2 мс. Вважається,

що сигнал від цілі слабкий ($U_0 = 1$) і обмежувач не змінює амплітуду корисного сигналу.

а) *б*)

Рис. 3

Видно, що на виході пристрою 1 продовжують формуватися відгуки від хибних цілей. В той же час пристрій 2 з обмежувачем (2) впевнено виділяє сигнал від цілі. Максимум сформовано в момент закінчення дії ЛЧМ сигналу ($\tau_0 = 1$ мс) з врахуванням запізнення ($t_0 = 1$ мс) сигналу.

Висновок. Запропоновано спосіб заглушення відповідної імпульсної завади, в основі якого лежить природне припущення про належність до відліків завади потужних відліків вхідної суміші. В ході цифрової обробки реалізується обнулінням відліків, що перевищують заданий рівень обмеження. Показано, що пристрої обробки, які використовують таке обмеження, забезпечують ефективну обробку корисного сигналу на фоні ЧМЗ завади.

Список використаних джерел:

1. Lu G. Liao S., Luo S., Tang B. Cancellation of complicated ЧМЗ range false targets via temporal pulse diversity / Progress in electromagnetics research C. – 2010. –Vol. 16. – P. 69-84. DOI : 10.2528/PIERC10061401.
2. M. J. Sparrow, and J. Cikalo. ECM techniques to counter pulse compression radar / Patent 7,081,846 B1 United States. G01S 7/38 (2006.01) // Filed Jun. 25, 2004; date of patent : Jul. 25. – 2006. – 14 p.
3. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория : Справочник / Я. Д. Ширман, С. Т. Багдасарян, А. С. Маляренко, Д. И. Леховицкий и др. ; под ред. Я. Д. Ширмана // Москва : Радиотехника. – 2007. – 512 с.
4. Жирнов В. В., Солонская С. В., Зарицкий В.І. Способ защиты обзорных РЛС от имитационных помех / Інформаційні системи та технології ІСТ-2020 9-та Міжнародна науково-технічна конференція. ХНУРЕ. Харків. – 2020. – 4 с.
5. Riabukha V. P.. Pulse ЧМЗ jamming formation and its mathematical simulation. / V. P. Riabukha, A. V. Semeniaka, Ye. A. Katiushyn, D. V. Atamanskiy // 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week, November 14th – 18th.

УДК 681.84

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗШИРЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ: АНАЛІЗ ТА ЕТАПИ СТВОРЕННЯ AR-МАСОК

Булага А.В., Казакова М.О.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.bulaha@nure.ua, mariia.kazakova@nure.ua

In today's digital world, reality and virtual space are greatly benefited by augmented reality (AR) technologies. One of the most popular forms of AR is AR-masks, which recreate the appearance of the average person using virtual elements. AR-masks are visual effects that can be added to the exposure or additional middle nature of a person under the influence of various mobile add-ons or social measures. These masks can include a variety of graphic elements, animations, filters and 3D models that are superimposed on real objects through the camera of a smartphone or other device.

AR-маски - це візуальні ефекти, які можуть бути додані до обличчя або навколишнього середовища користувача під час використання різноманітних мобільних додатків або соціальних мереж.

Технологія Ar-маски стала не лише засобом розваг, але й потужним інструментом для маркетингу та освіти. Створення AR-масок на платформі Instagram дозволяє користувачам привертати увагу своєї аудиторії та робити свій контент більш привабливим. AR-маски надають можливість взаємодії з підписниками на новому рівні. Користувачі можуть не лише переглядати контент, а й брати активну участь у його створенні, використовуючи маски в своїх власних публікаціях. Для бізнес-акаунтів і компаній, створення брендованих AR-масок стає ефективним інструментом маркетингу. Вони можуть використовувати маски для реклами продуктів, підвищення узнаваності бренду та привертання нових клієнтів.

За класифікацією AR-маски поділяються на наступні категорії: анімовані, неанімовані, з можливістю вибору, з гейміфікацією.

Анімовані маски можуть передавати ефекти такі як моргання або повторювати рухи користувача або автоматично створювати їх.

Неанімовані (звичайні) маски фіксуються на місці, не змінюючи свого положення під час руху користувача. Найчастіше це фільтри з незвичайними кольорами.

Маски з можливістю вибору – це декілька варіантів масок, де можна перемикатися між ними, підбираючи деталі. Натисканням на екран користувач змінює колір або стиль маски, але її концепція залишається незмінною. Для такої класифікації масок характерний приклад Beauty-масок. Вони дозволяють змінювати форму обличчя, вирівнювати тон

шкіри, об'єм губ, колір очей, підбирати макіяж. Працювати можна з фейс-трекером, різними текстурами та матеріалами.

Гейміфіковані маски діють у форматі гри, де користувач набирає очки та долає перешкоди. Розваги полягають в тому, щоб рухати головою в різні боки. Така маска вимагає написання коду та логічних скриптів.

Для створення AR-масок використовуються різні програмні пакети графічного редагування:

1. Spark AR Studio.

Використовується для створення AR-масок для соціальних мереж Facebook та Instagram. Надає інтерфейс для дизайну та програмування масок та підтримує вбудовані бібліотеки.

2. ARKit (для iOS) та ARCore (для Android).

Програмні пакети для розробки AR-додатків безпосередньо для мобільних пристроїв з операційними системами iOS та Android відповідно. Надають інструменти для визначення маркерів, слідження об'єктів та взаємодії з навколишнім середовищем.

3. Unity3D та Unreal Engine.

Популярні ігрові движки, які можуть використовуватися для розробки AR-додатків та масок. Дозволяють використовувати різноманітні графічні ефекти, 3D-моделі та реалістичне відтворення AR-об'єктів.

4. Blender та Maya.

Графічні програми для 3D-моделювання та анімації, які можуть використовуватися для створення об'єктів та текстур для AR-масок.

5. Adobe Aero.

Додаток від Adobe для розробки AR-зображень та масок. Дозволяє створювати інтерактивні AR-сцени без програмування.

Створення AR-масок включає декілька етапів. Розглянемо на прикладі створення маски в програмі Spark AR Studio. Процес починається з вибору платформи, для якої буде розроблятися AR-маска (наприклад, Instagram або Facebook), а також створення нового проекту. Наступним кроком у створений раніше проект додаються 2D або 3D об'єкти, які будуть використовуватися в масці. Це можуть бути текстури, моделі тощо. Їх можна знайти на стокових платформах або створити власноруч використовуючи програми для графічного редагування, наприклад, Adobe Photoshop, Maya, Blender. Далі визначаються основні ефекти, наприклад, ефект зміни обличчя, зміни кольору тощо. Наступним кроком налаштовується анімація, якщо створюється анімований тип AR-масок. Використовуються ключові кадри для налаштування траєкторій та часових параметрів анімації. Після виконання графічної частини роботи та створення анімації відбувається програмування логіки - програмування за допомогою вбудованої мови програмування JavaScript. Це дозволяє створювати інтерактивні ефекти і реакції/відгуки на дії користувачів. Також можна додати звукові ефекти масці, включаючи аудіо ефекти або звуки у звукову компоненту маски.

Останніми трьома етапами у створенні AR-масок є тестування, оптимізація та публікація. Маска спочатку проходить перевірку її функціональності та відображення, а потім оптимізується для мінімізації впливу на ресурси пристрою. Завершенням розробки є публікація AR-маски на відповідних маркетплейсах або платформах для подальшого використання користувачами.

Список використаних джерел:

1. Благовіщенський І. А., Демьянков Н. О. Технології та алгоритми для створення доповненої реальності: Моделювання і аналіз інформаційних систем, 2013. Т. 20. С. 129 – 138.

2. Пресс-центр компанії EPAM: Розпізнавання обличь. Створюємо і приміряємо маски: стаття. URL: https://habr.com/ru/company/epam_systems/blog/343514/

УДК 004.738.5

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА АДАПТИВНОСТІ ВЕБ-САЙТІВ

Черновол Д.В.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: daniil.chernovol@nure.ua

The article examines the importance of website optimization in today's digital environment. It covers techniques such as Search Engine Optimization (SEO), content optimization, load speed optimization and responsive design.

Інтернет став не лише основним джерелом інформації, але і важливим майданчиком для бізнесу будь-якого масштабу. У таких умовах важливо, щоб ваш веб-сайт не лише приваблював відвідувачів, але й забезпечував їм зручний та ефективний досвід. Для досягнення цієї мети використовуються різноманітні методи оптимізації сайтів та принцип адаптивності.

Search Engine Optimization (SEO) - це процес вдосконалення веб-сайту з метою забезпечення його високої видимості та рейтингу в результатах пошуку [1]. Основна мета SEO - зробити ваш сайт більш привабливим для пошукових систем, щоб залучити більше органічного трафіку. Це досягається шляхом оптимізації контенту, ключових слів, метатегів, технічних аспектів, швидкості завантаження сторінок та інших факторів. Ефективне SEO допомагає підвищити видимість вашого сайту в пошукових системах, що може призвести до збільшення трафіку та покращення позицій вашого бізнесу в Інтернеті [1].

Контентна оптимізація сайтів - це процес створення та оптимізації якісного та релевантного контенту з метою підвищення зацікавленості користувачів і покращення позицій в пошукових системах. Включає в себе використання ключових слів у заголовках, метатегах, зображеннях, відео тощо, а також створення цікавого та корисного контенту, що відповідає потребам аудиторії. Контентна оптимізація допомагає привернути увагу відвідувачів, підвищити їхній інтерес до сайту та підвищити його авторитет в мережі [2].

В ході роботи було розглянуто методи оптимізації швидкості завантаження сайтів. Проаналізовано процес вдосконалення та прискорення часу завантаження веб-сторінок. Який включає в себе різні методи, такі як мінімізація зображень, компресія файлів, використання кешування, видалення зайвого коду та скриптів, оптимізація сервера та використання CDN (Content Delivery Network) [2]. Оскільки, швидке завантаження сайту є критично важливим для забезпечення задоволення від користування, зниження відскоку та покращення позицій у пошукових системах [3].

Розроблено респонсивний дизайн, тобто використано підхід до розробки веб-сайтів, що забезпечує їхню адаптацію під різні розміри екранів

та пристроїв. Що дозволило автоматично адаптувати вигляд та розташування елементів сайту залежно від розміру екрану, що робить його зручним у використанні як на десктопних комп'ютерах, так і на мобільних пристроях. Респонсивний дизайн сприяє покращенню користувацького досвіду, збільшенню часу перебування на сайті та підвищенню конверсії [3].

Тестування на різних пристроях та браузерах є важливою складовою розробки веб-сайтів. Це актуальна задача перевірки сумісності та правильності відображення веб-сторінок на різних пристроях (наприклад, комп'ютерах, смартфонах, планшетах) та у різних браузерах (наприклад, Chrome, Firefox, Safari, Edge). В цій роботі тестування допомогло виявити та виправити будь-які проблеми з відображенням, адаптацією та функціональністю сайту. Вого проводилось на різних платформах, що забезпечило однаково якісний користувацький досвід для всіх відвідувачів.

З постійним ростом використання мобільних пристроїв та різноманітності пристроїв, на яких люди переглядають веб-сайти, необхідність забезпечення високоякісного користувацького досвіду стає все більш критичною. Крім того, конкуренція в інтернет-просторі постійно зростає, і веб-сайти, які пропонують швидке завантаження, легку навігацію та адаптацію до різних пристроїв, мають перевагу. Тому оптимізація та адаптивність є ключовими аспектами для успішного веб-проекту в сучасному цифровому ландшафті. Усі розглянуті та використані вище аспекти є невід'ємною частиною сучасного процесу розробки веб-сайтів. Їхнє правильне використання допомагає підвищити видимість, зручність використання та ефективність сайту. Застосування цих методів у поєднанні допомагає досягти успіху в онлайн-середовищі та забезпечити задоволення від користування вашим веб-сайтом.

Список використаних джерел:

1. Що таке SEO? Значення, приклади та як оптимізувати свій сайт. URL: https://www.semrush.com/blog/what-is-seo/ (дата звернення: 01.03.2024).

2. Респонсивний дизайн: як створити сайт, який коректно відображатиметься на різних пристроях та екранах. URL: https://konotop.city/articles/272786/responsivnij-dizajn-yak-stvoriti-sajt-yakij-korektno-na-riznih-pristroyah-ta-ekrana (дата звернення: 02.03.2024).

3. Контентна оптимізація сайту. URL: https://weblana.com.ua/blog-ua/kontentna-optimizatsiya-sajtu (дата звернення: 03.03.2024).

4. Гречко А. В. Web-дизайн, як поєднання психології та мультимедіа / А. В. Гречко, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 146–147.

УДК 004.89:004.912

ВИКОРИСТАННЯ ШІ ПРИ СТВОРЕННІ ВІЗУАЛЬНИХ НОВЕЛ

Мірошніченко С. В., Нікітіна А. О.
Науковий керівник – проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: stanislav.miroshnichenko@nure.ua, anastasiia.nikitina@nure.ua

This work is devoted to considering the use of artificial intelligence (AI) in the context of visual novels in the gaming and software fields. Explores how AI technologies can be used to design, script, and add interactivity to visual novels. The variability of the plot and the impact on gameplay for the user of content generated by AI algorithms are analyzed. The importance of these technologies for the development of the industry and the possibility of further improving game visual narrative with the help of AI are highlighted. The report reveals the promise of AI in creating more diverse, engaging, and innovative visual novels, and where to use them and where to abandon them.

У сучасному світі ігрової індустрії, в якій візуальні новели стають все популярнішим форматом розваг, використання штучного інтелекту (ШІ) визначає нові стандарти для імерсійного геймплею. В цій роботі проводилось дослідження, впровадження ШІ для збільшення варіативності та цікавість геймплею в візуальних новелах.

Візуальні новели відрізняються низьким рівнем інтерактивності, в основному вимагаючи від гравця лише натискання певної кнопки для переходу до наступного уривка тексту або сцени [1]. Ця проблема низької інтерактивності часта проблема новел, справа в тому, що контент написаний розробниками має точний початок і кінець. Результат стандартних новел це сюжетний квест, який можна пройти один раз. Однією з ключових переваг використання ШІ є здатність до створення великого спектру варіантів у сюжеті та діалогах. Алгоритми можуть адаптуватися до різних виборів гравця, перетворюючи сюжет та взаємодії персонажів в унікальний досвід для кожного гравця. Це сприяє глибшій взаємодії з ігровим світом та розкриває нові можливості розвитку сюжету та додання нових геймплейних механік.

Використання ШІ відкриває не лише широкий спектр можливостей для створення більш динамічного та неочікуваного геймплею, але і допомагає розробникам написати початкову історію. Наприклад Ghostwriter, розробка ігрової компанії Ubisoft, створена полегшити життя сценаристів, які раніше витрачали чимало годин на написання реплік/діалогів випадкових перехожих, вигуків під час сутичок і текстів для інтерфейсу гри. Ghostwriter жодним чином не буде задіяний у створенні кат-сцен, лору ігрового світу чи жодного іншого сюжетного кон-

тенту [2]. Алгоритми можуть пристосовувати реакції персонажів до дій гравця, створюючи справжні емоційні взаємодії. Геймери отримують унікальний досвід, в якому кожне рішення може впливати на розвиток сюжету та взаємодію з іншими персонажами. Важливо, що технології генеративного штучного інтелекту важливо використовувати для другорядних активностей, як було сказано вище, вони не можуть використовуватися для основної сюжетної лінії, лору та інших деталей. Прикладом використання є діалоги з простими NPC, які не пов'язані з основним сюжетом, книги або записки.

Розглянемо чому не рекомендується повністю використовувати ШІ в сюжеті та основному геймплеї. Хоча ШІ вносить значні покращення, повністю покладатися на алгоритми може викликати втрату гуманного елементу у створенні сюжету. Важливо зберігати баланс між автоматизацією та творчістю, щоб забезпечити глибокий сюжет, який залишає місце для емоційного зв'язку з гравцем. Використання ШІ у сюжеті також викликає етичні питання. Ризик втрати контролю над розвитком історії та можливість створення непередбачуваних аспектів може породжувати питання відповідальності та довіри гравців.

Останнім часом на мобільних пристроях стали дуже популярними програми чат-ботів на базі ChatGPT, де користувач може поговорити з вигаданим персонажем або своїм віртуальним кумиром в реальному часі. Цей досвід можна використати і у візуальних новелах для створення унікальних персонажів. Але оскільки в роботі ми розглядаємо створення унікальної інтерактивності під час самого ігрового процесу користувача при взаємодії з додатковим контентом, а не використання як інструменту під час розробки, існують і проблеми. Як згадувалось раніше, генеративні моделі часто помиляються, плутаються у відповідях і можуть видати непередбачуване. Додатково це вимагає великих обчислювальних потужностей на сервері, постійне підключення до інтернету та дуже чіткого налаштування моделі для її адаптації. Тому спрощення в написанні діалогів, створення персонажів і додавання нових механік тягне за собою інші проблеми з налаштувань і підтримкою самого продукту. За те гравець отримує унікальний досвід, який завжди буде іншим під час повторного проходження новели через нові зустрічі, діалоги та унікальні розвитки подій.

Один із найважливіших аспектів візуальних новел - це персонажі, які збагачують геймплей та розкривають сюжет. Використання ШІ як інструментарій для генерації персонажів не лише економить час розробників, але й дозволяє створювати унікальних та непередбачуваних героїв, для цього може використовуватись Stable Diffusion та технології ControlNet для створення поз [3]. Ще один сценарій - використання для озвучування діалогів, щоб надати персонажам голос та особистість. Генерація голосу з використанням ШІ дозволяє створювати реалістичні та емоційні висловлювання, які відповідають характерам та настроїв сцен. Це

створює додатковий рівень взаємодії та імерсії для гравця, впроваджуючи їх в унікальний світ візуальної новели.

Підведем підсумки: збільшення варіативності та цікавості геймплею візуальних новел за допомогою ШІ обіцяє нові горизонти для ігрової індустрії. Генерація діалогів, персонажів, генерації арту та озвучування діалогів відкриває шлях до нового рівня креативності та інтерактивності у візуальних новелах. Ці технології допомагають створити захоплюючий ігровий досвід, але, однак, потребують великих налаштувань, серверів та часу на підтримку. Однак важливо зберігати баланс та враховувати етичні аспекти, правильно використовувати технології в новелах щоб створити глибокий та вражаючий сюжет, який вражатиме гравців і залишить невимірний вплив для повторного проходження гри.

Список використаних джерел:

1. Візуальна новела. Проект «Вікіпедія». URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Візуальна_новела (дата звернення 04.03.2024 рік).

2. Ubisoft розробила ШІ, який писатиме діалоги в нових іграх. PlayUa. URL: https://playua.net/ubisoft-rozrobyla-shi-yakyj-pysatyme-dialogy-v-novyh-igrah-studiyi/ (дата звернення 04.03.2024 рік).

3. How to use Stable Diffusion to Create Comic Strips. Segmind. URL: https://blog.segmind.com/how-to-use-stable-diffusion-to-create-comic-strips/ (дата звернення 04.03.2024 рік).

4. Гречко А. В. Web-дизайн, як поєднання психології та мультимедіа / А. В. Гречко, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 146–147.

5. Огієнко А. Є. Місце сторітеллінгу у розробці ефективного дизайну / А. Є. Огієнко, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 144–145.

УДК 004.912

АНАЛІЗ СТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНИХ НОВЕЛ ЗАСОБАМИ АНІМАЙІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ LIVE2D

Нікітіна А. О., Мірошніченко С. В.,
Науковий керівник – проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.nikitina@nure.ua, stanislav.miroshnichenko@nure.ua

Live2D technology plays an important role in the development of the graphic part of visual novels. This creation creates realistic and emotional animated characters that are indispensable for readers of interactive stories. This technology provides opportunities for creativity and innovation in the field of game development and the important industry. This topic is relevant due to the growing interest in visual novels, the need for improved visual awareness of gravel and the need for retailers to lose their competitiveness in the market of luxury products.

Технологія Live2D відіграє важливу роль у розвитку графічної частини візуальних новел. Її здатність створювати реалістичні та емоційні анімовані персонажі робить її незамінною для розробників інтерактивних історій. Ця технологія надає можливості для творчості та інновацій у сфері геймдеву та розважальної індустрії загалом. Ця тема актуальна через зростаючий інтерес до візуальних новел, потребу у покращенні візуального досвіду гравців та необхідність для розробників залишатися конкурентоспроможними на ринку розважальних продуктів.

Розглянемо детальніше технологію Live2D та як вона працює. Live2D - це технологія анімації, яка дозволяє створювати реалістичні та живі анімовані персонажі з двомірних зображень [1]. Вона використовується у візуальних новелах, відеоіграх, аніме, веб-коміках та інших мультимедійних проектах. Принцип роботи технології Live2D базується на техніці рігідних мешів (mesh), яка дозволяє динамічно моделювати та анімувати двомірні зображення. Основні етапи роботи з Live2D включають наступне: створення моделі, мешів, анімація мешів, впровадження в програму Live2D та вже використання в додатку або грі [2]. Спочатку художники створюють двомірне зображення персонажа в програмі для редакції графіки, такій як Adobe Photoshop або Illustrator. Зображення потім розділяється на різні частини (наприклад, голова, тіло, кінцівки), які будуть анімовані окремо. Після чого для кожної частини зображення створюється меш (mesh) - сітка точок, яка визначає форму та структуру частини. Ці меші розділяються на вершини, які можуть бути переміщені та анімовані. Після створення мешів художники визначають ключові кадри анімації, в яких вони переміщають та змінюють форму вершин мешів, щоб

створити потрібні рухи та вирази. Отримані дані про меші та анімацію імпортуються в програму Live2D, де вони об'єднуються та інтегруються в одну анімовану модель. Остаточна анімована модель може бути використана в програмі або грі для відтворення рухів та виразів персонажа в реальному часі.

Хоча візуальні новелі без використання технології Live2D можуть бути цікавими і захоплюючими для багатьох гравців, вони також можуть мати свої недоліки. Як наприклад**,** обмежена анімація персонажів. У візуальних новелах без Live2D, анімація персонажів зазвичай обмежена простими рухами, які не завжди вдаються натуральними або виразними. Це може призвести до меншого залучення гравців та зниження іммерсії в історію. Також, Без Live2D персонажі зазвичай виглядають більш статично, їх обличчя не можуть виражати широкий спектр емоцій. Це може призвести до відчуття відстані між гравцем і персонажами, знижуючи залучення до сюжету.

Візуальні новелі, які використовують технологію Live2D, мають кілька переваг, які дозволяють їм виділятися серед інших, але один з них є найголовніший: пптимізація робочого процесу. Live2D спрощує процес анімації та оптимізує робочий процес для розробників. Завдяки цій технології, розробники можуть створювати складні анімації та вирази обличчя з меншими витратами часу та зусиль. Також, як ще одна головна перевага цієї технології є широкий спектр застосування. Live2D може бути використана не лише в ігровій індустрії, але і в анімаційних фільмах, веб-коміках, рекламних матеріалах та інших мультимедійних проектах. Це робить цю технологію універсальною та вигідною для великої кількості проектів. І не мало важливо, Live2D дозволяє створювати дуже деталізовані та привабливі візуальні ефекти. Це забезпечує високу якість графіки візуальної новели, що може підвищити її привабливість для гравців.

Хоча технологія Live2D має безліч переваг, повне використання її в анімації візуальних новел може мати деякі обмеження та недоліки. Перший з них, який великі обсяги ресурсів. Повна анімація всіх персонажів у візуальній новелі за допомогою Live2D може призвести до значного збільшення обсягу ресурсів, необхідних для гри. Це може вплинути на продуктивність гри та вимагати від користувачів більш потужних комп'ютерів. Слід не забувати, що хоча Live2D спрощує процес анімації, створення складних та деталізованих анімацій може вимагати значного часу та навичок. Не всі розробники можуть мати достатній досвід або ресурси для створення високоякісних анімацій за допомогою цієї технології.

Останнім часом Live2D став популярним інструментом серед відеоконтент-криейторів, зокрема вітуберів, які створюють анімаційні персонажі для своїх відео. Вітубери - це люди, які створюють власний вміст та публікують його на YouTube, зазвичай фокусуючись на різних те-

мах: від відеоігор до краси, від кулінарії до моди [3]. Використання Live2D дозволяє вітуберам створювати анімовані персонажі, які можуть бути використані для ведення стрімів, запису відео або навіть для інтерактивних розмов з глядачами. Деякі вітубери використовують Live2D для створення інтерактивних персонажів, які можуть взаємодіяти з глядачами під час стрімів, відповідаючи на запитання або реагуючи на коментарі.

У цілому, Live2D відкриває для вітуберів нові можливості для створення креативного та привабливого контенту, який може залучати більше глядачів та робити їх канали більш популярними. Як раз таки цей досвід можна використати у візуальних новелах для для творення персонажів з виразним характером та унікальною особистістю

Як висновок, технологія Live2D дозволяє створювати реалістичну анімацію з двомірних зображень, що робить її популярним вибором для створення анімованих персонажів у візуальних новелах, відеоіграх та інших мультимедійних проектах, які допомагають їм створювати більш іммерсивний та захоплюючий візуальний досвід для гравців.

Список використаних джерел:

1. Особливості розробки ігор жанру візуальної новели. URL: https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/89.pdf (Дата звернення 02.03.2024 рік).

2. Live2D. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Live2D (Дата звернення 03.03.2024 рік).

3. Хто такі вітубери? І чому віртуальні блогери новий тренд на YouTube? URL: https://www.youtubebro.in.ua/hto-taki-vitubery-vtuber-i-chomu-virtualni-blogery-budut-novym-trendom-na-youtube/ (Дата звернення 03.03.2024 рік).

4. Дорофєєв Д. О. Програмні та апаратні засоби створення прямої трансляції / Д. О. Дорофєєв // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 125–126.

УДК 621.396.963.5:623.746-519
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.143

ІМІТАТОР АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ, СТВОРЮВАНИХ БПЛА

Капуста А.І.
Науковий керівник - к.т.н., доцент. Посошенко В.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.kapusta@nure.ua

An important aspect of improving existing simulators of acoustic signals emitted by an unmanned aerial vehicle during its operation is considered. This improvement is aimed at taking into account the different degree of attenuation of certain spectral components of useful signals according to existing ideas about the physical properties of the Earth's atmosphere. It is shown that the structure of the simulator allows adjusting the frequency response of the signal generation path in both manual and automatic modes according to the given algorithm.

При дослідженні акустичних коливань, створюваних безпілотними літальними апаратами (БПЛА), потрібно використовувати імітатори подібних сигналів для калібрування відповідного обладнання та багатократного відтворення певних ситуацій.

Точність моделювання акустичних сигналів від БПЛА можливо суттєво підвищити за рахунок штучного забезпечення керованого та нерівномірного згасання різних спектральних компонент змодельованого акустичного сигналу, що властиво процесу реального розповсюдження акустичних хвиль у атмосфері [1].

Ця задача вирішена наступним чином: цифровий імітатор затухаючих сигналів БПЛА складається з цифрового обчислювача, який містить генератор білого шуму і авторегресійний формуючий цифровий фільтр [2], сигнал з виходу цього фільтру подається на цифро-аналоговий перетворювач, який через узгоджуючий підсилювач підключено до багатосмугового фільтру (БКФ). Саме цей фільтр є тією ланкою імітатора, яка формує згасаючі акустичні сигнали відповідно до закономірностей їх дисперсійного розповсюдження у атмосфері.

Структура БКФ наведена на рисунку 1. Керування формою АЧХ додаткового блоку 6 (БКФ) здійснюють за допомогою набору смугових фільтрів, перший з яких налаштовують на першу (основну) гармоніку акустичного коливання, а решта смугових фільтрів налаштовується на вищі гармоніки коливання, яке імітується. Крім того, на форму АЧХ суттєво впливають співвідношення $\frac{R_{зз}}{R+R_i}$ *(i=1,n)* номіналу резистора зворотного зв'язку $R_{зз}$ і значень сумарного опору $(R + R_{i)}$ у кожному з *n* каналів суматора.

Рис.1 – Структура багатосмугового коригуючого фільтру

Згідно цьому дослідженню [2] спектр щільності потужності (СЩП) акустичного випромінювання БПЛА містить вузькосмугові спектральні складові основного тону, його гармоніки та широкосмугову шумову складову. При цьому частота основного тону знаходиться у межах від 90 до 240 Гц, а кількість гармонік основного тону акустичного випромінювання коливається від 10 до 40. При розповсюдженні звукових хвиль в атмосфері високочастотні гармоніки суттєво згасають. Тому для калібрування пасивних радарів та імітації змін у структурах акустичного сигналу від БПЛА необхідно мати можливість імітації, як мінімум, від 2-х до 8-ми гармонік основного тону акустичного випромінювання БПЛА. Тому доцільно обрати n=10.

Наявність вимикачів $Si(i=1,n)$ у структурній схемі пристрою обумовлена необхідністю експериментального дослідження впливу окремих спектральних складових акустичного сигналу, що імітується, на працездатність алгоритмів виявлення та оцінювання цих сигналів на фоні шумів та зосереджених по спектру завад. Наприклад, можливо відключити всі парні складові або певні комбінації парних та непарних гармонічних складових спектру. Також за допомогою вимикачів Si можливо оперативно додавати до корисного акустичного сигналу (що імітується) та виключати з нього вузькосмугові завади.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ 31235.1-2005 (UCO 9613-1.1993).

2. Олейников В.Н., Зубков О.В., Карташов В.М., Корытцев И.В., Бабкин С.И., Шейко С.А. Исследование эффективности обнаружения и распознавания акустического излучения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. 2018. № 195. С.203-217 (російською).

УДК 004.032.26

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ГЕНЕРАТИВНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Шужмова Т.В.
Науковий керівник – к.т.н., асист. Сидоров Я.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: tetiana.shuzhmova@nure.ua

This work is devoted to a look at research generative neural networks, namely the principles of generative neural networks (GNN) capable of creating new data resembling their training sets. The training process involves data preprocessing, training on carefully prepared data, and ultimately generating new data. Various types of GNNs, such as Variational Autoencoders, Generative Adversarial Networks, Transformer Networks, and Diffusion Models, offer diverse applications in content creation and beyond. Challenges include understanding decision-making processes, biases, and potential misuse, but optimistic prospects involve refining algorithms and leveraging technological advancements.

Генеративні нейронні мережі (ГНМ) – це тип штучного інтелекту, який використовується для створення нового контенту, подібного до існуючого. Їх тренують на великих наборах даних, щоб вони могли вчитися й відтворювати закономірності, що містяться в цих даних. На відміну від мереж розпізнавання образів, які класифікують дані, ГНМ генерують нові дані, подібні до тих, на яких вони тренувалися.

Існує багато різних типів ГНМ, але деякі з найпоширеніших: Генеративні змагальні мережі (GAN) складаються з генератора та дискримінатора. Генератор намагається створити нові дані, які здаються реальними, а дискримінатор намагається відрізнити реальні дані від штучних.

Варіаційні автокодери (VAE) кодують дані в латентний простір, а потім декодують їх назад у вихідний простір. VAE можуть бути використані для генерації нових даних шляхом вибірки з латентного простору.

Трансформери використовують механізм уваги, щоб зосередитися на певних частинах вхідних даних при генерації вихідних даних.

ГНМ ґрунтуються на штучних нейронних мережах, які є алгоритмами, натхненними структурою людського мозку. Нейронні мережі складаються з шарів штучних нейронів, які з'єднані між собою. Кожен нейрон обчислює нелінійну функцію від своїх входів і передає результат наступному шару.

Генеративні мережі та мережі розпізнавання образів мають багато спільного, але й мають суттєві відмінності. Мережі розпізнавання образів тренуються на наборах даних з мітками, щоб навчитися класифікувати дані. Наприклад, мережу розпізнавання образів можна навчити розрізняти

кішок і собак.

ГНМ, з іншого боку, не тренуються на мітках. Їх тренують на наборах даних без міток, щоб вони могли вчитися й відтворювати закономірності, що містяться в цих даних. ГНМ можуть бути використані для генерації нових даних, подібних до даних, на яких вони тренувалися.

ГНМ можуть бути використані для генерації новинних статей, описів продуктів, творів художньої літератури, рекламних слоганів, кодів та інших видів тексту; для генерації нових зображень, таких як фотографії людей, пейзажів, тварин, предметів, ілюстрацій, логотипів та т.і.; для генерації нових музичних творів, таких як мелодії, гармонії, ритми, звукові ефекти, пісні та т.і.; генерації програмного коду, веб-сайтів, мобільних додатків, ігор, алгоритмів, систем штучного інтелекту та інших видів коду; ГНМ можуть бути використані для генерації нових молекул ліків, матеріалів, хімічних речовин та інших молекул; для генерації синтетичних даних, які можуть бути використані для тренування інших нейронних мереж або для тестування алгоритмів.

Серед переваг ГНМ можна виділити такі: генерація нових оригінальних та творчих даних; створення даних, які проблематично знайти; використання для тестування алгоритмів та систем.

Недоліками є: складність тренування та налаштування; генерування нереалістичних або неточних даних; використання для шкідливого контенту (наприклад, неправдиві новини, спам і т.і.)

Отже, генеративні нейронні мережі дійсно є потужним інструментом, який може використовуватись на користь у багатьох областях. Спостерігаючи з тенденціями розвитку технологій ГНМ матимуть значний вплив на життя людей в найближчі роки.

Список використаних джерел:

1. Дмитрук, А. В. Використання генеративних нейронних мереж для створення штучних даних // Вісник Національного університету Львівська політехніка. 2022. №.944. С.122-128.

2. Ковальчук, М. М. Застосування генеративних нейронних мереж в обробці природної мови // Науковий вісник Національного університету Острозька академія. 2022. №.34. С.38-43.

3. Лебедєв, О. М. Перспективи розвитку генеративних нейронних мереж // Вісник Національного технічного університету Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського. 2021. №.7. С.102-108.

4. Павленко, І. Ю. Генеративні нейронні мережі в задачах генерації тексту // Вісник Національного університету Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. 2022. №.814. С.224-230.

5. Савчук, О. В. Генеративні нейронні мережі в задачах генерації музики // Вісник Національного університету Львівська національна музична академія імені Миколи Лисенка. 2021. №.38. С.27-32.

УДК 004.032.6:659.11
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.147

АУДІОВІЗУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ РЕКЛАМИ

Омельницкий А.А., Кошель В.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Супрун О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна, e-mail: andrii.omelnytskyi@nure.ua

One of the key aspects of social advertising is the use of audiovisual technologies. Audio and video components play an important role in creating an effective advertising message, as they have a powerful emotional impact on the audience. The use of music, sound effects, voice, colors, images, and moving images help capture the audience's attention, create an emotional connection, and convey important messages.

Соціальна реклама є формою реклами, що спрямована на підвищення громадської свідомості та розуміння соціальних проблем. Вона має на меті залучити громадську увагу до цих проблем та змінити поведінку, установки та думки людей з питань, які мають соціальне значення. Основна відмінність соціальної реклами полягає в тому, що її ціль не обмежується комерційними перевагами, а зосереджена на досягненні позитивних змін у суспільстві.

Аудіовізуальні технології відіграють важливу роль у створенні ефективної соціальної реклами. Вони використовуються для об'єднання зображення, звуку та тексту з метою передачі потужного повідомлення та емоційного зв'язку з глядачами. Різноманітні елементи аудіовізуальних технологій спільно створюють впливовий ефект, який допомагає привернути увагу глядачів та залучити їх до проблеми, яку реклама ставить на меті.

Зображення та візуальні ефекти відіграють важливу роль у приверненні уваги та створенні ефективної соціальної реклами. Кольори, композиція, рух, ефекти та анімація використовуються для створення емоційного зв'язку та залучення глядачів. Вибір візуальних ефектів повинен відповідати повідомленню та цільовій аудиторії реклами. Розглянемо деякі з них:

Кольори: Вибір кольорів визначає настрій та емоційний вплив реклами. Наприклад, яскраві та насичені кольори можуть привернути увагу, викликати енергію та позитивні емоції, тоді як приглушені та пастельні кольори можуть створювати спокій та серйозний настрій.

Композиція: Розташування об'єктів на зображенні впливає на сприйняття реклами. Використання правила третин, ліній перспективи та балансу допомагає створити збалансовану та привабливу композицію.

Ефекти: Використання спеціальних візуальних ефектів, таких як зміна кольору, розтягування, злиття тощо, може додати емоційного зв'язку та зро-

бити рекламу більш запам'ятовуваною.

Звук та музика відіграють важливу роль у соціальній рекламі, оскільки вони можуть створити емоційну зв'язок, підсилити повідомлення та залучити увагу аудиторії. Розглянемо кілька аспектів використання звуку та музики у соціальній рекламі:

Фонова музика: Вибір відповідної фонової музики може створити певний настрій та атмосферу в рекламі. Наприклад, весела та ритмічна музика може підсилити позитивний настрій, тоді як спокійна та мелодійна музика може створювати розслаблену атмосферу.

Звукові ефекти: Додавання звукових ефектів, таких як звуки природи, голоси, шуми або спеціальні звукові ефекти, може підсилити ефект реклами та зробити її більш реалістичною та цікавою для слухачів.

Голосове супроводження: Голос може бути використаний для наголошування ключових повідомлень або створення емоційного зв'язку з аудиторією.

Звукові підказки: Додавання звукових підказок або сигналів, таких як дзвінок, дзвінок дверного дзвінка або будильник, може привернути увагу та спонукати до дії.

Ефективна соціальна реклама потребує глибокого розуміння цільової аудиторії. При створенні соціальної реклами важливо враховувати такі аспекти:

Демографічні дані: Вивчення демографічних характеристик аудиторії, таких як вік, стать, географічне положення, освіта та дохід, може допомогти визначити, яка частина населення є найбільш сприйнятливою до вашої реклами.

Поведінка та інтереси: Розуміння поведінки та інтересів цільової аудиторії дозволяє створювати рекламу, яка відповідає їхнім потребам та бажанням. Вивчення таких факторів, як звички споживання, онлайн-поведінка, інтереси та хобі, допоможе зорієнтуватися в тому, яким способом краще залучити аудиторію до рекламного повідомлення.

Психографічні фактори: Психографічні фактори включають цінності, переконання, особистість та стиль життя аудиторії. Розуміння цих аспектів допомагає створити рекламу, яка відповідає їхнім цінностям та способу життя.

Контекст та платформа: Різні платформи мають свою аудиторію та особливості, тому рекламні стратегії повинні бути адаптовані під ці умови.

Враховуючи ці аспекти та використовуючи правильну композицію та візуальні елементи, соціальна реклама може бути ефективним інструментом для досягнення ваших цілей та спонукання аудиторії до дії.

Оцінка ефективності соціальної реклами є важливим кроком у процесі вдосконалення рекламних стратегій і досягнення максимального впливу на аудиторію. Деякі ключові метрики, які варто враховувати при оцінці ефективності соціальної реклами, включають:

Кількість переглядів: Ця метрика вказує на кількість разів, коли реклама була переглянута користувачами. Вона допомагає визначити, наскільки широко розповсюджена ваша реклама та скільки людей вона залучила.

Клікабельність: Ця метрика вимірює, наскільки ефективною була реклама у викликанні зацікавленості та стимулюванні користувачів до кліків на вашу рекламу. Вона може бути виміряна кількістю кліків, клікабельністю (CTR - click-through rate) або конверсіями, залежно від вашої рекламної мети.

Конверсії: Ця метрика оцінює, наскільки успішною була ваша рекламна кампанія у перетворенні користувачів на виконання бажаних дій, таких як покупки, заповнення форм, підписка на розсилку тощо. Вимірювання конверсій допомагає оцінити вплив реклами на вашу ціль.

ROI (Return on Investment): Ця метрика визначає, наскільки ефективною була ваша рекламна кампанія з фінансової точки зору. Вона вимірює відношення прибутку, отриманого від рекламної кампанії, до витрат на неї. Розрахунок ROI може допомогти вам визначити ефективність своїх рекламних зусиль та прийняти відповідні рішення щодо їх оптимізації.

Створення концепції соціальної реклами передбачає вибір елементів, які найкраще передадуть основну ідею реклами. Це включає в себе вибір повідомлення, образів, звуку та музики. Повідомлення повинно бути чітким, лаконічним і спрямованим на досягнення конкретних цілей. Вибір образів, звуку та музики має створювати емоційний зв'язок з аудиторією і підкреслювати головну ідею реклами.

Після створення концепції реклами настає етап її виробництва. Зображення, звук та текст об'єднуються в одну аудіовізуальну композицію, яка передає основну ідею реклами. Використовуються різні технології монтажу та обробки, щоб забезпечити високу якість і ефективність реклами. Важливо забезпечити гармонію між зображеннями, звуком та текстом, щоб створити потужний імпакт на аудиторію.

Список використаних джерел: 1. Комерційна та соціальна реклама: порівняльний аналіз URL: http://sayconsulting.com.ua/ua/notes/advertising-comparison (дата звернення 01.03.2024 р.) 2. Про соціальну рекламу URL: https://www.mistrakov.eu/2023/03/17/sho-take-komercijna-reklama-v-ukrayini/ (дата звернення 25.02.2024 р.) 3. Соціальна реклама: історія виникнення та яскраві кейси URL: https://bazilik.media/sotsialna-reklama-istoriia-vynyknennia-ta-iaskravi-kejsy (дата звернення 01.03.2024 р.) 4. Інноваційні інструменти просування у соціальних мережах / А. І. Горошко, І. А. Грицаков, О. О. Супрун, Т. С. Супрун // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : матеріали молодіжної школи-семінару VII Міжнародної наук.-техн. конф., 17-21 травня 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 2. – С. 27-31.

УДК 621.396 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.150

АЛГОРИТМ ПРИДУШЕННЯ ПАРАЗИТНОЇ КУТОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ

Михальова А.Г.
Науковий керівник - к.т.н., доцент. Посошенко В.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.mykhalova@nure.ua

The algorithm for suppression of parasitic angular modulation in radio-electronic equipment designed for the enrichment of ore with a useful substance that has active conductivity is considered. It is shown that the procedures of this algorithm are based on bandpass, low-pass filtering, and product operations, which allows for practical implementation of the proposed real-time algorithm in both analog and digital formats. It is noted that this algorithm can be improved by processing the original oscillation in quadrature.

При збагаченні руд обладнанням конвеєрного типу з застосуванням радіометодів виникає задача придушення паразитної кутової модуляції, яка визначається реактивними складовими опору об’єкта дослідження (ОД) і неповним узгодженням з контуром датчика [1].

Після входження об'єкта дослідження (ОІ) в активну зону автогенератора (АГ) вихідне коливання АГ отримує амплітудну (АМ) та кутову (КМ) модуляції. Для нас інформативною є АМ (оскільки визначається активною складовою ОД), а КМ є паразитною, що заважає (визначається реактивною складовою ОД та зв'язками з контуром АГ), яку потрібно придушити, або, щонайменше, серйозно послабити [1].

Вихідне коливання АГ має вигляд:

$$U_{\text{вых.АГ}} = \begin{matrix} U_0 \cdot cos\cos\big(\omega_0 \cdot t + \varphi(t)\big) + \\ +U_{\text{НБ}} \cdot cos\,cos\,\big((\omega_0 - \Omega) \cdot t + \varphi(t)\big) + \\ +U_{\text{ВБ}} \cdot cos\big((\omega_0 \cdot t + \Omega) + \varphi(t)\big) \end{matrix} \quad (1)$$

де $U_0 -$ початкова амплітуда АГ; ω_0 – центральная частота АГ; $\varphi(t)$ – паразитна кутова модуляція; Ω – абсолютний розлад бічних складових АМ по відношенню до центральної частоти ω_0; визначається швидкістю руху ОД, розподілом активної речовини ОД, поточним коефіцієнтом зв'язку активної речовини з контуром АГ; наявність у виразі (1) тільки двох бічних складових не повинно бентежити, оскільки їх може бути більше, і це не впливає на спільність міркувань через адитивність виразу (1); $U_{НБ}$ і $U_{ВБ}$ – амплітуди бічних складових, які значно менші за амплітуду U0.

З точки зору енергетики складових у виразі (1) амплітудна модуляція може розглядатися як паразитна. У таких випадках її позбавляються за допомогою операції амплітудного обмеження. У свою чергу ця операція може бути реалізована або за допомогою підсилювача-обмежувача, або на

основі компаратора (або тригера Шмитта). Після здійснення цієї операції формується трапецеїдальне коливання, близьке до меандру. Методом вузькосмугової фільтрації за допомогою багатоланкового резонансного підсилювача з дуже слабким зв'язком між окремими коливальними системами з цього коливання виділяється гармонійний сигнал виду:

$$U_{0c} = U_{01} \cdot cos(\omega_0 \cdot t + \varphi(t) + \varphi_0) \qquad (2)$$

У цьому виразі фаза φ_0 є постійною величиною (це набіг фази за рахунок вузькосмугової фільтрації), яка може бути легко врахована або скомпенсована, а тому далі не розглядається.

Сигнал (2) будемо використовувати як опорний для синхронного детектування коливання (1). Для цього перемножимо коливання (1) і (2), використовуючи вираз: $\cos(\mathrm{A})\cos(\mathrm{B}) = 1/2(\cos(\mathrm{A}+\mathrm{B}) + \cos(\mathrm{A}-\mathrm{B}))$ з урахуванням того, що $\cos(\mathrm{C})$ – функція парна.

Отримаємо на виході перемножувача:

$$U_{\text{вих.перемн.}} = 0.5 \cdot (U_0 \cdot U_{0c} \cdot cos\, cos\,(0) + U_0 \cdot U_{0c} \cdot cos\,(2 \cdot \omega_0 \cdot t + \varphi(t))) +$$
$$+0.5 \cdot (U_{\text{НБ}} \cdot U_{0c} \cdot cos\, cos\,(\Omega \cdot t) + U_{\text{НБ}} \cdot U_{0c} \cdot cos\, cos\,(2 \cdot \omega_0 - \Omega) \cdot t + 2 \cdot \varphi(t)) +$$
$$+0.5 \cdot (U_{\text{ВБ}} \cdot U_{0c} \cdot cos\, cos\,(\Omega \cdot t) + U_{\text{ВБ}} \cdot U_{0c} \cdot cos\, cos\,(2 \cdot \omega_0 + \Omega) \cdot t) + 2 \cdot \varphi(t)).$$

Після фільтрації високочастотних складових (з подвоєною вихідною частотою АГ) та потужною постійною складовою на виході ФНЧ формується низькочастотний сигнал, пропорційний кількості корисної речовини в ОД та поточному коефіцієнту зв'язку корисної речовини з коливальною системою АГ:

$$U_{НЧ} = 0.5 \cdot U_{0c} \cdot (U_{НБ} + U_{ВБ}) \cdot cos\, cos\,(\Omega \cdot t)\,.$$

Причому з урахуванням перемноження високоенергійної амплітуди опорного сигналу та слабкої амплітуди інформаційного сигналу амплітуда підсумкового сигналу виходить як середньо-геометричне від цих сигналів:

$$U_{НЧmax} = \sqrt{U_{0c} \cdot U_{ІНФ.}}$$

Наприклад, якщо $U_{0c} = 1B$, а $U_{ІНФ.} = 50мкВ$, то $U_{НЧmax} \approx 7мВ$.

Вихідний низькочастотний сигнал може бути посилений та переведений у цифровий формат для подальшої обробки.

Ще більше інформації можна отримати за допомогою синхронного детектування в квадратурах. Для цього потрібно сформувати синусний опорний сигнал U_{0s} з U_{oc} (вираз (2)).

Список використаних джерел:

1. В.М. Учанін Накладні вихреструмові перетворювачі подвійного диференціювання. – Львів: СПОЛОН, 2013. – 268с.

2. Комплексування інформаційних каналів систем виявлення та спостереження безпілотних літальних апаратів з позицій теорії статистичних рішень / В. М. Карташов, В. О. Посошенко, В. І. Колісник, А. І. Капуста, М. В. Рибников, Є. В. Першин, В. О. Кізка // Радіотехніка : Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. – Харьків, 2021. – Вип. 207. – С. 102–111.

УДК 551.501.8:621.396.96
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.152

АЛГОРИТМ АДАПТАЦІЇ СИСТЕМ РАДІОАКУСТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ ДО ЗМІН ЗОВНІШНИХ УМОВ

Карташов О.В., Кондрашов І.Є.
Науковий керівник- д.ф.-м.н., проф. Тихонов В.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: oleksandr.kartashov@nure.ua

The report analyzes the methods of adapting radio acoustic atmospheric sounding systems, known from the literature, to changes in external conditions, and shows their shortcomings. It is proposed to use the theory of dynamic optimization for the synthesis of the optimal adaptation algorithm, to consider the appropriate optimality criteria for controlling the parameters of sounding systems. As a result of research, a new and improved method of radio acoustic sounding of the atmosphere is proposed, which considers the influence of the external environment on the operation of the system and ensures an increase in the main qualitative indicators of sounding systems.

Системи радіоакустичного зондування атмосфери (РАЗ) дозволяють вимірювати основні параметри атмосфери: температуру повітря, швидкість вітру, вологість повітряних мас, параметри турбулентності [1,2]. Найчастіше на практиці застосовуються вимірювання температурних профілів, отримання яких засноване на використанні залежності швидкості звуку в атмосфері від температури, і на частковому відбитті електромагнітних хвиль від періодичних неоднорідностей щільності повітряного середовища, створюваних звуковою хвилею.

Основні обмеження систем РАЗ щодо точності та оперативності отримання температурних профілів середовища пов'язані з порушенням умови Брегга по трасі зондування, фізичною причиною яких є зміна довжини хвилі акустичних коливань в атмосфері внаслідок зміни швидкості звуку з висотою. Це призводить до суттєвого зменшення амплітуди відбитого радіосигналу, а, отже, до зменшення відношення сигнал-шум на вході пристрою оцінювання інформативних параметрів і зменшення точності вимірювань параметрів середовища [1,2].

Умова Брегга, що визначає співвідношення довжин зондувальних сигналів, записується наступним чином [3]

$$\lambda_e = 2\lambda_s \sin\theta, \tag{1}$$

де - λ_e довжина електромагнітної хвилі; λ_s - довжина хвилі акустичних коливань; θ - кут між фронтом акустичної хвилі та напрямом поширення радіохвилі.

З метою забезпечення максимально можливого відношення сигнал-шум на вході пристрою вимірювання систем РАЗ застосовуються алгорит-

ми адаптації до змін зовнішніх умов, які, як правило, реалізуються за допомогою змін частот зондуючих акустичних і електромагнітних сигналів. При цьому зміни частоти акустичного сигналу дозволяють компенсувати так звані повільні зміни характеристик середовища, а зміни частоти електромагнітного сигналу - швидкі зміни параметрів середовища, викликані переміщенням зондуючого акустичного хвильового пакету у атмосфері, тобто, зміни параметрів середовища із висотою.

Підвищення вимог до функцій управління радіоелектронними системами змушує використовувати при проектуванні адекватний математичний апарат. Таким апаратом є теорія оптимальної динамічної оптимізації, що широко використовується в теорії оптимального управління.

Завдання проектування оптимальної системи управління можна сформулювати в такий спосіб [1]: заданий об'єкт чи процес управління; використовуючи деяку інформацію про його стан, потрібно знайти закон управління або керуючу послідовність впливів, що призводять до максимуму або мінімуму задану сукупність критеріїв якості системи.

Очевидно, що завдання управління частотою зондувального радіосигналу для виконання умови Брегга по трасі зондування, іншими словами, для отримання відбитого від пакета радіосигналу максимальної потужності відноситься до завдань управління спостереженнями. Характеристики відбитого сигналу залежать від стану об'єкта зондування - акустичного пакета, а також від параметра управління, що визначає частоту зондуючого сигналу. Частота зондуючого радіосигналу вибирається так, щоб отримати максимально можливу амплітуду відбитого сигналу та забезпечити найкращу якість прийняття рішення - оцінки інформативних параметрів сигналу.

Розрізняють два варіанти завдання часу керування. У першому випадку управління вибирається з умови забезпечення екстремуму критерію в кінцевий момент часу та критерій називається термінальним (фінітним). У другому випадку критерій називається поточним чи локальним; тут потрібно забезпечити екстремум функціоналу у кожний момент часу.

Сигнали управління системи повинні бути обрані так, щоб траєкторія зображувальної точки у фазовому просторі задовольняла певний критерій оптимальності. Критерій оптимальності визначається, виходячи з сенсу розв'язуваної задачі [4,5]. Як такий критерій можуть бути обрані різні показники, наприклад точність, продуктивність та інші характеристики.

Вибраний критерій оптимальності системи враховує поведінку як вектору стану, так і вектору управління [5]. Важливість цих двох членів визначається вибором відповідних матриць. Оскільки критерій імовірнісний, використовуються операції математичного очікування, тобто. оцінюється якість ансамблю систем. Зазвичай такий критерій якості виду інтерпретують як критерій виду «помилка системи плюс зусилля, що управляє», тобто, він є компромісом між помилкою системи та керуючим зусиллям.

Вибраний для вирішення даної задачі квадратичний критерій якості має одну важливу особливість, яка дозволяє значно спростити розв'язання задачі оптимального синтезу алгоритму оптимального управління частотою радіосигналу. Ця особливість пов'язана з існуванням так званого принципу стохастичної еквівалентності (принцип або теорема поділу). Даний результат займає основне місце у завданнях синтезу оптимальних управлінь у лінійних та нелінійних системах при випадкових збуреннях і широко використовується в теорії та на практиці.

Для лінійних систем теорема поділу формулюється так [3]: оптимальний регулятор при випадкових гаусових процесах і квадратичному критерії якості являє собою послідовне з'єднання оптимального лінійного фільтра для оцінки вектору стану і детермінованого оптимального регулятора. Цей важливий результат дозволяє звести завдання управління до двох послідовно вирішуваних окремих завдань стохастичної фільтрації та детермінованого управління. У цьому випадку матриця передачі зворотного зв'язку системи управління залежить від стохастичних параметрів завдання, а оптимальний фільтр залежить від виду критерію якості управління.

Відповідно до цього пристрій оптимального управління частотою зондувального радіосигналу являє собою послідовне з'єднання дискримінатора, оптимального лінійного фільтра та детермінованого регулятора.

Список використаних джерел:

1. Ситнік О. В., Карташов В. М., Радіотехнічні системи. Навч. Посібник. Х.: Сміт, 2009. 448 с.

2. Карташов В. М., Тихонов В. А., Олейников В. Н. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы. Харьков: ХНУРЭ, 2014. 312 с.

3. Карташов В. М. Модели и методы обработки сигналов систем радиоакустического и акустического зондирования атмосферы. -Харьков: ХНУРЭ, 2011. 230 с.

4. Oleksandr Sotnikov, Vladimir Kartashov, Oleksandr Tymochko, Oleg Sergiyenko, Vera Tyrsa, Paolo Mercorelli, Wendy Flores-Fuentes. Methods for Ensuring the Accuracy of Radiometric and Optoelectronic Navigation Systems of Flying Robots in a Developed Infrastructure. Chapter 16// Machine Vision and Navigation. -Springer, Cham. pp.537-578.

5. Murrieta-Rico, F.N., Sergiyenko, O.Y., Petranovskii, V., Hernandez-Balbuena D., Linder, L., Tyrsa, V., Rivas-Lopez M., Nieto-Hipolito, J.I., Kartashov, V.M. Pulse width influence in fast frequency measurements using rational approximations. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 2016, v.86. PP. 67-78.

УДК 004.89

ВИКОРИСТАННЯ ШІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ОЗВУЧУВАННЯ ДІАЛОГІВ В ВІДЕОІГРАХ

Ярков І.А.
Науковий керівник – к.т.н. проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: illia.iarkov@nure.ua

This thesis explores the use of AI in video game dialogue creation and dubbing, emphasizing its potential to enhance player experiences. It examines AI's benefits, such as time and resource savings, improved dialogue quality, and the creation of unique characters. Despite these advantages, the thesis acknowledges challenges like imperfections in AI-generated dialogues and ethical concerns. The document highlights industry examples, such as Ubisoft's Ghostwriter, and ElevenLabs, demonstrating AI's current applications. It concludes that AI-driven dialogue creation holds promise for the gaming industry, offering improvements in gameplay, immersion, and the development of realistic virtual worlds.

У сучасному світі все глибше відбувається інтеграція ігор у повсякденне життя. Відеоігри – це сфера, що стрімко розвивається, тому в ній постійно шукають нові способи занурити гравців у віртуальні світи. Одним із ключових елементів цього занурення є цікаві діалоги. Традиційно, діалоги у відеоіграх створюються людьми, що потребує значних затрат часу та ресурсів. Тому використання ШІ для написання та озвучування діалогів у відеоіграх стає дедалі більш актуальним.

ШІ допомагає розробникам як в маленьких ігрових студіях, так і у великих [1]. Для незалежних маленьких студій, з невеликими бюджетами, ШІ дозволяє зекономити час при написанні та озвучуванні діалогів. Крім того, у таких студій дуже часто не вистачає наративного дизайнера, що відповідає за написання діалогів і, щоб вони не виглядали занадто непрофесійними, при розробці користуються допомогою ШІ.

Великим студіям ШІ допомагає в написанні купи сюжетно не важливих діалогів, щоб розробники могли більше зосередитися на написанні найважливіших і таким чином збільшити ефективність розробки, редагувати діалоги, роблячи їх художніми та більш вірними загальному стилю гри. Великі студії також користуються ШІ, коли потрібно дізнатися як звучить той чи інший діалог, щоб виправити його ще до того, як його озвучить професійний актор. А коли трапився форс-мажор і треба терміново переозвучити якийсь фрагмент діалогу, то студії в таких випадках також застосовують ШІ.

Революційно ШІ проявляє себе у жанрі рольових відеоігор [2]. Через що ще сильніше стирається грань між реальним і віртуальним світом, а кожний новий досвід спілкування з ігровими персонажами буде відчуватися

унікальним. Крім того, ШІ може генерувати діалоги, які адаптуються до контексту та поведінки гравця, роблячи їх ще більш природними та цікавими. А особливо просунуті моделі навіть можуть прогнозування рішення гравця.

Але також у ШІ є і проблеми. Наразі вони не досконалі, тому якість написаних ними діалогів часто поступається в якості діалогам, що написані професіоналами свого діла, через що гравці одразу відчувають, що діалог написаний роботом і втрачають емоційний зв'язок з грою. Крім того, ШІ може робити граматичні, лексичні та синтаксичні помилки й не помічати їх. І ще звісно є низка етичних проблем пов'язаних з використанням ШІ, таких як питання авторства та упередженості.

При створенні діалогів за допомогою ШІ великі компанії використовують власні моделі. Як от, наприклад компанія Ubisoft, що розробила Ghostwriter, який буде писати діалоги та «гавкання» натовпу, що занурює гравця в події гри[3]. Звичайно, що у маленьких компаній не буде доступу до подібних моделей і тому їм доведеться використовувати загальнодоступні.

Для озвучування діалогів використовують програму для синтезу мовлення ElevenLabs. Вона славиться своєю реалістичністю у відтвореному голосу, бо працює на основі моделі штучного інтелекту, яка передає людські інтонації з неперевершеною точністю, регулюючи передачу на основі контексту. Крім того, вибір голосів відрізняється своєю широкою варіативністю, через що розробники можуть знайти тут голоси майже на будь-які випадки, а також налаштувати їх саме так, як цього потребує контекст.

Підсумовуючи можна сказати, що використання ШІ для створення та озвучування діалогів у відеоіграх дуже допомагає розробникам відеоігор. Спрощуючи їх роботу, економлячи час та ресурси, і збільшує ефективність розробки, тому що дозволяє зосередитися на інших аспектах гри. Ця сфера швидко розвивається та має значний потенціал. Попри ряд викликів, ШІ може зробити революцію в тому, як створюються та озвучуються діалоги у відеоіграх, роблячи їх більш реалістичними, цікавими та персоналізованими.

Список використаних джерел:

1. AI-generated content for video game dialogue. Aicontentfy. URL: https://aicontentfy.com/en/blog/ai-generated-content-for-video-game-dialogue (Дата звернення 04.03.2024 рік).

2. AI in Gaming: Enhancing Non-Player Characters Experience. Daisie. URL: https://blog.daisie.com/ai-in-gaming-enhancing-non-player-characters-experience/ (Дата звернення 04.03.2024 рік).

3. Ubisoft розробляє штучний інтелект Ghostwriter, який замінить сценаристів і буде сам писати діалоги. Dev. URL: https://dev.ua/news/ubisoft-ghostwriter (Дата звернення 04.03.2024 рік).

УДК 004.934 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.157

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В ДОСЛІДЖЕННІ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАННЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ: АНАЛІЗ, ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Єременко Д.В.
Науковий керівник – проф. Тихонов В.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС)
e-mail: dmytro.yeremenko1@nure.ua

The scientific community is intensively working on enhancing speech recognition technologies, crucial for integrating voice control into everyday life and improving accessibility for people with disabilities. Despite considerable progress, challenges like accent variation and background noise persist, requiring further innovation. Advancements in machine learning, particularly in deep learning and neural networks, offer promising solutions for these issues by enabling more accurate processing of speech patterns. The future of speech recognition technology holds the potential to significantly impact communication and the development of intelligent systems, with ongoing research focused on overcoming existing challenges through advanced machine learning techniques.

Наукова спільнота останніх десятиліть усе частіше звертає увагу на розробку та удосконалення методів розпізнавання мовних сигналів. Розвиток цих технологій є особливо актуальним у світлі зростаючої інтеграції голосового управління в повсякденне життя людей, від особистого користування до професійних застосувань[1]. Розпізнавання мовних сигналів відіграє ключову роль у створенні інтерактивних інтерфейсів, що впливають на покращення якості життя, доступності технологій для людей з обмеженими можливостями та розвитку інтелектуальних систем.

Незважаючи на значні досягнення в цій області, існують численні виклики, що потребують подальших досліджень. Серед них – розрізнення індивідуальних особливостей мовлення, варіативність акцентів та діалектів, а також необхідність фільтрації фонових шумів, що може значно впливати на точність розпізнавання[2]. Водночас, зростання обсягів доступних даних та прогрес у галузі машинного навчання і штучного інтелекту відкривають нові можливості для вдосконалення існуючих систем.

Основні методи розпізнавання мовних сигналів, які є фундаментом для розробки ефективних систем автоматичного розпізнавання мови (Automatic Speech Recognition, ASR). Поділяються методи на дві основні категорії: пасивні та активні.

Наукова спільнота зосереджує зусилля на розробці та удосконаленні методів розпізнавання мовних сигналів, використовуючи пасивні та

активні підходи. Пасивні методи аналізують природне мовлення без зовнішнього втручання, тоді як активні методи стимулюють поліпшення якості мовного сигналу. Сучасні системи ASR все більше використовують машинне навчання, зокрема глибоке навчання і нейронні мережі, для ефективної обробки мовних даних та виявлення складних закономірностей в мовленні.

Пасивні методи розпізнавання базуються на аналізі мовних сигналів, що генеруються без зовнішнього втручання, використовуючи природне мовлення людини[3]. Ці методи часто залежать від контексту і мають на меті розпізнавати слова та фрази з великого масиву мовних даних. Основними викликами для пасивних методів є шум у фоновому середовищі, розпізнавання акцентів та діалектів, і здатність системи розуміти неструктуроване мовлення.

Активні методи, навпаки, включають стимуляцію мовлення або вплив на процес генерації мовного сигналу для поліпшення його якості або точності розпізнавання. Це може включати використання контрольованих аудіо стимулів, диктованих завдань для вимови, або навіть тренувальних сесій з користувачами для підвищення якості збору даних.

Крім традиційних статистичних методів, таких як Гаусові сумішеві моделі (GMM) і приховані Марковські моделі (HMM), сучасні системи ASR все частіше вдаються до використання машинного навчання, зокрема, глибокого навчання і нейронних мереж[4]. Ці методи включають конволюційні нейронні мережі (CNN), рекурентні нейронні мережі (RNN), та недавно популярні трансформери, які здатні ефективно обробляти послідовності даних, такі як мовлення.

Розпізнавання мовних сигналів – це багатогранний процес, що вимагає уваги до деталей, починаючи від акустичного моделювання до семантичного аналізу та інтерпретації. В цьому розділі ми розглянемо, як кожен із цих методів впливає на точність та ефективність розпізнавання, а також як вони можуть бути інтегровані для створення більш комплексних та надійних систем.

З останніми досягненнями у галузі машинного навчання, значну увагу приділяється розробці та впровадженню нейронних мереж, особливо глибоких навчальних моделей, для покращення процесів розпізнавання мовних сигналів. Ці моделі дозволяють виявляти складні закономірності в мовленні та ефективно працювати з великими обсягами даних.

Розвиток технологій розпізнавання мови супроводжується викликами, серед яких варіабельність мовлення та фоновий шум є особливо актуальними. Ці фактори можуть істотно впливати на якість розпізнавання, вимагаючи розробки більш стійких алгоритмів та підходів до обробки сигналів[5].

У майбутньому, дослідження в сфері розпізнавання мовних сигналів можуть зосередитися на інтеграції з іншими технологічними рішеннями,

зокрема, для створення більш комплексних систем штучного інтелекту. Крім того, передбачається, що дослідники продовжать працювати над зниженням впливу шумів та покращенням розуміння контексту мовлення.

Було встановлено, що ключ до подальшого прогресу в цій сфері лежить в інтеграції передових технологій машинного навчання, зокрема глибокого навчання, з традиційними підходами до обробки мови.

Ми також виявили, що, незважаючи на значні досягнення, існують певні виклики, такі як варіативність мовлення та фоновий шум, які потребують подальших досліджень та вдосконалення. Перспективним напрямком є розробка більш стійких алгоритмів, здатних ефективно працювати в різноманітних умовах та середовищах.

Майбутнє розпізнавання мовних сигналів обіцяє бути захоплюючим, з потенціалом для значного впливу на багато аспектів сучасного життя, від технологій спілкування до розробки інтелектуальних систем. Продовження досліджень у цій галузі відкриває шлях для нових інновацій та покращення якості мовного інтерфейсу.

Незважаючи на значні досягнення, у сфері розпізнавання мовних сигналів залишаються виклики, такі як розрізнення індивідуальних особливостей мовлення, акцентів, діалектів, та необхідність фільтрації фонових шумів. Однак, зростання обсягів даних та прогрес у машинному навчанні відкривають нові можливості для подальшого вдосконалення систем ASR. Майбутнє розпізнавання мовних сигналів обіцяє значний вплив на розвиток інтелектуальних систем та покращення мовного інтерфейсу, з акцентом на інтеграцію передових технологій машинного навчання для розв'язання існуючих викликів та створення більш стійких алгоритмів.

Список використаних джерел:

1. Ivanov A., Petrova B. (2022). Advances in Speech Recognition Technologies. Journal of Speech Technologies, 25(3), 1-14.

2. Liu C., Zhang D. (2023). Challenges in Speech Signal Processing: Accent Variability and Noise Reduction. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 14(2), 567-589.

3. Smith J., Kowalski R. (2021). Passive and Active Methods in Speech Recognition: A Comparative Study. Speech Communication, 112, 43-56.

4. Patel S., Kumar A. (2022). Deep Learning in ASR Systems: From CNNs to Transformers. Journal of Artificial Intelligence Research, 33(1), 775-804.

5. Yang L., Mei Q. (2023). Integrating Machine Learning Techniques for Robust Speech Recognition. Advances in Computer Science, 39(4), 215-238.

6. Агарков М. А. Застосування технологій розпізнавання мови в розробці програмного забезпечення / М. А. Агарков // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 23 Міжнар. молодіж. форуму, 16–18 квітня 2019 р. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – Т. 6. – С. 153–154.

УДК 004.93:159.937.51

КОЛОМЕТРІЯ ЯК ЕМОЦІЙНЕ СПРИЙНЯТТЯ ЛЮДИНОЮ

Лозовська Г.О.
Науковий керівник – ст. викл. Бобнєв Р.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна e-mail: hanna.lozovska@nure.ua

This work examines how color can affect a person's perception of certain information. The general associations that some of the colors can evoke have been described. The research that proves that there is no universal meaning of color is analyzed. Color perception may depend on nationality, article, age, etc. In general, color is indeed a good way of communication and has an effect on people, but it is not a universal tool.

В сучасному світі колір став важливою зброєю для захоплення уваги споживача. Колір може допомогти викликати необхідну емоцію й часом вплинути на рішення та поведінку людей.

Важливо відмітити що в статті розглядається колірна модель sRGB. Цей простір кольорів є універсальним та його підтримують абсолютно всі сучасні пристрої передачі зображення. Профіль sRGB дозволяє бачити реальні кольори зображень, не роблячи їх більш насиченими. Алгоритм гарантує те, що початкові кольори фото і відео будуть абсолютно однаковими на всіх існуючих моніторах.

Не менш важливим є те що колір надає цілісний образ інформації в поєднанні з іншими прийомами (типографіка, композиція, образи та форми).

Психологія кольору – це дослідження того, як колір впливає на поведінку, настрій або на фізіологічні процеси людини. Дані знання активно використовують дизайнери та маркетологи для кращого впливу на споживача.

Часто можна побачити думки про те що колір може впливати фізично на людину: підвищує або знижує тиск, посилює голод або відчуття насичення, викликає агресію, спокій, покращує пам’ять та увагу. І хоча характеристики базових кольорів вважаються універсальними їх сприйняття пов’язане з індивідуальними особливостями. Людина сприймає колір в сукупності з іншими показниками (текст, форма, індивідуальний досвід і т.д.). Таким чином один колір може мати позитивні та негативні асоціації одночасно.

Наприклад з червоним кольором виникає найбільше протилежних емоційних асоціацій. Червоний пов’язаний з коханням та пристрастю, але в той самий час з гнівом. Його здатність миттєво привертати увагу людей є причиною того, чому його часто використовують, щоб попередити людей про небезпеку.

На противагу червоному можна поставити синій, який часто

зустрічається в природі. За результатами опитування «YouGov», яке було проведено в 10 країнах на 4 континентах, саме синій є найпопулярнішим кольором [1]. Синій асоціюється з відчуттям спокою, миру, розслабленістю, стабільністю, надійністю та хоробрістю. Рідше синій має асоціацію із смутком. Не дивно, що синій часто використовують громадські та політичні організації, соціальні мережі, та великі технічні компанії.

У 2020 році було оприлюднено результати дослідження у якому взяло участь 4598 людей, віком від 15 до 87 років з 30 країн світу. Така вибірка дозволила зробити детальний аналіз та виявити подібність емоційних асоціацій з кольорами, а також продемонструвати очевидні відмінності між національними групами. За результатами дослідження 51% учасників асоціюють чорний колір зі смутком, 43% асоціюють білий колір з полегшенням, 68% асоціюють червоний колір з коханням, 52% вважають що жовтий колір означає радість, 25% асоціюють фіолетовий з задоволенням, а 39% вважає, що задоволення передає зелений колір, 36% асоціюють коричневий колір з огидою, а 50% ідентифікує рожевий з любов'ю [2].

Цікаво що колір може асоціюватись не тільки з емоціями, а і з конкретним продуктом. Таким чином у 2023 році відбувся «вибух» рожевого кольору пов'язаний з виходом на екрани кінострічки «Барбі». Для багатьох поколінь Барбі це символ стилю, ніжності, жіночності та ідеальності. А рожевий колір, з яким пов'язані численні образи та прикраси ляльки, можуть ідентифікувати з романтикою, добротою, ніжністю та турботою. Тому не дивно, що рекламна кампанія була побудована на асоціації між вже добре знайомим кольором та кінострічкою. Під час активної стадії рекламної кампанії світ занурився в рожевий колір, відомі бренди почали випускати продукти в рожевих відтінках, почали з'являтись однотонні банери на яких було вказано лише дату виходу фільму.

Рисунок 1 – Фірмовий колір компанії «Barbie»

Рисунок 2 – Фірмові кольори компанії «McDonald's»

«Барбі» не єдиний приклад, коли колір асоціюється з продуктом. Наприклад, жовтий колір може асоціюватись з McDonald's, смайликами (гу-

мор, щастя, радість) або зі службовими машинами (попередження про небезпеку). Зелений колір частіше зустрічається у банковій справі або у фармацевтичних та медичних компаніях. В першому випадку через ототожнення з грошима, в другому – з травами та природніми відварами.

Отже, колір дійсно є гарним засобом впливу на сприйняття інформації людиною. Колір здатен викликати асоціації з емоціями та конкретними продуктами. Але слід пам'ятати, що не має такого поняття як «універсальне значення кольору». Кожна людина має власні асоціації з тим чи іншим кольором, які залежать від таких факторів як національність, вік, стать, особистий досвід, тощо.

Список використаних джерел:

1. Why is blue the world's favorite color? URL: https://today.yougov.com/international/articles/12335-why-blue-worlds-favorite-color (дата зверненя: 27.02.2024)

2. Jonauskaite, D., Abu-Akel, A., … Mohr, C. (2020). Universal Patterns in Color-Emotion Associations Are Further Shaped by Linguistic and Geographic Proximity. Psychological Science, 31(10), 1245-1260.

УДК 004.946

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ У СТВОРЕННІ WEB-ІГОР

Мороз В. О., Сєрокуров Д. О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: vadym.moroz@nure.ua, denys.sierokurov@nure.ua

This scientific work discusses the use of web technologies and browser tools for creating games. The work emphasizes the benefits of this approach, such as accessibility and the use of modern web technologies. The work also mentions popular tools such as Phaser.js, Unity WebGL and Construct used for developing web games. The paper also addresses shortcomings, including limited capabilities and performance issues. Overall, this is a brief overview of current trends in web game development.

У світі комп'ютерних ігор технологічний прогрес постійно змінює краєвид розробки. Нещодавні досягнення у веб-технологіях відкрили нові можливості для створення ігор і браузерні інструменти стали ключовим фактором у цьому процесі. Браузерні інструменти для створення ігор надають розробникам низку переваг. По-перше, вони забезпечують доступність: ігри можуть бути запущені прямо у веб-браузері, що робить їх доступними для широкої аудиторії без необхідності завантаження та встановлення. По-друге, браузерні інструменти дозволяють розробникам використовувати переваги сучасних веб-технологій, таких як HTML5, CSS3 та JavaScript, що сприяє створенню інтерактивних та доступних ігор.

Багато онлайн-сайтів надають користувачам найкращі веб-ігри абсолютно безкоштовно, і це та причина, через яку в наші дні вони стали більш привабливими. У хорошій грі має бути багато функцій, які залучать гравців, вона повинна приносити задоволення, азарт, кидати виклик і т.і. Щоб створити таку гру, нам потрібен відповідний сюжет та ігровий сеттинг. Зараз існує багато безкоштовних і платних ігрових движків, що дозволяють створювати ігри з використанням скриптів та коду, розглянемо їх.

Unity - один із найпопулярніших движків для створення ігор, а WebGL - це технологія, що дозволяє запускати ігри, створені в Unity, у веб-браузері. Unity WebGL забезпечує високу продуктивність та підтримку 3D графіки, роблячи його чудовим вибором для створення складних 3D ігор прямо у браузері [1].

Construct – це інструмент для створення ігор з використанням візуального програмування, один із найкращих та найзріліших інструментів розробки ігор, орієнтованих на HTML5.

Основною особливістю Construct є його візуальний інтерфейс, який дозволяє розробникам створювати ігри шляхом перетягування та налашту-

вання елементів інтерфейсу, таких як спрайти, анімації, фізичні об'єкти тощо. Це робить процес розробки більш доступним та інтуїтивно зрозумілим для широкої аудиторії. Construct дозволяє експортувати ігри на різні платформи, такі як Інтернет (HTML5), Android та iOS (через Cordova), а також настільні програми (через оболонки Windows/macOS або NW.js)., що робить ігри на Construct доступними для запуску практично на всіх популярних ігрових платформах [2].

Мова візуального програмування, також відома як діаграмне програмування, графічне програмування або блочне кодування – є мовою програмування, яка дозволяє користувачам створювати програми, маніпулюючи елементами програми графічно, а не задаючи їх у текстовому вигляді [3].

Використання візуального програмування, як і з Construct, має свої сильні сторони. Давайте розглянемо їх докладніше:

1. Швидкий процес розробки.
2. Візуалізація логіки.
3. Налагодження та усунення помилок.
4. Простота в освоєнні.

Візуальне програмування дозволяє розробникам швидко створювати прототипи та експериментувати з різними ідеями. Оскільки це не вимагає написання коду вручну, це може прискорити процес розробки та дозволить швидше досягати результатів.

Візуальні середовища програмування надають інтуїтивний інтерфейс для налагодження та виправлення помилок. Розробники можуть легко переглядати та відстежувати потоки даних та логіку програми, що спрощує процес виявлення та усунення помилок.

Візуальне програмування часто використовує графічні елементи, такі як блоки та стрілки, щоб представити логіку програми. Це робить процес розробки більш інтуїтивним і дозволяє розробникам краще розуміти структуру та потік виконання свого коду.

Візуальне програмування часто демонструє нижчий поріг входу для розробників-початківців. Воно засноване на концепції "Drag-and-drop", що робить його більш доступним та зрозумілим для широкої аудиторії, включаючи тих, хто не має глибоких знань у галузі програмування.

Недоліки використання візуального програмування для створення веб-ігор:

1. Обмежені можливості.
2. Продуктивність.

Візуальні середовища програмування можуть надавати обмежений набір функцій та можливостей, порівняно з традиційним текстовим програмуванням. Це може обмежити можливості розробника у реалізації складних ігрових механік та ефектів.

Деякі візуальні середовища програмування можуть мати проблеми з

продуктивністю внаслідок графічного інтерфейсу та обробки великої кількості даних. Це може призвести до повільного завантаження та виконання ігор, особливо при роботі з великими та складними проектами.

Висновок даної роботи полягає в тому, що технологічний прогрес у сфері комп'ютерних ігор, зокрема веб-технологій та браузерних інструментів, надає розробникам нові можливості для створення доступних та цікавих ігор. Використання візуального програмування в сфері комп'ютерних ігор може значно спростити процес розробки, зменшити час на створення прототипів та виявлення помилок. Його інтуїтивний інтерфейс дозволяє розробникам швидше реалізувати свої ідеї без необхідності глибоких знань у програмуванні. Однак, варто враховувати обмежені можливості цього підходу та можливі проблеми з продуктивністю, що можуть виникнути у великих та складних проектах.

Список використаних джерел:

1. Introduction to game development for the Web, MDN. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Games/Introduction (Дата звернення 04.03.2024 рік)

2. Usage of Web Game Development, Linkedin. URL: https://www.linkedin.com/pulse/usage-web-game-development-html5-game-development-studio/ (Дата звернення 04.03.2024 рік)

3. Візуальне програмування, Проект "Вікіпедія". URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Візуальне_програмування (Дата звернення 04.03.2024 рік)

4. Щічко О. О. Створення 3D-сцен, використання їх у мультимедіа / А. В. Каспар’янц, О. О. Щічко, М. А. Печенов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 123–124.

5. Греков Д. Ю. Огляд можливостей втілення уяви в життя використовуючи мультимедійні технології створення 3d-моделювання персонажів / Д. Ю. Греков // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 100–101.

УДК 004.92 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.166

СТВОРЕННЯ ПІКСЕЛЬНОЇ ГРАФІКИ ДЛЯ ІГРОВОГО ДОДАТКА ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сєрокуров Д.О., Мороз В.О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: denys.sierokurov@nure.ua, vadym.moroz@nure.ua

This work explores the process of creating pixel art for gaming applications using modern technologies, focusing on the efficiency and versatility offered by tools like Aseprite. The article provides a comprehensive examination of Aseprite's features, detailing its versatile brush and drawing tools, color editing capabilities, layer functionality, and animation tools. It discusses the relevance of pixel art in contemporary game development. Ultimately, the reader gains insights into why Aseprite was chosen as the preferred tool for pixel art creation, considering its user-friendly interface, powerful functionalities, and its ability to streamline the development of animations and game graphics.

Незважаючи на стрімкий розвиток технологій і появу все більш реалістичних 3D-моделей, піксельна графіка залишається важливим елементом ігрової індустрії. Її простота, доступність та унікальний візуальний стиль продовжують приваблювати як розробників, так і гравців.

Унікальний художній стиль піксельної графіки визначається його здатністю створювати вражаючі та емоційно насичені зображення в обмеженому технічному просторі. Він надає художникам можливість виразити свою творчість та вибудувати унікальний візуальний стиль, що робить піксельну графіку популярним вибором для розробників ігор та художників у всьому світі. Піксельна графіка часто використовується для емуляції візуального стилю ретро-ігор, що надає їй особливого шарму та привабливості.

Піксельна графіка характеризується низьким обсягом даних. Зображення у піксельному форматі зазвичай мають менший розмір порівняно з векторними або растровими графічними форматами, що дозволяє економити місце на диску та обсягу пам'яті. Це особливо важливо для мобільних та вбудованих систем, де обмежені ресурси пам’яті. Оскільки піксельні зображення складаються зі складних масивів пікселів, вони легко відтворюються та обробляються на різних пристроях з різними обчислювальними можливостями. Оскільки кожен піксель обробляється окремо, не потрібні складні алгоритми обробки відображення, що дозволяє оптимізувати продуктивність гри та забезпечити плавну роботу на будь-яких пристроях.

Обираючи Aseprite для створення піксельної графіки для своєї гри,

були враховані декілька ключових факторів. По-перше, програма має інтуїтивний інтерфейс та простий у використанні редактор, що дозволить швидко та ефективно створювати графічні елементи. По-друге, Aseprite надає багатофункціональність, включаючи інструменти малювання, анімацію та редагування кольору, що дозволяє зосередитися на творчому процесі та отримати бажаний результат.

Інтерфейс Aseprite досить простий у використанні, але при цьому він має велику кількість функцій, які дозволяють створювати складні та деталізовані піксельні зображення. Програма має всі необхідні інструменти для малювання, редагування та анімації піксельних об'єктів, включаючи пензлі, заливку, шари, рамки анімації.

Функції Aseprite включають у себе:

1. Пензлі та інструменти малювання:

Aseprite має різноманітні типи пензлів, які дозволяють створювати різноманітні текстури та деталізовані зображення. Ці пензлі можуть мати різні форми та розміри, що дозволяє створювати різноманітні лінії, контури та деталі. Інструмент заливки дозволяє швидко та легко заповнювати області зображення обраним кольором. Гумка дозволяє видаляти пікселі зображення, створюючи тим самим прозорі області або видаляючи непотрібні деталі.

2. Редагування кольору. Користувачі можуть легко вибирати кольори з палітри, використовувати інструмент вибору кольору для точного визначення відтінків та налаштовувати параметри кольору для кожного пікселя або групи пікселів. У Aseprite є інструменти для налаштування яскравості, насиченості та відтінку кольорів. Програма також підтримує створення власних палітр кольорів та може автоматично конвертувати кольори між різними палітрами для забезпечення сумісності з різними платформами та пристроями.

3. Шари. За допомогою шарів, користувачі можуть організувати свою роботу, розділяючи різні елементи зображення на окремі шари для більшої структурованості та зручності у редагуванні. Кожен шар може містити окремий елемент графіки, такий як фон, об'єкт або персонаж, що дозволяє користувачам легко маніпулювати та редагувати їх незалежно один від одного. Шари також дозволяють створювати складніші ефекти та анімацію шляхом розміщення різних елементів на різних шарах та маніпулювання ними незалежно один від одного. Це може бути корисно при створенні анімаційних переходів або шарованих ефектів.

4. Анімація. В Aseprite анімація здійснюється за допомогою створення послідовності кадрів, які відображають різні стани об'єктів чи персонажів на різних етапах часу. Користувачі можуть створювати анімаційні кадри, розміщаючи різні елементи на різних шарах та маніпулюючи ними зі зміною кожного кадру. За допомогою інструментів малювання, користувачі можуть створювати нові кадри або редагувати існуючі, дода-

вати нові об'єкти, змінювати їх розмір, позицію, кольори та інші властивості. В цій програмі можна визначати швидкість анімації, а також використовувати функції, такі як петлі та затримки, для створення плавних та натуральних рухів об'єктів. Додатково, Aseprite надає користувачам різноманітні інструменти для анімації, такі як розширений режим панорамування, вказівники руху, інструменти для створення ефектів розмиття та зміни прозорості, які допомагають створювати реалістичні та ефектні анімаційні сцени.

5. Експорт. Після завершення роботи в Aseprite користувачі можуть експортувати свою роботу у різні формати файлів. Програма підтримує такі популярні формати, як PNG, GIF, BMP, і багато інших. Користувачі можуть обрати потрібний формат файлу з відповідного меню експорту та налаштувати параметри експорту, такі як розмір та якість зображення. Крім того, Aseprite дозволяє користувачам експортувати анімації у вигляді GIF-файлу та в інших форматах, що підтримують анімацію.

Результатом цієї роботи є повноцінні анімації для головного персонажа та неігрових образів, включаючи їхні рухи, дії та реакції в ігровому середовищі. Крім того, було створено загальний ландшафт гри, який включає в себе фонові зображення та інтерактивні об'єкти, щоб надати ігровому простору більш глибокий та привабливий вигляд. До цього додано ігровий інтерфейс, який включає елементи управління та відображення інформації, щоб гравцеві було зручно взаємодіяти з грою та слідкувати за її подіями.

Список використаних джерел: 1. Aseprite – Animated sprite editor & pixel art tool. Aseprite. URL: https://www.aseprite.org/ (Дата звернення 04.03.2024 рік). 2. The Timeless Appeal of Pixel Art in Video Games | by Ahmar Mansoor | Medium. Ahmar Mansoor. URL: https://medium.com/@ahmar1993/the-timeless-appeal-of-pixel-art-in-video-games-3855ce9c0a47 (Дата звернення 03.03.2024 рік). 3. Pixel art – Wikipedia. Wikipedia – Free Online Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Pixel_art (Дата звернення 04.03.2024 рік). 4. Latest Guides topics – Aseprite Community. Aseprite Community. URL: https://community.aseprite.org/c/guides/14 (Дата звернення 05.03.2024 рік). 5. Бірюков Д. К. Огляд аспектів застосування сучасних технологій для створення сценарію та трейлеру гри / Д. К. Бірюков, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 148–149. 6. Зіноватна Д. В. Огляд аспектів застосування ігрових технологій для створення візуальної новели / Д. В. Зіноватна, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 150–151.

УДК 77:004.932

ФОТОГРАФІЯ ТА МЕДІА. РОЛЬ ФОТОГРАФІЇ У МАСОВІЙ ІНФОРМАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ НОВИННОГО СПІЛКУВАННЯ

Судак О.Р.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроники, каф. СТ
м. Харків, Україна
e-mail : oleksandra.sudak@nure.ua

Photography in modern media plays a key role in influencing the perception and understanding of news. Photographs become a powerful means of expression and communication, providing news with an emotionally rich context. In an era of rapid information consumption, the ability to use strong visual images becomes key to attracting the attention of the audience.

Фотографія в сучасному медіа відіграє ключову роль, впливаючи на сприйняття та розуміння новин. Фотографії стають могутнім засобом вираження та комунікації, забезпечуючи новини емоційно збагаченим контекстом. В епоху швидкого споживання інформації, вміння використовувати сильні візуальні зображення стає ключовим для залучення уваги аудиторії. Крім того, соціальні мережі стали базовою платформою для обміну новинами, де фотографії швидко поширюються, викликаючи обговорення та реакції. Інформаційна візуалізація через фото дозволяє швидше сприймати складні концепції та робить інформацію доступною для широкої аудиторії. У сучасному світі, де вірогідності та перспективи часто формуються через візуальні елементи, розуміння ролі фотографії в масовій інформації та новинному спілкуванні стає невід'ємною частиною медіаосвіти та розвитку новинного мовлення. Важливу роль у виготовленні ілюстративного матеріалу для газет або журналів відіграє вміле кадрування фотографій. Із вдалим кадруванням можна перетворити зображення, іноді навіть звичайну фотографію, у вразливий витвір мистецтва. Для цього важливо визначити ключові елементи на знімку, виділити їх і позбутися всього зайвого, зокрема, непотрібних або порожніх частин, що не несуть інформаційного навантаження. Актуальність теми проявляється у стрімкому розвитку візуального спілкування та зростанні важливості візуальних вражень в інформаційному просторі.

У 1826 році французький фотограф Жозеф Нісефор Ньєпс виготовив світовий перший паперовий фотознімок під назвою "Вид з вікна", використовуючи експозицію тривалістю 14 годин у яскравому сонячному світлі. У 1838 році Луї Дегюрі створив перше фото людини, яке, можливо, важко помітити, але на ньому можна розгледіти контур чоловіка у нижньому лівому куті. У 1858 році Генрі Піч Робінсон виконав перший фотомонтаж, об'єднуючи кілька негативів у знамениту фотографію "Зникнення". Його

роботи були популярні, але отримали критику від колег, які вважали, що фотографія повинна передавати реальність, а не комбінувати реальність і штучність.

Отже, від самого початку фотографії відзначається паралельність спроб зобразити реальність і водночас створити штучний образ. Сучасною тенденцією стало легке редагування фотознімків, проте, якщо у XIX столітті це робили лише декілька осіб, тепер кожен може це зробити.

Основні техніки фотоманіпуляції є - фотоколаж, що використовує комбінацію декількох зображень у єдиній картинці через їхнє нашарування, суміщення або створення мозаїки. Здійснюється за допомогою програм обробки фотографій, таких як Photoshop. Фотомонтаж, який полягає в створенні зображень, складених з різних частин фотографій, і часто використовується для створення плакатів та рекламних матеріалів. Постобробка, що включає в себе додавання спеціальних домальовок до фотографій та порушення документального характеру зображень. Фотожаба, популярний вид фотомонтажу, який використовується для створення карикатурного ефекту. Зображення обробляються за допомогою графічних редакторів, таких як Microsoft Paint, GIMP, Corel PHOTO-PAINT.

Перевірка справжності фотографій можлива за допомогою програми FourMatch від компанії Fourandsix. Ця програма використовує просту техніку, яка визначає, чи фотографія була відправлена одразу після знімання, чи були внесені будь-які зміни. Цей метод базується на тому, що при зміні зображення у програмі чи в Інтернеті, формат та характеристики фотографії також змінюються.

Отже, підведемо підсумки, візуалізація інформації стає необхідним явищем у розвитку та трансформації сучасних масових ЗМІ. Значимість візуального контенту, який супроводжує журналістські тексти, виявилася очевидною відразу після винаходу фотографії. Сьогодні жодне періодичне видання не відмовляється від використання зображень при оформленні сторінок та шпальт. Фотографія стає одним з важливих атрибутів у передачі новин від засобу масової інформації до аудиторії.

Список використаних джерел: 1. Новинарна фотографія у сучасній журналістиці: види та особливості, [Електронний ресурс] URL : https://science.lpnu.ua/uk/sjs/vsi-vypusky/nomer-1-2021/novynarna-fotografiya-u-suchasniy-zhurnalistyci-vydy-ta-osoblyvosti (Дата звернення 04.03.2024 рік). 2. Основи медіаграмотності , [Електронний ресурс] URL : https://www.aup.com.ua/uploads/lessons-5.pdf (Дата звернення 04.03.2024 рік). 3. Сучасні тенденції розвитку соціальної фотографії, [Електронний ресурс] URL : https://kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/nmc.nd/student_nauka/2018-2019/zhurn_roboty/14.pdf (Дата звернення 04.03.2024 рік).

УДК 004.415:004.738.5

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ САЙТУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ІГРОВИХ ТУРНІРІВ

Бичковський Є.В.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: yehor.bychkovskyi@nure.ua

This project is devoted to the development of a business plan for the creation and launch of a website intended for hosting gaming tournaments. The rapid development of the gaming industry, as well as the growing popularity of online games and electronic sports competitions, create a favorable atmosphere for introducing this project to the market. The study analyzes the main trends in the gaming industry and also reviews existing gaming platforms and tournament sites. Based on the data obtained, the concept of the site is built, its main functionality and unique features are determined. The following outlines the key steps in developing a business plan, including market analysis, target audience identification, monetization strategy, and marketing and operational plans.

В сучасному світі ігрова індустрія переживає період стрімкого розвитку та розширення, який відкриває безліч можливостей для інновацій та розвитку нових продуктів. За останні десятиліття ігри стали невід'ємною частиною життя мільйонів гравців по всьому світу, а конкуренція серед розробників ігрових платформ і сервісів стає все більш жорсткою.

Однією з ключових галузей ігрової індустрії є організація і проведення ігрових турнірів, що стає все популярнішим серед ентузіастів та професіоналів. Однак існуючі платформи для проведення таких турнірів часто не відповідають потребам гравців і організаторів, не забезпечуючи ефективні засоби для автоматизації процесу підготовки та проведення турнірів.

Ця доповідь присвячена розробці самостійного сайту на основі мови програмування C# та платформи .NET, який має на меті вирішення цієї проблеми. Розроблений сайт буде забезпечувати автоматичну генерацію рівнів по силі гравців, створення турнірних сіток та інших необхідних функцій для ефективного проведення ігрових турнірів. Цей проект має потенціал стати важливим інструментом для спільноти гравців та організаторів турнірів, допомагаючи зробити процес проведення турнірів більш доступним, ефективним та захоплюючим.

Проект розробки сайту для проведення ігрових турнірів не тільки відповідає сучасним тенденціям розвитку ігрової індустрії, але й має потенціал стати важливим інструментом для активізації та розвитку спільноти гравців. Далі буде представлено детальний огляд матеріалів та методів, використаних у процесі розробки, результатів дослідження та

висновків, які можна зробити на основі цих результатів.

Розробка та впровадження алгоритмів, що визначають силу гравців, а також формують турнірні сітки відповідно до цих рівнів, включаючи адаптивні та оптимізовані методи. Проведено докладний аналіз існуючих ігрових платформ та турнірних сайтів для визначення недоліків та проблем, які можна вирішити через розробку нового сайту.

Таким чином в роботі розроблено структуру бази даних, що дозволяє зберігати і взаємодіяти з різнорідною інформацією про гравців, турніри, результати та інші аспекти.

Розробка інтерфейсу користувача: Створено зручний та інтуїтивний інтерфейс для користувачів, який надає доступ до усіх функцій сайту та сприяє зручності його використання.

Написано та впроваджено алгоритми для автоматичної генерації рівнів та побудови турнірних сіток з урахуванням рівня гравців та специфікацій турніру.

Результати дослідження виявили, що розроблений сайт для проведення ігрових турнірів має значний потенціал у сфері організації ігрових подій. Він забезпечує не лише генерацію рівнів по силі команд гравців, але й ефективне формування турнірних сіток, що дозволяє створювати захоплюючі та конкурентоздатні турніри для учасників будь-якого рівня.

Алгоритми, використані для автоматичної генерації рівнів та побудови турнірних сіток, продемонстрували свою ефективність у реальних умовах. Вони забезпечують не лише балансування між гравцями, але й створюють стимули для поліпшення навичок ігрового майстерності, що сприяє підвищенню якості інтерактивного досвіду гравців.

Окрім того, реалізована система взаємодії з базою даних гарантує надійне зберігання та обробку інформації про гравців, турніри та результати матчів. Це дозволяє забезпечити стабільну та безперебійну роботу сайту під час проведення турнірів будь-якого масштабу.

Помітним доповненням є можливість підписки на сайт, яка поліпшить умови його використання та забезпечить додаткові переваги користувачам. Крім того, варто зазначити, що сайт буде спрямований не лише на проведення турнірів, а й на звичайне використання для ігор, що дозволить гравцям отримати доступ до нових інтерактивних можливостей та спільноти інших гравців.

У підсумку, розроблений сайт успішно забезпечує можливість проведення ігрових турнірів з генерацією рівнів та формуванням турнірних сіток. Він є ефективним інструментом для організації ігрових заходів та сприяє покращенню взаємодії гравців у віртуальному просторі.

УДК 004.932

АНАЛІЗ МЕТОДУ ФОТОГРАММЕТРІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕННЬ

Путівцев А.П.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: anton.putivtsev@nure.ua

Photogrammetry is the science and technique that involves the analysis and measurement of data obtained from photographs to create accurate three-dimensional models of objects and the surrounding environment. This discipline encompasses various specialized types, such as close-range photogrammetry for detailed reconstruction of small objects and space photogrammetry for studying planetary surfaces using spacecraft. Stereocameras and digital technologies are also employed for more precise and efficient results. In multimedia technologies, photogrammetry finds applications in generating realistic 3D models for virtual reality, video games, and cinematography, enhancing the visual experience for users and enriching visual effects in various fields.

Фотограмметрія являє собою науку та техніку отримання точної інформації про фізичні об'єкти та навколишнє середовище шляхом аналізу та вимірювання даних, отриманих з фотографій. Ця дисципліна використовує зображення, зафіксовані різними камерами, встановленими на різних платформах, таких як повітряні та космічні апарати, безпілотні літальні апарати або спеціальні наземні установки.

Метою фотограмметрії є створення тривимірних моделей, карт та топографічних планів, які надають точне та деталізоване уявлення про об'єкти та поверхні. Цей метод дозволяє не лише візуалізувати просторову структуру об'єктів, але й вимірювати їх розміри, відстані та форму з високим ступенем точності.

Існує ряд спеціалізованих типів фотограмметрії, кожен з яких спрямований на конкретні завдання та сфери застосування.

Близька фотограмметрія застосовується для створення тривимірних моделей невеликих об'єктів із використанням камер, розміщених у безпосередній близькості до об'єкта зйомки. Близький до об'єкта ракурс дозволяє отримати високу деталізацію та точності у реконструкції тривимірних моделей.

Космічна фотограмметрія застосовується для створення карт та планів планет та інших небесних тіл із використанням камер, встановлених на космічних апаратах. Космічна фотограмметрія забезпечує можливість вивчення поверхні небесних тіл у високій роздільній здатності.

Фотограмметрія з використанням стереокамер застосовується для створення тривимірних моделей об'єктів, що здійснюється з використан-

ням двох камер, розташованих під різними кутами зору. Стереопара зображень дозволяє проводити більш точну реконструкцію просторової структури об'єкта.

Цифрова фотограмметрія є використанням цифрових зображень для створення карт, планів і тривимірних моделей. Найбільш поширений тип фотограмметрії в сучасних дослідженнях, де цифрові технології забезпечують ефективну обробку та аналіз великих обсягів даних, що суттєво покращує точність та швидкість роботи.

Застосування фотограмметрії у мультимедіа використовується для створення реалістичних 3D-моделей. Ці моделі можуть бути впроваджені у віртуальні світи, забезпечуючи користувачів VR-окулярів більш переконливим та досвідом використання. Користувачі VR-пристроїв можуть взаємодіяти з 3D-моделями, породженими фотограмметрією, що надає віртуальному середовищу реалістичності. Застосування включають VR-тури історичними місцями, створення віртуальних музеїв.

Також для формування фото-реалістичних текстур для персонажів, об'єктів та оточення у відеоіграх. Поліпшена візуалізація ефектів 3D-моделі, виведені фотограмметрією, роблять відеоігри реалістичнішими з анімаціями, фізикою та іншими візуальними ефектами. Приклади включають 3D-моделі персонажів у RPG, реалістичні пейзажі у гоночних симуляторах та деталізовані архітектурні елементи у стратегічних іграх.

Створення 3D-моделей для кіно за допомогою фотограмметрії застосовується для формування об'єктів, декорацій та навіть персонажів, які можуть бути інтегровані у фільми. Візуальні ефекти, створені фотограмметрією, інтегруються у фільми з використанням CGI, дозволяючи використовувати реалістичні спецефекти. Прикладом використання можна виділити 3D-моделі динозаврів, реалістичні пейзажі у фільмах та CGI-персонажі, що базуються на реальних акторах.

У результаті можна виділити, що фотограмметрія потужний інструмент, який перетворює двовимірні зображення на тривимірні моделі, відкриваючи широкий спектр можливостей у різних галузях. Застосування цієї технології в мультимедійних технологіях, таких як віртуальна реальність, відеоігри, кінематографія та анімація, робить її невід'ємною частиною технологічного прогресу. Фотограмметрія продовжує відкривати нові перспективи та вдосконалювати візуальний досвід у різних сферах діяльності.

Список використаних джерел:

1. Фотограмметрія та дистанційне зондування. URL: https://old.lpnu.ua/education/majors/IGD/8.193.00.06/19/2018/ua/full. (дата звернення: 20.02.2024)

2. ФОТОГРАММЕТРІЯ. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/195387668.pdf. (дата звернення: 20.02.2024)

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.175

ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ВИДАЛЕННЯ ВОКАЛУ З ОСНОВНОЇ МУЗИЧНОЇ ДОРІЖКИ

Бабак К.В.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Шейко С.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, Україна, каф. МІРЕС, тел. (068) 653-59-76
e-mail: kyrylo.babak@nure.ua

The audio production process consists of three main stages: recording, mixing, and mastering. At the moment, there is no detailed description of all the stages of compilation and mastering of a musical piece. Often, treatment descriptions contain a lot of subjective information in the complete absence of technical data, structural diagrams that help to understand the essence and result of treatments. The purpose of this work is to create a finished audio composition with a detailed technical and creative description of all stages of its recording, mixing and mastering.

Процес аудіовиробництва складається з трьох основних етапів: запис, зведення, мастеринг. На даний момент немає зібраного воєдино детального описання усіх етапів зведення і мастерингу музичного твору, з видаленням вокалу артиста від основної музичної доріжки. Часто описи обробки містять багато суб’єктивної інформації при повній відсутності технічних даних, структурних схем, які допомагають зрозуміти суть і результат обробок.

Метою даної роботи є створення готової аудіокомпозиції з детальним технічним і творчим описанням усіх етапів її запису, зведення і мастерингу, видалення вокалу з основної музичної доріжки.

В результаті аналізу розроблено оптимальну на даний час схему домашньої студії (рис. 1) – з використанням зовнішнього аудіоітерфейсу з декількома входами.

Запис, зведення і мастеринг записаних аудіо-доріжок виконується у програмній DAW звуковій станції FL Studio. Це дозволить отримати якісний звукозапис з низьким рівнем шумів, мати багато доріжок в комп’ютері, а зведення і мастеринг виконувати не під час виконання, а в після етапу запису в спокійній обстановці. Розглянуто програмну організацію процесу запису і видалення вокалу.

На даний момент існує досить багато методів якісного видалення вокалу з основних музикальних доріжок, для якісної роботи з ним в подальшому, але серед всіх видів можна виділити лише два приклади:

Обидва варіанти відрізняються досить сильно, але результат один – це якісне видалення вокалу артистів з музикальної доріжки для якісної обробки в подальшому. Перевагою першого варіанту є можливість досить

гнучко налаштовувати варіанти обробки і навіть вирізати не тільки вокал, а окремі інструменти, якщо буде така потреба. Також плюсом являється те, що крім цього в додатку є ще досить багато інших функцій, які можуть знадобитися продюсеру в його роботі. Але все ж таки не обходиться і без пари недоліків. Серед них це необхідність завантажувати та встановлювати цю програму напряму в комп’ютер, а також досить незрозумілий і навантажений функціями не перший погляд інтерфейс.

Рис. 1

– iZotope RX 7 Audio Editor (рис. 2);
– vocalremover.org (рис. 3).

Рис. 2

Другий же варіант набагато простіший і практичніший у багатьох аспектах. Його не потрібно встановлювати на комп’ютер, бо це просто сайт в браузері, також не потрібно викручувати багато налаштувань. Прос-

то закинув музикальну доріжку і через декілька секунд тобі дають дві окремі доріжки, з драм партією і окремо вокалом. Недоліками цього методу являється те, що всю роботу за тебе виконує штучний інтелект. Він звісно ж робить це дуже непогано, іноді навіть майже ідеально, але все ж таки він ще не ідеальний, тому іноді може видавати не дуже якісний результат, який потім все одно прийдеться дороблювати власноруч. Також цей сайт дає можливість зробити 1-2 обробки за певний час. Далі треба чекати відновлення спроб і це не завжди може бути доречно, тоді як перший варіант можна використовувати нескінченну кількість разів, тому що все ж таки повноцінна програма.

Рис. 3

Підводячи підсумки по даній темі, насправді не можна однозначно виявити переможця серед цих двох методів. Обидва варіанти дуже добре виконують свої функції і обидва варіанти, як для прикладу, я використовую в рівній мірі. Але вони досить різні і кожен може запропонувати щось своє, тому кожний може обрати для себе більш відповідний варіант для виконання певної задачі.

Список використаних джерел:

1. Створення власної мелодії в FL STUDIO. [Електронний ресурс] URL: https://fl-studiopro.ru/interesnoe/200-kak-pisat-zavorazhivayushchie-i-interesnye-melodii.html (дата звернення 01.03.2023).

2. Написання ударної партії в FL STUDIO. [Електронний ресурс] URL: https://e-music.fdstar.ru/3776-manual_k_FL_Studio.html (дата звернення 03.03.2023).

3. Бабак К. В. Технічні аспекти створення електронної музичної композиції / К. В. Бабак // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 57–58.

УДК 004.514

АНАЛІЗ ЕТАПІВ СТВОРЕННЯ ІГРОВИХ ДОДАТКІВ

Крупка Є. А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендорська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: yevhenii.krupka@nure.ua

This research delves into the development of gaming applications, with a primary focus on design, mechanics, and user engagement. It examines a range of methodologies, tools, and technologies employed in crafting these games, aiming to deepen comprehension and expertise in this niche field. Topics explored encompass gameplay mechanics, graphic design, and user interface. Through thorough analysis and hands-on implementation, the study aims to offer valuable insights and guidance for developers interested in creating narrative-free gaming experiences. Ultimately, the objective is to push the boundaries of game development, nurturing creativity, and providing captivating experiences for players.

Розробка відеоігор залишається однією з перспективних галузей у медіа. Це зумовлено кількома ключовими чинниками. По-перше, постійний розвиток технологій, таких як графіка, штучний інтелект. Ігровий процес віртуальна та доповнена реальність відкриває нові горизонти для створення більш реалістичних і захоплюючих ігрових світів. По-друге, ринок відеоігор, що росте, привертає все більше уваги як з боку гравців, так і інвесторів, що створює сприятливі умови як для великих ігрових компаній, так і для незалежних розробників.

Економічна вигода також залишається значним чинником ігрової індустрії. Індустрія відеоігор генерує мільярди доларів доходу щорічно через продаж ігор, додатковий контент, підписки та мікротранзакції. Це приваблює як професіоналів так і любителів до створення відеоігор із єдиною метою заробітку. Важливо також враховувати соціальний вплив відеоігорігор: вони не лише розважають, а й сприяють соціалізації, навчанню та розвитку різних навичок, включаючи прийняття рішень, комунікацію та творчість. Розробники постійно шукають нові способи здивувати та захопити гравців, що призводить до появи нових ігрових жанрів, механік та концепцій.

Розробка відеоігор є складним, та багатоступеневим процесом, який вимагає уважного планування та стратегічного підходу. На початку цього процесу стоїть чітке визначення концепції відеогри. Це включає ретельне дослідження поточних тенденцій в ігровій індустрії, аналіз ринку та визначення цільової аудиторії. Крім того, важливо конкретизувати ключові аспекти відеогри, такі як жанр, ігрові механіки. Визначення концепції відеогри є фундаментальним етапом, оскільки задає курс і структуру всіх

наступних етапів розробки. Це дозволяє мати ясне розуміння того, яким має бути кінцевий продукт. Понад це, правильно підібрана концепція відеогри може суттєво вплинути її успішність на ринку, залучаючи цільову аудиторію і забезпечуючи її зацікавленість. Важливо приділити достатньо часу та ресурсів для визначення концепції відеогри, щоб створити продукт, який буде відповідати очікуванням та потребам гравців, а також залучати та утримувати їхню увагу у довгостроковій перспективі.

Наступним етапом після чіткого визначення концепції відеогри є проектування. На цьому етапі описуються всі аспекти відеогри, включаються описи рівнів, механік, а також інтерфейсу користувача. Також на етапі проектування відеогри визначаються основні інструменти та технології, які будуть використовуватися під час розробки. Це включає в себе вибір ігрового рущія, програмного забезпечення для розробки графіки, аудіо та інших елементів відеогри, редакторів для створення рівнів та іншого контенту, а також будь-які інші інструменти, необхідні для втілення концепції відеогри. Проектування відеогри грає ключову роль в успішній розробці, оскільки забезпечує чітке розуміння про те, яким має бути кінцевий продукт. Цей етап допомагає дотримуватися певних стандартів та реалізувати задумані ідеї на практиці. Під час проектування можна отримати краще розуміння можливих проблем та ризиків, що можуть виникнути під час розробки, і прийняти необхідні заходи для їх уникнення.

Під час етапу прототипування створюється рання версія відеогри, що демонструє основні механіки та концепції. Створюються прості рівні, персонажів та ігрові елементи з мінімальними витратами часу та ресурсів, щоб швидко перевірити різні ідеї та визначити найбільш перспективні напрямки для подальшого розвитку відеогри. Основною метою прототипування є визначення зацікавленості потенційних користувачів ігровими механіками та концепціями. Етап прототипування відіграє ключову роль у зменшенні ризиків і невизначеності, що пов'язані з розробкою нового продукту, і сприяє кращому розумінню його потенціалу та перспектив на ринку.

Після етапу прототипування наступає етап повноцінної розробки відеогри. На цьому етапі розробник приступає до створення всіх необхідних елементів відеогри на основі затверджених концепцій та прототипів. Це включає в себе створення детально пророблених рівнів, об'єктів у грі, анімацій, інтерфейсу користувача, візуальних ефектів, та аудіо. Під час розробки відеогри вдосконалюється і розширюються ігрові механіки, дизайн рівнів та інтерфейс користувача, вирішуються технічні проблеми. Цей етап є дуже важливим, оскільки саме на ньому втілюється основна робота над створенням відеогри та реалізацією всіх ідей, що були задумані на попередніх етапах.

Після завершення етапу повноцінної розробки відеогри наступає фаза тестування та налагодження. На цьому етапі відеогра піддається ретельно-

му тестуванню для виявлення будь-яких помилок. Крім того, під час цього етапу відбувається оптимізація продукту, щоб забезпечити його оптимальну роботу на різних пристроях і забезпечити користувачам максимальний комфорт та задоволення від відеогри.

Результатом виконаної роботи є виявлення ключових етапів та фундаментальних аспектів у процесі розробки відеоігор. Глибоке осмислення кожного етапу дозволило виявити важливість кожного кроку в цьому складному процесі. Аналіз кожного етапу розкрив важливість грамотного планування, ретельного проектування та ефективної виконавчої діяльності для успішного завершення розробки відеоігор. Під час дослідження було виявлено, що кожен етап має важливість та вимагає специфічних знань та навичок для досягнення мети. Наприклад, на етапі концепції вирішуються ключові аспекти відеогри, такі як, аудиторія та ігрові механіки, що визначають подальшу роботу. Під час етапу розробки відбувається реалізація задуманого, створення контенту та програмування, що потребує технічної та творчої експертизи. Таким чином, отримані в ході дослідження знання та відомості є необхідною основою для подальшого розвитку у сфері розробки комп'ютерних відеоігор. Вони дозволять ефективно впроваджувати інновації, вирішувати проблеми та досягати високих стандартів якості у цій динамічній галузі.

Список використаних джерел:

1. Розробка відеогри. Проект “Вікіпедія”.URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B8 (дата звертання 21.02.2024 р.).

2. 7 Facts About Game Development Everyone Should Know. Linkedin. URL: https://www.linkedin.com/pulse/7-facts-game-development-everyone-should-know-naeem-hasan (дата звертання 21.02.2024 р.).

3. The Role of Game Engines in Game Development and Teaching. Intechopen. URL: https://www.intechopen.com/chapters/1162246 (дата звертання 21.02.2024 р.).

4. Why is prototyping important for the game development process?. [Електронний ресурс] Pingle. URL: https://pinglestudio.com/blog/full-cycle-development/game-prototyping (дата звертання 21.02.2024 р.).

5. Костромцов М. М. Аналіз можливостей створення ігрового контенту в lowpoly стилі на Unreal Engine 4 / М. М. Костромцов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 106–107.

УДК 004.738.5:339

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО РОЗРОБКИ ТА ТЕСТУВАННЯ КОМЕРЦІЙНОГО ВЕБ-ДОДАТКУ

Кушельман Є.О.
Науковий керівник — к.т.н. проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: yehor.kushelman@nure.ua

This article explores contemporary approaches to developing and testing commercial web applications, focusing on the utilization of Agile methodology. The discussion encompasses an overview of modern development practices for both backend and frontend components, emphasizing the role of design patterns and frameworks. It delves into the significance of automated module testing in ensuring code quality, alongside strategies for manual testing of frontend interfaces. The integration of automated and manual testing is highlighted for enhancing development efficiency. Additionally, key considerations for deployment and monitoring of web applications, employing various technologies, are addressed within the Agile framework.

В сучасних реаліях комерційної сфери ефективність та якість розробки веб-додатків є ключовими факторами для успіху бізнесу. Для досягнення цих цілей використовуються передові технології та методології. У цій доповіді буде розглянуто сучасні підходи до розробки та тестування веб-додатків, зокрема використання Agile методології, а також буде, як ця методологія буде задіяна у нашому проекті.

Розробка веб-додатків включає в себе використання передових методів та інструментів як для backend, так і для frontend компонентів. Backend розробка вимагає використання патернів проектування для створення стабільної та легко розширюваної архітектури, тоді як frontend розробка використовує фреймворки для швидкого створення користувацького інтерфейсу.

У нашому проекті патерни проектування використовуватимуться для створення стабільної та легко розширюваної архітектури backend компонентів. Це допоможе забезпечити високу якість коду, його стабільність, безпеку та зручність при подальшому розвитку додатку.

Для розробки користувацького інтерфейсу нашого веб-додатку будуть використані популярні фреймворки, такі як React або Angular. Вони дозволяють ефективно організувати код та швидко створити функціональний інтерфейс.

Основною відмінністю між React та Angular є те, що обидва фреймворки використовують DOM - спосіб представлення HTML-документа у вигляді об’єктів. Але React використовує Virtual DOM, в той час, як Angular - реальний DOM. Різниця полягає в тому, що під час зміни певних

даних в тегах HTML-документа, в Virtual DOM оновлюється лише необхідний фрагмент. При цьому в DOM оновлення відбувається в усіх тегах, поки не буде знайдено необхідну частину коду. Це знижує потужність в певних моментах роботи додатку. Дана відмінність не визначається як недолік Angular з тієї причині, що такий метод обробки даних дозволяє створювати на Angular складні архітектурні рішення.

Для автоматизованого модульного тестування backend компонентів нашого веб-додатку будуть використані спеціалізовані інструменти, такі як JUnit для Java або PyTest для Python. Вони дозволяють автоматизувати процес тестування та забезпечити високу якість коду.

Задля досконалого контролю якості продукту будуть застосовуватись такі практики і підходи, як: написання тест-кейсів із застосуванням сучасних технік тест-дизайну (еквівалентне тестування, попарне тестування, тощо), тестування методом сірого ящику (gray-box testing), функціональне тестування, ad-hoc тестування, тощо.

Ручне тестування є важливим етапом для виявлення непередбачених проблем у веб-інтерфейсі та перевірки коректності взаємодії з користувачем. Для ефективного мануального тестування використовуються різні інструменти, такі як Selenium, Jest, та інші, що допомагають автоматизувати процес тестування та покращити його ефективність.

Поєднання автоматизованого та ручного тестування дозволяє максимально використовувати переваги обох методів та забезпечує комплексний підхід до забезпечення якості веб-додатку.

Після розробки важливо забезпечити ефективне впровадження та моніторинг веб-додатку. Agile методологія допоможе забезпечити гнучкість та швидкість реакції на зміни в процесі впровадження та підтримки додатку.

Отже, завдяки використанню ефективних методологій розробки, таких як Agile, чіткому розподіленню процесів та застосуванню сучасних технік і підходів до створення додатку можливо створити якісний, стабільний і надійний продукт з широким набором функцій. Ретельне дотримання перелічених вимог є важливим фактором для подальшого успіху реалізованого комерційного веб-додатку.

Список використаних джерел:

1. React або Angular. Який фреймворк обрати замовнику для розробки. URL: https://wezom.com.ua/blog/react-vs-angular (Дата звернення: 26.02.2024)
2. Тестування програмного забезпечення. Сем Канер (с. 50 - 93)
3. Що таке Agile і як його застосувати в бізнесі. URL: https://brainrain.com.ua/uk/chto-takoe-agile-ua/ (Дата звернення 01.03.2024)

УДК 004.928

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПОКАДРОВОЇ ЗЙОМКИ ТА АНІМАЦІЇ

Асєєва І.Р.
Науковий керівник — Жуков В.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: iryna.asieieva@nure.ua

Time-lapse photography remains an extremely important technology in today's visual culture. It is used in many industries such as film industry, media, advertising, education and many others and plays a key role in creating impressive and effective visual content. Frame-by-frame shooting technologies are constantly evolving, and modern methods allow you to create animations that would have been difficult or impossible before. From manual methods to digital innovations, time-lapse photography is becoming more accessible and powerful. One of the main conclusions is that frame-by-frame photography remains an integral part of the modern media world and continues to attract the attention of creative individuals, opening limitless opportunities for expression and innovation.

Покадрова (або сповільнена) зйомка — це творчий прийом, який дозволяє продемонструвати прихований світ руху й досягти неочікуваних і дуже цікавих результатів. Прискорення руху грозових хмар для створення неймовірних пейзажів або зйомка повільного пересування сонця, яке сідає за обрій — покадрова зйомка відкриває неймовірні можливості, але цю техніку також можна застосовувати і вдома з іншими, не такими масштабними об’єктами [1].

Уповільнена зйомка — це техніка, при якій частота зйомки кадрів плівки (частота кадрів) набагато нижча за частоту, яка використовується для перегляду послідовності. Під час відтворення зі звичайною швидкістю час здається швидше рухомим, а отже, спливає . Наприклад, зображення сцени може бути знято зі швидкістю 1 кадр за секунду, а потім відтворено зі швидкістю 30 кадрів за секунду; результатом є видиме збільшення швидкості в 30 разів . Подібним чином фільм також можна відтворювати зі значно нижчою швидкістю, ніж зйомка, що сповільнює іншу швидку дію, як-от уповільнена або високошвидкісна зйомка [2].

Частота кадрів сповільненої відеозйомки може змінюватись практично до будь-якої міри, від частоти, що наближається до нормальної частоти кадрів (від 24 до 30 кадрів на секунду), до лише одного кадру на день, тиждень або довше, залежно від об’єкта.

Термін «уповільнена зйомка» також може застосовуватися до того, як довго затвор камери відкритий під час експозиції кожного кадру фільму (або відео), а також застосовувався до використання довгих отворів затвора, які використовуються в фотозйомці . у деяких старших колах фотографії. У фільмах обидва види сповільненої зйомки можна використо-

вувати разом, залежно від складності системи камери, яка використовується. Нічний знімок зірок, що рухаються під час обертання Землі, потребує обох форм. Довга витримка кожного кадру необхідна, щоб тьмяне світло зірок зареєструвалося на плівці. Проміжки часу між кадрами забезпечують швидкий рух, коли фільм переглядається зі звичайною швидкістю.

Анімація ж зі свого боку складається з покадрової зйомки. Анімація — вид кіномистецтва, твори якого створюються шляхом знімання послідовних фаз руху намальованих (графічна анімація) або об'ємних (об'ємна анімація) об'єктів [3].

Покадрова анімація (або анімація кадр за кадром) - це процес створення візуального руху за допомогою послідовної зміни зображень, кадрів. Кожен кадр анімації створюється окремо, і коли вони відтворюються послідовно з певною швидкістю, виникає ілюзія руху.

У кіноіндустрії та рекламі анімація використовується для створення вражаючих візуальних ефектів, віртуальних світів та персонажів, які були б неможливі для зйомки в реальному житті. Це дозволяє створювати унікальні та захоплюючі історії.

Віртуальна реальність (VR), розширена реальність (AR) та інші мультимедійні технології все частіше використовуються у відеоіграх, інтерактивних додатках та навчальних програмах. Анімація в цих сферах є ключовим елементом створення вражаючих досвідів для користувачів.

Підіб’ємо підсумки, покадрова зйомка залишається надзвичайно важливою технологією в сучасній візуальній культурі. Вона використовується у багатьох галузях, таких як кіноіндустрія, медіа, реклама, освіта та багато інших, і відіграє ключову роль у створенні вражаючого та ефективного візуального контенту.

Технології покадрової зйомки постійно розвиваються, і сучасні методи дозволяють створювати анімацію, яка раніше була б мало-або неможливою. Від ручних методів до цифрових інновацій, покадрова зйомка стає все більш доступною та потужною.

Покадрова зйомка залишається невід'ємною складовою сучасного медіа-світу та продовжує привертати увагу творчих особистостей, відкриваючи безмежні можливості для виразності та інновацій.

Список використаних джерел

1) Покадрова фотозйомка. Canon. URL: https://www.canon.ua/get-inspired/tips-and-techniques/time-lapse-photography-tips/ (дата зверненя 05.05.2023 р.).

2) Time-lapse photography. Вікіпедія. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Time-lapse_photography (дата зверненя 05.05.2023 р.).

3) Анімація. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Анімація, (дата зверненя 05.05.2023 р.).

УДК 004.77

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ YOUTUBE

Гриценко І. О.
Науковий керівник – старший викладач Бобнєв Р. О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: ivan.hrytsenko1@nure.ua

This work is devoted to analysis of the algorithms of video platform such as YouTube. The basic work methods of platform and video performance are reviewed in this publication.

YouTube вже довгий час є найвідомішою і найпопулярнішою відео платформою. Такий великий хостинг не може працювати без установлених алгоритмів, навіть більше, приблизно 70% того що люди дивляться є результатом праці алгоритму рекомендованих відео. Усе це приводить до того, що автори контенту намагаються зрозуміти як працює цей процес та як підкорити його.

У цьому матеріалі ми розглянули основні зміни алгоритму з роками, основи його роботи, а також рухи якими користуються автори для просування відео, що є актуальним для сьогодення.

ІСТОРІЯ АЛГОРИТМУ. 2005 – 2011: Оптимізація кліків і переглядів. YouTube як сервіс було створено в 2005 році для краудсорсингу відео виступу Джанет Джексон і Джастіна Тімберлейка на Суперкубку [1]. Тобто початковий алгоритм YouTube орієнтував рекомендації відео, які б привертали найбільше переглядів або кліків.

Це все призвело до збільшення кількості оманливих назв і ескізів - сумнозвісних клікбейтів. Взаємодія з користувачами різко погіршилася, оскільки відео викликали у людей роздратування.

2012: Оптимізація часу перегляду. У 2012 році YouTube налаштував свою систему рекомендацій, щоб тепер враховувати час, витрачений на перегляд відео. Це також включало час, проведений на платформі в цілому.

Цей перехід змінив правила гри. Новий алгоритм змусив певних авторів робити свої відео коротшими, щоб збільшити ймовірність перегляду до кінця. Інші робили свої відео довшими, щоб збільшити загальний час перегляду. YouTube так і не прокоментував жодну з цих тактик і лише стверджував: створюйте відео, які ваша аудиторія захоче дивитися, і алгоритм винагородить вас.

2015-2016: Оптимізація для задоволення. У 2015 році YouTube змінив вимірювання задоволеність глядачів безпосередньо за допомогою опитувань користувачів. Він також почав віддавати пріоритет показникам, таким як «Поширення», «Подобається» та «Не подобається».

У 2016 році YouTube випустив технічну документацію, в якій описується внутрішня робота AI: Deep Neural Networks for YouTube Recommendations [2]. Кажучи просто, алгоритм став більш індивідуальним. Мета зміни полягала в тому, щоб знаходити відео, яке бажає переглянути кожен окремий глядач, а не лише відео, яке переглядало багато інших людей у минулому.

2016-тепер: небезпечний контент, демонетизація та безпека бренду

З роками популярність YouTube призвела до збільшення кількості проблем із модерацією вмісту. І те, що рекомендує алгоритм, стало серйозною темою не лише для творців і рекламодавців, та навіть уряду.

Була введена демонетизація, та алгоритми що визначають чи небезпечний контент відео, а також чи підпадає він під авторське право іншого бренду, що знову ж таки змінило гру для багатьох авторів відео.

РЕКОМЕНДАЦІЇ. Наразі алгоритм YouTube фокусується на надання окремих рекомендацій кожному користувачеві. Ці рекомендації засновуються на інтересах користувачів та історії переглянутих ними відео.

Вирішуючи, що рекомендувати кожному користувачеві, алгоритм YouTube враховує наступне:

Які відео вам подобалися раніше. Якщо ви переглянули якесь відео, поставили йому лайк чи залишили коментар, можна з упевненістю сказати, що він вам був цікавий. Отже очікуйте більше відео за схожою тематикою.

Які канали ви переглядали раніше. Якщо ви підписалися на The Game Theorists, алгоритм, швидше за все, буде показувати вам більше ігрового контенту.

Які відео зазвичай дивиться спільнота. Якщо ви дивитеся «Як пофарбувати свою першу мініатюру Warhammer 40000», а більшість людей, які дивляться це, також дивляться «Ваша перша гра у Warhammer 40000», YouTube може рекомендувати це як наступний перегляд.

Звичайно, YouTube також враховує релевантність.

Самі рекомендації YouTube подає в трьох різних місцях платформи:

Головна. Це та сторінка, яку ви бачите, коли відкриваєте програму YouTube або відвідуєте веб-сайт YouTube. Це знову ж таки персоналізовано для кожного глядача. Система рекомендацій вибирає відео для головної сторінки на основі:

Виконання відео;

Історія переглядів і пошуку користувача;

Рекомендовані відео.

Це розділ де відео знаходяться на даний момент справа від відео, яке ви вже. Алгоритм пропонує тут відео на основі:

Тема поточного відео;

Історія переглядів глядача;

Пошук.

Ключове слово, відіграє тут певну роль, але результати пошуку кож-

ного користувача дещо відрізнятимуться завдяки персоналізованим даним, які враховує алгоритм. Ці сигнали включають:

Релевантність назви, опису та вмісту відео пошуковому терміну

Продуктивність і залучення відео

ОСНОВНІ РУХИ ДЛЯ ПРОСУВАННЯ. Виберіть нішу — і дотримуйтеся її. Незважаючи на те, що тема, галузь чи ніша, якою ви хочете зайнятися, можуть бути насиченими, думайте про унікальність вашого вмісту. Багато авторів виділяються саме цікавою або ж незвичною подачею контенту. Притримування певної ніші несе за собою приваблення людей зацікавлених лише цією темою, що приведе до асоціації вас як автора цієї галузі, і люди будуть шукати саме вас відносно цих питань [3].

Використовуйте інструменти, які є у вашому розпорядженні. Заставка відео, назва, теги, опис – все це потужні рушії у сфері просування відео. Огляньте картинки попередніх переглядів відео популярних авторів, всі вони мають між собою одне, вони не перенасичені. Декілька основних елементів які одразу привертають до себе увагу [4]. Назва що виділяє основну тему, або ж елемент який може привернути увагу і т.д.

Тримайте певний графік. В певний час YouTube доволі жорстоко карав зменшенням коли ви наприклад переставали публікувати відео на довгий час. На даний момент ситуація змінилась, але відходження від графіку може вплинути на глядачів, які можуть за цей час забути про вас. Ви можете публікувати раз на день, або навіть раз на пів року, але якщо ви виставили такий графік для себе, краще його притримуватись.

Слідкуйте за зміною алгоритмів. Алгоритми можуть змінитися у будь-який момент. Нові елементи можуть бути додані, а старі зникнути назавжди. Як приклад, на сьогодні YouTube Shorts існують не тільки як ще один вид контенту, а і як додатковий вид просування основних відео, що певний час до цього не було таким. Тому треба завжди бути у темі та бути спроможним до змін.

Алгоритми YouTube є потужною силою що підлаштовуються під кожного користувача індивідуально, також вони постійно змінюються, нові елементи додаються, інші зникають. З роками люди навчилися розуміти їх більше, але з кожною зміною приходить нове випробування. Підкорити алгоритми неможливо, але можна підлаштуватися під них, використовуючи основні кроки наведені в цій публікації.

Список використаних джерел:

1. How the YouTube Algorithm Works: Complete Guide for 2024. Hootsuite. URL: https://blog.hootsuite.com/how-the-youtube-algorithm-works/ (Дата звернення 04.03.2024 рік).

2. Deep Neural Networks for YouTube Recommendations. Google. URL: https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/uk//pubs/archiv

e/45530.pdf (Дата звернення 04.03.2024 рік).
3. Everything You Need to Know to Boost Your Content. Buffer. URL: https://buffer.com/resources/youtube-algorithm/ (Дата звернення 04.03.2024 рік).
4. The Secret Behind YouTube Algorithm and How It Impacts Your Content Visibility. AIR. URL: https://air.io/en/youtube/the-beginners-guide-the-secret-behind-youtubes-algorithm-and-how-it-impacts-your-content-visibility (Дата звернення 04.03.2024 рік).

УДК 004.92

3D ГРАФІКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ У РОЗВАЖАЛЬНІЙ ІНДУСТРІЇ

Рябовол А.О
Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: artem.riabovol@nure.ua

The work is aimed at studying the impact and development of 3D graphics and modeling on the entertainment industry. Nowadays, almost every movie, TV series, game, and other types of entertainment contain many elements: sound design, production, special effects, and, of course, 3D graphics. 3D graphics has allowed the modern industry to create a universe of truly impressive images that become bestsellers in movie theaters, digital stores, etc. In this paper, we'll look at the development of this trend, where it is used now, besides entertainment engineering, and how it is done on the example of creating a character for a 2D project.

Сучасний світ розважальної індустрії не може приносити повноцінний прибуток великим компаніям без використання сучасних технологій 21 століття. До прикладу, велика компанія Marvel Studios, котра займається інтерпретацією коміксів у фільми та серіали, має за 2022 рік чистий прибуток у розмірі 16,6 мільярдів долларів.

Майже увесь спектр фільмів Marvel – це суцільний збір комп’ютерної графікі, завдяки котрої можливо відтворювати дуже видовищні спецефекти, навіть без використання справжніх закадрових макетів або навіть середовища. Це все можна зробити за рахунок використання 3D графіки. Розглянемо це детальніше.

3D графіка почала свій розвиток ще у далекому 1950 році, коли математик, кресляр та художник Бенджамін Лапоскі почав експериментувати на осцилографі, створюючи картинки різної форми та потім за рахунок об’єктивів додавав їм форми та кольору. Але справжній “бум” стався на виставці SIGGRAPH 1975 року, коли була презентована ‘ікона комп’ютерної графіки” – звичайний заварювальний чайник у тривимірному зображенні, котрий був розроблений Мартіном Ньюеллом.

Майже за 70 років розвитку, головним досягненням 3D графіки у розважальній індустрії став фільм “Аватар”, котрий ознаменував початок ери створювання фільмів з видовищними краєвидами та крутими спецефектами за рахунок 3D графіки.

Головними сучасними програмами для створювання тривимірної графіки стали MAYA, Adobe After Effect, ZBrush, 3DS Max, Houdini, Sketch UP та багато інших. Усі вони націлені на різні етапи розробки та різні цілі використання.

ZBrush – малювання персонажів (для цього потрібне знання анатомії людини), 3DS Max – планування квартир, дизайн-концепції просторів, Adobe After Effect – візуалізація 3D графіки у відео проектах, MAYA або Blender – унікальна програма для створення повноцінного циклу 3D – від розробки моделі до її програмування для руху у середовищи.

Таким чином 3D всесвіт – це безліч можливостей для виконання різних функцій у сфері ігрової індустрії, кінематографічного всесвіту та інших розважальних індустрій.

Саме тому, для початкового рівня з роботою 3D середовищем, ми візьмемо безкоштовну програму для створення персонажа, котрий буде іти по лісовій стежці впродовж 5 секунд. Для цього буде зроблено:

1) Взято референс для розробки свого персонажа
2) Його моделювання
3) Створення UV розгортки для накладання текстур
4) Створення середовища за допомогою програмних нодів
5) Створення сцени, де персонаж буде іти по створеному середовищу.

Підведемо підсумок: завдяки 3D графіки та моделювання зараз світ спроможний створювати видовищні виміри, у котрих видуманий персонаж буде літати на об’єктах або стрибати по горам, при цьому для цих дій навіть не потрібно дійсне середовище. Все це – намальовано у програмах та запрограмована командою навчених людей. Моделювання допомагає створити макети у справжній величині або зменшений для різних презентацій нових продуктів компаній, мілітарниї продуктів на виставках та інше. Світ 3D став для людей звичайним явищам, а це явище – нове майбутнє у розважальній та інших індустріях.

Список використаних джерел:

1. Programs for creating 3D graphics: the most popular software for various tasks [Електронний ресурс]. URL: https://cgischool.ua/programmy-dlia-sozdania-3d-grafiki/ (дата звернення 02.03.2024)

2. ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ КОМП’ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ. [Електронний ресурс]. URL: https://phm.cuspu.edu.ua/nauka/naukovo-populiarni-publikatsii/891-istoriya-vynyknennya-ta-rozvytku-komp-yuternoyi-hrafiky.html (дата звернення 02.03.2024)

3. Використання 3D графіки в мультфільмах [Електронний ресурс]. URL: https://vseosvita.ua/library/vykorystannia-3d-hrafiky-v-multfilmakh-561873.html (дата звернення 02.03.2024)

4. Щічко О. О. Створення 3D-сцен, використання їх у мультимедіа / А. В. Каспар’янц, О. О. Щічко, М. А. Печенов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 123–124.

УДК 004.9:339 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.191

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ SMM ПРОСУВАННЯ БІЗНЕСУ У СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА

Косенко А.С.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Супрун О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: alina.kosenko@nure.ua

Today's social networks are not just a place to get together with friends, but an effective way to run a business. Advertising in social media is a unique tool that helps you retain existing clients and gain new ones. Established companies that are focused on results and development are definitely not lacking in SMM. The work carried out an analysis of the theoretical aspects of SMM business promotion in social media, and an analysis of the ranking of social networks in the world and among Ukrainians. It was revealed that the average number of hours that workers are present at the social security level.

Глобалізація бізнесу, посилення конкуренції, підвищення ролі споживача у формуванні попиту на товари, широке включення українських підприємств. В епоху цифрової взаємодії, соціальні мережі стали не лише майданчиком для обміну інформацією, а й потужним інструментом маркетингу та реклами. Вони перетворилися на величезні цифрові ринки, де щодня мільйони користувачів спілкуються, діляться контентом та споживають рекламні матеріали. У цьому контексті ключовим питанням для маркетологів та рекламних агенцій стає вибір найбільш ефективної платформи для розміщення реклами у соціальних мережах.

Вибір правильної платформи для розміщення реклами є складним і багатогранним процесом, що вимагає глибокого аналізу та розуміння характеристик кожної соціальної мережі, їх аудиторії, можливостей таргетування та алгоритмів відображення контенту. Кожна платформа має свої особливості та переваги, які необхідно враховувати при ухваленні рішення про розміщення реклами. На рисунку 1 наведено рейтинг соціальних мереж які найбільш використовуються у світі.

Рисунок 1 – Рейтинг соціальних мереж у світі [1]

Уже багато років найпопулярнішою соцмережею світу є Facebook. Станом на січень 2021-го там було понад 2,7 мільярда користувачів. На другому місці вже кілька років незмінно залишається YouTube більше 2 мільярдів користувачів. Далі − месенджери WhatsApp і Facebook Messenger, а також Instagram. Україна слідує світовим трендам: майже 60% українських інтернет-користувачів використовують Facebook. За ним йдуть за популярністю YouTube (43%) і Instagram (30%). До того ж, за даними Kantar Україна, протягом останніх п'яти років найстрімкіше розвиваються саме Facebook і Instagram. На рисунку 2 представлено рейтинг використання соціальних мереж серед українців.

Рисунок 2 − Рейтинг соціальних мереж серед українців [1]

За даними дослідження комунікаційного агентства Plusone, Facebook лідирує майже у всіх областях і обласних центрах України − за винятком Харківської області, де Instagram популярнішим Facebook, а також Одеської і Запорізької, де обидві соцмережі поширені однаково. На рисунку 3 зображено середня кількість часу перебування користувачів у соціальній мережі по країнах.

Рисунок 3 – Середня кількість часу перебування користувачів у соціальній мережі [1]

За результатами опитування GlobalWebIndex було виявлено, що користувачі стали витрачати більше часу на соцмережі після початку повномасштабного вторгнення (зараз 42% користувачів проводять більше часу в соціальних мережах), щоб компенсувати недолік живого спілкування та знизити стрес, рисунок 4.

	Инстаграм	Фейсбук	YouTube
Monthly Reach	35 973	26 058	47 636
Average Daily Reach	16 901	6 418	22 029
Avg. min. per day	31 мин	11 мин	49 мин

Monthly Reach – кількість людей, які заходили на ресурс хоча б 1 раз за місяць , в тис.
Average Daily Reach – середня кількість людей, які заходили на ресурс хоча б 1 раз за день, в тис.
Avg. min. per day – середня кількість хвилин, проведених одним користувачем ресурсу за один день.

Рисунок 4 – Відвідуваність соціальних мереж [2]

Зараз просування у соціальних мережах найактуальніший та найефективніший метод залучення аудиторії, клієнтів та донесення поглядів бренду чи іншого бізнесу.

Для ефективного просування бізнесу у соціальних мережах треба мати чітку стратегію та планування контенту, часу постінгу та його формат, планування рекламних інтеграцій та дизайнів. Аби урегулювати всі потрібні роботи про розвитку сторінки у соціальній мережі потрібно розробити детальну стратегію по підвищення SMM-просування та бренд-підтримки.

Список використаних джерел:

1. Top digital trends in 2024. URL: https://datareportal.com/ (дата звернення 04.03.2024.)

2. GlobalWebIndex. Офіційний сайт. URL: https://www.gwi.com/ (дата звернення 04.03.2024.)

3. Інноваційні інструменти просування у соціальних мережах / А. І. Горошко, І. А. Грицаков, О. О. Супрун, Т. С. Супрун // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : матеріали молодіжної школи-семінару VII Міжнародної наук.-техн. конф., 17-21 травня 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 2. – С. 27-31.

УДК 621.396.96 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.194

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В ДОСЛІДЖЕНІ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ВІД ЗАВАД АКУСТИЧНИХ СТАНЦІЙ ВИЯВЛЕННЯ БПЛА

Ільченко Д.І.
Науковий керівник – проф. Карташов В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.ilchenko@nure.ua

The relevance of the research lies in the need to develop innovative methods of protection against the interference of acoustic stations for the effective detection of unmanned aerial vehicles (UAVs). The relevance of the study is due to the growth of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) and the need to develop innovative methods of protection against acoustic interference to increase the effectiveness of their detection and control. Due to the increasing complexity of modern acoustic detection systems, innovative approaches are becoming necessary to overcome these limitations.

Актуальність дослідження полягає в необхідності розробки інноваційних методів захисту від завад акустичних станцій для ефективного виявлення безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Актуальність дослідження обумовлена ростом використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та необхідністю розробки інноваційних методів захисту від акустичних завад для підвищення ефективності їх виявлення та контролю.

Аналіз існуючих методів захисту від акустичних завад підкреслює важливість подальших досліджень та вдосконалення систем виявлення БПЛА. Визначення основних викликів у використанні акустичних станцій для виявлення БПЛА визначає напрямки подальших досліджень. Також аналіз існуючих методів захисту від акустичних завад підкреслює потребу вдосконалення та розвитку нових стратегій.

Розгляд основних викликів використання акустичних станцій для виявлення БПЛА вказує на те, що існуючі підходи можуть бути неефективними в сучасних умовах. Аналіз існуючих методів захисту від акустичних завад визначає недоліки та виклики існуючих стратегій. У зв'язку зі зростаючою складністю сучасних акустичних систем виявлення, інноваційні підходи стають необхідні для подолання цих обмежень.

Розробка інноваційних підходів до аналізу та фільтрації акустичних сигналів є ключовою частиною методології. Експериментальне моделювань різних умов захисту та виявлення БПЛА спрямоване на оцінку ефективності пропонованих методів та їх придатності до практичного застосування.

Основною метою дослідження є розробка та впровадження

інноваційних методів аналізу та фільтрації акустичних сигналів.

Експериментальне моделювання різних сценаріїв захисту та виявлення БПЛА дозволяє провести комплексну оцінку пропонованих підходів.

Використання розширених алгоритмів обробки сигналів, таких як машинне навчання та штучний інтелект, спрямоване на забезпечення точності та швидкості виявлення БПЛА в умовах акустичних завад. Розробка та застосування нових підходів до обробки акустичних даних може значно підвищити надійність систем виявлення та знизити ризик неправомірного використання БПЛА.

У дослідженні використовуються розширені алгоритми обробки сигналів, такі як машинне навчання та штучний інтелект. Це спрямоване на поліпшення точності та швидкості виявлення БПЛА в умовах акустичних завад.

Важлива частина роботи - розробка нових методів обробки акустичних даних для забезпечення надійності систем виявлення.

Використання розширених алгоритмів обробки сигналів, таких як машинне навчання та штучний інтелект, вирішує проблему обробки великої кількості даних, що є актуальним завданням в акустичних системах. Це стає ключовим чинником для розвитку високоефективних систем виявлення БПЛА в умовах акустичних завад.

Наведені тези відображають основні аспекти наукового дослідження з інноваційних підходів в дослідженні методів захисту від акустичних завад для виявлення БПЛА. Результати дослідження мають потенціал для практичного застосування в сучасних системах безпеки та оборони.

Список використаних джерел:

1. Назаренко, О.В., Петренко, В.М. (2023). Інноваційні підходи до захисту від акустичних завад для виявлення безпілотних літальних апаратів. Вісник акустичних технологій, 7(2), 45-56.

2. Ковальчук, А.С., Шевченко, Н.П. (2022). Роль розширених алгоритмів обробки сигналів у виявленні БПЛА в умовах акустичних завад. Матеріали науково-технічної конференції "Інноваційні технології в обороні", 132-140.

3. Гаврилюк, Д.М., Литвиненко, О.П. (2024). Використання машинного навчання та штучного інтелекту для підвищення ефективності систем виявлення БПЛА в умовах акустичних завад. Технічні науки та інновації, 3(1), 78-88.

4. Комплексування інформаційних каналів систем виявлення та спостереження безпілотних літальних апаратів з позицій теорії статистичних рішень / В. М. Карташов, В. О. Посошенко, В. І. Колісник, А. І. Капуста, М. В. Рибников, Є. В. Першин, В. О. Кізка // Радіотехніка : Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. – Харьків, 2021. – Вип. 207. – С. 102–111.

УДК 004.032.6

ПРАВИЛА ТА ЕТАПИ СТВОРЕННЯ ВІДЕОКОНТЕНТУ

Главацький Д.В.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.hlavatskyi@nure.ua

This work explores the intricate process of video content creation, emphasizing the importance of adherence to rules and stages. From meticulous planning to meticulous editing, each phase contributes to the overall quality and success of the final product. By following these guidelines, creators can ensure high-quality content and effective audience engagement.

Створення відеоконтенту є складним та довгим процесом, який вимагає від творців контенту не лише креативності, але й системності та технічної компетентності. Правильна організація цього процесу включає в себе дотримання ряду правил та етапів, кожен з яких має своє важливе значення.

Перший етап у створенні відеоконтенту – це планування. На цій стадії визначаються тема та цільова аудиторія відео, а також формат та тривалість контенту. Планування також включає складання сценарію або креативної концепції, де визначаються ключові моменти, повідомлення та способи їх візуалізації.

Другий етап – це підготовка обладнання та зйомка. На цій стадії необхідно забезпечити відповідне освітлення, звук та зображення, вибрати необхідну техніку для зйомки (камера, мікрофони тощо). Важливо врахувати всі деталі, які можуть вплинути на якість готового відео.

Третій етап – монтаж та постпродакшн. Після зйомки відеоматеріалів необхідно провести їх обробку та монтаж. Це включає в себе вибір програми, наприклад, Adobe Premiere Pro, CapCut, DaVinci Resolve або Sony Vegas. Також включає вибір кадрів, монтаж зображення та звуку, додавання ефектів та анімації, а також роботу з кольором та кадровим складом. На цьому етапі важливо забезпечити гармонійний та зрозумілий зв'язок між усіма елементами відео.

Четвертий етап – публікація та просування. Після завершення монтажу відео можна опублікувати на відповідних платформах або сайтах. Для забезпечення максимального охоплення аудиторії важливо використовувати стратегії просування, такі як реклама в соціальних мережах, пошукова оптимізація та співпраця з іншими відомими каналами.

Узагальнюючи, створення відеоролику – це складний процес, який вимагає від творців контенту професійного підходу та використання сучасних технологій. Дотримання правил та етапів створення допомагає забезпечити високу якість готового відеоконтенту та його успішне просу-

вання серед цільової аудиторії.

Важливо зазначити, що успішність відео часто залежить від креативності та оригінальності ідеї, яку він несе. Тому важливо постійно працювати над розвитком нових концепцій і використовувати інноваційні підходи до створення контенту.

Крім того, важливо враховувати інтереси та потреби цільової аудиторії при створенні відеоролику. Якщо вміст відповідає очікуванням та інтересам аудиторії, ймовірність успіху значно зростає.

Наприклад, врахування популярних тем та трендів, співпраця з впливовими особистостями або створення контенту, який викликає емоційну реакцію у глядачів, може сприяти збільшенню зацікавленості аудиторії та розповсюдженню відеоматеріалу в мережі.

Додатково, важливо враховувати та аналізувати відгуки аудиторії після публікації відео. Це дозволяє зрозуміти, як сприймається вміст та які можливість для вдосконалення є в майбутньому.

Отже, створення відеоконтенту – це постійний процес вдосконалення та розвитку, який вимагає від творців контенту творчості, професіоналізму та врахування інтересів аудиторії. Дотримання правил та етапів створення допомагає забезпечити успішність ролику та його популярність серед глядачів.

Наразі кращим автором відеороликів на найпопулярнішій платформі YouTube можна назвати MrBeast, його ідеї надихають на створення схожих відео дуже багато інших авторів, набираючи десятки мільйонів переглядів на кожному його відео вже у перші дні.

Щоб автор мав змогу створювати відео далі, важливо дотримуватися всіх пунктів, перелічених у тексті, тому що для створення якісного контенту треба монетизація та мотивація. Якщо не буде першого або другого – контент важко буде вважати успішним, а подальше створення відео від цього автора буде під загрозою.

Підсумовуючи все перелічене, можна зробити висновок що процесс створення відео, по перше складний, і також сам процес що року видозмінюється з урахуванням сучасних трендів, тенденцій, нових програмних пакетів. Тому розвиток процесу створення відеоконтенту буде предметом наступних студенських робіт.

Список використаних джерел:

1. Як працює алгоритм YouTube? [Відеоролик]. URL: https://youtu.be/wrIlifWnKDs?si=gErTFCrd44GDQqyW (дата звернення: 05.03.2024)

2. Френсіс Ф. К. Живе кіно і техніка його виробництва. 2021. 208 с.

УДК 621.397.43:796

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОНЛАЙН ТРАНСЛЯЦІЇ СПОРТИВНИХ ЗАХОДІВ

Несвітайло А. В.
Науковий керівник – к.т.н., асист. Сидоров Я.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна, e-mail: anna.nesvitailo@nure.ua

The article explores the rapid growth of the global online sports streaming market, driven by increased interest in sports and advancements in technology. With a projected annual growth rate of 24%, the market is expected to reach $93 billion by 2030. Platforms like YouTube and Twitch have become popular for streaming live sports events, enabling closer connections between teams and fans. The article also delves into the technical aspects of conducting online sports broadcasts, including camera placement and audio mixing. Overall, online sports streaming is revolutionizing the consumption of sports content and providing new opportunities for sports organizations and fans alike.

Зростаючий інтерес серед людей, пов'язаних зі спортом, є ключовим фактором, що стимулює ринок. Висока якість широкосмугового зв'язку та збільшення кількості мультиплатформенних послуг та підключених пристроїв є іншими факторами, що сприяють зростанню глобального ринку спортивних онлайн-трансляцій у прямому ефірі.

За даними Verified Market Research [1], ринок спортивних онлайн-трансляцій зростатиме на 24% на рік. У 2021 р. його оцінювали в $18,6 млрд, а в 2030 р. він збільшиться до $93 млрд. головні чинники – поширення 4G і 5G, які забезпечать якісне покриття і високу швидкість.

Прямі онлайн-трансляції спортивних подій дійсно змінили спосіб, яким ми споживаємо спортивний контент. Технологічний прогрес у цій галузі дав людям можливість дивитись улюблені матчі та ігри практично в будь-якому місці та на будь-якому пристрої. Такі платформи, як YouTube і Twitch, стали популярними місцями для трансляції спортивних подій у реальному часі, залучаючи мільйони глядачів з усього світу. Він також надає можливість взаємодіяти з фанатами через чати та коментарі, створюючи тісніші зв'язки між командами та їх шанувальниками.

Велике значення для спортивних федерацій та організаторів грає можливість розширення аудиторії, залучення нових спонсорів і збільшення доходів від трансляцій, що дозволяє їм інвестувати в розвиток спорту і поліпшення умов для гравців і атлетів. За даними Dacast [2], на спорт припадає понад 40% загального перегляду телепередач. Все більше спортивних федерацій і організаторів відходять від телебачення і транслюють турніри, ігри, змагання та матчі через Інтернет. У зв'язку з цим аналіз особливостей проведення онлайн трансляцій стає актуальною темою, оскільки потрібує розуміння технічних аспектів, особливостей взаємодії з

аудиторією, а також розробка стратегій залучення та утримання глядачів в онлайн просторі.

При проведенні багатокамерної онлайн трансляції спортивного заходу знімальна група складається з: операторської групи, звукорежисера та інженерів звукозапису, режисера інфографіки, технічного інженера, режисера повторів і прямого ефіру. Залежно від бюджету проекту можливе як розширення знімальної групи, так і робота в мінімальному складі, із залученням тільки операторів і відеорежисера.

Проведення спортивних трансляцій актуально для всіх дисциплін: від шахів до водного поло. Такі ефіри дозволяють глядачеві з будь-якої точки планети з виходом в інтернет бути присутнім на заході. Також, подивившись запис трансляції тренери та учасники спортивного заходу можуть проаналізувати свою гру, провести більш ефективну підготовку до подальших змагань.

Спортивні трансляції мають важливі особливості, які відрізняють їх від трансляцій інших заходів. Наприклад, порівнюючи трансляцію спортивного заходу з трансляцією концерту легко знайти кілька відмінностей: повтори найбільш захоплюючих моментів використовуються тільки в спортивних трансляціях, так само як і передача в ефір графічної інформації зі спортивною статистикою. При трансляції концерту звук забирається з центрального аудіомікшера, або зводитися окремо для прямого ефіру. За допомогою додаткових мікрофонів в прямий ефір передаються оплески і емоції глядачів. При проведенні спортивних трансляцій, зведення звуку може виявитися навіть більш складним завданням – адже спортивний інтершум: удари по м'ячу, ковзання шайби записати складніше, ніж овації публіки. Також, в ефір потрібно передавати голос коментаторів, музичні відбиття, звуковий сигнал з мікрофонів самого спортивного майданчика.

Організація трансляції матчу не обмежується передачею звуку і картинки. Ефір доповнюється інфографікою зі статистикою змагань, озвучується спортивним коментатором. Небезпечні моменти показуються в режимі уповільнених повторів.

При зйомці можуть використовуватися пересувні камери, які дають динамічну картинку, і підтримують зацікавленість глядача. Також пересувна камера дозволяє зняти важливий епізод практично з будь-якої точки спортивного майданчика.

Аерозйомка – гарний спосіб показати масштаб заходу, отримати ефектні кадри, здивувати глядача. Але є важливі особливості – квадрокоптер потребує постійної зміни акумуляторів і його використання неможливе на майданчиках з низькими стелями і при наявності небезпеки для гравців і глядачів.

Знімальний кран – більш універсальне і надійне рішення для отримання динамічних кадрів з великої висоти. Його можна встановити практично на будь-якому майданчику, а технічні параметри, включаючи виліт

стріли і наявність рейок визначаються переважно бюджетом проекту.

При трансляції футболу оператор – постановник, зазвичай, вибирає стандартну схему розташування камер в якій обов'язково присутня камера загального плану, що знаходиться на достатній висоті, рівно посередині поля з боку одного з флангів.

Додаткові камери розташовуються в зоні пробиття кутового, а також на трибунах – як для зйомки гри з високого ракурсу і емоцій уболівальників.

Гарна ідея – розмістити статичні камери без операторів за воротами, для фіксації голів і ракурсу з-за спини воротаря.

Крім картинки з камер і звуку, в ефір, зазвичай, передається статистика матчу, рахунок, що час залишився, імена гравців.

Хокей відрізняється високою динамікою. Шайби літають зі швидкістю вітру, а гравці ніколи не стоять на місці. Для проведення live-зйомки потрібно не тільки професійне обладнання, але і блискавична реакція. Правила розстановки камер схожі з футбольними матчами, але камерам потрібен додатковий захист, тому що ризики пошкодження техніки і травм знімальної групи вище.

Найкраще місце для зйомки волейболу знаходиться збоку від сітки - там ловлять моменти стрибка і нападаючі удари. Для створення спільних планів підходять трибуни. У баскетболі розстановка камер схожа з іншими видами командного спорту, але більше значення мають загальні кадри зверху, а також кадри зі статичних камер, закріплених на щитах баскетбольних кілець.

Проведення спортивних трансляцій з боксу проходить в перших рядах біля рингу, в самій гущі людей і подій. Крім самого протистояння потрібно зняти роботу тренерів, вихід бійця, реакції глядачів та інші складові заходу.

На гоночних турнірах використовується безліч камер, розставлених по ключових відрізках траси. Для створення загальних планів застосовуються дрони (якщо дозволяють погодні умови). Також використовуються action-камери встановлені в кабіні пілотів. Організація таких програм вимагає багато ресурсів, але в результаті виході видовищний і добре монетизований контент.

Список використаних джерел

1. Sports Online Live Video Streaming Market Size, Share, And Forecast URL: https://www.verifiedmarketresearch.com/product/sports-online-live-video-streaming-market/ (дата звернення 03.03.2024)

2. Live Sport Streaming: 5 Tips to Online Broadcasting Success URL: https://www.dacast.com/blog/online-sport-streaming/ (дата звернення 03.03.2024)

УДК 654.9

АНАЛІЗ СИСТЕМІ АДРЕСНОЇ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Перевозник Є.В.
Науковий керівник – к.т.н. проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: yehor.perevoznyk@nure.ua

This work is devoted to a technical review of addressable security alarm systems, the principles of its operation and technologies, a comparative analysis of conventional and addressable systems. Security alarm systems are key security elements used to detect and track hazards that may occur in any room. Addressable security alarm systems have emerged as crucial components in ensuring safety and security across various domains. Unlike conventional alarm systems, addressable systems offer the advantage of pinpointing the exact location of an alarm trigger, facilitating swift and precise response to potential threats.

Система адресної охоронної сигналізації – це сучасна система безпеки, призначена для забезпечення захисту об'єктів від несанкціонованого доступу, пожеж та інших надзвичайних ситуацій. На відміну від традиційних систем сигналізації, де спрацювання датчиків призводить до активації сигналу в зоні спрацьовування, в системі адресної охоронної сигналізації кожен датчик має унікальну адресу, що дозволяє точно визначити місце виникнення події. Система адресної охоронної сигналізації є комплексом технічних засобів, які виявляють, сигналізують та реагують на можливі загрози безпеці, тобто системою, що складається з датчиків, контрольних панелей та сповіщувальних пристроїв, розташованих у різних точках будівлі. В адресних системах охоронної сигналізації, принцип роботи може зберігатися щодо замкнутості ланцюга контура, що охороняється, але кінцевий пристрій зазвичай відсутній. Адресні охоронні сповіщувачі просто з'єднуються паралельно адресною петлею та запитуються постійною напругою (зазвичай 12В). Кожен датчик має свою адресу і періодично надсилає в приймально-контрольний прилад кодоване цифрове повідомлення про свій стан.

Система адресної охоронної сигналізації складається з різноманітних компонентів, таких як димові датчики, теплові датчики, ручні виклики, контрольні панелі та звукові сповіщувачі. Кожен з цих компонентів відіграє важливу роль у виявленні небезпеки та сповіщенні про неї. Перевагами є швидка ідентифікація небезпеки — системи адресної сигналізації дозволяють точно локалізувати місце спрацювання сигналу, що допомагає оперативно реагувати на небезпеку. Завдяки цифровій адресації, можливий детальний контроль над різними зонами будівлі, що спрощує управління системою та забезпечує максимальний рівень безпеки. Системи адресної сигналізації можуть бути легко розширені або модернізовані залежно від

потреб користувача та розміру будівлі.

Адресні системи проводять самодіагностику і можуть контролювати роботу кожного пристрою, підключеного до системи. Вони можуть точно визначити дефекти в електропроводці системи пожежної сигналізації та навіть виявити накопичення сміття та забруднень, які можуть перешкоджати роботі. Це зменшує кількість помилкових тривог і забезпечує оптимальну роботу всієї системи. А оскільки кожен пристрій має власну адресу, кожен елемент можна тестувати та контролювати незалежно, що полегшує регулярне тестування пожежної сигналізації.

Ключовим компонентом адресної системи є програмування. Правильно встановлена система може виконувати широкий спектр функцій на етапах тестування, а також під час експлуатації. Центром будь-якої системи пожежної сигналізації є контрольна панель, місце, де збирається інформація. За допомогою адресної системи контрольна панель отримує електронне повідомлення, яке визначає наявність і місце розташування будь-якої потенційної проблеми. Панель керування інтегрована з центральною станцією моніторингу, сповіщаючи персонал служби безпеки про будь-яку проблему, її місцезнаходження та поточний статус. Місця моніторингу можуть включати станцію безпеки на місці, службу моніторингу за межами підприємства та місцеву пожежну службу. Наприклад, панелі керування ONYX NFS-320 SYS серії NOTIFIER можуть об’єднувати до 318 адресних пристроїв із периферійними пристроями, такими як модулі голосової евакуації та сповіщувачі. Системи можна навіть об’єднати в бездротову мережу, що є ще однією потенційною перевагою в разі втрати живлення та резервного копіювання.

В даній роботі було проведено технічний огляд системи адресної охоронної сигналізації, розглянуто принципи роботи та технології. Використання та практична реалізація систем адресної охоронної сигналізації вимагають комплексного підходу та професійного виконання. Лише завдяки правильній установці, налаштуванню та практичному використанню можна забезпечити максимальний рівень безпеки для будь-якого об'єкту.

Список використаних джерел

1.Принципи побудови систем охоронної сигналізації https://studfile.net/preview/9204354/page:2/ (Дата звернення 05.03.2024 рік).

2.Переваги та недоліки адресних систем https://getsafeandsound.com/2022/07/addressable-fire-alarm-system/(Дата звернення 05.03.2024 рік).

3.Програмування адресних систем https://hrsschicago.com/fire-alarm-systems/addressable-alarms-systems-better/ (Дата звернення 05.03.2024 рік).

УДК 621.397.4

СИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ ПРО СТАН ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Мошкін Д.С.
Науковий керівник – Ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: denys.moshkin@nure.ua

The report examines in detail the importance of the use of video recorders in cars and analyzes the possibility of creating a recorder that would be more functionally infected than those available. The author discusses the need to include additional vehicle information, such as speed, position, and turn indicators, and points out the potential benefits of this improvement. The report also analyzes the possibility of reading data from the car's CAN bus and the variety of data exchange protocols that can be used for this. Finally, the author considers the principle of operation of differential signals on the CAN line and emphasizes their high reliability and stability.

У теперішній час питання систем відеореєстрації та важливість використання відеореєстраторів в автомобілях є особливо важливими, оскільки такий пристрій може не тільки зафіксувати певні порушення дорожнього руху а також може стати асистентом для керування транспортного засобу.

Відеореєстратор (або автомобільний відеореєстратор) - це пристрій, який призначений для запису відео- та аудіосигналів під час руху транспортного засобу. Він може бути встановлений у салоні або на зовнішній частині автомобіля. Головною функцією відеореєстратора є зафіксувати події, які відбуваються під час руху транспортного засобу, що може бути корисно у випадку дорожньо-транспортних пригод, конфліктних ситуацій на дорозі або для захисту від шахрайства. Деякі відеореєстратори також можуть мати додаткові функції, такі як GPS-відстеження, детектор руху, системи безпеки і т. д. [1].

Відеореєстратори вже стали необхідним елементом наших автомобілів, але тепер прийшов час розглянути можливість їх подальшого вдосконалення. На сьогоднішній день більшість існуючих відеореєстраторів призначені лише для запису відео з камери, не забезпечуючи додаткової інформації про автомобіль.

Проте, доцільно розглянути можливість створення реєстратора, який би був більш функціональним. Така система могла б включати в себе не лише запис відео, але й збір інформації про автомобіль, таку як швидкість, положення та показники повороту. Такий вдосконалений реєстратор може стати аналогом "чорного ящика" у літаках, і я хочу обговорити, чому це важливо.

Перш за все, така система надасть більш повну картину того, що

відбувається під час дорожньо-транспортної події. Вона допоможе краще розуміти ситуацію на дорозі та дозволить ефективніше виявляти причини аварій.

Крім того, вона може бути корисною для аналізу стилю водіння та виявлення можливих проблем з автомобілем. За допомогою інформації, зібраної цим реєстратором, водії можуть здійснювати вдосконалення свого водійського майстерства та уникати можливих аварій.

Також важливо відзначити, що ця система може слугувати об'єктивною базою для вирішення правових питань щодо дорожньо-транспортних пригод. Вона надасть змогу уникнути спорів щодо винуватості водіїв та забезпечити точні дані для правоохоронних органів.

Найдоступніша шина даних у автомобілях, де фактично перебувають дані з усіх блоків це шина CAN.

Controller Area Network (CAN) - це стандартна шина, яка використовується для обміну даними між компонентами електронної системи керування автомобілем. Зчитування даних з CAN-шини дозволяє отримати доступ до різноманітної інформації про автомобіль, такої як швидкість, оберти двигуна, температура, стан систем безпеки і багато іншого [2]. Нижче наведено декілька можливих варіантів зчитування даних з CAN-шини авто та протоколів обміну даними:

OBD-II (On-Board Diagnostics II): OBD-II є стандартом для систем діагностики, що використовується в автомобілях після 1996 року. Зазвичай, через OBD-II порт можна зчитувати широкий спектр параметрів, включаючи дані про датчики двигуна, системи безпеки, показники панелі приладів і т. д. Протокол обміну даними для OBD-II - ISO 15765-4 (також відомий як CAN).

J1939: J1939 - це стандартна шина CAN для важких комерційних автомобілів та машинного обладнання. Вона використовується для обміну даними між різними компонентами транспортних засобів, такими як датчики, контролери двигуна, трансмісії і т. д.

LIN (Local Interconnect Network): LIN - це додаткова шина, яка використовується для низькобітового обміну даними в системах автомобільної електроніки, таких як вимикачі, датчики освітлення, панелі керування клімат-контролем і т. д.

FlexRay: FlexRay - це високошвидкісна шина, яка використовується для критичних за точністю та надійністю систем автомобіля, таких як системи безпеки та керування.

MOST (Media Oriented Systems Transport): MOST - це шина, яка використовується для передачі даних мультимедіа в автомобілях, таких як аудіо та відео сигнали.

Хоч кількість існуючих протоколів велика, необхідно віділити що всі вони працюють з використанням диференціальних сигналів. Що дає можливість адоптувати систему реєстрації під необхідний протокол обміну

даних.

Принцип роботи диференціальних сигналів на лінії Controller Area Network (CAN) базується на використанні методу передачі даних, який дозволяє забезпечити високу надійність та стійкість до перешкод.

На лінії CAN використовуються два провідника: CAN High (CANH) та CAN Low (CANL). Система використовує різницеву передачу даних, що означає, що дані передаються у вигляді різниці між напругами на цих двох провідниках.

Основний принцип полягає в тому, що при передачі логічної "1" на лінії CANH відносно лінії CANL, напруга на лінії CANH буде вищою, ніж на лінії CANL. Якщо передається логічна "0", то на лінії CANH напруга буде нижчою, ніж на лінії CANL. Ця різниця у напрузі дозволяє отримати інформацію про передані дані.

Однією з особливостей диференціальної передачі є те, що вона забезпечує стійкість до шумів і перешкод на лінії передачі даних. Оскільки приймач порівнює різницю напруг на лініях CANH і CANL, будь-які спільні шуми або перешкоди, що впливають на обидва провідники однаково, не мають впливу на правильне сприйняття сигналу. Це робить лінію CAN дуже ефективною в умовах шумного електромагнітного середовища автомобіля.

Таким чином, завдяки використанню диференціальних сигналів на лінії CAN, забезпечується висока надійність та стійкість до перешкод при передачі даних у системі автомобільної електроніки.

Отже, можна зробити висновок, що розробка реєстратора, який би збирав інформацію не лише про події на дорозі, а й про сам автомобіль, має великий потенціал для покращення безпеки на дорогах та покращення якості водіння. Це може стати важливим кроком у напрямку створення більш ефективних систем безпеки для автомобілів. Та контролю водіїв під час керування.

Список використаних джерел:

1. Controller Area Network. URL https://uk.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network. (дата зверненя: 27.02.2024)

2. Автомобільний відеореєстратор. URL https://uk.wikipedia.org/wiki/ Автомобільний відеореєстратор. (дата звернення: 27.02.2024)

УДК 621.396.9:623.746-519
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.206

ВПЛИВ ФАКТОРІВ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ НА ПОМИЛКИ У ВИЗНАЧЕННІ КООРДИНАТ БПЛА ПАСИВНИМ СОДАРОМ

Орлов Д. І., Крайник К. І., Козловець С. О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
email: danylo.orlov@nure.ua, kostiantyn.krainyk@nure.ua, serhii.kozlovets@nure.ua

This work focuses on the analysis of factors influencing the accuracy of determining the coordinates of UAVs using passive acoustic methods. Model experiments were conducted for UAVs moving along a spiral trajectory, considering variables such as microphone array height and sound reflection coefficient. Statistical estimates of measurement errors were obtained, and two series of experiments were conducted to assess the impact of changing these variables. Results were approximated using cubic polynomials and linear regression, providing insights into the effectiveness of different models in analyzing the obtained data.

Сучасні технології дозволили створити безпілотні літальні апарати (БПЛА), які зараз можуть використовуватися як ефективні розвідувальні та бойові одиниці. Через це постала проблема їх виявлення. Для цього можуть бути застосовані різні методи локації, зокрема активний і пасивний.

Активний метод локації ґрунтується на аналізі відбитку випроміненого сигналу, тоді як пасивний – на прийомі сигналу, що випромінюється об’єктом самостійно. Серед можливих джерел випромінювання БПЛА є: оптичне, інфрачервоне, радіо та акустичне.

Акустичний метод є достатньо ефективним та поширеним для виявлення та визначення координат БПЛА. Суть цього методу полягає в отриманні акустичного випромінювання (результат роботи при обертанні наявних у БПЛА гвинтів) за допомогою акустичної антенної решітки (ААР) і подальшої обробки сигналу для обчислення координат [1].

Умови оточуючого середовища, а також структура приземного шару атмосфери, яка характеризується температурним градієнтом та градієнтом швидкості вітру впливають на рефракцію акустичних хвиль, проявляють себе у вигляді поглинання, розсіювання, інтерференції, тощо.

Об’єкти місцевості: елементи ландшафту, споруди, дерева, рослинність – суттєво впливають на поглинання, відбивання і розсіювання звуку.

Спектральний склад і рівень шуму від різних джерел, таких як: транспорт, промисловість або природні явища – впливають на помилки у

вимірюванні часу затримки приходу акустичних хвиль, що негативно впливає на точність у вимірюванні координат пасивним содаром [2].

Для дослідження впливу дестабілізуючих факторів на визначення місцезнаходження БПЛА за акустичним випромінюванням в середовищі MATLAB створена імітаційна модель процесу обробки сигналів, в якій задаються координати мікрофонів мікрофонної решітки пасивного содару і траєкторія руху БПЛА. Параметри мікрофонних решіток пасивного содару в модельному експерименті: дві азимутальні бази (*d1=2 м*, *d2=2 м*) і кутомісна (*d3=1 м*). У процесі моделювання безперервно для кожної дискрети часу розраховуються затримки акустичного сигналу, що з'являються під час прийому сигналу у кожному мікрофоні. Також задається необхідне відношення сигнал/шум сигналів, що обробляються, проводиться облік відбиттів від земної поверхні відповідно до заданого коефіцієнта відбивання. З цих даних формується математична модель сигналів на вході содара. Зіставляючи траєкторні параметри руху БПЛА, задані в імітаційній моделі та результати розрахунку координат БПЛА, отримані шляхом обробки сформованих акустичних сигналів, отримані значення абсолютних величин похибки. На рис.1 показані проекції заданої траєкторії руху БПЛА і отриманою у результаті моделювання. Синя лінія – задана траєкторія руху БПЛА, червона – отримана у результаті моделювання траєкторія руху БПЛА.

Проведено ряд модельних експериментів по дослідженню пасивної локації БПЛА, що рухається по спіральній траєкторії, які включали в себе зміну величин таких параметрів як висота мікрофонної решітки над поверхнею землі та коефіцієнт відбивання від землі.

Рисунок 1

У першій серії висота мікрофонів ААР залишалась постійною – на рівні 1,25 метра, а коефіцієнт відбивання змінювався від 0 до 0,9. У другій серії коефіцієнт відбивання залишався постійним (0), а висота мікрофонів мікрофонної решітки змінювалась від 0 до 1,5 метра.

Для кожної точки траєкторії була визначена помилка оцінки місцезнаходження БПЛА, що дорівнює відстані між заданою координатою траєкторії та виміряною в результаті модельного експерименту. Далі знайдено математичне очікування та середньоквадратичне відхилення помилок вимірювання координат БПЛА в залежності від умов проведення

експерименту. На рис. 2 показано залежність математичного очікування (а) та середньоквадратичного відхилення (б) помилок вимірювання при зміні коефіцієнту відбивання від поверхні землі. Також на рис. 2 показано залежність математичного очікування (в) та середньоквадратичного відхилення (г) помилок вимірювання в залежності від висоти мікрофонної решітки над поверхнею землі. Сині точки – результати модельного експерименту, червона лінія – апроксімація. Для апроксимації результатів експериментів використовувалися дві моделі: у першій серії використовувався кубічний поліном, у другій – лінійна регресія.

Рисунок 2

Проведені експерименти показали значний вплив поверхні землі на точність вимірювання координат БПЛА акустичним методом.

Для зменшення похибок вимірювання координат БПЛА необхідно знижувати вплив відбиття від землі, бажано мати поверхні, що підстилають, з великим коефіцієнтом поглинання. Збільшення висоти ААР щодо поверхні землі посилює похибку у вимірі координат, тому положення ААР має бути якомога нижчим.

Наведені рекомендації можуть використовуватись при проведенні акустичних вимірювань та обчисленні координат БПЛА.

Список використаних джерел: 1. В. М. Олейніков, В. М. Карташов, С. О. Шейко, О. В. Зубков, О. І. Олейнікова. Визначення місця положення малорозмірних безпілотних літальних апаратів за акустичним випромінюванням. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.–техн. сб. 2022. № 210, С. 113–127. 2. Timothy F. Duda. Relative influences of various environmental factors on 50–1000 hz sound propagation in shelf and slope areas. Impact of Littoral Environmental Variability on Acoustic Predictions and Sonar Performance. 2002. С. 393–400.

УДК 621.396.96:623.746-519
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.209

ОСОБЛИВОСТІ АКУСТИЧНОЇ СИГНАТУРИ БПЛА

Козловець С. О., Крайник К. І., Орлов Д. І.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
email: serhii.kozlovets@nure.ua, kostiantyn.krainyk@nure.ua,
danylo.orlov@nure.ua

In this work the features of the acoustic signature of a UAV. An analysis of the power spectral density of acoustic radiation from a DJI Phantom 3T quadcopter was carried out. Cepstral analysis is considered as one of the ways to identify sound signatures of different types of UAVs.

Останнім часом безпілотні літальні апарати (БПЛА) або дрони стали важливою і невід'ємною частиною нашого суспільства. Вони з'являються в великому розмаїтті у безлічі застосувань для економічних, комерційних, розважальних, та військових цілей. За останнє десятиліття індустрія безпілотників набула стрімкого розвитку, це пов'язано з технологічними тенденціями і швидким прогресом в управлінні, мініатюризації і комп'ютеризації, які призвели до створення безпечних, легких, міцних, більш доступних і економічно ефективних БПЛА. Окрім очевидних позитивних можливостей використання БПЛА, таких як доступ до зон стихійних лих, доставка вантажів, БПЛА можуть становити серйозну загрозу, таку як несанкціоноване застосування БПЛА у районах розташування об'єктів критичної та військової інфраструктури. Тому важливим стало питання виявлення та розпізнавання БПЛА.

Виявлення БПЛА може бути здійснено засобами активної та пасивної радіолокації, теплової локації, системами відеоспостереження [1]. У випадку малих безпілотних літальних апаратів з невеликими габаритами та слабкими електродвигунами, які іноді не мають дистанційне керування по радіоканалу, використання вказаних методів стикається з рядом значних труднощів та обмежень.

В результаті дослідження спектральної щільності потужності (СЩП) акустичного випромінювання квадрокоптера DJI Phantom 3T (рис. 1), можемо спостерігати вузькосмугові тональні і широкосмугові шумоподібні компоненти з переважанням випромінювання від лопатей гвинта. Параметри акустичного випромінювання БПЛА складають звукову сигнатуру, тобто є його унікальним ідентифікатором.

Обертаючись, гвинт витісняє повітря, об'єм якого відповідає об'єму лопатей гвинта, і це призводить до коливання тиску повітря. Таким чином виникає шум витіснення.

Спектральний склад шуму гвинта включає гармонійні компоненти, які відповідають частоті обертання ротора та гармонікам частоти лопастей. Дискретні складові спектру акустичного випромінювання, пов'язані з шумом обертання та взаємодії, як правило, мають на 15–20 дБ вищі рівні, ніж широкосмуговий шум обтікання лопаті. Зі збільшенням відстані до БПЛА, внаслідок поглинання звуку атмосфері, високочастотні гармоніки істотно послаблюються до рівня фонового шума [2].

Для забезпечення стабільного польоту, швидкість кожного двигуна може змінюватися, що супроводжується зміною спектра акустичного випромінювання, це можна побачити на спектрограмі, представленій на рис. 2.

Рисунок 1 - Спектр АВ квадрокоптера DJI Phantom 3T

Рисунок 2 - Спектрограма складових АВ квадрокоптера DJI Phantom 3T

Сигнал, який генерує гвинтомоторна група безпілотних літальних апаратів, відноситься до широкосмугових сигналів, що унеможливлює використання фазових методів для вимірювання кутових координат. З теорії сигналів відомо, що ширина інтервалу кореляції $\Delta\tau$ обернено пропорційна ширині спектра сигналу Δf_c [3]:

$$\Delta\tau = \frac{1}{\Delta fc}.$$

Завдяки застосуванню кореляційної обробки широкосмугових сигналів АВ БПЛА можна отримати вузьку основну пелюстки у взаємній кореляційній функції (рис. 3). Це дозволяє забезпечити високу точність просторового роздільної здатності акустичної системи для визначення місцезнаходження БПЛА.

Кепстальний аналіз проходить в декілька етапів. Спочатку записується звуковий сигнал, який БПЛА створює під час своєї роботи. Потім він перетворюється в спектр за допомогою перетворення Фур'є. Це дає змогу побачити, які частоти присутні в сигналі та з якою амплітудою. Отриманий спектр сигналу логарифмуємо та проводимо обернене перетво-

рення Фур'є, і отримуємо кепстр сигналу (рис. 4).

Рисунок 3 - Взаємна кореляційна функція акустичних сигналів БПЛА

Рисунок 4 - Спектр (а) та кепстр (б) АВ квадрокоптера DJI Phantom 3

Для ідентифікації звукових сигнатур різних типів БПЛА, застосовується кепстральний аналіз отриманого акустичного сигналу.

Енергія акустичного сигналу БПЛА, розсіяна по безлічі гармонік у його спектральному поданні, при кепстральному поданні сигналу локалізується в одній складовій**.** Таким чином, кепстральний аналіз акустичного сигналу БПЛА є ефективним і дає змогу отримати акустичну сигнатуру у компактному вигляді, що може бути корисним для моніторингу та діагностики в різних сценаріях, включно з виявленням та ідентифікацією БПЛА.

Список використаних джерел:

1. Карташов В.М., Олейніков В.М., Шейко С.О., Бабкін С.І., Коритцев І.В., Зубков О.В. Використання акустичної сигнатури для виявлення, розпізнавання та пеленгації малих безпілотних літальних апаратів. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2018. – Вип. 195. – С. 235 – 243.

2. Олейніков В.М., Зубков О.В., Карташов В.М., Коритцев І.В., Бабкін С.І., Шейко С.О. Дослідження ефективності виявлення та розпізнавання малорозмірних безпілотних літальних апаратів за їх акустичним випромінюванням. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2018. - №195. - С. 209-217.

3. Олейніков В.М., Карташов В.М., Шейко С.О., Зубков О.В., Олейнікова О.І. Визначення місця положення малорозмірних безпілотних літальних апаратів за акустичним випромінюванням. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2022. № 210, С. 113-127.

УДК 004.946

РОЗРОБКА СЮЖЕТУ, РЕФЕРЕНСІВ ТА МЕХАНІК ІГРОВОГО КОНТЕНТУ «ЛЕГЕНДА ЗАГУБЛЕНОГО СКАРБУ»

Карабут А.О., Міщенко А.А.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
email: andrii.mishchenko@nure.ua, anton.karabut@nure.ua

In the course of the work, the storyline of the game "Legend of the Lost World" was developed, covering an exciting story that unfolds in a dense, mysterious jungle. The player acts as an archaeologist who embarks on a dangerous expedition in search of a lost treasure that hides a legendary lost world. With a key element of uncovering mysteries and solving puzzles, the player explores different locations, interacts with local tribes and encounters mysterious characters.

Нова гра починається не лише з ідеї, а й з детального опису ключових складників продукту. Такий опис називається концепт-документом. Його використовують і глобальні ігрові гіганти, і аматори в розробці ігор. Концепт має коротко та лаконічно донести до реципієнта ідею проєкту.

Концепт-документом зазвичай називають текст чи презентацію, де описаний жанр гри, її сеттинг, сюжетний конфлікт, артстиль, аудиторія, бізнес-модель, а головне — геймплей та основні ігрові механіки.

В ході роботи було розроблено сюжетну лінію гри «Легенда загубленого світу» охоплює захоплюючий сюжет, що розкривається в густих таємничих джунглях. Гравець виступає у ролі археолога, який розпочинає небезпечну експедицію в пошуках втраченого скарбу, що приховує у собі легендарний загублений світ. З ключовим елементом розкриття загадок і вирішення головоломок, гравець вивчає різні локації, взаємодіє з місцевими племенами та стикається з загадковими персонажами.

Сюжет розвивається через ключові події, які розкривають давні таємниці скарбу та його оточення. Зустріч із загадковими персонажами, такими як старовинні священики та конкуренти-археологи, додає глибини історії. Джунглі представлені як живий та небезпечний світ, де гравець повинен використовувати своє археологічне спорядження для виживання та розв'язання головоломок.

Крім того, історія розвиватиметься через ключові події та персонажів, розкриваючи таємниці скарбів і створюючи мотивацію для подальшого дослідження цього захоплюючого ігрового світу. Збереження та прогрес гравців підтримуватиметься системою збереження, що дозволить їм зберігати свій прогрес і повертатися до гри у зручний час.

Гра «Легенда загубленого світу» створена для того, щоб надати

гравцям захоплюючий інтерактивний досвід. Її корисність полягає в розвитку логічного та креативного мислення, вивченні історії та культурного спадку, розвитку навичок взаємодії та комунікації, стимулюванні інтелектуальної активності та формуванні навичок прийняття рішень. Крім того, гра надає розважальний відпочинок, що сприяє відволіканню від повсякденних турбот, та стимулює допитливість та дослідницький підхід гравців. Загалом, ця гра пропонує збалансований підхід до розваг та розвитку різних аспектів особистості.

Цільова аудиторія гри «Легенда загубленого світу» охоплює гравців різного віку та інтересів. Гра призначена для любителів історії та археології, які цікавляться пригодницькими іграми з елементами дослідження та логічних завдань. Також, вона може привернути увагу тих, хто любить глибокий сюжет та взаємодію з природним середовищем. Гра може бути привабливою для батьків, які шукають розвивальні ігри для своїх дітей. Загалом, цільова аудиторія включає фанатів різних жанрів, таких як пригодницькі ігри та головоломки, а також тих, хто цінує естетику та атмосферу гри. Надалі планується реалізувати гру засобами Unreal Engine.

Список використаних джерел:

1. Unreal Engine [Електронний ресурс]. URL: https://www.unrealengine.com/en-US/unreal-engine-5 (дата звернення 03. 02.2024)

2. GameMaker [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/GameMaker (дата звернення 03. 02.2024)

3. Офіційний сайт Nscripter. [Електронний ресурс] URL: http://www.nscripter.com (дата звернення: 20. 02.2024).

4. Офіційний сайт TyranoBuilder. [Електронний ресурс] URL: http://tyranobuilder.com (дата звернення: 20. 02.2024).

5. Офіційний сайт Visual Novel Maker. [Електронний ресурс] URL: https://visualnovelmaker.com (дата звернення: 20.02.2024).

6. Muse Dash [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Muse_Dash (дата звернення 30.10.2023)

7. Beat Saber [Електронний ресурс].URL: https://beatsaber.com/ (дата звернення 30.10.2023)

8. Friday night funkin [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Friday_Night_Funkin%27 (дата звернення 30.10.2023)

9. Аналіз можливостей створення ігрового контенту за допомогою Unreal Engine 5 / С. О. Козловець, Є. М. Рижкова, М. Є. Боюка, В. Б. Олещенко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 102–103.

УДК 04.946

СТВОРЕННЯ КОНЦЕПТУ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ «ЛЕГЕНДА ЗАГУБЛЕНОГО СКАРБУ»

Міщенко А.А., Карабут А.О.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
email: andrii.mishchenko@nure.ua, anton.karabut@nure.ua

Since the creation of the concept of game content is a very relevant and modern problem, in this work we will consider the development of the concept project of the game "Legend of the Lost Treasure".

Оскільки створення Концепту ігрового контенту є дуже актуальною і сучасною проблемою в цій роботі ми розглянемо розробку концепт проекту гри «Легенда загубленого скарбу».

Гравець взятий в роль відважного археолога, який вирушає на експедицію в загадкові джунглі для відшукання втраченого скарбу. Ця таємна річ потрапила у руки піратів і віттоді кожен, хто вирушав у густі джунглі, залишався у його полоні. Гра розгортається в екзотичному середовищі густого тропічного лісу, з храмами, старовинними руїнами та небезпечними тваринами. Гравець повинен розв'язувати головоломки, обходити пастки та взаємодіяти з місцевими племенами, щоб розкрити таємниці і знайти легендарний скарб, що прихований у серці джунглів.

В цьому розділі описується основні елементи, які визначатимуть геймплей та атмосферу гри. Важливим аспектом буде розробка персонального археологічного спорядження, що включатиме унікальні інструменти та інвентар для розв'язання головоломок та подолання труднощів у джунглях.

Головоломки та розкриття таємниць відіграють ключову роль у грі, створюючи цікаві завдання для гравця та висвітлюючи загадковий світ джунглів. Взаємодія з місцевими племенами та персонажами додасть соціальний аспект, де гравець може отримувати інформацію, допомогу чи стикатися з викликами від різноманітних персонажів.

Впровадження різноманітних ворогів та небезпек, таких як дикі тварини чи природні катаклізми, збагатить геймплей елементами непередбачуваності та адреналіну. При цьому важливим є інтеграція звукового та візуального дизайну для створення неповторної атмосфери, що поглибить іммерсію гравця у джунглях.

Окрім цього, розвиток сюжету буде відбуватися через ключові події та персонажі, розкриваючи таємниці скарбу та створюючи мотивацію для подальшого вивчення цього захоплюючого ігрового світу. Збереження та прогрес гравців буде забезпечуватися системою зберігання, дозволяючи їм зберігати свій прогрес та повертатися до гри у зручний час.

Перший рівень:

1.Перші кроки в джунглі:

- Гравець стикається з першими загадками, які відкривають стежину глибше в джунглі.
- Вивчає оточення та взаємодіє з персонажами, щоб отримати додаткову інформацію про легенду.

2. Загадки та перешкоди:

- Загадки відкривають проходи, але невірні рішення можуть призвести до випадіння падаючих блоків або з'явлення перешкод.
- Гравець використовує своє археологічне спорядження для дослідження та розв'язання загадок.

3. Взаємодія з племенами та персонажами:

- Гравець вступає в контакт з місцевими племенами, отримуючи важливі вказівки та допомогу.
- Зустрічає загадкових персонажів, які можуть бути або союзниками, або конкурентами у пошуках скарбу.

Бонуси та покарання:

Гра пропонує систему стимулів і викликів, що впливає на геймплей та розвиток історії. Замість балів гравець отримує артефакти мудрості, які використовуються як валюта для отримання бонусів та уникнення покарань.

Бонуси:

1. Експедиційні поштовхи: Успішні подорожі та розв'язання загадок надають гравцеві бонусні бали та важливі вказівки для дослідження джунглів.
2. Скарбниця загадок: Розв'язання загадок відкриває доступ до скарбниці, де гравець може знайти артефакти чи ресурси, що полегшують подальший прогрес.
3. Дослідницький бонус: Інтенсивне дослідження прихованих локацій та спілкування з місцевими мешканцями призводять до бонусів, які полегшують завдання гравця.

Покарання:

1. Падіння в провалля: Невірне рішення або неправильний вибір може призвести до падіння в провалля, збільшуючи втрати часу та знижуючи кількість балів.
2. Археологічні пастки: Деякі загадки можуть активувати археологічні пастки, що обмежують можливості гравця чи витрачають ресурси.
3. Затемнення легенди: Неправильні вибори можуть призвести до втрати ключової інформації про легенду, що робить пошук скарбу складнішим.

Гравець може перейти на другий рівень, подолавши серію випробувань та досягнувши ключових етапів у своєму дослідженні джунглів. На-

приклад:

- Розв'язання загадок: 5 балів за кожну.
- Експедиційні досягнення: 10 балів за успішне завершення
- Кожна досліджена локація: 3 бали
- Установлення стосунків та довіри: 15 балів.
- 20 балів за відкриття додаткової локації.
- 1 бал за кожен артефакт мудрості
- 30 балів за успішне вирішення

Гравець повинен набрати мінімум 45 балів для переходу на наступний рівень.

Другий рівень:

- Введення нових елементів, таких як загадкові таблички, що розширюють геймплей.
- Загадки та випробування стають складнішими, вимагаючи від гравця більше логічного мислення та реакцій.

Виявлення загубленого світу:

- Гравець приходить до центральної частини джунглів, де прихований скарб та загублений світ.
- Здійснює останній подвиг, розв'язуючи велику загадку, що виведе його до завітного скарбу.

Завершення та розкриття:

- Завершення гри розкриває таємниці загубленого світу та походження скарбу.
- Гравець отримує винагороду за свої зусилля та успіх у розкритті легенди.

Таким чином, в роботі створенню концепт-документ, що є ключовим інструментом у подальшій роботі.

Список використаних джерел:

1. Unreal Engine [Електронний ресурс]. URL: https://www.unrealengine.com/en-US/unreal-engine-5 (дата звернення 03.11.2023)
2. GameMaker [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/GameMaker (дата звернення 03.11.2023)
3. Muse Dash [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Muse_Dash (дата звернення 30.10.2023)
4. Beat Saber [Електронний ресурс].URL: https://beatsaber.com/ (дата звернення 30.10.2023)
5. Аналіз можливостей створення ігрового контенту за допомогою Unreal Engine 5 / С. О. Козловець, Є. М. Рижкова, М. Є. Боюка, В. Б. Олещенко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 102–103.

УДК 004.946 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.217

АНАЛІЗ СТВОРЕННЯ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ «ВІЗУАЛЬНІ НОВЕЛИ»

Леушина А.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.leushyna@nure.ua

This article is about a genre of computer games known as visual novels. The article discusses what it is, what it consists of, and how it affects people. This essay investigates the possibility of VN being useful in human growth. The work analyses what makes visual novels popular and why their popularity is only growing, what components of this genre of games are so attractive to people.

Багато людей полюбляє книжки – це чудові історії втілені у текст та вирощені нашою уявою. Вони бувають повчальні, розважальні, зворушливі, але так чи інакше вони надзвичайно корисні. Візуальні новели дуже схожі на книги і таку саму мають роль. Безліч ролей з яких кожен може обрати, щось близьке своєму серцю: романтичний роман, фентезійний світ, повчальну історію – будь що, варіативності немає кінця, а отже завжди буде розвиток.

Візуальні новели (ВН) музикою та візуалізацією створюють атмосферу та покращують сприйняття "сухого" тексту, не втрачаючи привабливості книги. Так само у візуальних новелах можна по-справжньому відчути себе головним героєм і відчути відповідальність за свої вчинки та вибір, оскільки деякі ВН мають в свої структурі відгалуження сюжету в залежності від вибору гравця, що може перерости у цілі гілки з різноманітними кінцями, іноді навіть трагічними.

Візуальний роман – жанр комп'ютерних ігор, підвид текстового квесту, де глядачеві демонструється історія за допомогою графічних елементів – статичних (або анімованих) зображень персонажів та фону, виведення на екран тексту, а також звукового і (або) музичного супроводу. Нерідко використовуються і вставки повноцінних відеороликів. Візуальні романи включають в себе велику кількість жанрів - наукову фантастику, фентезі, пародійні комедії, жахи, любовні романи. Так само, деякі візуальні новели створені для навчання дітей наукам, соціальним аспектам, фінансової грамотності, тощо [1].

В літературних джерелах виділяють наступні категорії, які формують визначення «Візуальних новел»: художньо-естетична (Art and Aesthetic), структура історії (Narrative Structure), інтерактивність (Interaction), якість історії (Story Quality) – які мають в собі більш детальні описи-характеристики (рис.1.) такі як: графіка, зображення, музика, персонаж,

наявність міні-ігор, та подібні [2].

Рисунок 1 – Характеристики візуальної новели у межах 4 категорій опису

Різні візуальні новели мають різні особливості, які по різному впливають не лише на ігровий процес, а і на розвиток людини. Наприклад наявність міні-ігор урізноманітнює ігровий процес та розвиває людину, оскільки частіш за все це якісь міні-загадки на логіку чи уважність. Інтерактивність заохочує до гри, проте її відсутність (часткова, оскільки повна неможлива) допомагає зосередитися саме на розумінні матеріалу поданого текстом або візуально, не перевантажуючись вивченням нових механік та не розпиляючись на розуміння тексту та виконування дій.

Розгалуженість сюжету, можливість обрати той чи інший варіант, створити характер персонажа в залежності від вибору навчає причино-наслідковому зв’язку: кожне рішення призводить до певного наслідку.

Таким чином в роботі буде розроблена інтерактивна гра де буде доцільна участь гравця; звуковий та візуальний ряд – це будуть яскраві приємні оку та вуху картинки, а також розгалуженість сюжету.

Список використаних джерел:

1. Зіноватна Д. В., Колендовська М. М. Огляд аспектів застосування ігрових технологій для створення візуальної новели // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнар. молодіжного форуму, 24-25 листоп. 2022 р. Харків, 2022. Т. 3. С. 150–151.

2. Janelynn Camingue, Elin Carstensdottir, Edward Melcer. What is a Visual Novel? // Proc. ACM Hum.-Comput. Interact. 5, CHI PLAY, Article 285 (September 2021). 18 p.

УДК 004.4’27

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ВІДЕОАДАПТЕРУ ПОРТАТИВНОГО КОМП’ЮТЕРУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ В МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ПРОГРАМАХ

Орлов Д. І., Козловець С. О.
Науковий керівник – ас. Желавський Д. Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
email: danylo.orlov@nure.ua, serhii.kozlovets@nure.ua

This work investigates the effect of overclocking on the performance of the video adapter, focusing on the parameters of the clock frequency, the voltage of the GPU and video memory, as well as on the power limits. Using a Gigabyte GTX970 G1 Gaming graphics card and MSI Afterburner software for tuning, the work analyzes system stability and thermal performance during overclocking using the AIDA64 GPGPU Benchmark to evaluate performance. The findings of the study demonstrate the effect of overclocking on FPS in test tasks that are close to real scenarios using graphics programs and games.

Сучасна мультимедійна індустрія постійно розвивається і використовує все більш складні технології, графічні елементи, ефекти, тощо. Для їх реалізації повинні бути використані великі потужності персонального комп’ютеру (ПК), тому стає все більше потреб у використанні методів підвищення продуктивності (далі – розгону) комп’ютерної системи.

Відеоадаптери грають значну роль у графічних та не графічних задачах. Графічний процесор (ГП) бере на себе виконання таких операцій як: поточне накладення текстур на графічні моделі, вирахування освітлення у сценах, постобробка та інше. Також він може бути використаний у паралельному обчисленні [1].

Технологія обчислень загального призначення на графічних процесорних одиницях GPGPU (General-purpose computing on graphics processing units) дозволяє задіювати обчислювальні потужності графічних процесорів для таких задач, як обчислення фізики тривимірних об'єктів у відеоіграх, частково звільняючи від них центральний процесор. Останній таким чином отримує змогу паралельно виконувати інші обчислення. Так, у nVidia технологією GPGPU є CUDA, а у ATI — Stream [2].

Відеоадаптер має наступні параметри, які можливо корегувати: робоча частота та напруга ГП; робоча частота відеопам'яті; ліміт потужності. Збільшення або зменшення цих величин призводить до аналогічної зміни в споживної потужності, отже і тепловиділенні.

Таким чином, можна виділити ряд факторів, які можуть впливати на граничні можливості при розгоні:

1. Стабільність системи – збільшення тактової частоти ГП та

відеопам'яті потребує достатнього живлення, отже при недостачі потужності можуть виникнути серйозні проблеми зі стабільністю операційної системи (ОС).

2. Перегрів – тепловиділення також важливий фактор. Система охолодження повинна підтримувати допустимий рівень температури компонентів відеокарти.

Для проведення експерименту була використана відеокарта Gigabyte GTX970 G1 Gaming, вона має наступні параметри:

- Базова тактова частота ГП: 1178 МГц;
- Базова тактова частота відеопам'яті: 3505 Мгц;
- Базова напруга ГП: 1 В;
- Система охолодження: Windforce;

Для редагування параметрів використовувалось програмне забезпечення (ПЗ) MSI Afterburner. Перевірки стабільності системи і моніторінг датчиків проводились у ПЗ OCCT. Для перевірки впливу розгону був використаний бенчмарк AIDA64 GPGPU Benchmark, де знімались показники frame per second (FPS) на етапах Single-Precision Julia та Double-Precision Mandel, які наближені до тестувань у графічних ПЗ та іграх. На ОС Windows 11 проводилось дане дослідження.

Таким чином, були отримані результати показані на рис. 1 – рис. 4.

Рисунок 1 – Графічна залежність тактової частоти ГП на FPS на етапі Single-Precision Julia

Рисунок 2 – Графічна залежність тактової частоти відеопам'яті на FPS на етапі Single-Precision Julia

Рисунок 3 – Графічна залежність тактової частоти ГП на FPS на етапі Double-Precision Mandel

Рисунок 4 – Графічна залежність тактової частоти відеопам’яті на FPS на етапі Double-Precision Mandel

Результати експериментів показали значний вплив розгону на продуктивність у GPGPU тестуваннях. Під час їх проведення було з’ясовано, що встановлені ліміти потужності і температури можуть впливати на результати тестування: відеокарта знижає параметри, отже і продуктивність під встановлені ліміти.

Таким чином, експерименти було проведено при 110% ліміту потужності та ліміту температури у 82°C, а їх результатами є підвищення продуктивності в середньому на 7% між стандартними і кінцевими результатами. Проте, це призвело до підвищення тепловиділення на 9,3%, що у довгостроковій перспективі може впливати на пришвидшення деградації компонентів відеокарти.

Отже, розгін відеоадаптеру може підвищити продуктивність у мультимедійних ПЗ та іграх, але з врахуванням відповідних мінусів у вигляді підвищеного споживання електроенергії, більшого тепловиділення та шуму.

Список використаних джерел:

1. Soringpcrepair. Навіщо потрібна відеокарта. https://uk.soringpcrepair.com/why-need-a-video-card/ (дата звернення: 03.03. 2024)

2. Вікіпедія. (2022, 24 жовтня). Відеокарта. https://uk.wikipedia.org/wiki/Відеокарта (дата звернення: 03.03. 2024)

УДК 681.84

ПСИХОЛОГІЯ КОЛЬОРУ В UX/UI ДИЗАЙНІ ВЕБ-САЙТІВ

Кузнецова О.Ю.
Науковий керівник – асистент Ольховська В.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: oleksandra.kuznetsova@nure.ua

This work is dedicated to analyzing the influence of color psychology on UX/UI design of websites. Various aspects of color usage in design and its impact on users' emotions and behavior are examined. Additionally, the paper delves into the importance of selecting the right colors based on theoretical concepts and scientific data to enhance user experience and achieve website goals. Such an approach provides valuable insights for professionals in the fields of web design and psychology, offering guidance for further research and practical application in this area.

У сучасному веб-дизайні UX/UI кольори відіграють ключову роль у задоволенні користувачів та досягненні їхніх цілей. Вони впливають на емоції, настрій та поведінку, передають інформацію та створюють асоціації. Вибір кольорів у веб-дизайні вимагає уваги до психологічних контекстів, таких як емоції, соціально-культурні та естетичні аспекти. Таким чином, дослідження психології кольору в UX/UI дизайні веб-сайтів має велике практичне значення.

Тема кольору в UX/UI дизайні веб-сайтів залишається актуальною в сучасному веб-дизайні з декількох причин. По-перше, зростаюча вимогливість користувачів до зручності та естетики сайтів підкреслює важливість правильного вибору кольорів, що може покращити сприйняття та взаємодію з сайтом. По-друге, розширення аудиторії через мобільні пристрої вимагає адаптації кольорового дизайну до різних екранних розмірів. Також, постійний розвиток психології кольору відкриває нові можливості для використання кольорів у дизайні, що робить цю тему перспективною для подальших досліджень та практичного застосування.

За часту люди припускають, що вибір кольорової палітри для інтерфейсу в основному залежить від особистих уподобань клієнта або дизайнера. Проте процес підбору кольорів має багато складніших аспектів, які можуть бути недооцінені.

Наукові дослідження демонструють, що людям зазвичай потрібно всього 90 секунд, щоб підсвідомо сформувати враження про продукт, а від 62% до 90% цієї оцінки базується саме на його кольорі. [1]

Теорія кольору включає в себе систему принципів, які об’єднують наукові та творчі знання про використання кольорів. Вона надає ключові принципи для створення кольорових комбінацій, що допомагає в розробці гармонійного дизайну. Розуміння основ теорії кольору не лише сприяє ди-

зайнерам у виборі відтінків та їх вдалому поєднанні, але й корисно для всіх людей у їх повсякденному житті або професійній діяльності. [2]

Найчастіше це залишається непоміченим, але колір сприймається нашим організмом через складний процес. Очі реагують на колір, передаючи інформацію до мозку, який активує вивільнення гормонів, що впливають на наш настрій та емоційний стан. В результаті цього механізму формується наша реакція на навколишній світ. [3]

Різні кольори викликають різні емоції у людей. Наприклад, червоний – енергія та палкість, синій – спокій та довіра. Дослідження показують, що кольори можуть покращити настрій користувачів і стимулювати активність на веб-сайті. Кольорна гармонія та контраст впливають на сприйняття інформації. Тому важливо підібрати кольори так, щоб вони доповнювали один одного та створювали гармонійне враження.

Кольорова схема веб-сайту повинна відповідати брендовій ідентичності компанії. Використання кольорів, які асоціюються з брендом, допоможе підсилити узгодженість та визнаваність бренду серед користувачів. Кольори можуть використовуватися для виділення ключових елементів на веб-сайті, таких як кнопки або секції, а також для організації інформації та полегшення навігації. Наприклад, яскраві кольори можуть привертати увагу користувачів до важливих дій.

Важливо враховувати культурні відмінності в сприйнятті кольорів при проектуванні веб-сайтів для різних аудиторій. Деякі кольори можуть мати різні асоціації в різних країнах або культурах. Наприклад, чорний колір — один з прикладів культурних відмінностей. У конфуціанстві він вважається кольором знань і мудрості, тоді як у буддизмі — символом невігластва. Чорний колір може сприйматися як відсутність всього, порожнеча або навіть як неосяжний всесвіт. У західній культурі він часто асоціюється зі смертю і трауром, тоді як на Далекому Сході — навпаки — зі здоров’ям і процвітанням.

Психологія кольору дійсно відіграє ключову роль в UX/UI дизайні веб-сайтів, оскільки вона впливає на емоції, настрій та поведінку користувачів. Правильне використання кольорів може значно покращити користувацький досвід та сприяти досягненню поставлених цілей веб-сайту. Враховуючи психологічні властивості кольорів, дизайнер може створити атмосферу, яка відповідає бренду та сприймається користувачами оптимально, забезпечуючи приємне та продуктивне взаємодію з веб-сайтом.

Список використаних джерел:

1. Lytvynyuk Mariya. Поза межами чорного та білого: Теорія кольору для UI/UX дизайнерів. URL: https://medium.com/@mariya.lytv/поза-межами-чорного-та-білого-теорія-кольору-для-ui-ux-дизайнерів-195ec1ce6b90 (дата звернення 04.03.2024).

2. Lytvynyuk Mariya. Колір в UX дизайні. URL:

https://medium.com/@mariya.lytv/color-in-ux-design-519e85091b29 (дата звернення 04.03.2024).

3. Прищенко С. В. Кольорознавство: навч. посіб. / за ред. проф. Є. А. Антоновича. Київ, 2009. 358 с.

4. Гречко А. В. Web-дизайн, як поєднання психології та мультимедіа / А. В. Гречко, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 146–147.

5. Огієнко А. Є. Місце сторітеллінгу у розробці ефективного дизайну / А. Є. Огієнко, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 144–145.

6. Бірюков Д. К. Огляд аспектів застосування сучасних технологій для створення сценарію та трейлеру гри / Д. К. Бірюков, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 148–149.

УДК 004.94 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.225

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Козловець С.О., Орлов Д. І., Рижкова Є. М.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
email: serhii.kozlovets@nure.ua, danylo.orlov@nure.ua,
yelyzaveta.popova@nure.ua

In this work, a comparative analysis of polygonal and voxel 3D modeling methods was carried out. The features of constructing models, disadvantages, and areas of application of these methods are considered. The basic elements of the models constructed by these methods, namely the polygon and the voxel, were studied.

У сучасному світі 3D-моделювання відіграє ключову роль у численних галузях, від відеоігор до архітектурного дизайну, від кінематографії до промислового прототипування. Швидкі технологічні зміни приводять до появи різноманітних методів створення тривимірних об'єктів, кожен із яких має свої переваги та недоліки. Тому важливо дослідити особливості та перспективи кожного методу, допомагаючи визначити, який із них буде найкращим вибором для конкретних задач в індустрії 3D-моделювання.

Наразі існує кілька поширених методів моделювання, зокрема полігональний та воксельний.

Полігональне моделювання є методом створення 3D-моделей, який базується на утворенні моделі за допомогою набору полігонів – трикутних або чотирикутних форм, які об'єднуються, щоб сформувати поверхню об'єкта.

У полігональному моделюванні кількість та розмір полігонів визначаються залежно від необхідної деталізації моделі. Велика кількість дрібних полігонів може забезпечити детальний та реалістичний вигляд об'єкта, але може призвести до зниження продуктивності програми, в якій вона використовується.

Полігон складається з вершин (vertex), ребер (edge) і граней (face). Вершини представляють собою точки в 3D-просторі, ребра - з'єднують вершини і визначають їхню топологію, а грані - це плоскі фігури, які утворюють поверхню полігону.

Полігональне моделювання (рисунок 1) є одним із найбільш поширених методів. Хоч цей підхід і є популярним у багатьох галузях, таких як відеоігри, кіно, архітектура, дизайн, інженерія, у деяких випадках воно може потребувати компромісів між деталізацією та продуктивністю.

У воксельній графіці об'єкти зображуються у вигляді вокселів (3D-аналог пікселів), кожен з яких має визначені координати в тривимірному

просторі та характеристики, такі як колір, прозорість тощо. Саме поняття voxel (воксель) утворено від злиття двох слів volumetric і pixel, що означає «об'ємний» та «піксель» [2].

Рисунок 1 - Приклад моделювання полігональним методом [1]

При використанні воксельного моделювання 3D-об'єкти створюються шляхом заповнення об'єму моделі кубиками. Кожен з них містить інформацію про матеріал, який він представляє, такий як шкіра, м'язи, кістки тощо.

Воксельні моделі можуть бути дуже об'ємними, що робить їх важкими для обробки та аналізу, особливо при великій кількості вокселів. В роботі з великими об'ємами воксельних даних може виникати необхідність високопродуктивних обчислювальних ресурсів, щоб ефективно обробляти та відображати моделі.

Найбільш широке застосування вокселі знайшли у медицині. Медичні пристрої, такі як КТ, УЗД, МРТ (рисунок 2), надають зображення з різних кутів, використовуючи велику кількість рентгенівських чи ультразвукових знімків. Після цього створюється тривимірний масив різних ділянок тканин досліджуваного органу, представлений у вигляді "об'ємної картини", елементом якої є воксель.

Оскільки кожен воксель це «цеглинка» з якої будується об’єкт, його дуже легко дістати з моделі. Тому цей спосіб моделювання ідеально підходить для створення моделей, що руйнуються та ігор з повною зруйнованістю.

Підсумовуючи, полігональний та воксельний методи побудови 3D-моделей широко застосовуються у багатьох сферах нашого життя, і обидва

методи є корисними при виконанні певних задач.

Рисунок 2 - Приклад воксельної моделі, створеної за допомогою КТ [3]

Полігональне моделювання більш розповсюджене, воно підходить для широкого спектру задач, як для створення розважального контенту, так і для моделювання приміщень, створення моделей різноманітних приладів тощо. Більша частина програмних пакетів для 3D-моделювання створюють моделі саме цим методом.

Воксельний же метод менш поширений, він також використовується, але в більш вузьких напрямках, таких як КТ, УЗД, МРТ, та рідше в розважальному контенті.

Список використаних джерел:

1. Анатомія ігор: модель асета. URL: https://www.turbosquid.com/ru/3d-models/3d-model-of-mesh-man/567359 (Дата звернення: 27.02.2024).

2. Майбутня заміна полігонів. Або що таке вокселі? URL: https://habr.com/ua/articles/667984/ (Дата звернення: 01.03.2024).

3. DICOM Viewer зсередини. Воксельний рендер. URL: https://pcnews.ua/blogs/dicom_viewer_iznutri_vokselnyj_render-609275.html#gsc.tab=0 (Дата звернення: 02.03.2024).

4. Гаєвий М. С. Створення 3D-моделей для застосування в мультимедіа / М. С. Гаєвий, С. В. Рогинський // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 138–139.

УДК 621.397.42:004.032.6

ПРЕДМЕТНА ВІДЕОЗЙОМКА

Нефьодова І.А.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: iryna.nefodova@nure.ua

This work is devoted to the process of creating product video and its artistic aspects. In contemporary marketing strategies, product video shoots have become essential, providing businesses with a platform to exhibit their products, engage with consumers, and drive sales. A product video shoot involves the careful planning, execution, and editing of video content aimed at highlighting the features and benefits of a particular product. From conceptualization and scriptwriting to filming and post-production, each stage of the video production process plays a crucial role in shaping the final product. Companies are increasingly leveraging video marketing to promote their products and enhance brand visibility.

Предметне відео – це один із видів відеоконтенту, в якому основний об'єкт зйомки - це конкретний предмет або продукт. Такий тип відео частіше за все застосовується для створення реклами, оглядів, презентацій товарів, інструкцій з використання та навчальних відео, що найчастіше розміщуються на Інтернет-ресурсах та в соціальних мережах. Використання предметних відео в рекламній кампанії дозволяє найбільш ефектно продемонструвати продукт, що і є одним з головних завдань реклами.

Головна мета предметного відео – повністю зосередити увагу на продукті, про який йдеться. Цей вид контенту має швидко показувати потенційним клієнтам, що саме вони можуть купити. Значна частина якості кінцевого відеопродукту полягає в ідеях, що лежать в основі, і тому, як вони поєднуються з анімацією.

Предметні відео мають високу ефективність у цифрових маркетингових кампаніях, що найбільш помітно в соціальних мережах, таких як Facebook і LinkedIn. За своїм визначенням такі відеоролики передають багато візуальної інформації за короткий проміжок часу.

Ідея, що лежить в основі предметного відео є найголовнішим елементом, оскільки, є відправною точкою для подальших рішень та дій. Ідея має бути оригінальною або навіть унікальною аби забезпечити впізнаваність відео, бренду і відповідно продукту.

При створенні предметного відео необхідно враховувати як продукт має виглядати в кадрі, зокрема, використовується зйомка у студійному стилі чи в реальному середовищі. У першому випадку найчастіше застосовується однотонний фон та контрольоване освітлення, що дає більше можливостей для експериментів. У другому випадку необхідно

враховувати більшу кількість аспектів, оскільки, неможливо контролювати реальне навколишнє середовище і план зйомки доводиться міняти в залежності від погоди та не постійного освітлення.

Також важливим аспектом предметного відео є правильний вибір кутів зйомки продукту. Потрібно уважно планувати кожен кадр, обирати відповідний ракурс і композицію, щоб найкращим чином підкреслити переваги та особливості предмету.

Цікавим рішенням при зйомці може стати застосування додаткового реквізиту. Адже знімаючи фільми та відео, творці прагнуть збудувати нові світи, незалежно від того, реальні вони чи ні. Плануючи зйомку предметного відео варто замислитися про світ, який можна було б створити навколо обраного продукту, і, в залежності від цього, оточити його реквізитом, який би міг доповнити цей світ. Не рідкістю є використання в предметних відео зеленого екрана. Застосування цієї технології дозволяє створити будь-який світ, у якому буде перебувати обраний продукт.

Для успішної предметної відеозйомки важливо мати якісне обладнання, таке як камера, об'єктиви, стабілізатори, освітлення та фони. Серед основного обладнання при зйомці предметного відео слід також зазначити штатив. Не тільки при зйомці предметного відео, але й взагалі при зйомці відеоконтенту необхідно мати під рукою штатив, оскільки, тремтячі кадри можуть зіпсувати навіть відео з дуже цікавою ідеєю. Додатково часто використовується слайдер, оскільки, однією з основних проблем у предметних відео є відсутність дії. При наведенні камери на когось або щось, зазвичай, очікується якась дія, рух, але предмет частіше за все не зможе щось зробити без зайвої допомоги. Таким чином, в той момент, коли взаємодії з предметом або його переміщення не відбувається, рух за допомогою слайдера допоможе додати динаміки кадрам та зосередитися на ключових областях продукту, при цьому зберігаючи достатню візуальну інтригу для аудиторії.

Освітлення також відіграє важливу роль, оскільки, надає відео більш професійного вигляду. Використання м’якого спрямованого освітлення за допомогою софтбоксів на ключових ділянках надасть відео бажаного для глядача вигляду. Частіше за все під час зйомки предметних відео відштовхуються від гарного освітлення для конкретного об’єкта, а не від існуючих художніх технік освітлення.

Якісне предметне відео, як вже було зазначено, створюється, зокрема, завдяки динамічності, яка може досягатися застосуванням моушн-графіки, анімованого тексту та ефектних переходів, що надає відео унікальні особливості. Таким чином, усе це відкриває можливості для цікавого представлення необхідної інформації про продукт глядачеві, і створення фірмових впізнаваних елементів відео.

Виходячи з викладеного матеріалу необхідно відзначити що окрім особливостей самої зйомки, а саме, вибору кольорового фону відповідно

об’єкта зйомки, особливостей розташування світла, налаштувань камери, та макрооб’єктивів. Не менш важливу роль відіграють етапи постпродакшну такі як вибір стилістичних відео переходів, використання стилізованої інфографіки та особливо етап колористики. Оскільки у предметній зйомці найголовніше це достовірна передача кольору. Ці теми будуть предметом наступних студентських робіт.

Список використаних джерел:

1. How To Shoot Product Videos Like A Professional. URL: https://glacemedia.com/blog/how-to-shoot-product-videos/ (дата звернення: 04.03.2024).

2. What are product videos and why are they used in marketing? URL: https://glacemedia.com/blog/what-are-product-videos-and-why-are-they-used-in-marketing/ (дата звернення: 04.03.2024).

3. Чернов М. М. Технічні аспекти створення інструменталу для неліцензійного дубляжу мультфільмів та сінематиків / М. М. Чернов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 146–148.

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.231

ВИКОРИСТАННЯ FIGMA ДЛЯ РОЗРОБКИ АДАПТИВНОГО ДИЗАЙНУ ВЕБ-САЙТІВ

Івченко В. Р.
Науковий керівник – асистент Ольховська В.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м.Харків, Україна
e-mail: valeriia.ivchenko@nure.ua

This work investigates responsive web design in Figma, detailing its historical context, essential elements, and the creation of adaptive layouts. It underscores the Breakpoints plugin's significance in improving designers' productivity and work quality, exploring its functionality in setting breakpoints and automatically generating frames for different screen sizes. Additionally, it presents a practical example of using the plugin to design a real layout, illustrating its effectiveness in adapting websites for various devices and showcasing its practical application in the design process.

В наш час зростає значення адаптивного дизайну веб-сайтів, що є наслідком поширення мобільних пристроїв. З'явлення смартфонів та планшетів у середині 2000-х років створило потребу у створенні веб-ресурсів, які були б зручними для перегляду на різних пристроях та різних розмірах екранів. Традиційні веб-сайти, спочатку розроблені для комп'ютерів, не ефективно працювали на мобільних пристроях, що призвело до технічних проблем. Вимога до зручного використання веб-сайтів на різних пристроях викликала необхідність у створенні адаптивного дизайну, що дозволяє веб-ресурсам автоматично адаптуватися до різних розмірів екранів та пристроїв, які їх відображають.

Адаптивний веб-дизайн (RWD) створює систему, в якій один сайт може адаптуватися під розмір пристрою користувача, зберігаючи один URL та джерело контенту. Адаптивні веб-сайти розробляються таким чином, щоб плавно та гнучко пристосовуватися до різних розмірів екранів. [1]

Важливість адаптивного веб-дизайну полягає у забезпеченні оптимізованого перегляду сайту. Іншими словами, сайт буде добре виглядати і працювати на настільних комп'ютерах (або ноутбуках), планшетах та мобільних пристроях. Адаптивний дизайн дозволяє підлаштовувати контент та інтерфейс сайту так, щоб вони оптимально відображалися на будь-якому пристрої, забезпечуючи приємний і зручний досвід користувача незалежно від типу пристрою, який вони використовують.

Елементи дизайну мобільних адаптивних веб-сайтів включають:

1. Текст, який зручно читати без необхідності збільшення масштабу.
2. Інтерфейс, що надає достатньо місця для зручного використання за

допомогою сенсорних екранів.

3. Уникнення потреби у горизонтальному прокручуванні, забезпечуючи плавне перегортання вертикально. [1]

Для полегшення створення адаптивних макетів в Figma, веб-розробниками був створений плагін Breakpoints. Цей інструмент дозволяє встановлювати точки розриву для екранів різних розмірів і візуалізувати дизайн для кожної з цих точок розриву. Ці точки можуть бути визначені на основі значення пікселя або типу пристрою. Плагін автоматично створює рамку для кожної такої точки зупинки. Крім того, ви можете попередньо переглянути інтерфейс користувача на різних пристроях і експортувати точки розриву у вигляді медіазапитів CSS. [2]

Хороший спосіб уявити це - уявити ряд з усіма можливими розмірами екрану. Раніше в цьому розділі ми дізналися, що медіазапити можуть використовуватися для всього, починаючи від ширини області перегляду, висоти, орієнтації, співвідношення сторін, і закінчуючи тим, чи є екран кольоровим. Однак, оскільки ‘width’ – це єдиний медіазапит, підтримуваний більшістю браузерів, він, по суті, є єдиним медіазапитом, що використовується в адаптивному дизайні. [2]

Перш за все, нам потрібно створити екран і відкрити плагін Breakpoints. Після цього створимо новий адаптивний макет і оберемо точки розриву, які потрібно включити (рис. 1).

Рисунок 1 – Результат створення адаптивного макету веб-сайту

У цьому випадку використовуйте 377×812 для мобільних пристроїв, 744×1133 для планшетів та 1440×740 для настільних комп’ютерів. Потім натисніть на значок «+», щоб запустити процес та увімкнути відповідні рамки для кожного випадку. Нарешті, змініть розмір екрана, щоб забезпечити чутливе відображення. [3]

Адаптивний дизайн – це технологія розробки веб-сайтів, яка гарантує правильне та ефективне функціонування сайту на різних пристроях та в

різних середовищах користувача. Він автоматично пристосовується до параметрів пристрою, таких як розмір екрану, орієнтація, технічні можливості та поведінка користувача, забезпечуючи оптимальний досвід для кожного відвідувача. [4]

Адаптивний дизайн не лише підвищує доступність та зручність використання сайту для користувачів, але й сприяє збільшенню конверсії, розширенню аудиторії та покращенню репутації бренду.

Плагін Breakpoints від компанії Figma є потужним інструментом, який спрощує процес створення макетів, що автоматично адаптуються до різних розмірів екранів. Саме він дозволяє дизайнерам дозволяє зробити їхню роботу яскравою на будь-якому пристрої. [3]

Завершуючи нашу дискусію про адаптивний дизайн веб-сайтів та інструменти для його створення, можна визначити, що використання Figma разом з плагіном Breakpoints є не лише потужним, але і ефективним способом забезпечення оптимального досвіду користувача на різних пристроях. Завдяки їм веб-дизайнери можуть швидко створювати адаптивні макети.

Список використаних джерел:

1. Why Responsive Design is Important and Google Approved // Sonia Chopra Gregory, URL: https://freshsparks.com/why-responsive-design-is-important (дата звернення 04.03.2024).

2. Clarissa Peterson/Learning Responsive Web Design – 2014 All rights reserved. Printed in Canada, 396 с.

3. Streamlining Responsive Layouts: A Guide to Figma's 'Breakpoints' Plugin // Laura Pellicer Rahan, URL: https://lauragpr07.medium.com/streamlining-responsive-layouts-a-guide-to-figmas-breakpoints-plugin-e0e2b171873f (дата звернення 04.03.2024).

4. Адаптивний дизайн: інновації та перспективи веб-розробки, URL: https://bdut.co.ua/pro-nas/adaptyvnyy-dyzayn/ (дата звернення 04.03.2024).

5. Черновол Д. В. Розробка дизайну та створення веб-сайту / Д. В. Черновол // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 55–56.

6. Рогинский С. В. Огляд та аналіз засобів 3d-моделювання / С. В. Рогинский, М. М. Колендовська // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 163–164.

УДК 004.93:159.937.51

ПРИНЦИПИ КОРЕГУВАННЯ КОЛЬОРУ

Пєшкова Т.О,
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: tetiana.pieshkova@nure.ua

This work is devoted to principles of color correction in videos and its creation. Color correction is the process of making changes to the colors and tones of an image to enhance its aesthetic characteristics and express the photographer's creative vision. Color correction is used in a variety of areas, including art galleries, museums, private collections, commercial institutions, publications, and online platforms. The main goal of color correction is to improve the visual impression of a photo by optimizing color tones, contrast, and saturation. Color correction encompasses a variety of techniques and tools, such as changing color temperature, adjusting tones, saturation, and lighting, as well as using filters and special effects.

Корекція кольору — це процес впливу на кольоровий баланс зображення з метою досягнення бажаного ефекту чи виправлення відхилень від натуральних кольорів. Цей процес може включати в себе регулювання яскравості, контрастності, насиченості та тону кольорів.

Корекція кольору виникла практично одночасно з появою кольорового кіно. Перші кольорові фільми були зняті з використанням ручної корекції кольору на плівці або скореговані під час процесу друку. Проте справжній прорив в області корекції кольору настав в кінці 20-го століття з появою комп'ютерної обробки зображення.

Комп'ютерна корекція кольору стала доступною завдяки розвитку цифрових технологій у кінематографі. Перші програми для цифрової корекції кольору з'явилися у 1980-х роках, але справжній розквіт даної технології відбувся у 1990-х і 2000-х роках, коли вона стала широко використовуватися в кіноіндустрії та відеопродакшені.

Сьогодні корекція кольору є важливою складовою процесу створення кіно та відео. Вона дозволяє створювати більш виразні та емоційно насичені зображення, а також стандартизувати кольорові палітри та забезпечити відповідність до різних технічних стандартів і естетичних вимог.

Принципи кольорокорекції актуальні в сучасному світі візуальних мистецтв і медіаіндустрії з кількох причин:

Важливість кольору у візуальному сприйнятті: Кольорокорекція впливає на спосіб, яким ми сприймаємо інформацію. Правильне використання кольорів може підкреслити настрій, створити атмосферу та емоційно зв'язати глядача з контентом.

Значення кольору у виробництві контенту: Кольорокорекція є важли-

вою частиною виробництва фільмів, відео, фотографій та інших візуальних матеріалів. Вона допомагає досягти бажаного вигляду та якості образу, підсилює ефекти та виправляє можливі недоліки.

Роль кольору в брендуванні: Кольорокорекція використовується для створення та підтримки брендування у веб-дизайні, рекламі та інших галузях. Кольори можуть впливати на сприйняття бренду, створюючи асоціації з його цінностями та ідентичністю.

Розвиток технологій: Зростання доступності та потужності цифрових технологій сприяє зростанню інтересу до кольорокорекції. Сучасне програмне забезпечення для редагування відео та фотографій надає широкі можливості для впливу на кольорову палітру та створення вражаючих ефектів.

Запит на професіоналів: Зростаючий попит на контент для різних платформ (від традиційного кіно до стрімінгових сервісів та соціальних мереж) створює потребу в кваліфікованих фахівцях з кольорокорекції, які можуть забезпечити високу якість обробки зображень.

Кольорокорекція має велику цінність у сучасному кіно та відеопродакшені. Вона дозволяє створювати зображення з більш насиченими та привабливими кольорами, що покращує візуальний вигляд фільму або відео (покращення естетики). Використання різних кольорових схем може допомогти створити певний настрій або атмосферу в сцені, що впливає на емоційну реакцію глядача (створення настрою та атмосфери). За допомогою корекції кольору можна виправляти різноманітні технічні недоліки, такі як недостатня освітленість, неправильний баланс білого або відтінки, що виникають під час зйомки (корекція технічних недоліків). Використання корекції кольору дозволяє створити унікальний стиль або візуальну ідентичність для фільму, що допомагає йому виділитися серед інших творів (створення унікального стилю). Кольорокорекція також дозволяє контролювати якість відеоматеріалу та забезпечити відповідність до різних технічних стандартів та вимог.

Дослідження кольорокорекції є важливим в аудіовізуальному контенті. Кольорокорекція може значно впливати на емоційну реакцію глядача на відео або фільм. Дослідження кольорокорекції допомагає розуміти, які кольори та кольорові схеми сприймаються людьми як емоційно заряджені або викликають певні асоціації. Дослідження кольорокорекції також допомагає вивчити технічні аспекти, такі як відтворення кольорів на різних моніторах або пристроях, вплив різних технологій відеозйомки на кольоровий рендеринг тощо. Розуміння принципів кольорокорекції дозволяє кінематографістам та відеооператорам максимально реалізувати свій креативний потенціал, створюючи унікальні візуальні образи та настрої за допомогою кольорів. Правильна кольорокорекція може покращити якість відео та зробити його більш привабливим для глядачів. Дослідження кольорокорекції дозволяє

розробити оптимальні методи та стратегії для досягнення найкращої якості відеоконтенту. Воно може здійснюватися за допомогою різноманітних засобів та методів, найбільш розповсюдженими можуть бути графічні програми для обробки відео. Програми для редагування та обробки відео, такі як Adobe Premiere Pro, Final Cut Pro, DaVinci Resolve, дозволяють виконувати кольорокорекцію за допомогою різних інструментів та фільтрів.

Дослідження кольорокоригування в графічних редакторах може включати в себе використання різних інструментів та аналітичних методів, таких як гістограма, векторскоп, кольоровий тон, і інші. Ось деякі з них:

Гістограма відображає розподіл яскравості (яскравість) та кольорів у зображенні. Аналіз гістограми дозволяє визначити динамічний діапазон зображення та його колірну композицію. Редагування гістограми може використовуватися для корекції контрасту та яскравості.

Векторскоп відображає розподіл кольорів та насиченості у зображенні.

За допомогою векторскора можна аналізувати колірні відтінки, виявляти перевищення колірних меж та коригувати колірний баланс.

Визначення кольорового тону та його відхилення від стандарту. Дозволяє виправляти аномалії кольорів та узгоджувати їх зі стандартами.

Аналіз спектральних складових кольорів у зображенні. Дозволяє виявляти та коригувати виражені кольорові дефекти або артефакти в зображенні.

Також має місце дослідження впливу кольорів на емоційний стан глядача. Аналіз психологічного впливу кольорів може допомагати вибирати оптимальні кольорові схеми для досягнення певного емоційного ефекту.

Ці методи використовуються для того, щоб забезпечити якісне та збалансоване кольорокорегування в графічних редакторах. Під час створення кваліфікаційної роботи буде визначено принципи корегування кольору в відео.

Список використаних джерел:

1. Steve H.The Art and Technique of Digital Color Correction. - Elsevier Inc, 2008 - 373p.

2. Daria F. Color Correction with DaVinci Resolve 16. - Blackmagic Design Learning Series, 2020 — 338p.

УДК 004.94

ПОРІВНЯНЯ ПАКЕТІВ BLENDER ТА MAYA

Шеїн С. О.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: stanislav.shein@nure.ua

This work compares two popular platforms for 3D modeling - Blender and Maya. Choose Blender for its free, open source, and active community. Its universality and the possibility of limitation in a number of functions are discussed. Maya's context highlights its status as an industry standard, integration with other Autodesk products, and high-quality tools for precision modeling. The text emphasizes that the choice between them depends on the specific needs and preferences of the user.

3D-моделювання стає все більше популярним завдяки розвитку технологій та розширенню галузей від геймдеву до кіноіндустрії. У світі програмного забезпечення для 3D-моделювання дві найбільш популярні платформи - Blender та Maya. Обидва інструменти мають свої переваги та недоліки, і вибір між ними може бути важливим для того, щоб відповісти на ваші конкретні потреби та завдання.

Однією з найважливіших переваг Blender є його відкритий вихідний код. Це робить програмне забезпечення доступним для всіх користувачів абсолютно безкоштовно. Така доступність сприяє активній спільноті та розвитку ресурсів, що виходять за межі базового функціоналу. Універсальність Blender робить його ідеальним інструментом для широкого спектру завдань - від моделювання персонажів до анімації та рендерингу.

Спільнота Blender славиться своєю активністю та готовністю допомагати. Завдяки форумам, посібникам та доповненням, користувачі можуть знаходити відповіді на свої питання та вирішувати труднощі. Налаштовуваність інтерфейсу дозволяє кожному користувачеві адаптувати Blender до своїх уподобань та потреб.

Проте, важливо враховувати, що деякі функції, такі як симуляція диму чи вогню, можуть бути менш розвиненими, і виникати можливі проблеми при рендері.

Maya є широко визнаним галузевим стандартом, особливо в кіноіндустрії, гральній індустрії та візуальних ефектах. Він володіє високоякісними інструментами для моделювання NURBS, що робить його ідеальним для точних та гладких поверхонь, необхідних в автомобільному та промисловому дизайні.

Інтеграція з іншими продуктами Autodesk, такими як MotionBuilder та Mudbox, робить Maya відмінним вибором для великомасштабних проектів.

Інструменти анімації та обладнання дозволяють створювати складні анімації персонажів та автоматизувати завдання.

Проте, важливо відзначити, що ціна та деякі особливості, такі як несправна робота хоткеї без англійської розкладки, слабкий скульптинг та відсутність широкої спільноти, можуть бути обмеженнями для окремих користувачів.

Обираючи між Blender та Maya, важливо враховувати ваші конкретні потреби та ресурси. Blender славиться своєю відкритістю та активною спільнотою, тоді як Maya представляє собою галузевий стандарт з великими можливостями для точного моделювання та анімації. У кінці кінців, обидва інструменти мають свої сильні сторони, і вибір залежить від вашого конкретного напрямку роботи та особистих вподобань.

Список використаних джерел:

1. Харченко К. С., Протас Я., Краснюк А. Комп'ютерне моделюванняархітектурного середовища засобами програмного пакету «BLENDER». 2023.

УДК 004.94:069

РОЛЬ 3D МОДЕЛЮВАННЯ У ВІДТВОРЕННІ ІСТОРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА АРТЕФАКТІВ У ВІРТУАЛЬНИХ МУЗЕЯХ

Панченко А.О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: artem.panchenko@nure.ua

This work is devoted to the study of the role of 3D modeling in the reproduction of historical objects and artifacts in virtual museums, namely, their use for the study and research of historical objects without their physical damage, allows you to preserve historical artifacts for future generations, reducing the risk of their loss or damage. In addition, with the help of 3D modeling, historical objects can be recreated in a realistic scale and detail, which gives visitors a unique experience. This opens up new opportunities for studying history and culture and makes them accessible to a wide audience through virtual museums.

Музеї та виставки можна порівняти з машинами часу, що дозволяють нам подорожувати в минуле та відкривати для себе чудеса мистецтва, історії та науки. Останнім часом технологічні інновації надали цим місцям нового відтінку, змінивши погляд дослідників на історичну спадщину.

Завдяки 3D-рендерингу в музеях дослідники можуть пройтися виставкою і виявити рідкісні предмети, не побоюючись їх пошкодити. 3D-моделювання перетворює рідкісні структури та місця на цифрові чудеса, які люди можуть досліджувати очима та руками.

З цієї причини ця технологія служить більше, ніж просто надання речам крутого вигляду, а швидше допомагає захистити і зберегти історію, зробити навчання більш захоплюючим і забезпечити інклюзивність протягом усього шляху дослідження.

Є кілька варіантів використання 3D-рендерінгу в музеях та на виставках. Ці програми працюють разом, щоб перетворити музеї на динамічні, повчальні та інклюзивні простори, які залучають відвідувачів та одночасно зберігають культурну спадщину.

Реплікація та збереження артефактів:

1. Тепер музеї зможуть створювати високоточні копії предметів старовини, скульптур та історичних артефактів.
2. Музеї використовують 3D-рендеринг для документування та цифрової консервації крихких предметів, що знаходяться під загрозою зникнення. В результаті при будь-яких фізичних пошкодженнях ці цифрові копії можуть служити як еталони для відновлення, гарантуючи, що оригінальні артефакти залишаться збереженими та захищеними.

Історичні реконструкції:

1. 3D-рендеринг у музеях допомагає точно відтворити історичні

сценарії, структури та довкілля. В результаті відвідувачі можуть зробити крок назад у часі та уявити собі історичні періоди, привносячи історію до реального життєвого досвіду.

2. Відвідувачі можуть взаємодіяти з реконструйованими артефактами, структурами та місцями захоплюючим чином, щоб отримати глибші та кращі знання про історичну архітектуру та культури.

Захоплюючий досвід:

1. Віртуальна реальність та доповнена реальність, щоб створити захоплюючий досвід, музеї застосовують 3D-рендерінг у додатках VR та AR. Відвідувачі можуть випробувати віртуальне оточення за допомогою гарнітури VR або відображати цифрову інформацію на виставках, використовуючи програми AR на смартфонах.

2. Технології дозволяють відвідувачам взаємодіяти з віртуальними об'єктами, подорожувати стародавніми цивілізаціями та брати участь в історичних подіях, надаючи більш захоплюючі та незабутні враження.

Доступне навчання:

1. Надаючи функції доступності, 3D-рендерінг забезпечує інклюзивність. Музеї можуть створювати 3D-друковані моделі для відвідувачів з порушеннями зору або аудіо-пояснення до виставок.

2. Індивідуальне навчання - відвідувачі можуть персоналізувати свій навчальний процес та отримати доступ до потрібних інформаційних даних.

Майбутній потенціал технології 3D-рендерінгу в музеях та на виставках вражає та обіцяє додаткові прориви у сфері захисту, збереження та доступності культурної спадщини.

Отже можна дійти висновку, що 3D-рендеринг став важливим аспектом у сфері музеїв та виставок, змінюючи те, як ентузіасти захищають, представляють та взаємодіють із нашою історичною та культурною спадщиною. Це покращило загальне враження відвідувачів, розширило освітню діяльність та дозволило захистити артефакти та історичні місця.

Хоча на цьому шляху виникає низка проблем, майбутнє відкриває значні можливості для безперервної інтеграції технологій 3D-рендерінгу в імерсивний світ музеїв, забезпечуючи більш інтерактивний, доступний та яскравий досвід для всіх.

Список використаних джерел: 1. Erik Malcolm Champion / The Role of 3D Models in Virtual Heritage Infrastructures. - www.researchgate.net. 2. Кононихін Н. Музеї в Інтернет і віртуальні музеї. – www.muzey.ua. 3. Sorin Hermon / 3D Modelling and Virtual Reality for the Archaeological Research and Museum Communication of Cultural Heritage - www.academia.edu.

УДК 004.94 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.241

ТРАДИЦІЙНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ЗІТКНЕНЬ НА ОСНОВІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Поліщук В.В.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: vadym.polishchuk@nure.ua

Vision-based collision detection is widely used in robotics. For example, Saha et al. proposed a monocular obstacle detection and avoidance method for UAVs. They used a mathematical model to estimate the relative distance from the UAV camera to an obstacle by detecting characteristic points in the UAV's field of view, which is not an airborne system. Yaghmaie et al. proposed a new method for robot navigation in dynamic environments, called the exit algorithm, which is based on the force field method, which belongs to the family of simultaneous localization and mapping.

Виявлення зіткнень на основі зору широко використовується в робототехніці [1], [2]. Наприклад, Saha et al. [2] запропонував монокулярний метод виявлення та уникнення перешкод для БПЛА. Вони використовували математичну модель, щоб оцінити відносну відстань від камери БПЛА до перешкоди шляхом виявлення характерних точок у полі зору БПЛА, яке не є бортовою системою. Yaghmaie та ін. [3] запропонував новий метод навігації роботів у динамічних середовищах, який називається алгоритмом виходу, який базується на методі силового поля, який належить до сімейства одночасної локалізації та відображення. У їхньому алгоритмі рух динамічних перешкод прогнозується фільтром Калмана для виявлення зіткнень у поєднанні з наближенням до потенційного поля. Традиційні візуальні методи виявлення зіткнень потребують обробки величезного обсягу зображень у режимі реального часу або потребують попередньо створеної моделі реального світу, яку або важко завершити на борту для мікроробота з обмеженими ресурсами, або навряд чи здатний справлятися з динамічним середовищем.

Крім того, існує кілька методів уникнення зіткнень і планування маршруту, натхненних біологією, значна частина яких залежить від елементарного детектора руху (EMD), наприклад, Zhang et al. [2], Badia та ін. [3] і Franceschini et al. [4]. Методи, засновані на ЕМД, можуть бути важко застосовувати через їх внутрішній характер — презентація обмежена певними візуальними темпами. Методи, засновані на гігантському локаторі руху лобули (LGMD), можуть адаптуватися до значної частини майбутніх зіткнень, не звертаючи уваги на візуальну швидкість. Blanchard та ін. [5] був першим, хто впровадив нейронні системи на основі LGMD у роботів

для постійного розпізнавання ударів і випробував це на роботах Khepera I. Badia та ін. [1] запропонували один тип моделі розпізнавання зіткнення на основі LGMD і випробували її на роботі "Страйдер" з віддаленою камерою для захоплення та передачі зображень на ПК для обробки. Сільва та ін. запропонував іншу модель LGMD, яка об'єднала дві роботи з [3] і [5] для все більш сильного виявлення колізій, яка більше зосереджена на моделюванні, а не на розробці вбудованих систем. Була зроблена спроба оновити технології, натхненні біотехнологіями, у величезних масштабах, об'єднуючи чіпи, такі як програмований у полі кластер (FPGA), Meng et al. додали додаткову комірку для розпізнавання розробки зверху вниз, Харрісон запропонував просту інтегральну схему для виявлення зіткнень залежно від EMD, а Окуно та Ягі оновили змішані аналогові/цифрові вбудовані схеми з FPGA. Ці спроби є недоцільними для роботів меншого масштабу через величезні розміри або потужне використання схем FPGA.

Список використаних джерел:

1. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.
2. Ivanov, M., Sergiyenko, O., Tyrsa, V., Lindner, L., Rodriguez-Quinonez, J. C., FloresFuentes, W., Hipolito, J. N. (2019). Software Advances using n-agents Wireless Communication Integration for Optimization of Surrounding Recognition and Robotic Group Dead Reckoning. Programming and Computer Software, 45(8), 557-569.
3. Ivanov, M., Sergyienko, O., Tyrsa, V., Lindner, L., Flores-Fuentes, W., Rodriguez-Quinonez, J. C., Mercorelli, P. (2020). Influence of data clouds fusion from 3D real-time vision system on robotic group dead reckoning in unknown terrain. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 7(2), 368-385.
4. O.Yu. Sergiyenko, M.V.Ivanov, V.V.Tyrsa, V.M.Kartashov, M.Rivas-Lopez, D.HernandezBalbuena, W. Flores-Fuentes, J.C. Rodriguez-Quinonez, J.I. Nieto-Hipolito, W. Hernandez, A. Tchernykh, Data transferring model determination in robotic group, Robotics and Autonomous Systems, Volume 83, 2016, Pages 251-260
5. Lars Lindner, Oleg Sergiyenko, Moises Rivas-Lopez, Daniel Hernandez-Balbuena, Wendy Flores-Fuentes, Julio C. Rodriguez-Quinonez, Fabian N. Murrieta-Rico, Mykhailo Ivanov, Vera Tyrsa, Luis C. Basaca-Preciado, (2017) "Exact laser beam positioning for measurement of vegetation vitality", Industrial Robot: the international journal of robotics research and application, Vol. 44 Issue: 4, pp. 532-541.

УДК 621.397.43:78.07

ВПЛИВ ВІДЕО НА СПРИЙНЯТТЯ МУЗИКИ

Скірко Р.П.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: ruslan.skirko@nure.ua

This paper analyses the impact of video clips on music perception, in particular by determining the relationship between visual elements and audio components.

Музичне відео слугує акомпанементом до пісні, що відіграє важливу роль на сучасній музичній сцені. Воно дозволяє артистам не просто демонструвати свою музику, а виражати емоції, ідеї та настрої за допомогою захоплюючих візуальних образів, наративів і спецефектів. Музичні відео – це інструмент для посилення послання пісні, що викликає реакцію у глядачів і просуває музикантів або їхні проекти. По суті, вони слугують формою комунікації між артистами та їхньою аудиторією, збагачуючи розуміння і сприйняття музики.

Неможливо визначити "перший" кліп, оскільки відеозаписи з музикою з'явилися одразу з винайденням звукового кіно в 1920-30-х роках. А ще раніше знімали короткометражні фільми, спеціально синхронізовані для виконання під музику, наприклад, "Людина-оркестр" (1900) і "Меломан" (1903). Хоча більшість кліпів того періоду - це просто запис виступу артистів, деякі кліпи вже були зроблені подібно до сучасних: використовувався монтаж, зйомка з декількох камер, доступні на той час спецефекти, а іноді навіть був присутній сюжет. Оскільки ці кліпи демонструвалися не на телебаченні, а в кінотеатрах, то основним форматом був не кліп на одну пісню, а міні-фільм з кількох пісень. У цей же період з'явилися анімаційні музичні кліпи. Студія Волта Діснея випустила цілу серію короткометражних мультфільмів "Дурнуваті симфонії", повністю заснованих на класичній музиці.

З популярністю телебачення музичні кліпи стали важливою частиною реклами артиста. У 1964 році на BBC почала виходити популярна щотижнева програма Top of the Pops. Щоб уникнути щотижневих зйомок, багато гуртів записували яскраві відео, що запам'ятовуються, які збільшували їхні шанси на успіх у хіт-параді. Кліпи "Бітлз" "Strawberry Fields Forever", "Rain", "Paperback Writer" та "Penny Lane" стали законодавцями мод у 1960-х роках. Кліпи Top of the Pops знімали The Kinks ("Тупикова вулиця", 1966), Девід Боуї ("Космічні дивацтва", 1969), Small Faces та інші гурти і виконавці 1960-х. У 1970 році до них приєдналися Queen і Black Sabbath. Після перемоги на Євробаченні шведський гурт ABBA почав активно знімати відеокліпи для просування своїх альбомів та синглів по всьому

світу. Починаючи з величезного успіху кліпу на пісню Queen "Bohemian Rhapsody" (1975), багато хто вважає його початком розквіту телевізійного музичного відео. Відтоді кліпи стали незмінним атрибутом рок- і поп-виконавців.

Канал MTV був запущений у 1981 році, і незабаром культура музичного відео зробила великий крок вперед. Спочатку шанувальники зустрічали своїх кумирів переважно на концертах та фотографіях. Тепер же для поп-артистів зйомки якісних оригінальних відеоматеріалів стали настільки ж важливими, як і живі виступи. Настала ера дорогих, якісних, складних режисерських рішень і великих аудиторій. Наприклад, деякі кліпи Майкла Джексона ("Remember the Time", "Black or White", "Thriller") коштували 1-2 мільйони доларів і в них знімалися голлівудські зірки, такі як Едді Мерфі.

У часи розквіту кіномонтажу з'явився феномен "віртуальних груп" - музичних проектів, які не виступали наживо, а доносили свою музику до аудиторії лише через записи та кінокліпи. При цьому виконавці могли навіть не з'являтися в кліпах або перетворювати їх на чисту анімацію. Наприклад, віртуальний гурт Gorillaz відомий своїми анімаційними кліпами, в яких з'являються вигадані персонажі - "члени гурту". Електронний проект Crazy Frog існує лише у вигляді кліпів.

Музика може впливати на активність мозку.

Якщо ми слухаємо музику в швидкому темпі, мозок автоматично підхоплює ритм і починає виробляти такі ж коливання. Вчені стверджують, що це завжди супроводжується підвищенням активності і людина входить у стан збудження.

Якщо ж людина слухає повільну музику, відбувається протилежне. Мозок адаптується до повільнішого темпу, і ми стаємо спокійнішими"

Тому люди, які часто хвилюються, надають перевагу швидкій музиці, бо вона підтримує їхні емоції.

Список використаних джерел:

1. План-конспект уроку біології "Вплив музики на психічний та емоційний стан людини" // Академія Української преси. URL: https://medialiteracy.org.ua/plan-konspekt-uroku-biologiyi-vplyv-muzyky-na-psyhichnyj-ta-emotsijnyj-stan-lyudyny/ (дата звернення 20.02.2024)

2. Музика та її вплив: чому нам подобається різна, як виникають “мурашки” та зміна настрою. Пояснює наука // Електрона газета "ЖИТТЯ" URL:https://life.pravda.com.ua/culture/2019/08/17/237902/ (дата звернення 22.02.2024)

3. У МОЗ розповіли, як музика впливає на здоров’я людей // Електрона газета "Трибуна" URL:https://trybuna.sumy.ua/meditsina/zdorovya/u-moz-rozpovily-yak-muzyka-vplyvaye-na-zdorovya-lyudej/

УДК 621.396.96 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.245

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ ТА АВТОНОМНОЇ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТІВ

Каспар'янц А.В.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: artur.kasphariants@nure.ua

Mobile robotic systems are currently employed across diverse industries, with the imperative for these devices to navigate unfamiliar and unpredictable real-world environments autonomously being paramount. However, the primary challenge facing all existing independent mobile devices is navigation.

Персональна навігація відповідає за здатність коректного взаємного розташування частин робота та робота і його частин відносно об'єктів навколишнього середовища для переміщення по необхідній траєкторії, а також уникнення зіткнення шляхом відповідного керування приводами маніпулятора та засобів переміщення робота.

Персональна навігація заснована на отриманні інформації з датчиків, що знаходяться в самому роботі. Використовуються датчики внутрішньої інформації для визначення положення та переміщення як окремих частин, так і самого робота, а також датчики зовнішньої інформації для визначення положення та переміщення як окремих частин, так і самого робота відносно зовнішніх об'єктів.

Локальна навігація здійснює визначення координат відносно деякої точки, що актуально при переміщенні у визначених приміщеннях. Локальна навігація використовує датчики зовнішньої інформації, що дають можливість знайти положення робота шляхом визначення зовнішніх об'єктів, вказівників положення робота та засобів маршрутослідкування.

Глобальна навігація визначає положення мобільного робота за допомогою карти та здійснює переміщення у потрібні точки цієї карти.

Системи навігації бувають пасивними і активними. Пасивна система заснована на прийомі інформації про власні координати і інші характеристики свого руху від зовнішніх джерел, а активна розрахована на визначення місця розташування тільки своїми силами.

Глобальні навігаційні системи реалізуються на основі супутникових навігаційних системах: GPS, ГЛОНАСС, Галілео.

Глобальні методи засновані на тому, що перед початком руху роботові повністю відома карта місцевості. Знаючи своє місцезнаходження, точку фінішу, а також розташування всіх перешкод, він, використовуючи заданий алгоритм дій, знаходить найкоротший шлях від старту до фінішу і після цього долає цей шлях [1].

Перевага глобальних методів навігації полягає в можливості заздалегідь спланувати оптимальний маршрут руху, спираючись на глобальну інформацію про зовнішнє середовище.

Найбільш значимий недолік таких методів – підвищена обчислювальна складність і необхідність зберігання карти середовища (найчастіше великого розміру). Локальні методи навігації використовуються в тих випадках, коли роботу не відома глобальна карта зовнішнього середовища або перешкоди в цьому середовищі мають динамічний характер (можуть з'являтися і зникати, змінювати своє місце розташування).

До найбільш часто використовуваних локальних методів навігації можна віднести:

– методи, засновані на використанні потенційних полів перешкод;

– методи сімейства BUG, що використовують для отримання навігаційної інформації тактильні датчики;

– методи сімейства VisBUG, які передбачають отримання навігаційної інформації від ультразвукових датчиків, що дає можливість не торкатися перешкод в процесі руху [2].

До переваг методів локальної навігації слід віднести їх обчислювальну простоту. Недоліки цих методів в порівнянні з методами глобальної навігації складаються у відхиленні від оптимального маршруту і більш складною процедурою локалізації робота у просторі.

Для обох груп методів навігації характерна проблема переходу від подання робота у вигляді матеріальної точки до його просторового поданням з урахуванням форми корпусу, розташування датчиків, конструкції системи руху.

Більшість існуючих методів навігації не передбачає врахування реальних розмірів, форми і розташування сенсорної системи роботів. Через це часто мають місце великі похибки їх локалізації у просторі, які не дозволяють успішно досягти мети навігації.

Методи планування маршрутів:

На основі графів - методи цього класу відображає стану, в яких може перебувати робот: кожен вузол являє один стан робота. Станом може бути положення, кут орієнтації, швидкість або прискорення робота. Переходи між станами характеризуються функцією витрат. Це дозволяє виділити шлях, який має мінімальну загальну вартість досягнення цільового стану.

На основі клітинної декомпозиції - реалізується за допомогою сітки (Grid map), що покриває простір. Ідея полягає в тому, щоб розділити простір навколишнього середовища на клітини однакового розміру, кожна клітина характеризується 0 (вільна від перешкод) або 1 (зайнята перешкодою). Недолік - збільшення трудомісткості при зменшенні кроків сітки. Таке збільшення особливо помітно в навколишньому середовищі великого обсягу.

Потенційні поля - ідея методів полягає в русі вздовж векторних ліній

векторного поля, потенційна функція якого відображає конфігурацію перешкод і їх форму, а також мета руху. Зазначений підхід підходить і в двовимірному, і в тривимірному випадку.

Серед методів потенційних полів найвідомішим є метод штучних потенціалів (artificial potential field, APF). Його алгоритм простий, має низьку складність і високу ефективність реалізації. Векторне поле поділяється на дві складові: мета руху представляється притягає векторних полем, в той час як перешкоди – відразливим векторних полем. Додавання двох векторних полів дозволяє вирішити два завдання: рух до заданої цільової точці і обхід перешкод.

У свою чергу відразливе векторне поле є сума складових, кожна з яких описує окремий перешкода. Технологія планування шляху по методу штучних потенціалів проста, що спрощує контроль процесу руху в режимі реального часу. Однак метод має істотний недолік: можливе існування локальних мінімумів.

Метод гістограми векторного поля (vector field histogram, VFH). Метод VFH є одним з найпопулярніших локальних методів планування шляху, що використовуються в режимі управління реального часу в області мобільного робототехніки. У цьому методі обхід перешкод здійснюється в три етапи. На першому етапі генерується двовимірна гістограма, що описує перешкоди навколо робота. На другому етапі по двовимірної гістограмі будується одновимірна полярна гістограма. Нарешті, на третьому етапі вибирається найбільш підходящий сектор з низькою щільністю перешкод, і обчислюється кут повороту в цьому напрямку.

На основі методу VFH автори надавали поліпшені методи: VFH+ і VFH*. У методі VFH + враховується розмір робота, обмеження динаміки і відповідне розширення розмірів перешкод. У методі VFH* з урахуванням глобальної інформації навколишнього середовища вибирається найкращий напрямок руху з використанням алгоритму A [3].

Оптимізаційні - рух об'єкта треба уявити в рамках тієї чи іншої моделі у вигляді динамічної системи. Перешкоди будуть описуватися деякими обмеженнями, а якість допустимої траєкторії має оцінюватися деяким функціоналом. В результаті виникає завдання оптимального управління, яка не тільки забезпечує траєкторію об'єкта в обхід перешкод, але і дозволяє вибрати в деякому сенсі кращий варіант, наприклад, за швидкістю проходження, по енергетичній ефективності і т.д.

Інтелектуальній алгоритм – автоматичне управління роботом. Робот повинен мати здатність вирішувати завдання планування шляху в реальних умовах навколишнього середовища без втручання людини.

Список використаних джерел:

1. Навігація мобільних наземних роботів у недетермінованих середовищах. Сергієнко О.Ю., Карташов В.М., Колендовська М.М. Харків: ХНУРЕ, 2020. 297 с.

2. Карташов В.М. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы. - Харьков: ХНУРЭ, 2014. - 312 с.

3. Watanabe H., DettloffW., Yount E. A VLSI Fuzzy Logic Inference Engine for Real-time Process Control // IEEE Journal of Solid State Circuits. 1990. V.25. N 2. P. 376 – 382.

УДК 621.396.96

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РОЗПІЗНАВАННЯ РАЙДУЖНОЇ ОБОЛОНКИ

Легезін К.О
Науковий керівник– к.т.н., Желанов О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: kyryl.lehezin@nure.ua.

The method of identification of a person by the iris of the eye is considered in the work. This choice is not accidental, because iris identification is one of the most accurate and reliable methods of biometric identification. This is because the iris has a special structure that is unique to each person. The methods of identification of the iris are non-contact.

Тільки один внутрішній орган людини можна побачити зовні – це око. Усі внутрішні органи людей відрізняються своєю неповторністю. Біометричне розпізнавання по райдужній оболонці ока є одним із найнадійніших способів завдяки генетично обумовленій унікальності райдужної оболонки ока, яка відрізняється навіть у близнюків. Завдання, яке виконує райдужна оболонка очей, є контроль кількості світла, що потрапляє через зіницю на сітківку ока. Такий контроль відбувається завдяки скороченню мускулатури райдужної оболонки ока.

Текстура райдужної оболонки ока найчастіше випадкова, чим вищий ступінь випадковості, тим більша можливість, що така текстура буде єдиною, унікальною у своєму роді. З точки зору математики, така «випадковість» визначається ступенем свободи, наприклад, досвідченим шляхом виявлено, що малюнок райдужної оболонки має ступінь свободи 250.

Для порівняння, ступеня свободи відбитків пальців – 35, а зображень осіб – 20. Тому застосування малюнка райдужної оболонки для розпізнавання особи досить перспективно.

В докладі розглянуто різні алгоритми для розпізнавання райдужної оболонки ока, що отримали найбільше визнання та на базі яких створюються нові підходи.

Всі алгоритми розпізнавання особистості по райдужці побудовані з використанням одного і того ж принципу, а саме виділення частотних або будь-яких інших даних про малюнок райдужної оболонки ока із зображення. Потім ці дані зберігаються у вигляді спеціального коду, який можна зберігати в базі даних та порівнювати його з іншими кодами райдужок.

Системи розпізнавання райдужної оболонки ока включають чотири основні етапи:

1) сегментація,
2) нормалізація,
3) виділення ознак, порівняння ознак.

У порівняльній таблиці наведено порівняння різних алгоритмів на основі цих етапів. Ці алгоритми переглядаються, а потім проводиться порівняння на основі різних методів і методик, які використовуються на цих етапах.

Таблиця 1 – Порівняння методів, що використовуються в алгоритмах

Алгоритм	Сегментація	Нормалізація	Вилучення ознак	Перевірка на збіг
Daugman	Інтегрально-диференціальний оператор	Daugman's Модель гумового листа	2-D фільтри Габора	Відстань Хеммінга
Wildes	Виявлення країв на основі градієнта та перетворення Хафа	Реєстрація зображення	Ізотропний смуговий розклад	Нормована кореляція
Li Ma	Метод найближчої характерної лінії (NFL)	Daugman's Модель гумового листа потім покращення та зменшення шумів зображення	2-D парні фільтри Габора	Зважена евклідова відстань
Tisse	Інтегрально-диференціальні оператори з перетворенням Хафа	Daugman's Модель гумового листа	Миттєва фаза та/або аварійна частота	Відстань Хеммінга

За допомогою цих методів алгоритми реалізовані в MATLAB. База даних містить 756 зображень райдужної оболонки від 108 осіб. Результати продуктивності засновані на показниках помилок: коефіцієнт помилкового прийняття (FAR), коефіцієнт помилкового відхилення (FRR); і загальна точність.

Таблиця 2 – Продуктивність алгоритму

Алгоритм	FAR/FRR	Overall % Accuracy
Daugman	0,01/0,09	99,90
Wildes	0,03/12,09	98,68
Li Ma	0,02/1,98	98,00
Tisse	1,84/8,79	89,37

Отже, згідно з отриманими результатами, можемо зробити наступні висновки, що алгоритм Daugman дає максимальну точність серед чотирьох алгоритмів, і навіть мінімальні коефіцієнти помилок у алгоритмі Daugman.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ:

1. R.P. Wildes. “Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology”, Proceedings of the IEEE, vol. 85, pp. 1348-1363, 1997.

2. Li Ma, Y. Wang, and T. Tan. “Iris recognition using circular symmetric filters”, International Conference on Pattern Recognition, vol. 2, pp. 414-417, 2002.

3. Y. Zhu, T. Tan, and Y. Wang. “Biometric Personal Identification Based on Iris Patterns”, Proceedings of the 15th International Conference on Pattern Recognition, vol. 2, pp. 2801-2804, 2000.

4. Boyko, N., Basystiuk, O., & Shakhovska, N. (2018, August). Performance Evaluation and Comparison of Software for Face Recognition, Based on Dlib and Opencv Library. In 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP) (pp. 478-482).

УДК 004.94

СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛІ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ BLENDER 3D

Заєць В.Ю.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: vadym.zaiets@nure.ua

This work is devoted to creating 3D models in Blender. Blender is a 3D computer graphics package that is used for 3D modeling and visualization - they are needed for various fields of activity. This work covers all stages of creating a 3D model from idea to final presentation.

Blender 3D – безкоштовний програмний продукт, призначений для створення та редагування тривимірної графіки. Програма поширена на всіх популярних платформах, має відкритий вихідний код і доступна безкоштовно всім бажаючим

Ці особливості зробили її вкрай популярною як серед користувачів-початківців, так і серед справжніх професіоналів моделювання. Софт нерідко вибирається як основний робочий інструмент для великих і серйозних проектів.

Етапи створення моделі можуть відрізнятися в залежності від того, де саме буде використовуватися готовий продукт, але в загальному можна виділити такі етапи:

1. Моделювання (створення сітки моделі за допомогою різних інструментів та модифікаторів які є в програмному середовищі для 3д моделювання)

2. Текстурування (Рівень реалістичності майбутньої моделі залежить від вибору матеріалів під час створення текстур. Професійні програми для роботи з тривимірною графікою практично не обмежені у можливостях створення реалістичної картинки.)

3. Візуалізація або рендеринг (Завершальний етап 3D-моделювання. Він полягає в деталізації параметрів відображення 3D-моделі. Тобто додавання графічних спецефектів, таких як відблиски, туман, сяйво і т.д.)

4. Постпродакшн (Обробка відзнятих зображень і відео за допомогою медіа-редакторів - Adobe Photoshop, Adobe Premier Pro (Final Cut Pro / Sony Vegas), GarageBand, Imovie, Adobe After Effects Pro, Adobe Illustrator, Samplitude, SoundForge, Wavelab та ін.

Постпродакшн полягає у наданні медіа-файлам оригінальних візуальних ефектів, мета яких – розбурхати свідомість потенційного споживача: вразити, викликати інтерес)

Для візуалізації в Blender використовують 2 типи рендеру – Eevee та Cycles.

Eevee — це новий рендерер, який використовує реал-тайм технологію і дозволяє створювати високоякісні зображення в реальному часі. Eevee підходить для швидкого прототипування та візуалізації, а також для створення анімації. Він має широкий набір налаштувань, що дозволяють регулювати освітлення, тені, матеріали та ефекти. З його допомогою можна досягти хорошої якості зображень, але в режимі реального часу.

Cycles - це інший популярний рендер, який базується на фізичній моделі освітлення і дозволяє створювати зображення, максимально наближені до реальності. На відміну від Eevee, Cycles є повноцінним рейтрейсинговим двигуном, який вимагає більше часу на рендеринг, але дозволяє досягти більш високого рівня деталізації та реалізму. Cycles підходить для створення фотореалістичних зображень, але потребує більше обчислювальних ресурсів та часу.

В цілому, для створення реалістичної 3д моделі витрачається багато часу та сил. Потрібно досить гарно володіти програмою в якій буде створюватися модель та знати особливості двигунів для рендеру.

Але на сьогоднішній день цей напрямок є дуже затребуваним, так як використовується не лише в іграх, а і в кіно, архітектурі, 3д друкі

Список використаних джерел:

1. Стаття: У світі тривимірної творчості: путівник для початківців у 3D моделюванні, URL: https://cloud.itstep.org/blog_3/into-the-world-of-3d-creativity-a-beginners-guide-to-3d-modeling
2. Стаття: Blender 2.81: Cycles и EEVEE, URL: https://blender3d.com.ua/blender-2-81-cycles-i-eevee/
3. Свободный и совершенно открытый BLENDER. URL: http://i.nure.ua/tekhnologiji/1177-svobodnyj-i-sovershenno-otkrytyj-blender
4. Что можно сделать в BLENDER`e, не умея ничего? URL: http://i.nure.ua/tekhnologiji/1187-chto-mozhno-sdelat-v-blender-e-ne-umeya-nichego
5. Как сделать дополненную реальность своими руками. URL: http://i.nure.ua/tekhnologiji/1207-kak-sdelat-dopolnennuyu-realnost-svoimi-rukami

УДК 004.928:004.738.1
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.254

РОЛЬ АНІМАЦІЇ В UX/UI ДИЗАЙНІ ВЕБ-САЙТІВ

Римаренко О.Г.
Науковий керівник – асистент Ольховська В.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м.Харків, Україна
e-mail: oleksii.rymarenko@nure.ua

This work is dedicated to the role of animation in UX/UI design of websites. Various aspects of animation usage are considered, including accent and hover animations, and their impact on user experience. The role of animation in enhancing navigation and creating attractive web interfaces is discussed. The use of software, particularly After Effects, for creating animation effects is also examined. Overall, this work highlights that animation plays a crucial role in web design, ensuring effective user interaction with the website. It's clear that in web design, animation becomes a powerful tool, helping to create not only functional but also aesthetically appealing interfaces for users.

У сучасному цифровому середовищі постійно відбуваються інновації та зміни, і однією з ключових складових сучасного UX/UI дизайну є використання анімації. Веб-сайти не лише стають все більш інтерактивними, але й вимагають відмінного UX/UI дизайну, який забезпечує зручність взаємодії користувача з сайтом. Анімація в цьому контексті виступає не лише яскравим елементом веб-дизайну, але і потужним інструментом для покращення користувацького досвіду. Саме вона підвищує залучення та увагу користувача, полегшує навігацію та структуру сайту, а також збільшує конверсію та знижує шанс відхилень.

Одним з варіантів анімації є акцентна. Вона має на меті привернути увагу користувача до об'єктів, елементів, кнопок та інших важливих складових веб-сторінки. Цей вид анімації робить навігацію та користування сайтом більш зручнішим, а процес взаємодії стає зрозумілішим та динамічнішим. [1]

У зв’язку зі значною конкуренцією, деякі сайти хочуть якось виділитись на фоні інших. Анімація є саме тим інструментом, який допомагає створити враження та підсилити унікальності серед конкурентів. А привертання уваги користувачів та залучення їх – одне з найважливіших завдань.

Анімація також має велике значення, коли йдеться про якийсь процес, як завантаження. Користувачу дуже важливо розуміти, що все працює належним чином і немає жодних проблем. Це надає користувачу впевненість та спокій під час користування веб-сайтом.

Додатково, анімація може допомогти створювати відчуття простору та

глибини на веб-сайті. Наприклад, паралакс-ефекти можуть створювати враження руху об’єктів на екрані, що робить веб-сайт більш живим та динамічним.

Для того, щоб веб-сайт був більш живий та емоційніший, часто розроблять інтерактивну анімацію. Вона може миттєво надавати зворотній зв’язок щодо виконаних дій користувачами.

Одним з обов’язкових видів анімацій є анімація при наведенні. Ця анімація є ключовою, оскільки надає користувачу можливість зрозуміти, на які елементи веб-макета можна натискати, а на які - ні. Сам елемент видозмінюється та показує реакцію на дії користувача. [1]

Перше, що бачать користувачі, – це перший екран веб-сайту. Дуже часто зараз використовується так звана «анімація героя», яка призначена для привертання уваги та створення першого позитивного враження у користувача. [2]

В наші дні використання After Effects є стандартом у створенні анімацій для веб-сайтів. Це відоме програмне забезпечення надає розробникам великі можливості для творчого процесу. З його допомогою ми можемо створювати різноманітні та захоплюючі анімації, які допомагають нашим веб-сайтам вирізнятися і привертати увагу користувачів.

На основі мого проекту я розробив цікаві рішення з анімації. Наприклад, я впровадив анімацію хвиль для заднього фону веб-сторінки, що додає динамічності та привабливості (рис. 1). Також, були створені анімації для кнопок, які реагують на наведення курсора (рис. 2), що покращує користувацький досвід та робить взаємодію з сайтом більш привабливою.

Рисунок 1 – Розробка анімації для першого екрану сайту

Рисунок 2 – Розробка анімаційних кнопок

Окрім цього, мною було розроблена одна з дуже корисних анімацій для сайту – аккардеон. Ця анімація дозволяє розкривати розділи з темами щоб отримати більше інформації, найчастіше його застосовують для

розділу питання-відповіді.

Рисунок 3 – Розробка анімації аккардеон

Програма After Effects надає широкі можливості для творчого виразу, дозволяючи користувачам створювати анімації різного рівня складності – від простих ефектів до складних 3D-анімацій. Крім того, ця програма підтримує створення інтерактивних анімаційних елементів для веб-сайтів та мобільних додатків, що робить його корисним інструментом для дизайнерів і розробників.

Також деякі веб-сайти використовують моушн-дизайн для створення привабливих та інтерактивних інтерфейсів, які привертають увагу користувачів і покращують їхній досвід взаємодії з сайтом. [3]

Отже, використання анімації у UX/UI дизайні веб-сайтів відіграє ключову роль у поліпшенні користувацького досвіду. Різноманітність анімаційних ефектів дає дизайнерам можливість створювати цікаві та інноваційні рішення для веб-сайтів. Таким чином, анімація є важливим інструментом для розробки привабливих та ефективних веб-інтерфейсів, що сприяє покращенню взаємодії з веб-сайтами.

Список використаних джерел:

1. Анімація у веб-дизайні: 6 прикладів ефектної веб-анімації // Darina, URL: https://www.komarov.design/animatsiia-u-viebdizaini-6-prikladiv-iefiektnoyi-animatsiyi/ (дата звернення 04.03.2024).

2. Tracy O. Hello Web Design: Design Fundamentals and Shortcuts for Non-Designers, 2021.

3. Велика інструкція з анімації в UX/UI-дизайні // Vector, URL: https://vctr.media/ua/animation-ux-ui-guide-6961/ (дата звернення 04.03.2024).

4. Гисцев А. Ю. Використання алгоритму тріангуляції делоне в побудуванні анімаційних додатків на веб-сайтах / А. Ю. Гисцев // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20–21 квітня 2021 р. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – Т. 3. – С. 51–52.

УДК 681.84:004.032.6
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.257

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ЗВУКУ У ВІДЕОІГРАХ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДОДАТКАХ. Частина 1

Штепура С.Р.
Науковий керівник – к.т.н., проф. каф. МІРЕС Шейко С.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна
serhii.shtepura@nure.ua

Audio content in video game industry helps to create an immersive world for players by filling it with environmental sounds, music, and effects. Creating sound design in video games involves a combination of recording, editing and synthesis techniques to create audio resources. Sound synthesis seems like an attractive option for solving the problem of limited memory. Instead of storing several pre-recorded audio clips in memory, synthesis allows you to create audio variations instantly. When synthesising any sound consisting of many frequencies, we can easily mislead the listener's perception by replacing several frequencies that are close to each other with one that represents them all. Quality scaling in sound synthesis aims to optimise performance for individual sound objects.

Відеоігрова індустрія в сучасному світі залишається однією з найшвидше зростаючих та найбільш прибуткових галузей розваг. Індустрія відеоігор значною мірою залежить від технологій, і вона постійно розширює межі можливого. Розвиток апаратних можливостей, рендерингу графіки, віртуальної реальності та штучного інтелекту сприяють постійній еволюції ігрового досвіду. Індустрію рухають інновації та творчість, а розробники постійно розширюють межі викладення історії, геймплейних механік та технологічних досягнень. Постійно з'являється потік нових ідей та концепцій від інді-студій до AAA-видавців, що робить індустрію свіжою та захопливою. З розвитком мобільних ігор, хмарних ігрових сервісів і доступних платформ, таких як смартфони та планшети, ринок відеоігор значно розширився. Ця доступність відкрила ігри для ширших демографічних груп, включно з казуальними гравцями, сім'ями та людьми старшого віку. Відеоігри стали значною частиною сучасної культури, впливаючи на розваги, мистецтво та соціальну взаємодію. Індустрія отримала широке визнання, а події, турніри та конвенції, присвячені відеоіграм, збирають велику аудиторію в усьому світі. Цей культурний вплив забезпечує постійну актуальність та інтерес до індустрії відеоігор.

Однією із основних складових створення атмосфери та ефекту занурення є аудіо контент. Аудіо наповнення допомагає створити імерсивний світ для гравців, заповнюючи його звуками навколишнього середовища,

музикою та ефектами. Це робить гру більш реалістичною та емоційно залучує гравців. Звуковий дизайн відіграє важливу роль у передачі ігрового наративу та викликанні емоційних реакцій у гравців. Діалоги, озвучення та музика можуть ефективно передавати емоції персонажів, розвиток сюжету та драматичні моменти, посилюючи загальне враження від гри. Також звук забезпечує важливий зворотній зв'язок для гравців, вказуючи на дії та зміни в ігровому стані. Звукові підказки, такі як кроки, рух ворога чи небезпека навколишнього середовища, допомагають гравцям орієнтуватися в ігровому світі, приймати стратегічні рішення та ефективно реагувати на ігрові події. Розвиток аудіо технологій, таких як об'ємний звук, просторовий звук та бінауральний звук, дозволив розробникам створювати більш захоплюючі та реалістичні звукові образи в іграх, висловити своє художнє бачення і творчість, формуючи настрій, атмосферу та естетику гри. Ці технології посилюють відчуття присутності гравців і просторову обізнаність. Захоплююче звукове оформлення може привернути увагу гравців, підтримати їхній інтерес і покращити загальний ігровий досвід.

Створення звукового дизайну у відеоіграх передбачає поєднання художньої творчості, технічних знань і співпраці між саунддизайнерами, композиторами, програмістами та розробниками ігор. З практичної точки зору це поєднання технік запису, редагування та синтезу для створення аудіоресурсів.

Звук у природі виникає внаслідок коливань поверхні непружного тіла під дією зовнішнього імпульсу. Вібрації порушують навколишнє повітря, що призводить до формування хвилі тиску, яка розповсюджується назовні від об'єкта. Якщо частота цієї хвилі тиску лежить у діапазоні від 20 Гц до 22 000 Гц, наші вуха реагують на неї, що викликає суб'єктивне сприйняття звуку. Найточнішим методом моделювання цих коливань є застосування класичної механіки до об'єкта, розглядаючи його як неперервну сутність. Однак такий підхід призводить до складних рівнянь, для яких немає аналітичних розв'язків для будь-якої форми об'єкта. Щоб вирішити цю проблему, можна створити відповідні дискретні апроксимації геометрії об'єкта, що робить завдання більш підходящим для математичного аналізу [1].

Створення реалістичного, фізично обґрунтованого звуку на сучасних ігрових консолях супроводжується рядом проблем. По-перше, обмежений обсяг пам'яті консолі та невеликий обсяг аудіопам'яті створюють обмеження для зберігання попередньо записаних кліпів з високоякісними контактними звуками. Хоча ці кліпи вимагають невеликих обчислень, вони все одно мають зберігатися в пам'яті через велику затримку потокового передавання з диска. Оскільки реальні звуки ударів мають невеликі варіації тембру в залежності від точки контакту з поверхнею об'єкта, потрібно багато кліпів, щоб досягти достатньої варіативності, що ще більше поглиблює проблему пам'яті. По-друге, аудіосистема має працюва-

ти з фіксованим процесорним обсягом, що ускладнює розподіл обчислювальних ресурсів між різними підсистемами в грі, такими як графіка, фізика та штучний інтелект. Забезпечення фіксованого бюджету стає викликом, особливо коли в будь-який момент може бути активовано велику кількість звуків. І все-таки рішення для реалістичного аудіо в ідеалі повинні легко інтегруватися з існуючими аудіоінструментами та виробничими потужностями, забезпечувати достатній контроль і бути простими для використання аудіодизайнерами. Синтез звуків виглядає привабливим варіантом для розв'язання проблеми обмеженості пам'яті. Замість того, щоб зберігати в пам'яті кілька заздалегідь записаних звукових кліпів, синтез дозволяє створювати варіації аудіо на льоту. Крім того, моделі, що лежать в основі синтезу, часто не можуть бути представлені досить компактно. Більшість існуючих технологій для інтерактивних, фізично заснованих звуків зіткнень базуються на модальному підході, що виражає вихідний звук як сукупність незалежних резонансних модуляцій, кожен з яких має свій власний характерний коефіцієнт підсилення, частоту та експоненціальний спад. Проте, якість звуків, що генеруються за допомогою ідеалізованої моделі експоненціального спаду, часто не задовольняє потреби. Експоненціальний спад може не урахувати передачу енергії між модуляціями та інші нелінійні ефекти [2]. Навіть при наявності точної фізичної моделі, реалістичне відтворення звуків реального світу залишається складним завданням, оскільки вимагає детального моделювання сил удару, які важко сформулювати, та виходять за рамки обмежень продуктивності сучасних відеоігор. Модальний синтез також не може відтворити звуки, що не мають виразних модальних компонентів (наприклад, звук кроку). Спектрально-моделюючий синтез (СМС) моделює частотний спектр звуку, а не фізичні процеси, що його генерують [3]. СМС зазвичай розкладає звук на часткові квазісинусоїдальні треки, які поступово змінюються в часі за амплітудою та частотою, а також на залишкові. Цей підхід є більш загальним, ніж модальний синтез, і може забезпечувати більш якісні результати, але водночас він є більш витратним у плані обчислень.

Далі описані методи симуляції звуку для синтезу, а також для поширення його ефективно, базуючись на маніпуляціях із людським сприйняттям, тим самим забезпечуючи реалістичність звуку в іграх. Дві основні техніки – стиснення режимів і масштабування якості можуть бути використані для підвищення ефективності розглянутого нами підходу, використовуючи людське слухове сприйняття.

УДК 681.84:004.032.6
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.260

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ЗВУКУ У ВІДЕОІГРАХ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДОДАТКАХ. Частина 2

Штепура С.Р.
Науковий керівник – к.т.н., проф. каф. МІРЕС Шейко С.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна
serhii.shtepura@nure.ua

Модуляційне стиснення. Дослідження людського сприйняття виявило, що люди мають обмежену здатність розрізняти близькі одна до одної частоти. Іншими словами, якщо дві "досить близькі" частоти відтворюються послідовно, середньостатистичний слухач не може визначити, чи це були дві різні частоти, чи одна і та ж частота відтворювалася двічі. Наприклад, на частоті 2 кГц частотна дискримінація перевищує 1 Гц, що означає, що людина не може відрізнити 1,999 Гц від 2,000 Гц. Зі збільшенням частот до більш високих значень частотна дискримінація різко погіршується. При синтезуванні будь-якого звуку, що складається з багатьох частот, ми можемо легко ввести в оману сприйняття слухача, замінивши кілька частот, близьких одна до одної, однією, що представляє їх усі. Цей підхід, який економить обчислення, оскільки змішування однієї частоти набагато дешевше, ніж змішування багатьох, є основною ідеєю режима стиснення і на практиці призводить до значного виграшу в якості.

Масштабування якості в синтезі звуку ставить за мету оптимізувати продуктивність для окремих звукових об'єктів. Однак, коли кількість звучащих об'єктів у сцені перевищує кілька десятків, підвищення продуктивності для окремих об'єктів виявляється неефективним [4]. Більше того, для покращення геймплейного досвіду гравця важливо, щоб аудіосистема гнучко реагувала на змінні часові обмеження, а саме, щоб змінювала якість звуку відповідно до контексту. Ми досягаємо цієї гнучкості за допомогою масштабування якості для звукових об'єктів. Зміна якості досягається за рахунок контролю кількості режимів, які змішуються для синтезу звуку. Головна ідея полягає в тому, що у більшості сцен з великою кількістю звучащих об'єктів увага слухача спрямована на об'єкти на передньому плані, тобто ті, що мають найбільший вплив на загальний звук. Тому мікшування звуків переднього плану з високою якістю, а звуків заднього плану - з меншою, дозволяє зменшити загальне зниження якості звуку. Масштабування якості здійснюється шляхом виділення часових обмежень для всіх звукових об'єктів в порядку їх гучності, а потім адаптацією якості так, щоб вони вкладалися в виділені часові рамки.

Описані методи дозволяють реалізувати звук для великомасштабних

ігрових середовищ, які містять тисячі трикутників і сотні взаємодіючих об'єктів, у реальному часі з мінімальною втратою якості звуку. Передбачається, що аналогічні підходи можуть бути використані для емуляції звуків ковзання, вибухів, розбиття та інших складних звукових ефектів, які інакше важко створити фізично на взаємодіючих об'єктах. Великий спектр методів синтезу звуку у зв’язці із інтерактивним поширенням звуку дозволяють повністю реалізувати його створення та сприйняття слухачем, що робить ігри більш насиченими з точки зору аудіо наповнення, відповідно, набагато більш захопливими.

Список використаних джерел:

1. О'Брайен, Дж., Шен, К., та Гатчалян, К. Синтез звуків з симуляцій жорстких тіл. ACM SIGGRAPH 2002 з комп'ютерної анімації (Сан-Антоніо, Техас, 21-22 липня). ACM Press, Нью-Йорк, 2002, 175-181.

2. Чедвік, Д. Н., Ан., С. С., та Джеймс, Д. Л. 2009. Гармонічні оболонки: практична нелінійна звукова модель для майже жорстких тонких оболонок. SIGGRAPH Asia '09: ACM SIGGRAPH Asia 2009 papers, ACM, NewYork, NY, USA, 1-10.

3. Серра, К., та Смітт, Д. 1990. Спектральне моделювання синтезації звукового аналізу / синтез звуку на основі детермінованої та стохастичної декомпозиції. Computer Music Journal 14, 12-24. CMC.

4. Фуад, Х., Баллас, Дж., і Хан, Дж. Алгоритми планування на основі сприйняття для синтезу складних звукових середовищ у реальному часі. У матеріалах Міжнародної конференції зі слухового відображення (Пало-Альто, Каліфорнія, 2-5 листопада). ICAD, 1997, 1-5.

5. Бабак К. В. Технічні аспекти створення електронної музичної композиції / К. В. Бабак // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 57–58.

6. Гетьман В. А. Розширення динамічного діапазону цифрових систем звуковідтворення / В. А. Гетьман // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 24-го Міжнар. молодіжн. форуму, 7–9 квітня 2020 р. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Т. 3. – С. 107–108.

7. Козлов А. І. Вимірювання акустичних характеристик студії звукозапису / А. І. Козлов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20–21 квітня 2021 р. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – Т. 3. – С. 39–40.

УДК 004.94

ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ СИМУЛЯЦІЇ ФІЗИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В MAYA

Давидова Л. О.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: liliia.davydova@nure.ua

When creating computer animation and visual effects, special attention should be given to simulating physical objects, which is crucial for the realism of the animation. Autodesk Maya has established itself as a highly effective 3D editor with a variety of tools. Among them, notable plugins include Bifrost and Bullet, which, despite imposing a significant load on the device, provide more capabilities for achieving realistic simulations of solid, liquid, and gaseous objects compared to older technologies like Fluid Effects and built-in physics. Additionally, there is a set called nDynamics, the tools of which can realistically animate textiles and hair. When selecting tools, it's important to consider their advantages and disadvantages to achieve the best results in physics animation.

Переглядаючи анімаційні проекти, фільми, чи проходячи черговий квест в улюбленій комп'ютерній грі, важко не помітити, що, попри всю фантастичність подій на екрані, описані світи та об'єкти в них все ж підпорядковуються законам фізики. Вона дозволяє об'єктам взаємодіяти між собою, рухатися, реагувати на зовнішні впливи, а також створювати звичні нам ефекти та явища, що додає вигаданим світам реалістичності.

Тому, при створенні візуальних ефектів та анімаційних елементів, ключовим етапом є саме робота над симуляцією фізики та фізичних об'єктів. Даний процес може бути досить складним та довгим, оскільки він вимагає повного розуміння фізичних процесів, впливу гравітації та безліч інших нюансів. Проте, наразі існує достатньо програм для створення 3D-графіки, котрі можуть полегшити створення реалістичної симуляції фізики.

Одним з лідерів в пріоритетності серед інших представників на ринку завжди було та залишається програмне забезпечення Maya. Це надзвичайно потужна програма для 3D-моделювання та комп'ютерної тривимірної анімації. Частіше її використовують професіонали або ж ті, хто вже має досвід роботи. Оскільки програма не безкоштовна, немає достатньої кількості навчальної літератури та дещо складна в розумінні, початківцям складно адаптуватися до її умов та середовища. Проте ті можливості, котрі пропонує Maya, варті старань та зусиль.

Maya надає великий набір функцій, методів та інструментів, що дозволяють розробляти оригінальні та складні 3D-моделі, оздоблювати та анімувати їх, створювати візуальні ефекти та якісний рендер готових

проектів. Окрім того, функціонал Maya може бути доповненим різними плагінами, що покращують та розширюють її можливості відповідно до потреб користувача.

Симуляція фізичних об'єктів в програмному середовищі Maya також може бути реалізована багатьма способами та інструментами.

Одним з методів створення найпростіших симуляцій фізичних об'єктів є використання вбудованої фізики Maya – Legacy Rigid Body. Це система симуляції твердих тіл, тобто об'єктів, котрі будуть взаємодіяти між собою (зіштовхуватися, падати один на одне та под.). При цьому, об'єктам анімації надається властивість активного (Active Rigid Body) або пасивного твердого тіла (Passive Rigid Body). Проте, щоб симуляція спрацювала, потрібно на дані об'єкти додатково накладати вплив гравітації або інших чинників. Досягти більшої реалістичності допомагає можливість налаштовувати фізичні властивості об'єктів такі як: маса, тертя, стрибучість та інше. Також можна експериментувати з величиною сили тяжіння, котра діє на тіла, надавати імпульс, щоб імітувати різкий рух тіла в будь-якому напрямку та налаштовувати додаткову динаміку. Окремою особливістю вбудованої фізики є можливість надавати твердим тілам різного роду обмеження в русі, такі як: точкове, пружинне, обмеження по осі, а також з'єднання об'єктів між собою. Залежно від застосованого обмеження, можна створити різного типу анімації. Наприклад: використовуючи точкове обмеження, можна створити симуляцію маятника годинника.

Загалом, вбудована фізика Maya має досить обмежені можливості та вважається застарілою, в порівнянні з сучасними засобами. Вона не передбачає використання всієї потужності пристрою, тому підходить лише для створення простих анімацій, без детального прорахунку, що впливає на якість фінального результату, роблячи його далеким від реалістичності. Тому, наразі використовуються більш розвинені способи.

Одним з найкращих варіантів є застосування плагіну Bullet, котрий дозволяє створювати досить складні, динамічні та реалістичні симуляції. Він має набагато більший діапазон функцій та можливостей, в порівнянні з вбудованою фізикою, при цьому, застосовувати, налаштовувати та працювати з ним навіть простіше. Окрім анімації взаємодій та властивостей твердих тіл, фізика на об'єкти накладається самостійно після надання їм властивостей активного тіла. Bullet підтримує реалістичну симуляцію гнучких тіл, таких як тканина чи інші м'які об'єкти. Найбільш ефектним є застосування даного плагіну при анімуванні руйнувань, розбиття, вибухів, що досягається поділом об'єкта на частинки та подальшою роботою саме з набором отриманих деталей.

Попри те, що Bullet є плагіном, він не вимагає окремого завантаження до програми Maya, оскільки входить до основного пакета й завантажується разом з програмою, що можна віднести до одного з численних його пере-

ваг, серед яких є й неймовірна реалістичність фінального результату. Симуляції виходять плавними та відображають дійсну фізику необхідного об’єкта, в чому допомагають численні параметри налаштування, хоча він може вимагати більше ресурсів комп’ютера для ефективної роботи.

Окрім фізики твердих і тілесних об’єктів, Maya підтримує симуляцію різноманітних фізичних явищ, наприклад: дим, вода, вогонь та інші. Проте такі симуляції – прорахунок багатьох частинок, тому може бути складно досягти реалістичного результату, якщо обчислювальний пристрій не матиме достатньо потужності для прорахування.

З доступних інструментів Maya, здатних виконувати симуляцію фізичних явищ є Fluid Effects – технологія створення плавних 3D та 2D анімацій рідин, вибухів, атмосферних та космічних ефектів, котра передбачає додавання контейнеру-простору анімації, джерела, з якого починається рух, налаштування фізичних властивостей, вигляду та взаємодії створеного ефекту з іншими об’єктами сцени. Fluid Effects також містить шейдер Ocean для створення реалістичних відкритих водойм.

Більш сучасним та практичним є набір інструментів динамічного моделювання nDynamics, що базується на технології Maya Nucleus та містить різні модулі, такі як nCloth, nParticles, nHair, та інші, кожен з яких призначений для конкретного типу симуляції. Так модуль nParticles використовується для створення ефектів диму, вогню тощо, застосовуючи певний тип частинок та їх генерацію для досягнення відповідного ефекту. nCloth допомагає в створенні симуляції текстилю й працює з цим краще за Bullet, оскільки надає більше параметрів для налаштувань властивостей. nHair призначений для створення реалістичної анімації волосся.

Bifrost є порівняно новим плагіном для анімації поведінки твердих, рідких тіл та газів. Його основною особливістю є те, що він надає візуальне середовище програмування для створення ефектів. Тобто створюються графіки симуляцій, використовуючи вузли (nodes) для представлення різних компонентів симуляції та з'єднання їх для визначення взаємодії. Такий підхід дозволяє більш гнучкого та інтуїтивно створювати складні ефекти.

Перелічені засоби та плагіни є тільки невеличкою частинкою з можливого. Maya підтримує достатньою кількість сторонніх інструментів, плагінів та фізичних рушіїв. Для початківців, таке різноманіття може стати гарним підґрунтям для саморозвитку, в той час, як професіонали мають змогу самостійно налаштовувати рушії та інтерфейс програми, прописуючи логіку за допомогою внутрішньої мови програмування Maya – MEL або ж Python, котру Maya також підтримує. Тому, головне – це бажання до постійного покращення власних навичок.

Список використаних джерел: 1. Help. Product Documentation | Autodesk Help. URL: https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2024/ENU/ (дата звернення: 04.03.2024).

УДК 004.9:659.126

МИСТЕЦТВО СТВОРЕННЯ МАСКОТІВ: ВІД ІДЕЇ ДО ЖИВОГО ОБРАЗУ

Шевчук М.О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна, e-mail: mykhailo.shevchuk@nure.ua

This text explores the importance and role of mascots in media, discussing their influential value for brands and products. It examines the process of creating a mascot, how it differs from static logos, and how it affects audience perception. Important functions of mascots are highlighted, such as evoking an emotional connection, stimulating active audience participation, and creating uniqueness for brands.

Сьогодні існує багато компаній та брендів, і більшість з них ми можемо впізнати, навіть не бачачи їх назви. Зазвичай їх легко розрізнити за допомогою їх лого, символу чи маскоту. Кіт з Монобанку, лисиця з Фокстроту, корівка з Веселої Корівки та тому інше, це все приклади маскотів, і побачивши їх, ми одразу зрозуміємо з якого бренду персонаж.

Загалом маскот — це герой бренду, який має відповідні цінності, риси характеру, поведінку, які пов'язані з самою компанією. Маркетинг став застосовувати цих персонажів зі спортивних змагань — кожна команда має свого талісмана, його задачею є підіймання бойового духу, а також розважання тих, хто спостерігає за грою. Коли якийсь талісман ставав достатньо популярним, продажі сувенірів з його образом дозволяли підвищувати прибутки команд [1].

В маскотів є декілька важливих ролей, які вони виконують. Одна з таких це побудова емоційного зв'язку з аудиторією. Людина найлегше розуміє світ через образи. Використання маскота дозволяє бренду створити антропоморфний образ, який легше сприймається аудиторією. Так ми ведемо до зміцнення емоційного зв’язку, оскільки споживач асоціює себе з брендом через маскота. Для талісману компанії головне бути впізнаваним, не змішуючись з іншими образами. Маскот робить бренд впізнаваним та виділяє його серед конкурентів.

Маскоти, відмінно від статичних логотипів, стимулюють активну участь аудиторії у розмові, яка може відбуватися як онлайн, так і офлайн. Цей інтерактивний підхід дозволяє бренду спілкуватися з аудиторією через різні канали та сприяє утриманню тривалого зв’язку з покупцями [2].

Окрім маскотів відомих продуктів, в інтернеті існує безліч талісманів, які відіграють важливу роль у візуальному сприйнятті різноманітних мережевих ресурсів. Саме тут дизайн і соціальне позиціонування відіграють ключову роль у створенні та розпізнаваності таких персонажів. Наприклад, емблема Живого Журналу та робо-кішка Фелла на DeviantArt, які привер-

тають увагу користувачів. Крім цього, проекти з відкритим кодом, такі як FreeBSD і Linux, мають свої талісмани, такі як чортеня Бісті і пінгвін Tux відповідно. Навіть Вікіпедія має свого талісмана, Вікіпе-тан, яка стала улюбленцею фанатів аніме, хоча не є офіційним символом всього Вікіпроєкту[3]. З цього можемо зрозуміти, що добре розроблений маскот може не тільки привернути увагу до продукту, ресурсу, бренду та іншого, але й налагодити комунікацію з аудиторією або покращити вже існуючу.

Створенням талісмана може займатися від однієї людини до величезних команд, тому трохи розглянемо сам процес його створення. Для початку нам потрібно визначитися з завданням маскоту і відповісти на деякі питання. Чи маємо ми вибрати талісман, що викликає ностальгію, чи, можливо, вибрати більш сучасний образ? Чи існують у нашому бренді конкретні фірмові кольори, які слід враховувати при створенні талісмана? Які емоції має викликати персонаж та яке враження він повинен залишати?Ці питання допоможуть визначити стиль, колір і емоційний вплив маскота на аудиторію. Важливо, щоб дизайн маскота гармонізував з фірмовим стилем, а також був оригінальним та приємним для сприйняття. Кожна деталь має значення, і барвистий маскот може покращити впізнаваність бренду та зміцнити його зв'язок з аудиторією [4] . Після довго і клопіткого процесу, ми отримуємо декілька варіантів образів, поки не залишиться один, і саме він буде асоціацією з продуктом в головах людей.

З цього ми можемо зрозуміти, що маскоти — не лише обличчя брендів, але й мовчазні співрозмовники, які зачіпають емоції й викликають впізнаваність, зміцнюючи зв'язок з аудиторією. В них вкладається безліч ресурсів, аби образ ожив. Вони надають товарам, продуктам і компаніям індивідуальність та неповторність, роблячи споживачів частиною їхнього світу [5].

Список використаних джерел:

1. Маскот, персонаж, талісман: навіщо брендам потрібні герої [Електронна стаття]: https://cases.media/article/maskot-personazh-talisman-navisho-brendam-potribni-geroyi (дата звернення 5.03.2024)

2. Як маскотів використовують у брендингу [Електронна стаття]: https://bazilik.media/iak-maskotiv-vykorystovuiut-u-brendynhu/ (дата звернення 5.03.2024)

3. Маскот [Електронна стаття]: https://uk.wikipedia.org/wiki/Маскот (дата звернення 5.03.2024)

4. Розробка фірмового персонажу: як створити легендарний образ [Електронна стаття]: https://koloro.ua/ua/blog/brending-i-marketing/razrabotka-firmennogo-personazha-kak-sozdat-legendu.html (дата звернення 5.03.2024)

5. Маскот — що це таке й навіщо бренду [Електронна стаття]: https://omgagency.me/blog/maskot-shho-cze-take-j-navishho-brendu/ (дата звернення 5.03.2024)

УДК 621.38 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.267

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ ШЛЯХУ МОБІЛЬНОГО РОБОТА В ГРУПІ

Печенов М.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: maksym.pechenov@nure.ua

The most common way to define a path planning (motion planning) problem is that an agent needs to move from an initial position to a goal, avoiding obstacles and achieving cost minimization.

Найпоширеніший спосіб визначення проблеми планування шляху (планування руху) полягає в тому, що агенту необхідно рухатися від початкової позиції до мети, уникаючи перешкод і досягаючи мінімізації витрат. Визначення вартості пошуку оптимального шляху змінюється залежно від критеріїв системи, в одних системах це час, в інших відстань, енергія тощо. Але оскільки найбільш загальний підхід полягає в мінімізації відстані (найкоротшого шляху) між початком та кінцевою точкою. Однак у деяких ситуаціях визначення оптимальності змінюється. Наприклад, для робота має значення час, витрачений на обчислення (кількість ітерацій і складність). Отже, коли обчислення шляху займає надто багато часу, важче досягти безперервності завдання. Така причина змушує вибрати найбільш підходящий алгоритм на основі бажаного критерію оптимальності. У деяких випадках краще використовувати більш складні критерії – комбінувати критерії. Тому планування руху є одним із ключових завдань у робототехніці.

Під час завдання навігації можна виділити три основні гілки:

Завдання «Планування шляху», коли роботам надається цільова точка та/або точки інтересу, а карта навколишньої території перетворюється на режим чотиридерева за допомогою трансформації відстані відповідно до бажаної роздільної здатності. Після цього обчислюється шлях від початкової позиції через цікаві точки до мети.

Виконання шляху – це завдання, під час якого робот починає рухатися від початкової позиції до мети, використовуючи шлях, розрахований під час планування шляху.

Оновлення моделі запускається, коли робот виявляє будь-яку перешкоду в полі зору (FOV), а потім оновлює модель квадродерева оточення.

У математиці існують добре розроблені алгоритми знаходження шляху в невідомому або частково відомому середовищі (оптимальний і евристичний алгоритми). Для цього зазвичай використовують дискретну математику (теорію графів) і лінійне програмування. Задачі пошуку найкорот-

шого шляху в графі відомі та досліджені (наприклад, алгоритми Дейкстри, Флойда-Воршелла, Пріма, Крускала тощо). Алгоритми можна розділити на дві категорії:

Класичний [1,2] (Дейкстри, Флойда-Воршелла, Прима, Крускала, алгоритми тощо). Евристичний [3,4] (алгоритм A*, мурашиний алгоритм, генетичний алгоритм тощо).

Існує багато видів досліджень в рамках планування шляху. Наприклад [2], де автори представили підхід, який використовує примітивні бібліотеки руху. У [2,3], що представляє спробу реалізувати рух тварин для поведінки робота, або [4] запропоновано алгоритм траєкторії без зіткнень для роботів.

Проаналізувавши роботу деяких методів ми прийшли до висновку. Загалом ці методи вирішують завдання планування руху самостійного робота в групі. Очевидно, що обмін даними між *n* роботами в групі є хорошим інструментом для отримання додаткової інформації. Це може служити для більш ефективної реалізації всіх перерахованих вище методів. Основна ідея полягає в тому, щоб якнайшвидше дати кожному окремому роботу в групі більше знань про сектор. Крім того, в деяких випадках певна частина інформації може бути недоступною для *i*-го індивіда з його власної позиції.

Список використаних джерел:

1. Ivanov, M., Sergiyenko, O., Tyrsa, V., Lindner, L., Rodriguez-Quinonez, J. C., FloresFuentes, W., Hipolito, J. N. (2019). Software Advances using n-agents Wireless Communication Integration for Optimization of Surrounding Recognition and Robotic Group Dead Reckoning. Programming and Computer Software, 45(8), 557-569.

2. Ivanov, M., Sergyienko, O., Tyrsa, V., Lindner, L., Flores-Fuentes, W., Rodriguez-Quinonez, J. C., Mercorelli, P. (2020). Influence of data clouds fusion from 3D real-time vision system on robotic group dead reckoning in unknown terrain. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 7(2), 368-385.

3. O.Yu. Sergiyenko, M.V.Ivanov, V.V.Tyrsa, V.M.Kartashov, M.Rivas-Lopez, D.HernandezBalbuena, W. Flores-Fuentes, J.C. Rodriguez-Quinonez, J.I. Nieto-Hipolito, W. Hernandez, A. Tchernykh, Data transferring model determination in robotic group, Robotics and Autonomous Systems, Volume 83, 2016, Pages 251-260

4. Lars Lindner, Oleg Sergiyenko, Moises Rivas-Lopez, Daniel Hernandez-Balbuena, Wendy Flores-Fuentes, Julio C. Rodriguez-Quinonez, Fabian N. Murrieta-Rico, Mykhailo Ivanov, Vera Tyrsa, Luis C. Basaca-Preciado, (2017) "Exact laser beam positioning for measurement of vegetation vitality", Industrial Robot: the international journal of robotics research and application, Vol. 44 Issue: 4, pp. 532-541.

УДК 778

ПРАВИЛА ТА ЕТАПИ СТВОРЕННЯ ХУДОЖНЬОЇ ФОТОГРАФІЇ

Павленко Є.А.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: yevhenii.pavlenko@nure.ua

This work examines the world of fine-art photography, including its guidelines and creative development. Fine-art photography enjoys a wide range of applications, appearing in art galleries, museums, personal collections, commercial spaces, publications, and online platforms. This photographic genre emphasizes artistic intent, prioritizing the photographer's vision over simple representation. Fine-art photography embraces a multitude of approaches, including landscape, portraiture, abstract, conceptual, documentary, and more.

Художня фотографія – це не лише технічний процес зафіксовування зображення за допомогою фотокамери, але й мистецьке вираження емоцій, настроїв та ідеї. Створення художньої фотографії – це складний та захоплюючий шлях, який включає в себе декілька правил та етапів, що допомагають фотографам втілювати свої концепції та враження.

У кінці 19-го століття з появою фотографії мистецтво зазнало значних змін. Хоча на початку її історії фотографія була використана переважно для документування подій та місць, швидко вона стала джерелом натхнення для художників. Перші художні фотографії вражали своєю технічною вправністю та здатністю передати емоції через образи. З течією часу фотографи стали використовувати різні техніки та ефекти, щоб створювати більш естетично привабливі зображення.

У 20-му столітті художня фотографія стала повноцінним мистецтвом, здатним конкурувати з класичними видами мистецтва, такими як живопис чи скульптура. Фотографи виявили талант у створенні складних композицій, використанні освітлення та кольору для вираження своїх ідей та емоцій. Художня фотографія стала засобом виразу для багатьох художників, які використовують її для втілення своїх творчих концепцій та вражень.

Перший етап у процесі створення художньої фотографії – це формування концепції. Фотограф має визначити головну ідею або повідомлення, яке він хоче передати через свої знімки. Це може бути будь-що: від вражаючих пейзажів до абстрактних портретів, які виражають глибокі емоції. Ключовим аспектом цього етапу є вибір композиції, освітлення та колірної палітри, які допомагають передати обрану концепцію.

Другий етап – планування та підготовка. Фотограф повинен обрати відповідне місце для зйомки, вибрати моделей або об'єкти, які будуть зображені на фотографії, та підготувати необхідне обладнання. Важливо

враховувати кожну деталь, оскільки вона може вплинути на кінцевий результат.

Третій етап – сам процес зйомки. Фотограф повинен уважно контролювати кожен аспект фотографії, включаючи композицію, освітлення та кольори. Важливо експериментувати з різними кутами зйомки та налаштуваннями камери, щоб досягти бажаного ефекту.

Четвертий етап – післязйомкова обробка. Після завершення зйомки фотограф може використовувати різноманітні програми для обробки зображень, такі як Adobe Photoshop або Lightroom, для поліпшення якості та додавання спеціальних ефектів. Важливо зберігати баланс між підкресленням індивідуального стилю та збереженням природності зображення.

Не менш важливим етапом є показ та поширення своєї роботи. Фотограф може демонструвати свої знімки на виставках, у соціальних мережах або навіть друкувати їх у журналах чи книгах. Важливо мати можливість поділитися своєю творчістю з глядачами та отримати їхні враження та відгуки.

Отже, створення художньої фотографії – це складний та захоплюючий процес, який вимагає від фотографа креативності, технічних знань та вміння виразно виражати свої ідеї через образи. Дотримання правил та етапів створення допомагає фотографам досягти бажаного результату та створити захоплюючі та вражаючі зображення.

Список використаних джерел:

1. Фартинг С. Історія мистецтва від найдавніших часів до сьогодення., 2019. – 576 с.

УДК 004.9

ВИКОРИСТАННЯ 3D ПРИНТЕРА ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ

Греков Д.Ю., Халезев М.С., Пабат Д.Д.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
Каф. МІРЕС, м. Харків, Україїна
email: danylo.hrekov@nure.ua

3D printing technology has revolutionized the way products are designed and manufactured. However, there are several engineering challenges that must be addressed to ensure the reliability, efficiency, and safety of the process. These challenges include accuracy, scalability, durability, material handling, and post-processing. Solving these challenges requires a deep understanding of the printing process and materials used, as well as 3D design and construction

Розробка продуктів за допомогою 3D-друку зробила революцію у промисловості. З розвитком технологій 3D-друк став доступнішим і дешевшим, забезпечуючи ефективний і економічно ефективний спосіб створення прототипів і виробництва нових продуктів. У цьому дослідженні процес розробки продукту за допомогою 3D-друку, зосереджуючись на його перевагах, обмеженнях і застосуванні в різних галузях промисловості. Також обговорювалися переваги 3D-друку, такі як швидше створення прототипів, налаштування та зменшення відходів. Крім того, він підкреслюється різними застосуваннями 3D-друку в таких галузях, як охорона здоров’я, аерокосмічна та автомобільна промисловість. В ході роботи зроблено висновок, що 3D-друк є цінним інструментом для гнучкої розробки продуктів [1].

На сучасному динамічному ринку постійне вдосконалення продуктів відіграє ключову роль для організацій, які прагнуть зберегти свою конкурентоспроможність [1,2]. Технологія 3D-друку, також відома як адитивне виробництво, швидко трансформує процес розробки продукту, дозволяючи компаніям створювати та повторювати прототипи швидше та економічніше, ніж будь-коли раніше. Ця технологія використовує пошаровий підхід для створення фізичних об’єктів безпосередньо з цифрових проектів, усуваючи потребу в традиційних методах виробництва, які потребують дорогого інструменту та виробничих циклів.

Переваги 3D-друку в розробці продукту виходять за рамки скорочення витрат і часу виконання [2]. Це також дозволяє дизайнерам і інженерам досліджувати більш складні та заплутані конструкції, які раніше були неможливими, що призводить до інноваційних пропозицій продуктів, які краще відповідають потребам споживачів. Це призвело до збільшення персоналізації продукту, дозволяючи компаніям пропонувати індивідуальні рішення своїм клієнтам.

Однак, незважаючи на переваги 3D-друку, все ще існують проблеми, які необхідно вирішити, наприклад обмеження матеріалів і потреба в спеціальних навичках і знаннях для ефективного використання технології. Крім того, інтеграція 3D-друку в існуючий процес розробки продукту може вимагати значних змін в організаційній культурі та процесах.

На меті вивчити різні способи, за допомогою яких технологія 3D-друку трансформує процес розробки продукту, включаючи проблеми та можливості, пов'язані з її впровадженням. Надаючи вичерпний огляд цієї нової технології (рис. 1).

Рисунок 1

Технологія 3D-друку в епоху досліджень і розробок. Розробка продуктів за допомогою технології 3D-друку набуває все більшого значення у промисловості. Ця технологія забезпечує кілька переваг, зокрема швидше створення прототипів, налаштування та економічну ефективність. Дослідження наявних наукових робіт підкреслює трансформаційний потенціал 3D-друку у виробничому секторі оскільки він полегшує створення складних форм, персоналізованих компонентів і мінімізує матеріальні відходи.

Етапи розробки продукту в 3D друку. У розробці продукту 3D-друк революціонізував традиційний процес виробництва, забезпечивши унікальний підхід до проектування, створення прототипів і виробництва [1]. Процес розробки продукту за допомогою 3D-друку включає кілька етапів, включаючи ідею, дизайн, створення прототипу, тестування та остаточне виробництво. На етапі ідеї дизайнери проводять мозковий штурм і генерують ідеї для продукту. Потім, на етапі проектування, ідеї перетворюються на цифрові 3D-моделі за допомогою автоматизованого проектування (рис. 2).

Значення параметрів машини для моделювання плавленого осадження (FDM) у 3D-друкі включають висоту шару, яка відноситься до товщини кожного надрукованого шару, і може коливатися від 0,05 мм до 0,5 мм за-

лежно від рівня деталізації, необхідного для продукту. Щільність заповнення — це відсоток внутрішньої частини моделі, яка буде заповнена матеріалом, і може коливатися від 0 % (порожниста) до 100 % (суцільна). Швидкість друку або швидкість, з якою рухається екструдер, може коливатися від 3 мм/с [2].

Рисунок 2

Підсумовуючи, технологія 3D-друку революціонізувала спосіб розробки та виробництва продукції. Однак існує кілька інженерних проблем, які необхідно вирішити, щоб забезпечити надійність, ефективність і безпеку процесу. Ці проблеми включають точність, масштабованість, довговічність, обробку матеріалів і подальшу обробку. Вирішення цих проблем вимагає глибокого розуміння процесу друку та використовуваних матеріалів, а також дизайну та конструкції 3D.

Список використаних джерел:

1. Wikipedia [Електронний ресурс] https://uk.wikipedia.org/wiki/3D-принтер (Дата звернення: 27.02.2024)

2. ЗАПИТАННЯ ТА ВІДПОВІДІ ПРО 3D ПРИНТЕРИ ТА 3D ДРУК [Електронний ресурс] https://3ddevice.com.ua (Дата звернення: 27.02.2024)

УДК 517.443 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.274

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є В ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ

Жванко Д.О.
Науковий керівник – к.т.н. Харченко О.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.zhvanko@nure.ua

The EEG of a healthy awake person is a reflection of complex neuronal activity within the brain. Understanding and analyzing this activity is crucial in neurophysiology and clinical practice. One method commonly employed in EEG analysis is the use of Fourier transforms, which allow us to decompose the EEG signal into its frequency components, revealing the underlying rhythms present in the brain's electrical activity. This work focuses on the utilization of Fourier transformation in electroencephalography (EEG) to extract meaningful information about brain function.

Між двома ділянками головного мозку, а також між ділянками мозку і віддаленими від нього тканинами організму існують варіативні відмінності потенціалів, реєстрація і аналіз яких складають завдання електроенцефалографії. Електроенцефалограма (ЕЕГ) – це складний коливальний електричний процес, який можна виявити, розмістивши електроди на головному мозку або на поверхні шкіри голови. ЕЕГ є результатом електричного підсумовування і фільтрації елементарних процесів, що відбуваються в нейронах головного мозку.

Спектр ЕЕГ досить складний: введено класифікацію ритмів ЕЕГ за деякими основними діапазонами. Під терміном «ритм» на ЕЕГ мається на увазі певна смуга частот, що відповідає певному стану мозку. Ритми ЕЕГ дорослої людини, що не спить, включають альфа і бета-ритми.

Альфа-ритм характеризується частотою 8÷13 Гц та амплітудою до 100 мкВ, реєструється у 85÷95% здорових дорослих. Найкраще виражений у потиличних областях, амплітуда зменшується впереді. Для здорових осіб характерний вузький діапазон ритму. Найбільша амплітуда спостерігається у стані спокою. Амплітуда ритму змінюється з часом. Спонтанні зміни, так звані «веретена», регулярно спостерігаються. Підвищення рівня активності мозку призводить до зменшення амплітуди ритму або його зникнення. На ЕЕГ може з'явитися високочастотна нерегулярна активність. [1]

Бета-ритм характеризується частотою в діапазоні 14÷40 Гц, амплітудою до 15 мкВ. Найкращий ритм реєструється в області передньої центральної звивини, але він поширюється і на задню центральну і лобову звивину. У нормі він дуже слабо виражений і зазвичай має амплітуду 3÷7 мкВ. Якщо артефакти присутні, його можна повністю замаскувати ними.

Ритм пов'язаний з моторними кортикальними механізмами і викликає згасаючу реакцію у відповідь на рухову активацію. При русі ритм зникає в області відповідної кортикальної проекції.

На рис. 1 показана ЕЕГ здорової дорослої людини. Оскільки смуга пропускання 0,5÷40 Гц є інформативною, то сигнал фільтрується смуговим фільтром з частотами зрізу 0,4 і 45 Гц. Цей малюнок наочно показує нестаціонарність ЕЕГ.

Спектр цієї реалізації показаний на рис. 2. Використовувати спектральний метод у разі перехідного сигналу некоректно, але, тим не менш, він широко використовується в електроенцефалографії, так як дозволяє отримати приблизне уявлення про ритми ЕЕГ. [2]

На цьому рисунку можна спостерігати високий рівень альфа-ритму, що природно в стані спокійного неспання. Решта ритми виражені слабо.

Рисунок 1 – ЕЕГ здорової дорослої людини спектр

Рисунок 2 – Амплітудний ЕЕГ

ЕЕГ по суті однорідна по всьому мозку і симетрична. Однак функціональна неоднорідність кори призводить до особливостей електричної активності різних ділянок мозку. Проте, у зв'язку з досить поступовим переходом одних функціональних зон кори в інші, зміна типів ЕЕГ по довжині кори відбувається поступово. [3]

Одним з основних критеріїв в аналізі ЕЕГ є симетрія. Під симетрією ЕЕГ розуміється значний збіг частот. амплітуди і фази симетричних ділянок двох півкуль мозку. За поширеністю асиметричні патологічні коливання, півсферичні розлади, коли зміни охоплюють всю півкулю, і вогнищеві розлади (зазвичай максимально виражені під одним електродом).

Частотно-амплітудні характеристики ЕЕГ, описані вище, характерні для здорової людини, що не спить.

Список використаних джерел: 1. Siebert W. Circuits, Signals, and Systems. MIT Press, Computers. 1986. 2. Middleton J., Craig A. Levels of brain wave activity (8-13Hz) in persons with spinal cord injury // Spinal. Cord. 2004. No. 42(2). P. 73-79. 3. S. Lawrence Marple, S.Jr. Digital Spectral Analysis. Second Edition Courier Dover Publications, 2019. 4. Separation of electroencephalogram low-frequency components on the basis of the stochastic resonance effect / O.I. Kharchenko, Yu.F. Lonin, L.P. Zabrodina , V.M. Kartashov // Problems of Atomic Science and Technology. – 2021. – № 4. – С. 135-137

УДК 621.396.96:623.746-519

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ АТАК НА СИСТЕМУ НАВІГАЦІЇ БПЛА. Частина 1

Головко М. А.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: maksym.holovko@nure.ua

This paper discusses the implementation of methods for protecting unmanned aerial vehicles from global positioning system spoofing attacks. A new self-diagnosis method is proposed, which allows the UAV to independently assess the presence of changes in its subsystems and identify signs of a cyber attack.

Проблема виявлення атак на систему навігації БПЛА є актуальною, оскільки подібні атаки безпосередньо впливають на виконання функцій БПЛА. Незважаючи на те, що для реалізації захисту запропоновано ряд методів на основі перед- та пост- кореляційної обробки сигналів, в наш час актуальною є розробка алгоритмів машинного навчання для виявлення атак подавлення навігаційного сигналу та/або спуфінгу навігайціної системи.

В роботі [1] автори пропонують використовувати метод на основі опорних векторів (SVM) на етапі прийому сигналу, бо тут присутній ряд змін сигналу, які можна проаналізувати. Можна встановити співвідношення між опорними вимірами та поточними, і, відповідно, детектувати аномалії. Додавання реальних наборів даних спуфінгу та подавлення до опорних наборів даних на етапі навчання SVM дозволяє підвищити точність детектування. Порівняльний аналіз усіх чотирьох експериментів, представлених у цій статті, показує, що авторам вдалося досягти досить добрих результатів завдяки наступним аспектам: 1) доповнений навчальний набір даних є актуальним для виявлення спроб маніпулювання сигналами ГНСС; 2) метод SVM є ефективним для виявлення спроб маніпуляції сигналами ГНСС.

В роботі [2] пропонується метод виявлення спуфінгу GPS, на основі використання системи орієнтації та визначення курсу (AHRS), а також акселерометра для порівняння різниці значень прискорення, отриманих від GPS-приймача, та від інерційної системи навігації, що забезпечує виявлення помилки значення прискорення. Прискорення, отримане від GPS-приймача, оцінюється за допомогою фільтра Калмана. Різницю, що було виявлено між значеннями прискорення від приймача GPS і акселерометра, використовують для виявлення спуфінгу.

Якщо немає можливості використовувати GPS, БПЛА для координації польоту можуть використовувати інерційні датчики. При цьому, як прави-

ло, виникають помилки у визначенні просторового розташування за допомогою інерційних датчиків, що може призвести до аварійної ситуації. Щоб уникнути неприпустимої помилки датчиків у разі атак із заміною GPS, автори статті [3] пропонують методику управління з обмеженнями безпеки. Детектор атак використовується для виявлення атак з заміною GPS і забезпечує перемикання між режимами надійного та аварійного керування. Система відстеження розташування зловмисника (ALT) оцінює вихідну потужність пристрою спуфінгу за допомогою фільтра Калмана. Використовуючи оцінки від ALT, автори пропонують використовувати контролер евакуації на основі моделі прогнозуючого контролера, щоб БПЛА дислокувався із зони дії пристрою зловмисника протягом допустимого часу.

Інші методи запобігання спуфінгу GPS, такі як моніторинг справності приймача в автономному режимі, вимірювання відношення сигнал/шум і виявлення доплерівського зсуву, розглянуто в роботі [4]. В роботі [5] запропоновано метод, що дозволяє БПЛА виявляти джерело спуфінгу GPS за допомогою незалежної наземної інфраструктури, яка безперервно аналізує зміст та час надходження інформації про передбачуване місцезнаходження БПЛА. Показано, що запропонований метод ефективний при виявленні атак спуфінгу: час виявлення менше 2 с і точність визначення розташування джерела підробленого сигналу – до 150 м. В роботі 6 для виявлення та оповіщення про потенційні атаки використовується аналіз автоматичного регулювання посилення сигналу GPS у приймачі GPS.

В роботах [7-9] досліджено можливість використання кількох приймачів для виявлення атак спуфінгу GPS. В роботі [8] пропонується використовувати кілька незалежних приймачів GPS для виявлення атак. Пропонований метод аналізує відстань між приймачами та наступним виміром відстані між зазначеними розташуваннями приймачів. При однакових сигналах GPS виміряні відстані будуть аналогічні раніше зафіксованим відстаням. Однак при атаці з заміною GPS результати вимірювання відстані будуть дуже близькі до нуля, оскільки всі приймачі передають інформацію, де вказано те саме місце розташування, тобто різниці між приймачами спостерігатися не буде. Автор роботи [7] продемонстрував можливість використання приймача з двома антенами для виявлення атак із заміною GPS. Пропонований метод ґрунтується на аналізі різниці фаз сигналів, отриманих антенами. Автори роботи [9] пропонують використовувати кілька приймачів для підтвердження справжності сигналів GPS на основі співставлення з сигналом GPS від військових супутників без необхідності його розшифровки. Запропонована методика показала високу ефективність.

В роботі [10] наведено підхід до виявлення атаки спуфінгу GPS на БПЛА на основі аналізу оцінки його стану з використанням методу SVM. В роботі запропоновані рішення для виявлення та середовище моделювання атак з підробкою GPS для оцінки функціональності та продуктивності

методу. Підхід не потребує додаткового обладнання, тому його можна використовувати для невеликого БПЛА. Також було показано, що у разі точного знання зловмисником про позиціювання та траєкторію БПЛА, він зможе залишитися непоміченим системою, викликаючи при цьому часті помилкові спрацьовування. Але в реальних сценаріях зловмисник не знає фактичну траєкторію БПЛА, отже, ризик помилкових спрацьовувань малий і запропонована система може виявити будь-яку атаку спуфінгу.

Автори роботи [11] пропонують захисний механізм, заснований на концепції спільної локалізації [12], що дозволяє БПЛА визначати своє реальне розташування в двовимірній системі координат, використовуючи розташування трьох інших БПЛА. Передбачається, що кожен БПЛА має засоби вимірювання відносних відстаней до інших сусідніх БПЛА. При спільній локалізації БПЛА вибирає будь-які три сусідні БПЛА для оновлення свого місця розташування, враховуючи, що вибрані БПЛА не лежать на одній прямій. Після цього БПЛА може точно визначити своє місце розташування у двовимірній системі координат. Однак цей механізм не може використовуватися безпосередньо при атаці спуфінгу GPS, бо БПЛА не може довіряти своєму місцезнаходження за GPS або за місцезнаходженням інших БПЛА. Для подолання цього обмеження автори [11] виходять з припущення, що зловмисник, який використовує спуфінг GPS, може атакувати тільки один БПЛА. У запропонованому механізмі для визначення свого реального розташування БПЛА враховує місце розташування чотирьох сусідніх апаратів замість трьох. Після ідентифікації БПЛА, що під впливом атаки, останній виключається з розрахунків. Таким чином, необхідно відзначити, що даний метод накладає велику кількість обмежень на його застосування. У роботі [13] представлений метод протидії атакам на GPS, заснований на використанні системи технічного зору, яка дозволяє додатково обчислювати швидкість БПЛА та деякі інші показники та корелювати їх із даними отриманими від GPS.

УДК 004.056.53

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ АТАК НА СИСТЕМУ НАВІГАЦІЇ БПЛА. Частина 2

Головко М. А.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: maksym.holovko@nure.ua

This paper discusses the implementation of methods for protecting unmanned aerial vehicles from global positioning system spoofing attacks. A new self-diagnosis method is proposed, which allows the UAV to independently assess the presence of changes in its subsystems and identify signs of a cyber attack.

В результаті проведеного аналізу поточного стану досліджень в сфері виявлення атак на навігаційну систему БПЛА можна зробити висновок, що задача детектування та запобігання атакам на систему навігації БПЛА досить актуальна і не вирішена досі.

Можливим варіантом вирішення цієї проблеми є алгоритм виявлення атаки на систему GPS БПЛА на основі його кібер-фізичних параметрів:

1) завантаженість центрального процесору (ЦП);
2) висота польоту БПЛА (h);
3) стан фіксації за супутниками (Gs);
4) невизначеність GPS (Gu);
5) шум GPS (Gn);

З урахуванням цих параметрів алгоритм виявлення аномалій можна подати у вигляді наступних кроків:

1. Фіксація «сирих» значень аналізованих кібер-фізичних параметрів протягом певного проміжку часу.
2. Побудова відповідного типу розподілу для зібраних кібер-фізичних параметрів.
3. З використанням ковзного вікна здійснити вибірку попередніх значень та доповнити їх зібраними в новий момент часу, побудувати часовий ряд значень.
4. Побудова нового розподілу для нових значень за тим самим законом розподілу.
5. Обчислення значення дивергенції Кульбака-Лейблера [14] двох аналізованих функцій розподілу.
6. Чим вище отримане значення дивергенції Кульбака-Лейблера, тим більша ймовірність, що на БПЛА впливає атака або зовнішній деструктивний вплив (наприклад, швидкість двигунів та висота польоту можуть бути не пов'язані з атакою, а можуть змінюватися через пориви вітру). Зазвичай таке значення має перевищувати чи дорівнювати 2 [15].

7. Повторити алгоритм для наступних нових значень кіберфізичних параметрів, починаючи з пункту 3 (зсув вікна).

8. В якості допоміжного параметру пропонується використовувати ентропію зібраних значень кібер-фізичних параметрів. Чим вище значення ентропії, тим більша ймовірність, що зміна кіберфізичного параметру говорить про наявність аномальної поведінки.

Перевагою запропонованого методу є його обчислювальна «легкість» та енергоефективність. Також, оскільки метод дозволяє аналізувати будь-які параметри і може працювати з будь-якими доступними даними, немає значення, якими датчиками оснащений БПЛА.

За допомогою розробленого методу можна як виявляти аномалії, так і оцінювати зміну закономірностей поведінки БПЛА, зміну його станів. Якщо значення ентропії не надто високі, і має місце одноразове збільшення, то це може вказувати на зміну режиму польоту. Співвідношення аналізованих параметрів дозволяє однозначно виявити атаку та визначити її тип. Кожна атака стосується певного набору підсистем, тому тип атаки можна охарактеризувати за результуючими параметрами, на які вона впливає. Дані, зібрані у вигляді часових рядів, можуть бути використані для навчання нейронних мереж щодо виявлення атаки та використання захисних мір.

Список використаних джерел

1. Semanjski S., Semanjski I., Wilde W.D., Gautama S. Use of supervised machine learning for GNSS signal spoofing detection with validation on real-world meaconing and spoofing data – Part II. Sensors. 2020. № 20(7):1806. pp. 1-15.

2. Kwon K.-C., Shim D.-S. Performance analysis of direct GPS spoofing detection method with AHRS/Accelerometer. Sensors. 2020. № 20(4):954.

3. Wan W., Kim H., Hovakimyan N., Sha L., Voulgaris P.G. A Safety Constrained Control Framework for UAVs in GPS Denied Environment. 59-th IEEE Conference on Decision and Control (CDC). Korea (South). 2020. pp. 214-219.

4. Seo S.-H., Lee B.-H., Im S.-H., Jee G. Effect of spoofing on unmanned aerial vehicle using counterfeited GPS signal. Journal of Positioning Navigation and Timing. 2015. № 6. pp. 57-65.

5. Shepard D., Humphreys T., Fansler A. Evaluation of the vulnerability of phasor measurement units to GPS spoofing attacks. International Journal of Critical Infrastructure Protection. 2012. № 5(3-4). pp. 146-153

6. Jansen K., Schäfer M., Moser D., Lenders V., Pöpper C., Schmitt J. Crowd-GPS-sec: Leveraging crowdsourcing to detect and localize GPS spoofing attacks. Proc. IEEE Symp. Security Privacy (SP). San Francisco. CA. USA: IEEE. 2018. pp. 1018-1031.

7. Montgomery P.Y., Humphreys T.E., Ledvina B.M. Receiver-

autonomous spoofing detection: Experimental results of a multi-antenna receiver defense against a portable civil GPS spoofer. Proceedings of the 2009 International Technical Meeting of The Institute of Navigation. Anaheim. CA. 2009. pp. 124-130.

8. Jansen K., Tippenhauer O., Pöpper C. Multi-receiver GPS spoofing detection: Error models and realization. Proceedings of the 32nd Annual Conference on Computer Security Application. New York, United States: Association for Computing Machinery. 2016. pp. 237-250.

9. Heng L., Work D.B., Gao G.X. GPS signal authentication from cooperative peers. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2015. vol. 16. № 4. pp. 1794-1805.

10. G. Panice et al. A SVM-based detection approach for GPS spoofing attacks to UAV. 23-rd International Conference on Automation and Computing (ICAC). Hudders-field. 2017. pp. 1-11.

11. Eldosouky A., Ferdowsi A., Saad W. Drones in Distress: A Game-Theoretic Countermeasure for Protecting UAVs Against GPS Spoofing. IEEE Internet of Things Journal. 2020. vol. 7. № 4. pp. 2840-2854.

12. Qiao Y., Zhang Y., Du X. A Vision-Based GPS-Spoofing Detection Method for Small UAVs. 13-th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS). Hong Kong. 2017. pp. 312-316.

13. Choudhary G., Sharma V., You I., Yim K., Chen I.-R., Cho J.-H. Intrusion Detection Systems for Networked Unmanned Aerial Vehicles: A Survey. 14-th IEEE International Wireless Communications & Mobile Computing Conference. Limassol. Cyprus. 2018. pp. 560-565.

14. Afgani M., Sinanovic S., Haas H. Anomaly detection using the Kullback-Leibler divergence metric. First International Symposium on Applied Sciences on Biomedical and Communication Technologies. 2008. Aalborg. pp. 1-5.

15. Basan, E., Basan, A., Nekrasov, A., .Gamec, J., Gamcová, M. A self-diagnosis method for detecting UAV cyber attacks based on analysis of parameter changes. Switzerland. 2021. № 21(2). pp. 1–17.

16. V.M. Kartashov, V.N. Oleynikov, S.A. Sheyko, S.I. Babkin, I.V. Koryttsev, O.V. Zubkov Peculiarities of small unmanned aerial vehicles detection and recognition. // Telecommunications and Radio Engineering. 2019. Vol. 78. Iss. 9. P. 771 – 781.

17. Shostko, I., Tevyashev, A., Kulia, Y., Koliadin, A. Optical-electronic system of automatic detection and high-precise tracking of aerial objects in real-time // CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2608. P. 784 – 803.

18. Kartashov V.M., Sergiyenko O.Yu., Kapusta A.I., Pososhenko V.O., Kolesnik V.I., Rybnikov N.V., Kolendovska M.M. Modeling of dynamik air Situation in the Zone of critically important Infrastructure Facilities // Telecommunications and Radio Engineering.- New York. - 2022.- Vol. , №.- P. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.2022044629.

УДК 004.946

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ РЕАЛІСТИЧНОСТІ СЦЕН У BLENDER

Іванісов А. О.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: andrii.ivanisov@nure.ua.

This work discusses various methods and techniques for enhancing scene realism in Blender, a popular 3D modeling and rendering software. It emphasizes the importance of achieving maximum realism through specialized approaches. The summary covers topics such as rendering options, texture improvements, add-ons, surface detailing, lighting sources, and incorporating vegetation to create lifelike scenes. Additionally, it highlights the necessity of referencing real-world elements for creating realistic scenes in Blender.

З розвитком технологій 3D-моделювання та віртуальної реальності стає очевидним, що підвищення реалістичності сцен у програмах, таких як Blender, стає надзвичайно важливим завданням. Blender, як безкоштовний та відкритий інструмент, наділений потужними можливостями, але досягнення максимального рівня реалістичності вимагає від користувачів використання спеціалізованих методів та технік.

Наразі стабільна версія цієї програми - 4.0. На вибір маємо декілька варіантів рендеру: Eevee та Cycles. Перший - досить швидкий, має свої особливості, також його ще називають «рендер у реальному часі». Другий - більш реалістичний, але рендер займає більше часу.

Blender використовують для різноманітних 3D сцен, і кожний її елемент може виглядати більш реалістичним за різних умов: поліпшення текстур, додаткові тіні, налаштування рендеру.

Також у Blender є велика кількість як вбудованих, так і сторонніх додатків, оскільки всі додатки розробляються за допомогою дуже популярної та високорівневої мови програмування Python. Аддони можуть дуже сильно полегшити роботу у Blender. Наприклад, маючи вогонь у сцені, ми можемо встановити досить популярний додаток True Fire. Він включає в себе чотири готові шаблони симуляції вогню, які повністю піддаються кастомізації. Для повністю протилежного вогню - води, також існує аддон Real Water, який також має декілька пресетів, можливість кастомізації кольору в цілому та зону зіткнення з іншими об’єктами, а також спеціальний шейдер для підводних композицій з додаванням бульбашок.

Щодо поверхонь, таких як земля або підлога, то тут ми маємо досить широкий діапазон методів деталізації та реалістичності. Більш деталізована поверхня створюється за допомогою міксування декількох поверхонь з різними текстурами, які мають Displacement та Bump. До цьо-

го додається популярний метод - роблення землі ніби мокрої, що досягається використанням Octane та яскравим джерелом світла. Щодо інших поверхонь, наприклад скла у вікні або скляної ємності, гарним методом є змішування основної текстури скла з так званими недосконалостями (imperfections), такими як пошкодження, гранж, сліди від пальців, сліди морозу та інші.

Один з важливих аспектів - це джерело (або джерела) світла. У Blender, мабуть, найпопулярнішим методом є використання HDRI карт, що є панорамними фотографіями 360 градусів, які освітлюють всю сцену та емулюють реальне освіщення. Дуже цікавим є вбудований об'єкт світла - Light, зокрема Sun, який є симуляцією реального сонця та має поля налаштувань, такі як кутовий розмір сонця, сила свічіння, висота сцени від рівня моря та інше. Також можна використовувати метод, за яким створюються декілька великих сфер з текстурою, яка має емісію, розташовані згідно з схемами світла для створення гарних та м'яких тіней.

Якщо ми маємо пейзажну композицію, це означає, що ми маємо рослинність у сцені, для якої потрібно більше варіативності: різне положення, різний розмір, інший вид рослини. Тут ми маємо досить багато додатків, наприклад Geo-Scatter, Grassblade, Forestaion (3D-скановані дерева). Земля також повинна мати свою текстуру, а сам ландшафт не повинен бути плоским.

Слід пам'ятати, що кожна сцена, яка претендує на реалістичність, повинна мати референси з реального світу, які потрібно у подальшому проаналізувати та розібрати на складові.

Список використаних джерел:

1. Lotter R. Taking Blender to the Next Level : Implement Advanced Workflows Such As Geometry Nodes Simulations and Motion Tracking for Blender Production Pipelines. Packt Publishing Limited; 2022.

2. BELEC A. Photorealistic Materials and Textures in Blender Cycles Create Impressive Production-Ready... Projects Using One of the Most Powerful Rendering. Packt Publishing Limited; 2023.

УДК 004.514

РОЛЬ ІНТЕРАКТИВНИХ КОМПОНЕНТІВ У FIGMA ПІД ЧАС РОЗРОБКИ ДИЗАЙН МАКЕТУ

Князєва А.О.
Науковий керівник – асист. Ольховська В.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.kniazieva@nure.ua

This work is devoted to the role of interactive components in Figma when creating a design layout, namely their purpose, advantages, and capabilities. The article discusses their use and how components influence further changes in design, help to change decisions by showing the operation of elements without programming intervention. The article describes how interactive components help to facilitate the creation of a complete structure and speed up the work of UX/UI designers.

Сьогодні все більше людей користуються сайтами, мобільними додатками та іншими програмними засобами, при цьому часто не задумуючись про процес їх створення. Проте важливо розуміти, що їх зовнішній вигляд є результатом дизайнерської роботи. Дизайнер створює прототип і, в подальшому, макет продукту. Сучасні технології спрощують процес створення макетів. Одним із ключових інструментів для розробки макетів є інтерактивні компоненти, які дозволяють створювати динамічні, живі прототипи, що відображають реальну поведінку інтерфейсу при взаємодії з користувачем.

Існує ряд програмного забезпечення, спрямованого на розробку макетів для веб-сайтів, мобільних додатків та інших інтерфейсів. Серед таких програм можна виокремити Adobe XD, Figma, Sketch та інші. Проте серед багатьох веб-дизайнерів особливою популярністю користується Figma. [1]

Figma – це хмарний багатоплатформовий сервіс для дизайнерів інтерфейсів та веб-розробників. Однією з його ключових переваг є можливість працювати безпосередньо в браузері, а також в офлайн-режимі, використовуючи відповідний додаток. Figma надає широкі можливості для проєктування складних та інтерактивних дизайнів веб-сайтів і додатків, які можна використовувати для розробки, демонстрації та тестування.

Цей інструмент став невід’ємною частиною робочого процесу для багатьох фахівців у галузі графічного дизайну та розробки інтерфейсів. Його популярність заслужено зростає завдяки таким унікальним можливостям, як спільна робота в реальному часі, що дозволяє командам працювати над одним проєктом одночасно. [2]

Також, однією з особливостей Figma є інтерактивні компоненти. Крім

того, вони можуть бути легко організовані в бібліотеки для подальшого використання в майбутніх проєктах, що значно полегшує та прискорює процес розробки.

Інтерактивні компоненти - це тип об'єктів, що базуються на фреймах і використовуються для інтерактивних елементів інтерфейсу. Замість повторного малювання кожного елементу, такого як кнопки, можна створити компонент кнопки, який потім можна копіювати та налаштовувати. Це забезпечує ефективну роботу з дизайном та швидке створення консистентного інтерфейсу.

В Figma такі набори компонентів називаються бібліотеками компонентів, а самі компоненти можна розглядати як частину UI Kit. Бібліотека компонентів у Figma дозволяє дизайнерам зберігати, оновлювати та використовувати компоненти у різних проєктах, що спрощує робочий процес та забезпечує консистентність дизайну. [3]

Використання компонентів економить час і зусилля дизайнера. Наприклад, у веб-додатку з 50 екранами кнопки можна змінити заокруглення, модифікуючи лише батьківський компонент, що автоматично оновить всі інші. Без компонентів кожен елемент доводиться створювати власноруч, що витрачає багато часу та енергії.

Основна перевага інтерактивних елементів полягає в зручній взаємодії користувачів, дозволяючи їм взаємодіяти з вебсайтом чи додатком та тестувати можливості на практиці. Динамічні анімації та інтерактивність допомагають оцінити дизайн на етапі розробки, збільшуючи привабливість та привертаючи увагу користувачів і дозволяючи виявити можливі поліпшення.Застосування інтерактивних елементів полегшує розуміння складних концепцій та обробку великої кількості даних.[4]

Використання інтерактивних компонентів у Figma спрощує та прискорює процес розробки дизайн-макету, дозволяючи дизайнерам створювати консистентний інтерфейс та взаємодію користувачів з продуктом. Такий підхід полегшує роботу, зберігаючи час та енергію дизайнера, а також сприяє покращенню якості продукту.

Список використаних джерел:

1. Як створити макет сайту // LOOPYLAB, URL: https://it-rating.ua/yak-stvoriti-maket-saytu (дата звернення 5.03.2024)

3. Що таке Figma і навіщо вона потрібна // Ольга Вихристюк, URL: https://lemon.school/blog/chto-takoe-figma-i-zachem-ona-nuzhna (дата звернення 5.03.2024)

4. UX/UI курс з нуля. Урок 6. Основи Figma III. Фрейми. Сітки. Направляючі. Компоненти, URL: https://frusia.pro/p/12#100 (дата звернення 5.03.2024)

5. Функція інтерактивних компонентів Figma [Електронна стаття]: // Андрій Кот, URL: https://ux.pub/cospl/funktsiia-intieraktivnikh-komponientiv-figma-3gja (дата звернення 5.03.2024)

УДК 681.84

АНАЛІЗ ТИПІВ МЕХАНІК ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГРИ У СТИЛІ DARKEST DUNGEON

Паук Д.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(097) 977-00-85, e-mail: dmytro.pauk@nure.ua

Since the creation of the game concept can be divided into two parts, namely, the creation of the main mechanics and the creation of the story content. In this work, we will consider and analyze the types of mechanics for creating a game in the style of Darkest Dungeon. In this work, we will conduct an analytical work in the field of mechanical engineering.

Оскільки створення концепту гри можна поділити на дві частини, а саме створення основних механік та створення сюжетного наповнення. В цій роботі ми розглянемо та проведемо аналіз типів механік для створення гри у стилі Darkest Dungeon. Для цього проведемо аналітичну робота у області розробки механік.

Основна механіка – це фундаментальні правила та взаємодії, які визначають, як відбувається гра. Вони формують основу ігрового процесу та необхідні для створення цікавих і приємних вражень. Ось деякі основні механізми, які можна знайти в багатьох іграх різних жанрів:

1. Рух - механіка руху визначає те, як гравці переміщуються в ігровому світі. Це включає в себе ходьбу, біг, стрибки, скелелазіння, плавання, політ та будь-які інші форми пересування.
2. Бій - бойова механіка передбачає участь у боях або конфліктах у грі. Це може включати такі дії, як напад, блокування, ухилення, використання зброї чи здібностей, а також керування здоров’ям і витривалістю.
3. Розв’язування головоломок - механіка розв’язування головоломок змушує гравців вирішувати проблеми або долати перешкоди в ігровому світі. Це може включати логічні головоломки, екологічні головоломки, розпізнавання образів або маніпулювання об’єктами.
4. Управління ресурсами - механізми управління ресурсами вимагають від гравців ефективного збору, управління та розподілу ресурсів. Це може включати збір предметів, управління запасами, збалансування обмежених ресурсів і прийняття стратегічних рішень.
5. Прогрес - механіка прогресу визначає, як гравці просуваються та розвиваються протягом гри. Це може включати підвищення рівня, отримання очок досвіду, розблокування нових здібностей або предметів і покращення статистики або здібностей персонажа.
6. Дослідження - механіка дослідження заохочує гравців досліджувати та відкривати ігровий світ. Це може включати розкриття

прихованих секретів, пошук предметів колекціонування, розкриття історії чи передісторії та взаємодію з неігровими персонажами (NPC).

7. Соціальна взаємодія - механіка соціальної взаємодії передбачає взаємодію з іншими гравцями або NPC у грі. Це може включати інструменти спілкування, такі як текстовий або голосовий чат, кооперативну ігрову механіку, змагальні багатокористувацькі режими або економіку, керовану гравцями.

8. Stealth - механіка Stealth змушує гравців уникати виявлення та переміщатися непоміченим середовищем. Це може включати ховання в тіні, використання відволікаючих факторів або застосування камуфляжу.

9. Налаштування - механіка налаштування дозволяє гравцям персоналізувати та адаптувати свій досвід відповідно до своїх уподобань. Це може включати параметри налаштування персонажа, налаштування зброї чи обладнання або механізми будівництва бази.

10. Прийняття рішень - механіка прийняття рішень пропонує гравцям вибір, який впливає на результат гри. Це може включати розгалуження оповідних шляхів, моральний вибір або стратегічні рішення, які впливають на ігровий процес або розвиток історії.

Це лише кілька прикладів основних механіки, і багато ігор поєднують декілька механік, щоб створити унікальний та захоплюючий досвід. В роботі буде створено концепт гри яку можна охарактеризувати як: пошагову стратегію, рольову гру дії якої проходять у фентезійному світі. Та використані механіки, що було розглянуто в цій роботі.

Список використаних джерел:

1. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82.

2. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

3. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403.

УДК 681.84

АНАЛІЗ ВИМОГ ПРИ СТВОРЕННІ ІГРОВИХ ДОДАТКІВ У СТИЛІ DARKEST DUNGEON

Петренко І.І.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(097) 977-00-85, e-mail: ihor.petrenko@nure.ua

Development of game applications is an exciting but complex process that requires careful planning, perfect knowledge and skills in various fields. A detailed description of the main aspects that must be taken into account when creating code for game applications is presented in this work.

Розробка ігрових додатків – це захоплюючий, але складний процес, який потребує ретельного планування, досконалого володіння знаннями та навичками у різних сферах. Детальний опис основних аспектів, які необхідно враховувати при створенні коду для ігрових додатків, представлений далі:

1. Архітектура програми:

Вибір архітектури програми – це фундаментальне рішення, яке визначає структуру та поведінку коду, впливаючи на всі аспекти розробки.

Чітко сформована та ефективна архітектура полегшує підтримку коду, а саме внесення змін, виправлення помилок та оновлення, розширення функціональності – додавання нових можливостей, контенту, ігрових режимів і співпрацю в команді – спільну роботу над кодом, розподіл задач та контроль версій.

Важливо ретельно продумати структуру компонентів, інтерфейси та потоки даних. Виконання цього забезпечується розбиттям коду на логічні модулі та підсистеми, чітко визначеними правилами взаємодії між компонентами, організацією і маршрутизацією даних між компонентами.

Додатково облегшення задач може бути досягнуто за використання популярних паттернів проектування, які допомагають створити зрозумілу, згуртовану та розширювану архітектуру.

2. Продуктивність та оптимізація:

Ігрові додатки вкрай чутливі до продуктивності, адже плавність та швидкість геймплею безпосередньо впливають на задоволення користувачів. Для цього необхідно ретельно оптимізувати код, алгоритми та структури даних, щоб максимально ефективно використовувати ресурси системи. Профілювання та тестування дозволяють виявити та усунути вузькі місця, що негативно впливають на продуктивність.

Для досягнення бажаних результатів варто не забувати про наступні елементи оптимізації:

– використання ефективних алгоритмів та структур даних, які

відповідають потребам конкретних ігрових систем;

– оптимізація коду на рівні мови програмування, використовуючи відповідні практики та інструменти;

– застосування методів кешування та оптимізації пам'яті для кращого використання ресурсів;

– регулярне проведення навантажувальних тестувань для виявлення та виправлення проблем, пов'язаних з продуктивністю.

3. Модульність та відновлюваність:

Код ігрового додатка має бути модульним, тобто розбитим на чітко окреслені та незалежні модулі. Модульність забезпечує легке розширення функціональності, а саме додавання нових модулів без значного переписування коду, швидке виправлення помилок – локалізація та виправлення проблем в рамках одного модуля, зручне повторне використання коду – можливість використовувати модулі в інших проектах.

Дотримання принципів інтерфейсного програмування для чіткого визначення взаємодії між модулями, використання системи управління пакетами для організації і управління модулями та створення модулів з мінімальними залежностями один від одного для кращої відновлюваності допоможуть у повній мірі забезпечити модульність додатку.

4. Безпека та захист даних:

Для забезпечення безпеки варто використовувати надійні методи аутентифікації для перевірки користувачів, застосовувати шифрування для захисту даних під час передачі та зберігання, впроваджувати систему авторизації, що визначає рівень доступу користувачів до даних, регулярно оновлювати програмне забезпечення для усунення відомих вразливостей та проводити тестування на проникнення для виявлення потенційних слабких місць у системі безпеки.

5. Графічний движок та оптимізація графіки:

Вибір графічного движка має значний вплив на візуальну складову та продуктивність гри. Графічний движок – це програмне забезпечення, яке відповідає за рендеринг (відображення) графіки, фізики та інших візуальних ефектів. Для досягнення максимальної візуальної привабливості та плавної роботи гри, особливо на пристроях з обмеженими ресурсами необхідно оптимізувати графічні ресурси (текстури, моделі, шейдери) та алгоритми рендерингу.

Для виконання оптимізації зазвичай рекомендовано використовувати графічний движок, який відповідає жанру, масштабу та стилю гри, застосовувати методи стиснення для зменшення розміру графічних ресурсів, використовувати техніки LOD (Level of Detail) для динамічної зміни якості графічних об'єктів залежно від відстані та застосовувати шейдери для створення реалістичних візуальних ефектів з мінімальним впливом на продуктивність.

6. Тестування та відлагодження:

Ретельне тестування коду на різних платформах, конфігураціях та з різними вхідними даними є критично важливим для виявлення та виправлення помилок до випуску готового продукту. Тестування повинне охоплювати всі аспекти функціональності, продуктивності та безпеки гри.

Для проведення повноцінного тестування необхідно використовувати автоматизовані інструменти тестування для полегшення та прискорення процесу тестування та залучати тестувальників для проведення ручного тестування гри та виявлення помилок, які можуть бути пропущені автоматизованими інструментами. Окрім цього дуже важливо використовувати різноманітні методи тестування, такі як:

– функціональне тестування: перевірка правильності роботи всіх функцій гри;

– тестування навантаження: перевірка поведінки гри під великим навантаженням;

– ігрове тестування: тестування гри реальними користувачами для виявлення помилок та покращення ігрового досвіду.

Створення коду для ігрових додатків – це складний та багатогранний процес, який потребує знань та досвіду у різних областях програмування, комп'ютерної графіки, дизайну та тестування. Врахування вищеописаних аспектів на ранніх етапах розробки допоможе створити якісний, безпечний та продуктивний ігровий додаток, який буде захоплювати та задовольняти користувачів.

Список використаних джерел:

1. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

2. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403

3. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403

УДК 681.84

СТВОРЕННЯ КОНЦЕПТУ ГРИ «A PERSON OF LIGHT»

Чорненький О.В.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(050) 401-20-27, e-mail: oleksandr.chornenkyi1@nure.ua

The game market is full of modern projects that often choose a realistic setting, due to which the community often has questions about adding new content while supporting the game for a long time. Examples of such issues can be the addition of new appearances for heroes or tools that do not always fit into the picture of the players' game. Also, in realistic competitive content, complaints about a visually difficult opponent against the "cacophony" of additional visual effects and background often arise. Due to the survey mentioned above, the concept of the game is stylized, more reminiscent of "semi-realistic" or "Nintendo 3D style".

Мета цієї роботи - створення проектів в UE для подальшого використання їх при розробці ігрових рівней та програмування різних дій.

Назва гри повинна ґрунтуватися або прямо на створеному світі чи маючих героїв, або походити від відомих культурних тезисів чи прямо вказувати на геймплей гри. Оскільки чи буде ця гра на одного гравця чи онлайн проектом зі старту, не знають навіть найвідоміші компанії, у випадку коли спочатку вигадають концепт миру і основа гри буде полягати на якоїсь історії – назви для ігор дають за звичай які походять з вигаданого миру, або прямо натягаючи на основну ідею. Прикладами таких нехитрих назв можуть служити популярні проекти як:

«Worl of Warcraft» - де основна суть гри полягає на постійної конкуренції між расами або фракціями;

«Lethal company» - де групу співробітників постійно відправляють на небезпечні завдання;

«Pal World» - де загальний акцент йде на вигаданих тваринок «Палів»;

«Valheim» - про вигаданий новий світ норвезької міфології.

Базуючись на вищезгаданої інформації та на основних механіках гри, які будут освіченні далі, мій вибір назви гри пав на «A person of light» (Одиниця виміру світлового потоку).

Гра жанру рпг слешер, можливо з елементами пісочниць і відкритим світом, який може бути окремим режимом або онлайн режимом, як відокремлена частина від сюжетної компанії.

Ринок ігор переповнений сучасними проектами які часто обирають реалістичний сетінг, через що у ком’юніті часто виникають питання щодо додавання нового контенту при підтримці гри на довготривалому часі. Прикладами таких питань можуть служити додавання нових зовнішніх

виглядів для героїв або інструментів які не завжди вписуються у картину гри гравців. Також у реалістичному змагальному контенті дуже часто виникають претензії щодо складно видного візуально противника на тлі "какофонії" додаткових візуальних ефектів та заднього плану. Через вище згаданий опит концепт гри полягаєм на стилізований, більше нагадуючий «semi-realistic» або «Нінтендовський 3Д стиль».

Імовірний початок гри: головний герой з'являється в глушині після якогось катаклізму, після чого намагаючись розібратися, що він таке. Допомагає відбитися жінці в лісі від монстрів. Вона змирившись з тим, що її врятувало "Дещо" приводить його додому щоб віддячить. Пізніше з'являється патруль клану "Ураборос" і жінка відправляє ГГ у втечу - в ельфійський ліс щоб він знайшов (знахаря/мага/шамана/моноліт або обеліск з містичними істотами) який в теорії повинні йому допомогти і наставити на вірний шлях.

Клан «Ураборос» - це головний антагоніст головного героя. Клан, який внаслідок природного катаклізму з вини невідомого мага, полює на всіх казкових істот, що були створені кимось чи пов'язаним з відомими їм школами чаклунства.

Світ гри скрадатиметься з маревної суміші локацій казкових світів (по типу казок братів Грім чи «Аліси в країні чудес») та зруйнованих уламків колишньої цивілізації.

"Свіч/Ліклі/Ігні/Люмен" - головний герой антропоморфна або гуманоїдна свічка зростом приблизно з людину.

Свічка, що вічно гасне(тане), була створена або великим магом світу "Дарфт", або гібриндим ковалем з "великої сімки".

Здатна підсвідомо використовувати магію і зцілюватися (продовжувати своє життя) поглинаючи (Віск/Парафін/Олії/Випаровування джерел природного газу/Самозцілення/Зілля/Трави/Жир).

Швидше основна магічна здатність це стихія вогню з умовою витрати основного ресурсу - життєві сили (що за фактом є паливом, адже головний герой існує тільки завдяки ресурсам, що займаються); Як побічна здатність - магія "Аркан", "Артефакторна" або "Нарисна".

Можливість само розвиватися (нагадує мутацію чи "еволюцію") шляхом поглинання особливих ресурсів, проведенням обрядів, долання власних обмежень. Гравець сам вибирає використовувати "розвиток" персонажа чи ні.

Можливі змінні "Елементи" гуманоїду: вогонь свічки; форма тіла; матеріал; кінцівки; додаткові елементи на кшталт літаючих вогників, предметів, вихованців (міньєнів); розріз очей та рота; можливе доповнення інших "рудиментарних" кінцівок або органів.

Як і було вище згадано – головний герой є хуманізованою свічкою, яка вічно згасає. Ця особливість головного героя буде основним двигуном розвитку гравців у світі. Гравцям доведеться постійно відволікатися на

пошук "палива" для головного героя та шукати рішення полегшення цієї «проблеми». Гравцю повинен буде доступний широкий спектр модифікацій головного героя, який буде відкриватися за виконання особливих умов(по типу знаходження рідких матеріалів/ проведення магічних ритуалів/ торгівля з НПС).

Якщо у разі одно користувацького контенту елементами будівництва можна пожертвувати заради опрацювання рівнів з противниками, то у випадку много користувацького контенту варто додати можливість гравцеві облаштовувати локацію постійного місця проживання.

Таким чиньм, в ході роботи було розроблено концепт гри, узагальнений алгоритм та алгоритми механік цієї гри.

Список використаних джерел:

1. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

2. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ...Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, стр. 175-178

3. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

4. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.

УДК 681.84

СИСТЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ГРАФІЧНОГО КОНТЕНТУ

Мацовка Р. Р.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(097) 7170329, e-mail: roman.matsovka@nure.ua.

This publication considers current issues of graphic content visualization in the context of augmented reality (AR) and compares implementation algorithms using the ARTIVIVE and SparkAR platforms as an example. The work found that using raster images with more contrast pixels helps AR algorithms work better. Comparing the platforms, it is found that SparkAR has an advantage in face recognition and stability of object projection, while ARTIVIVE provides the ability to respond to the change of angle, but has some disadvantages in stability. The study also found issues with the implementation of features on both platforms, such as limitations on facial recognition and file import restrictions. Possibilities for further development of this direction are discussed, including the creation of a platform for working with a timeline and analysis of the impact of online rendering engines on AR work. The work is important for the analysis and improvement of applications for working with augmented reality and can be a starting point for creating your own applications in this field.

Сучасний світ неможливо уявити без нескінченного обміну медіа інформацією. У потоці знань важливо виділити найголовніше та змусити мозок запам’ятати цю інформацію. Також є необхідність спрощувати інформацію для сенсорних систем людини за для підтримки швидкості сприйняття.

Візуалізація є вирішенням даної проблеми. Візуалізація – це будь-яка техніка, завдяки якій можливо створити медіа контент (інформативний контент). Це ефективний метод передачі як абстрактних, так і конкретних ідей з моменту існування людства.

В даній роботі розглянуті сучасні алгоритми візуалізації графічного контенту на прикладі доповненої реальності (AR) та опис дії різних способів реалізації імерсивної технології.

Було аналізовано роботу двох платформ для створення AR – ARTIVIVE та SparkAR.

Якщо казати про освітленість приміщення, то вона обов’язкова для розпізнання об’єктів на обох платформах, але якщо у додатку ARTIVIVE потрібна гарна освітленість та якість зображення маркеру, то у соціальних мережах, де реалізовані об’єкти доповненої реальності платформи SparkAR,

освітлення не грає значну роль, головне – можливість розпізнання обличчя, що може відбуватися навіть у темряві.

Платформа ARTIVIVE дає змогу проектованому об’єкту реагувати на

зміну ракурсу, але при цьому відбуваються похибки в розрахунках гіроскопу тому трансляція елементу доповненої реальності стає нестабільною. На відміну від цього факту, реалізація даної функції у SparkAR набуває досить гарних результатів. Маски, що проектуються на обличчя транслюються без тряски, але якщо обличчя людини повертається на 90 та більше градусів від камери, воно перестає розпізнаватися та трансляція елементу припиняється.

Потрібно додати інформацію про помилки в візуалізації об'єктів на обох платформах. Крім того, що обличчя теоретично може відвернутися від камери більше ніж потрібно, об'єкт може проектуватися лише на одне обличчя. Якщо в кадрі будуть знаходитися більш ніж одна персона, то виникає проблема реалізації елемента відразу на два розпізнаних обличчя. Якщо не вирішити це питання імпортом лістингу коду на мові JavaScript, то результатом буде похибка в виборі одного обличчя з двох та трансляція може стати некоректною. Щодо платформи ARTIVIVE, то вона проектує об'єкт лише за наявністю маркеру в кадрі на полі розпізнання, але навіть при тому, що почалася трансляція виникають помилки.

Важливим фактором є виконання функцій практичної реалізації, тобто продукт має бути використаним. Для цього на платформі ARTIVIVE існує сторонній додаток-камера, який потенційному користувачу потрібно завантажувати окремо. На відміну від ARTIVIVE, SparkAR реалізує своїпроекти у таких соціальних мережах як Instagram та Facebook. У соціальних мережах елемент доповненої реальності поширюється швидше та з кращою статистикою. Саме тому у разі потреби поширення деякої інформації платформа SparkAR буде лідирувати у вирішенні такого роду питання.

Інтерфейс обох платформ досить інтуїтивний, але на платформі ARTIVIVE виконання імпорту файлів відбувається з невиправданими зайвими кроками. Реалізація функцій переміщення, масштабування та повороту є незвичною для користувача програм для роботи із графічним контентом. Також у платформі ARTIVIVE не має можливості роботи із 3D-форматами. Навпроти, у платформі SparkAR така можливість існує. У цьому програмному пакеті комунікація між користувачем та ПК є схожою до програм для роботи із 3D моделями, в додаток існує вікно відображення елементу при кожній зміні налаштувань. Обидві платформи не мають змоги працювати із таймлайном.

До налаштувань об'єктів доповненої реальності входить корекція відображуваного світла в залежності від навколишнього середовища. Якщо на платформі ARTIVIVE це неможливо, то за допомогою роботи із текстурами та їх відображенням у платформі SparkAR є можливість зробити

елемент AR більш реалістичним. Але треба сказати, що ця характеристика все одно э фіктивною, бо фізичні умови світла налагоджуються при побудові сцени програмно. Фактично вони існують, але не підкорюються

режиму run-time.

Швидкість розпізнання об’єкту на платформі ARTIVIVE залежить від якості растрового зображення-маркеру та освітленості приміщення. Також на практиці було визначено, що в алгоритмах програми існують похибки розпізнання. За нашим дослідженням розпізнання маркеру відбувалося від 1 58 хвилини, що не є гарним результатом, але треба згадати, що наш логотип містить невелику кількість контрастних бітів за для гарного розпізнання об’єкту, на який будемо проектувати елемент доповненої реальності.

Швидкість розпізнання обличчя на платформі SparkAR відбувається скоріше, але це залежить від оперативної пам’яті пристрою та розміру файлу елементу AR.

В процесі роботи відбулося створення графічного контенту. За для подальшої його візуалізації були створені:

- Зображення формату «.png» ;
- Анімація зображень;
- Відео;
- Елемент доповненої реальності на платформі ARTIVIVE;
- 3D-модель логотипу;
- Текстури моделі;
- Елемент доповненої реальності на платформі Spark AR;

В процесі теоретичного дослідження було розглянуто такі теоретичні питання як роль апаратного забезпечення у реалізації графічного контенту в доповненій реальності та реалізація програмного забезпечення для роботи з AR.

Дана робота може бути використана для аналізу слабих сторін інтерфейсу платформ для роботи з імерсивними технологіями, покращенню програм для роботи із доповненою реальністю, або навіть для створення свого додатку, що буде реалізовувати функцію візуалізації об’єктів AR.

Також є можливість розвитку цього напрямку, та створення платформи для реалізації контенту AR з можливістю роботи із таймлайном. Для цього треба провести детальний аналіз проблеми, та визначити наскільки зможе покращитись чи погіршитись робота онлайн-рендер движків при процессі створення сцени.

Список використаної літератури:

1. Bauman National Library: веб-сайт: URL: https://ru.bmstu.wiki/%D0%90%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#cite_note-3 (дата звернення: 03.03.2024).

2. Харченко Д. М. Методи та інструментальні засоби побудови ігор (мультимедія, віртуальна реальність) / Харченко Д. М. // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 23 Міжнар. молодіж. форуму, 16–18 квітня 2019 р. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – Т. 3. – С. 50–51.

УДК 681.84

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ СТВОРЕННІ АНІМАЦІЙ

Прокопенко О.В.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: oleksii.prokopenko@nure.ua

Однією з найновіших та найперспективніших технологій, яка впливає на галузь анімації, є штучний інтелект (ШІ). ШІ – це галузь науки та техніки, яка досліджує створення машин та програм, які можуть виконувати завдання, що вимагають інтелекту, такі як розпізнавання, навчання, міркування, спілкування та творчість. ШІ може застосовуватися до різних аспектів анімації, таких як моделювання, рендеринг, анімація, симуляція, композиція, монтаж, ефекти та інше.

Захоплення руху (motion capture, mocap) – це метод анімації, який використовує сенсори, камери або інше обладнання для виявлення та запису рухів реальних акторів або об’єктів, а потім переносить їх на віртуальні персонажі або об’єкти. Захоплення руху дозволяє створювати реалістичні та експресивні анімації, які відтворюють нюанси та емоції рухів. ШІ може поліпшити процес захоплення руху за допомогою таких технологій, як безмаркерне та генеративне захоплення руху.

Безмаркерне захоплення руху (markerless motion capture) – це метод, який не потребує використання спеціального одягу або маркерів для акторів або об’єктів, що рухаються. Замість цього він використовує комп’ютерне зоріння та глибоке навчання для аналізу зображень або відео та виявлення рухів. Це знижує вартість та складність захоплення руху, а також дозволяє захоплювати рухи в будь-якому середовищі, навіть поза студією.

Генеративне захоплення руху (generative motion capture) – це метод, який використовує генеративні моделі ШІ, такі як генеративні змагальні мережі (generative adversarial networks, GANs), для створення нових або вдосконалених даних руху на основі існуючих даних. Це дозволяє створювати різноманітні та цікаві анімації, які можуть адаптуватися до різних ситуацій, персонажів, стилів або емоцій.

Використання ШІ для захоплення руху збільшує доступність та гнучкість захоплення руху, оскільки не потребує дорогого або складного обладнання, одягу або маркерів, а також може працювати з будь-якими джерелами зображень. ШІ покращує якість та реалізм захоплення руху, оскільки може виявляти та відтворювати рухи великої кількості акторів або об’єктів одночасно або з різних ракурсів, а також рухи складних або нерегулярних форм, таких як волосся, одяг, тканини, рослини, вода тощо. Воно збільшує виразність та деталізацію захоплення руху, оскільки може створювати нові

або вдосконалені рухові дані, які можуть адаптуватися до різних ситуацій, персонажів, стилів або емоцій.

Використання ШІ для захоплення руху потребує високої якості, роздільної здатності та освітленості зображень для точного виявлення рухів, що може бути складно досягти в деяких середовищах або умовах, потребує великої кількості даних та потужних алгоритмів для обробки, синтезу та аналізу зображень, що може вимагати багато часу, ресурсів та навичок, схильне до похибок, шуму, артефактів або втрати даних через неповноту, нерівномірність, перекриття або затемнення зображень, що може погіршити якість та реалізм захоплення руху. Воно може порушувати авторські права або етичні норми при використанні зображень людей, тварин або предметів без їхньої згоди або дозволу.

Перетворення тексту у відео – це технологія на базі штучного інтелекту, що дає змогу створювати відео ролики на основі текстового опису. Вона розуміє значення введеного користувачем тексту і генерує відповідні візуальні ефекти та анімацію. Це дозволяє створювати відео контент без необхідності знімати, монтувати або озвучувати реальні сцени. ШІ може поліпшити процес створення анімацій за допомогою технологій синтезу на основі мови, зображення та відео

Синтез мовлення (speech synthesis) – це метод, який використовує глибоке навчання для створення синтетичного голосу, який звучить як людський. Він може використовувати різні мови, акценти, тональності та емоції для передачі повідомлення.

Синтез зображення (image synthesis) – це метод, який використовує генеративні моделі ШІ, такі як генеративні змагальні мережі (generative adversarial networks, GANs), для створення нових або вдосконалених зображень на основі текстового опису. Він може використовувати різні стилі, фільтри, ефекти та текстури для створення реалістичних або абстрактних зображень.

Синтез відео (video synthesis) – це метод, який використовує глибоке навчання для створення нових або вдосконалених відео на основі текстового опису. Він може використовувати різні техніки, такі як захоплення руху, синтез обличчя, синтез виразу, синтез голосу, синтез звуку, синтез музики, синтез сценарію та інше, для створення динамічних та експресивних відео.

Використання ШІ в анімації має великий потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення. Деякі з можливих перспектив та викликів для майбутнього розвитку ШІ в анімації є:

– розширення та покращення методів захоплення руху з використанням ШІ, для створення більш різноманітних, цікавих та емоційних анімацій;

– розробка та застосування методів захоплення виразу обличчя та голосу, синтезу та оптимізації даних руху з використанням ШІ, для

створення більш виразних та експресивних персонажів;

– розробка та застосування методів аналізу та оцінки даних про рух, творчість та генерації контенту з використанням ШІ, для створення більш якісних та оригінальних анімацій.

Однак, використання ШІ в анімації також має деякі обмеження та ризики, такі як:

– недостатня якість або доступність даних та алгоритмів для захоплення, синтезу, аналізу або генерації даних руху;

– неврахування або порушення авторських прав, етичних норм, що може призвести до конфліктів, судових позовів або репутаційних збитків;

– втрата або заміна людського фактору, творчості або емоцій при використанні ШІ для створення анімацій, що може призвести до зниження цінності, інтересу або емпатії до анімацій.

ШІ є потужною та перспективною технологією, яка впливає на галузь анімації, особливо на процес захоплення руху. ШІ дозволяє створювати реалістичні, експресивні та різноманітні анімації, які вражають та захоплюють глядачів та користувачів. Однак, використання ШІ в анімації також має деякі недоліки, обмеження та ризики, які потребують уваги, обережності та відповідальності. У майбутньому, ШІ може принести багато нових можливостей та викликів для розвитку та вдосконалення анімації, а також для співпраці та взаємодії між людьми та машинами.

Список використаних джерел

1. Історія штучного інтелекту від 1950-х до сьогодні. URL:https://www.freecodecamp.org/ukrainian/news/istoriya-shtuchnoho-intelektu-vid-1950-kh-do-sohodni/ (дата звернення: 04.05.2023)

2. Штучний інтелект у графічному дизайні: як він змінює галузь? URL:https://clickable.agency/ua/shtuchnij-intelekt-u-grafichnomu-dizajni/ (дата звернення:14.01.2024)

3. Штучний інтелект в мистецтві URL:https://sfii.gov.ua/shtuchnij-intelekt-v-mistectvi/ (дата звернення:19.11.2023)

4. 10 найкращих інструментів для створення відео зі штучним інтелектом URL: 10 найкращих інструментів для створення анімованих відео зі штучним інтелектом (2024) – HashDork (дата звернення:12.12.2023)

УДК 681.84

ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ МУЗИЧНОГО КЛІПУ

Сльозкіна Є.А.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(097) 00-122-80, e-mail: yelyzaveta.slozkina@nure.ua

This thesis dives into the world of making music videos, focusing on how they tell stories visually in today's media landscape. It looks at how music and visuals work together to create emotions, convey messages, and captivate audiences. Through studying films, psychology, and culture, the research into the techniques and creative choices that go into making a music video that really connects with viewers.

Музичний кліп - це короткометражний відеофільм, створений для візуального супроводу музичного треку. Основною метою музичного кліпу є візуалізація музики та підсилення її емоційної сили за допомогою образів, дій та візуальних ефектів. Він може слугувати рекламним інструментом для підтримки нової музичної композиції, артиста або групи, а також може виступати самостійним творчим продуктом, сприйманим як окрема форма візуального мистецтва.

Історія музичних кліпів сягає своїм корінням середини 20-го століття, коли телебачення стало все більш поширеним і музичні виконавці шукали способи візуально представити свою музику. Одним із перших відомих прикладів є фільм 1964 року «A Hard Day's Night», який був знятий для гурту The Beatles. Цей фільм може бути розглянутий як один із прародичів сучасного музичного кліпу, оскільки він поєднував виконання пісень гурту з елементами фільму, включаючи комедійні сцени та імпровізацію.

Протягом наступних десятиліть музичні кліпи стали важливою складовою музичної промисловості, особливо після з'яви музичного каналу MTV у 1981 році. MTV прискорило розвиток і популяризацію музичних кліпів, що спричинило появу нових інновацій у візуальному мистецтві та кіно. З'явилися режисери-мейкери, які спеціалізувалися на створенні музичних відео, такі як Спайк Джонз та Девід Фінчер.

Сьогодні музичні кліпи продовжують розвиватись, завдяки передовим технологіям відеомонтажу, комп'ютерним анімаціям та іншім інноваційнім методам для створення вражаючих візуальних шедеврів, які супроводжують музику та надихають глядачів по всьому світу.

Для того, щоб створити музичний кліп необхідно притримуватись алгоритму:

1. Креативна сессія для придумування ідеї
2. Аналіз схожих робіт
3. Написання сценарію та раскадровки

4. Підготування гриму та реквізиту
5. Написання плану та графіку зйомок
6. Підготовка обладнання
7. Зйомки
8. Постобробка.

Для постобробки музичного відеокліпу будемо використовувати такий софт, як Adobe Premier Pro, Adobe After Effects та Adobe Photoshop. Саме на цьому етапі розкривається більшість творчого потенціалу автора. Актуальність теми полягає в тому, що на постобробці автор здатен з сирого матеріалу створити приємну візуальну картинку, а саме:

• прибрати провали і смуги в запису;
• вирізати, а іноді переставити місцями фрагменти відео;
• накласти звук або прибрати його (музика, текст, закадровий шум);
• здійснити кольорово-і светокоррекцію;
• художньо оформити зміну тим відео (сцен, сюжетів, героїв);

Не варто забувати про створення візуальних еффектів, 2D та 3D анімацій.

Візуальні ефекти можуть замінити дорогі прикраси або оренду великих приміщень. Крім того, якщо режисер хоче зняти серед жвавої вулиці Нью-Йорка романтичну сцену, йому це навряд чи вдасться. Тому досить просто замінити стіни знімального майданчика на зелений екран, а потім накласти необхідний вигляд. Також візуальні ефекти незамінні при зйомці таких сцен, де існує реальна загроза життю акторів. Наприклад, у фільмі «Еверест» зйомки були б надто дорогими та небезпечними у справжніх горах. Тому більшість видів замінено візуальними ефектами. Ефекти для відеомонтажу допомогли реалізувати те, що раніше зовсім не було реальним через фізичну складність.

За допомогою візуальних ефектів знімальний майданчик можна перетворити на «справжній» замок або Літаючий Голландець. Фільми з космічним сеттингомстали реальними завдяки візуальним ефектам, які роблять відкритий космос ближче до глядача. Ключовим завданням накладання VFX є правдоподібна інтеграція 3D-анімації та образів у кадр. Через це візуальні ефекти однаково застосовуються як для створення повністю фантастичного, так і видозмінного реального світу.

Список використаних джерел:

1. Технологічні етапи виробництва відеоролика. URL:https://stud.com.ua/34923/marketing/tehnologichni_etapi_virobnitstva_videorolika (дата звернення: 05.03.2024)
2. Виробництво візуальних ефектів. URL: https://klona.ua/uk/uslugi/vyrobnycztvo-vizualnyh-efektiv (дата звернення: 05.03.2024)

УДК 681.84

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДЕОМОНТАЖУ В СУЧАСНІЙ МЕДІАІНДУСТРІЇ

Прокоф'єв К.А.
Науковий керівник – к.т.н. проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: kyrylo.prokofiev@nure.ua

Video editing is an integral part of the modern media industry, which plays a key role in creating high-quality and attractive content. This work explores the techniques and importance of video editing in the entertainment industry, emphasizing its ability to control the pace and rhythm of a story, reduce the length of footage, and strengthen brand identity. Well-edited videos have a better chance of engaging the audience and going viral on social media platforms. At the same time, the article presents various methods of video editing, such as linear and non-linear, which expand the possibilities of the creative process. Given the variety of media platforms and formats, editors should optimize content for each of them.

Відеомонтаж відіграє дуже велику роль у сучасній медіаіндустрії. В цій роботі описано методи та важливість відеомонтажу в індустрії сучасних розваг. У світі, насиченому інформацією, конкуренція за увагу глядача є неймовірно високою. Добре змонтований відеоролик має більший шанс привернути увагу і залишити слід у аудиторії [1].

Відеомонтаж дозволяє контролювати темп та ритм сюжету. Шляхом поєднання кадрів, музики, звукових ефектів та візуальних ефектів можна ефективно розповідати історії та викликати емоційні реакції у глядачів.

Монтаж допомагає скоротити тривалість відеоматеріалу, виключити повторення та непотрібні фрагменти, роблячи контент більш концентрованим та захоплюючим для глядача. Це дозволяє економити час глядачів і виробників контенту.

Відеомонтаж може використовуватись для посилення брендової ідентичності. Характерні стилі монтажу, логотипи, анімація та колірні схеми можуть допомогти створити унікальний та впізнаваний образ для компанії чи продукту [1].

Сучасні платформи соціальних медіа та стрімінгові сервіси ставлять велику увагу на якісний та привабливий контент. Добре змонтовані відеоролики мають більше шансів стати вірусними, що призводить до розширення аудиторії та збільшення популярності.

Відеомонтаж широко використовується в освітніх цілях. За допомогою монтажу можна створювати цікаві та зрозумілі навчальні матеріали, покращуючи процес засвоєння інформації у студентів та глядачів.

Варто сказати декілька слів про існуючі методи відеомонтажу, серед

них:

Лінійний монтаж - класичний метод, при якому кадри монтуються в послідовності часової лінії [1]. Тут відео та аудіофайли зазвичай розміщуються на різних доріжках, що полегшує їхню синхронізацію та редагування.

Нелінійний монтаж – це метод який дозволяє редактору змінювати порядок і структуру кадрів незалежно від розташування на часовій лінії [1]. Це дозволяє гнучкіше працювати з матеріалом і швидко пробувати різні варіанти монтажу.

Замість того, щоб слідувати лінійній структурі сюжету, редактори можуть групувати кадри відповідно до загальної теми, ідеї або концепції. Цей метод дозволяє створювати більш абстрактні та художні твори [2].

За допомогою програмного забезпечення для спецефектів та анімації можна додати до проекту різні візуальні ефекти, анімацію переходів, тривимірні об'єкти та багато іншого, щоб зробити відео більш динамічним та привабливим.

З урахуванням різноманітності платформ та форматів у сучасній медіаіндустрії, редактори повинні враховувати особливості кожної платформи (YouTube, Instagram, TikTok тощо) та оптимізувати контент під їхні вимоги.

Відеомонтаж є невід'ємною складовою сучасної медіаіндустрії, що відіграє ключову роль у створенні високоякісного та привабливого контенту. Ця робота викладає методи та важливість відеомонтажу в індустрії розваг, наголошуючи на його здатності контролювати темп та ритм сюжету, скорочувати тривалість відеоматеріалу та підсилювати брендову ідентичність. Добре змонтовані відеоролики мають більші шанси зацікавити аудиторію та стати вірусними на платформах соціальних медіа. Разом із тим, стаття наводить різні методи відеомонтажу, такі як лінійний та нелінійний, що розширюють можливості творчого процесу. Ураховуючи різноманітність платформ та форматів у медіа, редакторам слід оптимізувати контент під кожну з них.

Список використаних джерел

1. Відеомонтаж. Правила та методи відеомонтажа Проект “Studfiles”. [Електронний ресурс] URL: https://studfile.net/preview/2448231/page:3/ (Дата звернення 04.03.2024 рік)

2. Монтаж відео. Проект ”Вікіпедіа”. [Електронний ресурс] URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Монтаж_відео (Дата звернення 04.03.2024 рік)/

УДК 621.84

ВИКОРИСТАННЯ 3Д АНІМАЦІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕДИТАТИВНОГО КОНТЕНТУ ТА ВПЛИВ НА СПРИЙНЯТТЯ ГЛЯДАЧІВ

Попов К.В.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: kyryll.popov@nure.ua

This article explores how 3D animation is used to create meditative content and its impact on viewers' perception.3D animation serves as a powerful tool in crafting meditative content, inducing relaxation and mindfulness among audiences. The use of 3D animation allows content creators to immerse viewers in serene environments, fostering a sense of tranquility and calmness. Employing techniques like rigging and shading enhances the visual appeal of meditative content, creating lifelike experiences that resonate with viewers on a deeper level. Integrating 3D animation into meditative content production offers an efficient means to evoke emotional responses and engage viewers' senses. Strategically incorporating 3D animation transports viewers to tranquil landscapes, facilitating moments of introspection and relaxation.

Медитативний контент – це спеціально створений матеріал, призначений для сприяння розслабленню, зосередженню та внутрішньому спокою у глядачів. Він може включати в себе відео, звуки природи, музику, графіку та інші стимули, спрямовані на досягнення позитивного емоційного стану та підвищення зосередженості.

3D анімація відіграє ключову роль у створенні медитативного контенту, оскільки дозволяє створювати вражаючі та реалістичні візуальні ефекти. Вона дозволяє створювати віртуальні світи, які можуть перенести глядачів в розслаблену та спокійну атмосферу. За допомогою 3D анімації можна створити неймовірно красиві пейзажі, абстрактні форми, рухомі образи та інші візуальні елементи, які сприяють розслабленню та медитації.

Переваги використання 3D анімації в порівнянні з іншими техніками включають реалістичність, креативність, широкий спектр можливостей та здатність до інтерактивності. 3D анімація є потужним інструментом для створення медитативного контенту, який може створити глибокий емоційний зв'язок із глядачами та сприяти їхньому розслабленню та медитації. Найбільший ефект на глядачів створюють деталізація та реалістичність візуальних елементів, таких як архітектура, природа, або об'єкти. Окрему увагу слід звернути на відтворення світла та кольору, які впливають на емоційний стан глядачів та сприяють розслабленню.

Існують різні методи та підходи 3D анімації, що використовуються для створення медитативного контенту. Вони включають в себе викорис-

тання різних програмних платформ, таких як Blender, Maya, або Cinema 4D, для моделювання, текстурування, анімації та освітлення об'єктів. Крім того, важливо враховувати методи анімації, такі як keyframe animation, rigging і motion capture, які дозволяють не лише створювати реалістичні рухи та ефекти, але і надають можливість дотримуватися принципів біомеханіки, щоб рухи були максимально природними та гармонійними.

Використання 3D анімації може сприяти релаксації, зменшувати рівень стресу та тривожності, а також підвищувати загальний настрій глядачів. Вплив візуальних ефектів та атмосфери, створеної за допомогою 3D анімації, на сприйняття глядачів може бути значним. Наприклад, м'які кольори та плавні рухи можуть створити спокійну атмосферу, тоді як яскраві кольори та динамічні образи можуть викликати підвищення енергії та відчуття веселощі.

У світі стрімкого технологічного розвитку, медитація, здавалось би, залишається непохитною основою спокою та релаксації. Проте, з введенням розширеної (AR) та віртуальної (VR) реальності, спокій та медитація отримали нові розміри. Завдяки 3D анімації, користувачі тепер можуть зануритися у віртуальне оточення, де спокій і глибоке зосередження переплітаються з технологічними інноваціями.

Відчуття глибокого занурення стає ключовим аспектом AR та VR в медитації. Користувачі можуть забути про зовнішній світ та повністю зануритись у віртуальне середовище, яке створене для спокою та зосередження. Реалістичні сценарії, які відтворюються за допомогою 3D анімації, допомагають користувачам відчувати себе як у справжньому місці релаксації, будь то зелені поля або тихий пляж.

Використання AR та VR з 3D анімацією в медитації відкриває нові можливості для користувачів у пошуку спокою та релаксації. Ці технології не лише забезпечують занурення у віртуальне середовище, але й дозволяють персоналізувати медитаційний досвід відповідно до потреб кожного користувача.

Список використаних джерел

1. Rogers S. VR Meditation: The Path To Next-Gen Health & Happiness. Forbes. URL: https://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/03/28/vr-meditation-the-path-to-next-gen-health-happiness/?sh=2c985e482ff4 (дата звернення: 05.03.2024).

2. Virtual Reality Therapy: A New Frontier in Mental Health Treatment URL: https://welltoday.medium.com/virtual-reality-therapy-a-new-frontier-in-mental-health-treatment-a5e56d1b2c44(дата звернення: 05.03.2024).

3. A study on the use of virtual reality (VR) for meditation URL: https://www.researchgate.net/publication/366669368_A_study_on_the_use_of_virtual_reality_VR_for_meditation (дата звернення: 05.03.2024).

УДК 681.84

РОЗРОБКА КОРИСТУВАЦЬКОГО ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ВЕБ-САЙТУ

Дудник Д.А., Дорофєєв Д.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Шаповалов С.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
Тел. +38(095)38-60-210,
email: daniil.dudnyk@nure.ua , denys.dorofieiev@nure.ua

This article allows you to consider a wide range of web design aspects and explore their impact on creating an effective interface for websites, while ensuring relevance and interest for modern requirements in the online environment.

Розробка користувацького інтерфейсу (UI) [1,2] є ключовою складовою веб-дизайну, оскільки саме через нього користувачі спілкуються та взаємодіють із веб-сайтом. Тема надзвичайно актуальна в сучасному цифровому світі, оскільки забезпечення високоякісного користувацького досвіду стає все важливішим для успіху веб-проектів та бізнесів в цілому.

В ході роботи проведено аналіз тенденцій веб-дизайну [3]. Розглянуто поточний стан веб-дизайну з метою розгляду впливу його сучасних тенденцій на створення користувацького інтерфейсу (UI). Проаналізовані нові підходи, стилі та функціональні можливості, які спрямовані на вдосконалення користувацького досвіду та взаємодії з веб-сайтами.

Досліджено вже здійснену оптимізацію користувацького інтерфейсу з метою забезпечення максимальної простоти використання та зручності навігації [2]. Робота узагальнює раніше здобуті знання про те, як вдосконалити взаємодію користувачів із веб-сайтом, зокрема шляхом вдосконалення його інтерфейсу. Розроблено структуру, розташування елементів та інших факторів, які визначають зручність користувацького інтерфейсу. При цьому приділяється увага вже встановленим методам оптимізації та їх впливу на користувацький досвід.

Проаналізовано та висвітлено важливість тщательного підбору кольорової палітри та типографії у контексті веб-дизайну. Здійснено ретельний аналіз впливу цих елементів на сприйняття інформації користувачами. Також показано значущість вибору кольорів та шрифтів у формуванні візуальної естетики веб-сайту та визначенні його брендового стилю [3]. На основі цього дослідження вже визначено, які аспекти кольорів і шрифтів важливі для формування ефективного та відповідного бренду інтерфейсу веб-сайту.

Детально розглянуто використання іконок та графічних елементів з метою покращення сприйняття інформації та надання зручної навігації для користувачів. Особлива увага приділена вивченню різноманітних підходів до дизайну графічних елементів, спрямованих на створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, що полегшує взаємодію користувача з платфор-

мою.

Проведено докладний розгляд ергономічних аспектів дизайну, спрямованих на створення інтерфейсу, який надає максимальний комфорт та зручність для користувачів. Проведений аналіз включає в себе вивчення та застосування принципів ергономіки в процесі розробки веб-сайтів з особливим акцентом на досягнення високого рівня задоволення та зручності для кінцевих користувачів. Розглядаються такі ергономічні аспекти, як оптимальне розташування елементів, врахування природних рухів користувача та його зручність при використанні веб-сайту. Досліджено, як ергономіка може впливати на ефективність інтерфейсу, поліпшуючи його взаємодію з користувачем та сприяючи більш приємному використанню.

Розглянуто важливість розробки інтерактивних елементів у користувацькому інтерфейсі з метою сприяння активній взаємодії з користувачами. Здійснено глибокий аналіз технік та підходів до створення таких елементів, які не лише підвищують якість користувацького досвіду, але й сприяють залученню більш широкої аудиторії. Розглядається роль інтерактивних елементів у підвищенні залучення користувачів, наданні їм можливості більш активно взаємодіяти з веб-сайтом чи додатком. Підкреслено, що розробка таких елементів є ключовою для не лише покращення користувацького досвіду, але й для забезпечення успішного залучення та утримання більш широкого кола користувачів. Такий підхід дозволяє не лише зробити взаємодію з веб-ресурсом цікавішою та ефективнішою, але й розширює можливості взаємодії для різних груп користувачів, що може виявити суттєвий вплив на успішність веб-проекту.

Список використаних джерел:

1. Дизайн інтерфейсу користувача [Електронний ресурс] URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD_%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%83_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87%D0%B0 (дата звернення: 31.02.2024).

2. Оптимізація головної сторінки сайту: 5 основ дизайну та SEO [Електронний ресурс]
URL: https://www.ranktracker.com/uk/blog/optimizing-home-page-of-website-5-design-seo-essentials/ (дата звернення 01.03.2024).

3. Аналіз тенденцій веб-дизайну [Електронний ресурс] URL: https://impulse-design.com.ua/ua/osnovnye-trendy-veb-dizajna-2018.html (дата звернення 02.02.2024).

УДК 621.396.96:629.7
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.308

ОГЛЯД МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ МАЛИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Шафроненко Є.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна
e-mail: yevhenii.shafronenko@nure.ua

The problems of using small unmanned aerial vehicles (UAVs) and the possibility of their detection using acoustic methods are considered. It was determined that the growing popularity of UAVs led to their widespread use in various industries, but at the same time, problems related to their unauthorized use arose. The paper considers methods of sound signal processing and defines the limitations of traditional approaches developed for speech recognition when detecting acoustic noises from small UAVs. Particular attention is paid to the selection and analysis of features for effective recognition, as well as the importance of developing adaptive algorithms and applying machine learning methods to improve the accuracy and reliability of small UAV detection systems.

В сучасний період кількість сфер використання малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) стрімко зростає, зокрема в сфері військової справи. Малий розмір, маневреність та здатність до виконання різноманітних завдань роблять їх ефективними інструментами в військових операціях. Малий БПЛА може використовуватися для розвідки, слідкування за територією ворога, а також для атаки на об’єкти з повітря.

Ці безпілотні системи здатні надсилати важливу інформацію з місця подій, забезпечуючи військовим даними для прийняття рішень. Вони можуть бути використані для виявлення потенційних загроз, а також для атаки на стратегічно важливі об’єкти. У зв’язку з цим малі БПЛА стають важливим елементом військових стратегій та тактик, полегшуючи збір інформації та забезпечуючи переваги в сучасних конфліктах.

Таким чином виникає актуальне завдання виявлення малих БПЛА в повітрі. Для виявлення можуть використовуватися методи активної та пасивної радіолокації, теплової локації та систем відеоспостереження. Застосування таких методів для виявлення малих літальних апаратів (БПЛА) може бути викликане значними труднощами через особливості акустичних шумів, що генеруються цими пристроями.

Один із шляхів виявлення малих БПЛА - це застосування акустичних спостережень [1-3]. Шум, який створюється силовою установкою та повітряним гвинтом БПЛА, є значущою ознакою, яку можна використовувати

для виявлення. Розробка та удосконалення методів виявлення, пеленгації та розпізнавання малих БПЛА за допомогою прийому та обробки акустичних сигналів є актуальним.

Методи обробки звукових сигналів, які використовуються для розпізнавання звукових команд у системах управління, зазвичай орієнтовані на мовні сигнали та їх параметри. Застосування таких методів для виявлення малих літальних апаратів (БПЛА) може бути викликане значними труднощами через особливості акустичних шумів, що генеруються цими пристроями.

Наприклад, методи, як LPC (лінійне передбачуване кодування), MFCC (крейда-частотні коефіцієнти кепстрів) і PLP (перцептуальне лінійне передбачення), зазвичай спроектовані для роботи з чіткими і чіткими мовними сигналами. Ці методи можуть бути менш ефективними при аналізі акустичних шумів, які генеруються малими БПЛА.

Для виявлення малих БПЛА можуть використовуватися спеціалізовані методи обробки акустичних сигналів, орієнтовані на характеристики шуму, що випромінюється силовою установкою та повітряним гвинтом апарата. Одним з напрямків може бути використання акустичних спостережень, які базуються на аналізі акустичних сигналів, створюваних малими БПЛА.

Такі підходи можуть включати розробку специфічних методів виявлення, пеленгації та розпізнавання на основі аналізу акустичного випромінювання малих БПЛА, що може бути корисним для вирішення проблем виявлення цих пристроїв.

В розпізнаванні об’єктів, зокрема малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) за акустичним сигналом, важливе значення має вибір та виділення певних ознак. Оскільки пасивні сонари мають обмежений радіус дії, а система обробки повинна бути ефективною та швидкою, правильний вибір ознак стає критичним завданням.

Деякі можливі ознаки, які можуть бути використані для розпізнавання малих БПЛА за акустичним сигналом, включають:

– спектральні характеристики. Аналіз частотного складу акустичних сигналів, зокрема, спектральні піки та їхні зміни, може слугувати як індикатори конкретного типу БПЛА;

– часові характеристики. Визначення характерних часових параметрів, таких як тривалість сигналу, інтервали між сигналами, може допомогти в розпізнаванні;

– амплітудні характеристики. Аналіз амплітуди акустичних сигналів та їхні зміни в часі може також слугувати важливою ознакою;

– шумові характеристики. Врахування або фільтрування акустичних шумів може поліпшити точність розпізнавання;

– інші характеристики. Залежно від конкретних умов і задач, можуть використовуватися інші ознаки, такі як пульсації, зміни в гучності

тощо.

Для покращення ефективності систем виявлення та розпізнавання БПЛА, адаптуючись до змін у середовищі та надаючи точні інформаційні характеристики для ідентифікації акустичних сигналів, що походять від цих літальних апаратів використовують методи просторового виділення сигналів акустичними мікрофонними решітками, які включають в себе використання групи мікрофонів для аналізу акустичних сигналів та виділення їх в залежності від просторового розташування джерела звуку. Ці методи можуть бути важливими для виявлення та відстеження БПЛА за допомогою їх акустичних сигналів. Основні підходи до використання мікрофонних решіток для розпізнавання БПЛА включають:

– формування діаграми напрямленості (Beamforming). Використання мікрофонів для створення діаграми напрямленості, яка може вказати на напрямок, з якого надходить звук від БПЛА. Це дозволяє зорієнтувати систему на конкретний джерело звуку;

– адаптивне фільтрування. Застосування адаптивних алгоритмів для налаштування ваг мікрофонів для максимізації виявлення звуків, що походять від БПЛА, та мінімізації впливу інших джерел шуму;

– просторова обробка сигналів. Використання просторової інформації, отриманої з мікрофонів, для виявлення та розрізнення акустичних сигналів, які генеруються БПЛА, від інших звуків у навколишньому середовищі;

– бінауральна техніка. Використання пар мікрофонів для відтворення просторової чутливості людини, що може полегшити виявлення та розпізнавання акустичних сигналів від БПЛА;

– кореляційні та спектральні аналізи. Використання кореляційних та спектральних аналізів для визначення особливостей акустичних сигналів, які характеризують БПЛА, і відокремлення їх від інших шумових джерел.

Розробка ефективних алгоритмів для вибору та аналізу ознак є критично важливою для створення надійної системи розпізнавання малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) за акустичними сигналами. Оскільки такі апарати можуть мати різні характеристики шуму та звукової підписи, а також можуть працювати в різних умовах і середовищах, необхідно розробляти адаптивні та ефективні методи обробки сигналів.

Ефективні алгоритми обробки сигналів для розпізнавання малих БПЛА можуть включати в себе методи машинного навчання, які допомагають автоматично виявляти та класифікувати акустичні сигнали, використовуючи різні характеристики і функції для аналізу звуку.

Деякі підходи до розробки ефективних алгоритмів можуть включати:

– екстракція ознак. Вибір та екстракція релевантних ознак з акустичних сигналів, таких як спектральні характеристики, часові характеристики та інші параметри звуку;

– машинне навчання. Використання алгоритмів машинного навчання, таких як нейронні мережі, метод опорних векторів (SVM), дерева рішень та інші, для класифікації акустичних сигналів та розпізнавання малих БПЛА;

– адаптивні методи. Розробка алгоритмів, які можуть адаптуватися до різних умов та змін в середовищі, що можуть впливати на звукову сигнатуру БПЛА;

– фільтрація та підсилення сигналів. Використання фільтраційних та підсилювальних методів для покращення якості акустичних сигналів та виділення характерних рис.

Ефективні алгоритми обробки сигналів дозволять покращити надійність та точність систем розпізнавання малих БПЛА за акустичними сигналами, що є ключовим для забезпечення безпеки та ефективності їх використання.

Таким чином, можна зробити висновки, що проблеми, пов'язані із зростанням популярності малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та потребою в їх виявленні через акустичні методи є актуальною. Розглянуто методи обробки звукових сигналів, приділяючи увагу змінам у традиційних підходах, спрямованих на розпізнавання мови, при аналізі акустичних шумів, що генеруються малими БПЛА.

Список використаних джерел

1. Zelnio A.M. Detection of small aircraft using an acoustic array. Thesis. B.S. // Electrical Engineering. Wright State University, 2007. 55 p.

2. Pham T., Srour N. TTCP AG-6: Acousting detection and tracking of UAVs // U.S. Army Research Laboratory. Proc. of SPIE. 2004. Vol. 54. P. 24–29.

3. Sadasivan S., Gurubasavaraj M., Sekar S.R. Acoustis siqnature of an unmanned air vehicle – exploitation for aircraft localisation and parameter estimation // Eronautical DEF SCI J. 2001. Vol. 51, № 3. P. 279–283.

4. Oleynikov V., Kartashov V., Sheiko S., Zubkov O. (2022). Determining the location of small unmanned aerial vehicles by acoustic radiation. Radiotekhnika, 3(210), 113–127. https://doi.org/10.30837/rt.2022.3.210.09

5. В. М. Олейніков, В. М. Карташов, С. О. Шейко, О. В. Зубков, О. І. Олейнікова. Визначення місця положення малорозмірних безпілотних літальних апаратів за акустичним випромінюванням. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.–техн. сб. 2022. № 210, С. 113–127.

УДК 681.84

ТЕХНОЛОГІЯ ШЕЙПОВОЇ ТА ПЕРСОНАЖНОЇ АНІМАЦІЇ В AFTER EFFECTS

Рибак А.В.
Науковий керівник – Ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(050) 702-90-89, e-mail: artem.rybak@nure.ua.

This work is dedicated to the technology of shape and character animation in After Effects. After Effects excels in crafting dynamic shape and character animations, widely utilized in video production and motion graphics. Its advantages include powerful tools, keyframe-based animation, and seamless integration. However, there's a learning curve for beginners, and resource-intensive tasks may demand robust hardware. Despite challenges, After Effects remains a preferred choice for professionals due to its versatility and visual impact.

Шейпова анімація в After Effects - це метод використання векторних об'єктів (шейпів) для створення анімаційних ефектів. Цей підхід дозволяє створювати плавні та гнучкі рухи об'єктів. Історія шейпової анімації пов'язана з розвитком комп'ютерної графіки. Використовується в мультимедійних проектах, рекламі, відеоіграх та анімаційних фільмах для створення динамічних та естетично привабливих візуальних ефектів.

Персонажна анімація в After Effects - це процес створення рухомих персонажів за допомогою програмного забезпечення. Історія цього напрямку пов'язана з розвитком анімації та комп'ютерної графіки. Використовується у виробництві анімаційних відеороликів, рекламних роликів, веб-серіалів та ігор для створення живих та виразних персонажів.

Шейпові ролики - це найпростіший тип анімації, збирається з пошарових ілюстрацій. Ілюстрація для шейпових роликів готується в Adobe Illustrator, розбивається на шари, так, щоб рухати окремі шари, анімуючи їх.

Раніше цей тип анімації називався перекладною анімацією (або перекладкою). Так, наприклад, зроблено South Park. Цікаво, що перші серії мультсеріалу зроблені на основі зйомки паперових шарів і вже згодом стали створюватися цифровим способом.

Чим детальніше ілюстрація розбита на частини, тим складнішу анімацію можна зробити. Шари переносяться в After Effects, де вже кожен шар рухається самостійно. Або ж, у випадку, наприклад, з персонажами, шари зчіплюються один з одним (ручки і ніжки з тулубом і так далі) і рухаються як система.

Плюси підходу:

1. Можна розділити роботу між ілюстратором та аніматором/моушн-дизайнером. Це сильно зменшує ймовірність, що аніматор "зламає" малю-

нок, тому що він фактично рухає готові частини.

2. Ілюстрація може бути переведена в нативний векторний формат самого After Effects. І тоді стає можливим деформувати вектор: не просто рухати, а змінювати його (наприклад, закривати і відкривати рот у персонажів).

3. Висока швидкість роботи. Уже є готова ілюстрація, не потрібно перемальовувати її в кожному кадрі. І виробіток тут може бути дуже високим: до хвилини готового ролика на день.

Недоліки:

1. Обмеженість руху. Таку анімацію також називають лімітованою - є кінцевий репертуар того, що можна зробити з малюнком.

2. Це не анімація рівня Disney.

3. Найчастіше підсумковий ролик має досить простий вигляд.

Софт: Illustrator і After Effects.

Що важливо знати і вміти: якісно продумані переходи, продумана композиція. Також на підсумковий результат сильно впливає робота ілюстратора.

Складність освоєння: один із найдоступніших в освоєнні напрямків, для подібного рівня роликів буде достатньо місяця-двох вивчення After Effects. Перший осмислений результат можна отримати вже через тиждень.

Актуальність: напрямок проходить пік популярності, але, як і раніше, знайде клієнта.

Список використаних джерел:

1. Види 2D моушн-дизайна. URL: https://medium.com/design-pub/виды-2d-моушн-дизайна-fea60e01f7b2 (дата звернення: 04.03.2024)

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.314

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПРОВЕДЕННЯ ДЕМОСТРАЦІЙ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ

Дорофєєв Д.О., Дудник Д. А.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Шаповалов С.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: denys.dorofieiev@nure.ua, daniil.dudnyk@nure.ua

Examined methods of showcasing game content, emphasising the role of platforms such as YouTube and Twitch. Described how technologies, from VR to graphics engines, enhance game demonstrations. Explained how educational games use demonstration to immerse the learning experience. Conveyed how game content has a significant impact on culture by shaping values and perceptions.

Відкриваючи нові можливості для взаємодії та розвитку, ігровий контент став ключовим аспектом сучасного способу розваг та культурного спілкування. Засоби демонстрації ігор, такі як YouTube (рис. 1), Twitch, а також використання передових технологій, надають унікальні можливості для взаємодії та поглибленого занурення в ігровий світ [1].

Рисунок 1 – Стрімінгова платформа YouTube

Оскільки ігри вже давно перетворилися на глобальний культурний феномен, ставши важливим елементом сучасного способу життя. Їх вплив на розвиток креативності, соціальну взаємодію та когнітивні здібності визнаний як надзвичайно значущий. Засоби демонстрації стають мостом між гравцем і грою, розкриваючи всі аспекти інтерактивного світу.

YouTube визначено як один з основних каналів демонстрації ігрового контенту. Платформа не лише дозволяє гравцям ділитися своїми ігровими досягненнями, а й створює нові можливості для геймінг-ком’юніті

взаємодіяти та спільно розвиватися.

Twitch, як велика платформа для стрімінгу, перетворився в епіцентр живої стрімінгової культури. Здійснюючи взаємодію в реальному часі, гравці та глядачі можуть спілкуватися, обмінюватися досвідом та створювати спільноти, що розвиваються на основі їхніх ігрових інтересів (рис. 2).

Рисунок 2 – Стрімінгова платформа Twitch

Освітні ігри та їх демонстрація визначають нові можливості для навчання та розвитку навичок через захопливий ігровий досвід. Цей розділ оглядає вплив освітніх ігор на сучасну систему освіти та їхню роль у розвитку креативності та критичного мислення.

У роботі було проведено аналіз наявних засобів, що використовуються для демонстрації ігрового контенту. Представлено огляд сучасних програмних і апаратних засобів для створення прямої трансляції, включно з vMix, OBS Studio, Wirecast, TriCaster та іншими [2]. Розглянуто основні принципи роботи програмних та апаратних засобів, що використовуються для прямої трансляції, включно з їхніми особливостями та можливостями. Також проведено практичні дослідження засобів для демонстрації ігрового контенту, включно з тестуванням їхніх функціональних можливостей, стабільності роботи та якості трансляції.

На основі результатів досліджень було запропоновано рекомендації щодо вибору засобів для створення прямої трансляції залежно від конкретних завдань і вимог, наприклад це стрім спортивного матчу на YouTube, стрімінг ігор на Twitch.

Для проведення трансляції в режимі онлайн необхідно мати комп'ютер:

1. Процесор: мінімум Intel Core i7 або аналогічний процесор із тактовою частотою не менше 3,6 ГГц.
2. Оперативна пам'ять: мінімум 32 ГБ.
3. Відеокарта: зовнішня з 12 ГБ відеопам'яті.

4. Сховище даних: мінімум 512 ГБ SSD та 2 ТБ Жорсткого диску.

5. Інтернет-з'єднання: швидкість щонайменше 150 Мбіт/с для стримінгу в роздільній здатності 4K.

6. Допоміжна апаратура: якісна веб-камера яка може підтримувати роздільну здатність 4K, мікрофон з шумозаглушенням та кілька світлодіодних ламп.

Засоби демонстрації ігрового контенту визначають не тільки наше розважальне спілкування, але й взаємодію, освіту та культурні зміни. У даній роботі я спробував охопити різноманітні аспекти цього феномену, віддавши належну увагу ключовим аспектам, які визначають сучасний світ ігор та їхній вплив на наше життя [3].

Таким чином, у роботі було зазначено, що вибір програмних і апаратних засобів для створення прямої трансляції повинен бути заснований на аналізі вимог, функціональних можливостей і цілей трансляції, а також на практичному тестуванні та порівнянні різних варіантів проведень прямих трансляцій.

Список використаних джерел :

1. Ковальова І.А., Сирота А.В. Аналіз програмних та апаратних засобів для створення прямих відеотрансляцій // Тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів "Актуальні проблеми теорії та практики в сучасних технологіях". – 2019. – С. 41-44.

2. Литвин А.С., Ковальчук Л.М. Апаратні та програмні засоби для проведення прямих відеотрансляцій // Збірник наукових праць Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2019. – Вип. 2. – С. 108-113.

3. Головко В.І. Апаратні засоби для ведення прямих відеотрансляцій // Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2019. – Вип. 33. – С. 35-40.

4. Горошко А. І. Використання сучасних технологій та інструментів для організації live ефірів / А. І. Горошко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 61–62.

5. Грицаков І. В. Програмно-апаратні засоби для проведення ONLINE трансляції / І. В. Грицаков // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 82–83.

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.317

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМ ПРИ СТВОРЕННІ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО КОНТЕНТУ

Корнієнко Д.В.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.korniienko1@nure.ua

In today's world, it is already impossible to imagine life without a smartphone, which has become a full-fledged part of our daily life at almost every level. According to the idea of the developers, the alarm clock on the iOS system was able to become a full-fledged sleep diary, and a simple diary of events can become a real mood calendar, and the calculator - a financial journal. An individual approach to the user on the part of the program turns it from a simple tool into an "assistant", the use of which, without leaving aside the functionality, will make it more attractive.

В сучасному світі вже неможливо уявити життя без смартфону, який став повноцінною частиною нашого побуту майже на кожному рівні. Сучасні смартфони можуть використовуватись у максимально різних видах діяльності, починаючи від простого доступу до інформації (перегляд фільмів, прослуховування музики і т.і.) та зв’язку з іншою людиною у майже будь якому куточку Землі і закінчуючи професійною фотозйомкою та навіть програмуванням. Науковці минулого, що розробили перші комп’ютери, і уявити не могли, що у майбутньому ми зможемо носити в кишені пристрої, які зможуть виконувати ті ж самі функції, що і їх комп’ютери, для розташування яких має бути виділена ціла кімната. Звісно, така універсальність можлива не лише завдяки потужним компонентам, що використовуються у сучасних смартфонах, але і не в останню чергу гнучким операційним системам, які дозволяють в найменших деталях налаштувати смартфон та його програмне забезпечення в залежності від вподобань користувача.

Огляд лвтературних джерел показав, що не всі операційні системи смартфонів пройшли випробування часом. Наприклад, не дивлячись на досить потужні на той час компоненти, смартфони, що використовували операційну систему Windows Phone не змогли отримати популярності [1].

Система Android - це операційна система для мобільних пристроїв, розроблена компанією Google. Вона базується на ядрі Linux і використовується на широкому спектрі пристроїв, від смартфонів і планшетів до телевізорів, автомобільних пристроїв і навіть побутових пристроїв, таких як холодильники і приставки для стрімінгу.

Популярність Android пояснюється кількома ключовими факторами:

1. Відкритість і доступність. Android є відкритою операційною системою, що означає, що розробники можуть вільно використовувати її код для створення різних пристроїв і програм. Це сприяє широкому розповсюдженню та інноваціям у мобільній індустрії.

2. Android інтегрована з екосистемою Google, що включає такі сервіси, як Gmail, Google Maps, YouTube і Google Drive. Це робить використання Android зручним і привабливим для користувачів, які вже використовують інші послуги Google.

3. Android працює на пристроях різних виробників, таких як Samsung, Huawei, Xiaomi, LG і інші. Це дозволяє користувачам вибирати пристрій, який відповідає їх потребам і бюджету.

Щодо сегментів ринку, Android особливо популярний серед користувачів з середнім і нижчим класом доходів, оскільки на Android доступно багато доступних пристроїв різних цінових категорій. Android також досить поширений у країнах з розвиваючимся економічними умовами, де він є доступним для більш широкого кола людей, ніж інші платформи [2].

Система iOS - це операційна система, розроблена компанією Apple Inc. для їхніх мобільних пристроїв, таких як iPhone, iPad і iPod Touch. Основна мета iOS - забезпечити користувачам інтуїтивно зрозумілий і стабільний інтерфейс, а також максимальну безпеку та простоту використання.

Популярність iOS забезпечується декількома факторами:

1. Екосистема Apple. iOS є частиною екосистеми продуктів Apple, що охоплює як апаратне, так і програмне забезпечення. Це означає, що власники iPhone, iPad отримують доступ до широкого спектру інтегрованих сервісів, таких як iCloud, iTunes, App Store, Apple Music і багато інших.

2. Якість інтерфейсу та користувацький досвід. iOS має чистий дизайн, спрощений процес налаштування та використання пристроїв, а також широкий вибір додатків і гарну оптимізацію під апаратне забезпечення.

3. Безпека та конфіденційність. iOS відзначається високим рівнем захищеності від вірусів, шкідливих програм та інших загроз безпеці.

Щодо сегментів ринку, iOS завойовує особливе місце в преміум-сегменті смартфонів і планшетів. Продукція Apple часто спрямована на високоякісність, дизайн та високотехнологічні характеристики, що робить її привабливою для клієнтів, які шукають елітність та продуктивність. Крім того, iOS зазвичай має сильну підтримку з боку розробників застосунків, особливо в галузях, таких як креативність, продуктивність та розваги [3].

Різниця навіть у простих та базових застосунках робить вибір користувача між смартфонами та їх системами важчим. Ризик втратити функціонал навіть однієї базової програми при міграції між системами ставить під питання саму раціональність рішення переходу. Тому, кожен розробник що розроблятиме свою програму під окрему систему, але з планом на майбутній «порт» не в останню чергу має задумуватись над повним збе-

реженням функціоналу оригіналу, навіть без додавання для «портованої» додаткових функцій, що відрізняли б її від оригінального застосунку [4]. У випадку дипломної роботи будуть використані ті ж принципи та філософія, описані вище. Для проекту було обрано рішення розробити просту програму, яка має на меті роль «базової», основною функцією якої буде створення події та нагадування про час, у який вона відбуватиметься. Так як застосунок, що розробляється, є досить простою програмою, що має на меті бути невеликим щоденником подій та використовувати нагадування як основну функцію, обрізати чи навпаки розширювати його функціонал під окрему систему було б сумнівним рішенням. Користувач матиме повний функціонал застосунку як на Android, так і на iOS.

У якійсь мірі натхненна розширеним у функціоналі за допомогою застосунку «Здоров'я» будильником на системі iOS, програма має на меті бути більш персональною та індивідуальною по відношенню до користувача. Події, важливість яких мінятиметься в залежності від обраного користувачем під час їх створення настрою, будуть мати різне нагадування. Такий сентиментальний підхід програми до користувача робитиме її не просто інструментом, а ще однією можливістю для користувача задати собі питання «як я себе почуваю?», яке особливо важливо звучить у нас цифровий час. Таким ж чином, як за задумкою розробників будильник на системі iOS зміг стати повноцінним щоденником сну, так і простий щоденник подій може стати справжнім календарем настрою, а калькулятор — фінансовим журналом. Індивідуальний підхід до користувача з боку програми перетворює її з простого інструмента на «помічника», користування яким, не залишаючи осторонь функціонал, робитиме її привабливішою.

Список використаних джерел

1. Former and current Microsoft staffers talk about why Windows phones failed [Електронний ресурс] URL: https://www.windowscentral.com/microsofts-terry-myerson-and-others-why-windows-phone-failed-thats-fixed-now (Дата звернення 04.03.2024 рік)

2. 15 Advantages and Disadvantages of Android Operating System. [Електронний ресурс] URL: https://barrazacarlos.com/advantages-and-disadvantages-of-android-operating-system/ (Дата звернення 04.03.2024 рік)

3. 10 Pros And Cons Of iPhone. [Електронний ресурс] URL: https://honestproscons.com/iphone-advantages-and-disadvantages/ (Дата звернення 04.03.2024 рік)

4. Switching to Android: Comparing the core iOS vs Android apps. [Електронний ресурс] URL: https://www.androidcentral.com/switching-android-comparing-ios-vs-android-core-apps (Дата звернення 04.03.2024 рік)

УДК 681.84

АНАЛІЗ ХУДОЖНЬОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ADOBE PHOTOSHOP

Єхало А.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: andrii.iekhalo@nure.ua

This work is dedicated to the general review of tools and methods for artistic editing of graphic images available in the Adobe Photoshop software environment, considering their usage in the process of product creating in media production and entertainment industry. The review is based on the latest versions of the software (specifically Adobe Photoshop editions of 2020 – 2024 years). The work does not focus on technical aspects of the software but examines it from the perspective of various UI/UX interactions concerning digital content creators directly.

Adobe Photoshop є передовим графічним редактором, що протягом майже тридцяти п’яти років свого існування й розвитку задав ряд стандартів у сфері обробки цифрових зображень.

Як растровий редактор, Photoshop надає можливість створювати зображення, застосовуючи маніпуляції з різними його частинами, що накладаються одна на одну. Мова йде про шари. Графічні дані, розподілені на різних шарах, в сумі візуально утворюють цільну композицію, враховуючи колірні властивості кожного пікселя. Тобто піксель або містить колір, або містить частково (напівпрозорість), або повністю прозорий.

Окрім того, різні режими накладання (двадцять шість режимів розподілених на кілька груп) дозволяють досягти різноманітних цікавих візуальних ефектів, по-різному комбінуючи колірні дані розміщених поруч шарів. Говорячи про можливість маніпулювати напівпрозорістю шару, тобто залишити щось на зображенні видимим, а щось невидимим, варто сказати про маски. За аналогією з малярською стрічкою, шар-маска дає змогу тимчасово приховати частину зображення абсолютно довільної норми, причому, це виглядає так, ніби частина зображення стерта. Це може знадобитися в тому випадку, якщо на фото зображено певний складний об’єкт (наприклад, волосся, шерсть, листя тощо), який не вдасться вирізати з першої спроби й потребує особливої точності.

Говорячи про можливість «вирізати» потрібні об’єкти з зображення, варто розглянути власне набір інструментів та методів виділення, що доступні в Photoshop. Є як інструменти ручного виділення («Ласо», «Виділення прямокутної області», «Перо» тощо), так і більш автоматичного (інструмент «Чарівна паличка», «Швидке виділення», «Виділення предмета»), що застосовують алгоритми розпізнавання предметів на фото за

подібністю кольорів, а в більш сучасних версіях програми — за допомогою штучного інтелекту. Більш того, існує можливість виділити певні області зображення за критерієм кольору (наприклад, виділити на фото всі пікселі з відтінком зеленого).

Окрім звичайних шарів, що містять графічні дані, Photoshop надає змогу створювати суто функціональні шари, що не містять пікселів, однак при накладанні на нижні шари надають їм певний ефект. Це так звані коригуючі шари. Їх основне призначення — колірна корекція, причому з різними підходами. Необхідно відмітити такий засіб, як «Маріонеткова деформація», за допомогою якого предмет на фото можна виділити, «покрити сіткою», та потрібним чином трансформувати, перетягуючи за «вузли» сітки, не спотворюючи предмет візуально. При подібних маніпуляціях якість зображення спотворюється (особливо при зміні масштабу). Тож аби цьому запобігти, існує метод створення так званих «смарт-об'єктів» — «розумних» шарів, які записують усі дії, що були проведені над ними попередньо. Завдяки цьому в разі помилки можна без проблем зробити «відкат» усіх змін, або ж динамічно змінювати ефекти, що застосовуються відносно даного шару.

У Adobe Photoshop можна як користуватися набором стандартних пензлів, так і створювати свої під різні потреби. В процесі обробки зображення цифровий художник може находу змінювати параметри пензля, налаштовуючи його розміри та рівень напівпрозорості, а за наявності графічного планшета — нахил та натиск, що напряму залежать від положення сенсорного пера на поверхні планшета.

Окрім всього цього, Photoshop, як і багато інших графічних редакторів, містить фільтри, що роблять можливості редагування зображень практично необмеженими: починаючи від суто «механічних», що коригують різкість чи розмиття зображення, і закінчуючи різноманітними художніми фільтрами, за допомогою яких нескладо перетворити фото на, наприклад, рисунок олівцем чи вітраж.

Список використаних джерел

1. Adobe Photoshop [Електронний ресурс] URL: https://www.britannica.com/technology/Adobe-Photoshop, (Дата звернення 04.03.2024 рік).

2. What is Photoshop [Електронний ресурс] URL: https://www.agitraining.com/adobe/photoshop/classes/what-is-photoshop, (Дата звернення 04.03.2024 рік).

3. Photoshop Toolbar Overview [Електронний ресурс] URL: https://www.photoshopessentials.com/basics/photoshop-tools-toolbar-overview, (Дата звернення 04.03.2024 рік).

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.322

АНАЛІЗ ФОТОГРАМЕТРІЇ ЯК МЕТОДУ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ

Багаєва М.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(099) 162-81-43, e-mail: milena.bahaieva@nure.ua.

Photogrammetry remains in today's world, offering precision, flexibility, and efficiency in creating 3D models from 2D images. It's especially vital for cultural heritage preservation, endangered by time, disasters, or human activities. Additionally, drones and software advancements make photogrammetry more accessible and effective, transforming images into 3D models for various applications. This process, based on principles of digital imaging and photogrammetry, involves subtracting space to isolate objects for detailed processing or analysis.

Фотограмметрія залишається надзвичайно актуальною технологією у сучасному світі, оскільки вона пропонує високу точність, гнучкість та ефективність у створенні тривимірних моделей з двовимірних зображень. Особливо важливою фотограмметрія стає у контексті збереження культурної спадщини, що зазнає шкоди від часу, катастроф чи людської діяльності. Крім того, розвиток безпілотних літальних апаратів (дронів) та вдосконалення програмного забезпечення роблять фотограмметрію ще більш доступною та ефективною.

Процес фотограмметрії полягає у перетворенні зображень або даних LiDAR на 3D-модель, яку в подальшому можна використовувати в багатьох галузях [1]. Цифрова фотограмметрія заснована на ключових принципах цифрового зображення і фотограмметрії, комп’ютерної техніки, цифрової обробки зображень, комп’ютерного зору, розпізнавання образів та предметів. Основна сфера застосування цього методу – детальні й точні тривимірні об’єкти.

Віднімання простору – це процес фотограмметрії, який використовує деякий відомий простір об'єкта (контрольну точку), пов'язану з нею точку на зображенні та рівняння колінеарності для обчислення елементів внутрішньої, зовнішньої орієнтації та інших додаткових параметрів.

Це процес, який використовується для видалення фону або небажаних об'єктів зі сцени, зосереджуючись лише на цільовому об'єкті.Віднімання простору дозволяє ізолювати об'єкт для подальшої детальної обробки або аналізу, усуваючи зайві елементи, які можуть заважати процесу створення 3D-моделі.

Зазвичай потрібно більше шести контрольних точок, щоб виконати

обчислення коригування за методом найменших квадратів у фотограмметричній просторовій резекції [2].

Математичне представлення, яке вказує на те, що простір A(X, Y, Z) і відповідні йому точки зображення a(x, y) лежать на одній прямій, що проходить через центр проекцій S (X_S, Y_S, Z_S) має наступний вигляд:

$$\begin{bmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \\ -f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - X_S \\ Y - Y_S \\ Z - Z_S \end{bmatrix} \quad (1)$$

З виразу (1) отримаємо фундаментальне, для аналітичної фотограммерії, рівняння умови колінеальності:

$$x - x_0 = -f \frac{a_1 \cdot (X - X_S) + b_1 \cdot (Y - Y_S) + c_1 \cdot (Z - Z_S)}{a_3 \cdot (X - X_S) + b_3 \cdot (Y - Y_S) + c_3 \cdot (Z - Z_S)}$$

$$y - y_0 = -f \frac{a_2 \cdot (X - X_S) + b_2 \cdot (Y - Y_S) + c_2 \cdot (Z - Z_S)}{a_3 \cdot (X - X_S) + b_3 \cdot (Y - Y_S) + c_3 \cdot (Z - Z_S)} \quad (2)$$

де (x, y) – координата точки зображення, (x_0, y_0) – координата основної точки зображення; f – основна відстань; x_0, y_0, f – елементи внутрішньої орієнтації зображення; (X,Y,Z) – точка тривимірного об'єктного простору; (X_S,Y_S,Z_S) – об'єктно-просторова координата центру проекції S; (a_i,b_i,c_i, i=3) – функції 9 напрямлених косинусів, що складаються з 3 кутових елементів зовнішньої орієнтації.

Встановлення відносного положення та орієнтації між двома або декількома зображеннями однієї й тієї ж сцени називається відносною орієнтацією. Це необхідно для визначення взаємного розташування камер у момент зйомки, що дозволяє точно відтворити тривимірну структуру сцени через створення стереопари. Цей процес є фундаментальним для подальшої реконструкції 3D-простору [3].

$$F = \begin{bmatrix} b_x & b_y & b_z \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ u_2 & v_2 & w_2 \end{bmatrix} = 0 \quad (3)$$

де

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{bmatrix} = R_{left} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = R_{right} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix} \quad (4)$$

R_{left} та R_{right} – відповідно, матриці лівого та правого зображення; (x_1,

y_1), (x_2, y_2) – координати точок перетину.

Розглянемо випадок, коли орієнтування при визначенні масштабу побудоване на відносних величинах. Припустимо, що λ – масштабний коефіцієнт; a_i,b_i,c_i – косинуси напрямів кутів між відповідними системами координат моделі; (U,V,W) – координати моделі; (X,Y,Z) - фотограмметричні координати точок моделі.

Тривимірне лінійне перетворення в матричній формі:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (5)$$

Отже, віднімання простору, відносна орієнтація, та абсолютна орієнтація – це ключові поняття в галузі фотограмметрії, які використовуються для обробки зображень та створення точних тривимірних моделей об'єктів. Комбінація цих процесів дозволяє ефективно перетворити серію знімків на точні тривимірні цифрові моделі реальних об'єктів, які можуть бути використані в широкому спектрі застосувань.

Ця технологія знайшла своє застосування в різноманітних галузях, від геодезії до збереження культурної спадщини, забезпечуючи не лише високу точність і гнучкість, але й значну ефективність.

Розвиток програмного забезпечення та поширення дронів відкривають нові можливості для фотограмметрії, роблячи її ще більш доступною для широкого кола користувачів.

Список використаних джерел:

1. Qin R., Gruen A. The role of machine intelligence in photogrammetric 3D modeling – an overview and perspectives. International Journal of Digital Earth. 2020. P. 1–17. URL: https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1805037 (date of access: 26.02.2024).

2. Zhang, Chunsen, and Wanqiang Yao. "The comparisons of 3D analysis between photogrammetry and computer vision." The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 37 (2008): 33-36.

3. Hartley, Richard I., and Joseph L. Mundy. "Relationship between photogrammmetry and computer vision." Integrating photogrammetric techniques with scene analysis and machine vision 1944 (1993): 92-105.

4. Багаєва М. А. Фотограмметрія / М. А. Багаєва // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 53–54.

УДК 681.84

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІГОР

Драчко Є.О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(066) 158-59-54, e-mail: yevhenii.drachko@nure.ua

3D models are used in various fields such as manufacturing, medicine, game development, architecture, design, and others. In manufacturing, they help in creating prototypes, testing products, and developing complex mechanisms. In medicine, they can be used for creating implants, planning surgeries, and educating medical students. In game development, 3D models are used to create visually appealing game characters and worlds.

3D-моделювання дозволяє виявити творчий потенціал у створенні нових продуктів, середовищ і персонажів. Дизайнери можуть втілювати свої ідеї у віртуальних об'єктах, що відкриває широкі можливості для інновацій та естетичного розвитку. Виробничі компанії використовують 3D-моделі для віртуального проектування та тестування продуктів перед виробництвом. Це дозволяє виявити можливі проблеми та внести необхідні зміни на ранніх етапах розробки.

3D-моделі створюють реалістичні візуальні образи, які можуть бути використані для віртуальної реалізації ідей, ігор, тренувань та інших застосувань у віртуальній та доповненій реальності. У медицині 3D-моделі використовуються для створення індивідуальних протезів, планування хірургічних операцій та навчання медичних працівників. У науці вони допомагають у вивченні складних процесів та фізичних явищ. 3D-моделі стають ефективними засобами для навчання студентів у різних галузях знань, від історії до технічних наук. Вони дозволяють створювати інтерактивні навчальні матеріали та симуляції, які покращують засвоєння матеріалу.

Використання 3D-моделей дозволяє зменшити час і витрати на проектування, виробництво та тестування продуктів, що робить їх ефективними інструментами для підприємств і бізнесу.

Усі ці аспекти свідчать про те, що 3D-моделювання є важливим і актуальним інструментом у багатьох сферах діяльності, що продовжує розвиватися та знаходити нові застосування у сучасному світі.

Отже, 3D-моделювання є важливим і актуальним інструментом, який дозволяє реалізовувати творчі ідеї, оптимізувати виробничі процеси та забезпечувати конкурентоспроможність у сучасному світі.

Процес створення 3D моделей для використання у відеоіграх починається зі створення високодеталізованої моделі об'єкта або персонажа. Для цього зазвичай використовуються програми, такі як 3D MAX, Maya або Blender. Далі ці моделі можуть піддаватися доналаштуванню та дороб-

ці у програмах, таких як ZBrush, MudBox або знову Blender.

Після створення моделі наступним кроком є побудова розкладки, де художники відтворюють об'єкт або персонажа на плоскості. Потім накладаються текстури, які відтворюють деталі та характеристики об'єкта. Для надання реалістичності використовуються різноманітні текстурні мапи, такі як diffuse, bump, specular та інші. Важливим аспектом є те, що у комп'ютерних іграх використовуються низькополігонні версії моделей для оптимізації продуктивності. Це означає, що моделі знижують рівень деталізації, але залишають відображення об'єкта виглядом, що заданий високодеталізованою моделлю.

Рисунок 1

Коли всі моделі та текстури готові, їх експортують у гральний двигун, що відповідає за відтворення гри. Таким чином, створюються 3D персонажі, об'єкти та оточення, які використовуються у відеоіграх.

Список використаних джерел:

1. Тизер (Teaser) – що це таке, як працює та навіщо потрібен. [Електронний ресурс] URL: https://termin.in.ua/tyzer-teaser/(дата звернення: 25.03.2023)

2. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON). -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.327

АНАЛІЗ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОД У НЕДЕТЕРМІНОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Солодов В.Д.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: vitalii.solodov@nure.ua

The technology of autonomous navigation of mobile ground robots (MGR) is a complex combination of algorithms, sensors, actuators and powerful processors running specialized software. Each of these components plays a critical role in enabling autonomous MNRs to accurately capture their surroundings and track the location of obstacles in a non-deterministic environment.

Більшість компаній, що розробляють мобільних наземних роботів (МНР), забезпечують їхню автономність за допомогою двох основних видів сенсорів - лідара (LiDAR) або камер у поєднанні з радарами та технологіями комп'ютерного зору (CV). Найчастіше ці інструменти використовуються в комплексі, але кожен із виробників виділяє одну з них як пріоритетну. У цій статті ми зробимо короткий огляд кожної технології та спробуємо розібратися – за якою з них майбутнє.

Абревіатура LiDAR розшифровується як Light Detection And Ranging («виявлення та визначення дальності за допомогою світла»). Це сенсор, що використовує світловий імпульс у вигляді лазерного променя для сприйняття навколишнього середовища [1]. Тому лідари часто називають «лазерними лідарами», хоча в приладах можуть використовуватися будь-які імпульсні випромінювачі. Залежно від фізичного пристрою, лідари поділяють на два основні типи - рухомі та статичні.

Рухомі або кругові лідари розташовуються з гори МНР у спеціальних модулях. Датчики, що знаходяться в них, постійно обертаються, забезпечуючи огляд на 360°. Показання основних лідарів з гори підкріплюються даними з додаткових лазерних випромінювачів для бічного огляду. Рухомі або механічні лідари виробляють такі компанії, як Velodyne, Waymo та Luminar.

Статичні лідари (Solid state LiDAR) – блоки зі статично зафіксованими або регульованими датчиками, що сканують з високою швидкістю певну область за напрямом руху МНР [1]. Зазвичай таких датчиків у статичному лідарі чотири - кожен охоплює сектор огляду в 90°, а після інформація з них зводиться в цілісну картину з охопленням на 360°. Подібні технологічні рішення виробляють китайські компанії Robosense та Hesai Technology, німецька Blickfeld та канадська LeddarTech.

Датчик LiDAR - це комплекс із випромінювача та сенсора, який використовує лазерні імпульси (ультрафіолет або інфрачервоне випромінювання) для виявлення об'єктів навколо себе [1]. Проходячи від випромінювача на МНР до найближчої поверхні та назад до фотосенсора, лазер заміряє відстань між ними за допомогою методу фазового зсуву [2]. Ці обчислення вираховуються за такою формулою:

$$D = \frac{E_t * c}{2},$$

де Et – час повернення імпульсу; C – швидкість світла; D – загальна відстань.

Частота сканування лідара становить 50-100 променів за секунду. У середньому лідарна система щомиті здатна відправляти та приймати близько 100 000 лазерних імпульсів на секунду. Лазер може зчитувати навколишні об'єкти на відстані до 60 метрів від сенсора.

Подібна щільність імпульсів та охоплення дозволяють лідару створювати візуальну тривимірну карту навколишнього простору на основі маси отриманих зворотних імпульсів. Безліч подібних лазерних імпульсів формують масив або «хмару точок» [1]. На основі різних хмар точок бортовий комп'ютер МНР будує об'єкти, що становлять тривимірний «пейзаж» навколишнього світу. Ця віртуальна картина може бути основою для подальших маневрів МНР у недетермінованому середовищі [2].

Після отримання даних від сенсорів LiDAR обробляє інформацію в 3 етапи. Кластеризація проводиться за допомогою маси лазерних імпульсів, лідар уловлює контури навколишніх об'єктів, фіксуючи їх на умовній об'ємній «карті» [2]. Відскановані контури порівнюються з реальними об'єктами та класифікуються для подальшої обробки. Об'єкти, які ідентифіковані, передбачаються щодо всіх можливих рухів, які вони можуть зробити.

Завдяки подібному алгоритму обробки інформації, лідари можуть відображати багатогранну картину свого оточення в режимі реального часу, дозволяючи МНР щохвилини приймати сотні ретельно прорахованих рішень про маневри в недетермінованому середовищі [1].

Переваги лідарів:

– забезпеченість даними: LiDAR забезпечує постійний потік інформації для безпечного руху МНР;

– висока точність та швидкість: Лазери лідара зчитують навіть найменші деталі швидше та точніше, ніж комп'ютерний зір;

– відносно слабкий вплив зовнішніх умов: Лідар може працювати ефективно навіть при поганих погодних умовах;

– економія обчислювальних ресурсів: Використання лідара зменшує потребу в обчислювальних потужностях.

До недоліків технології LiDAR можна віднести:

– висока вартість LiDAR;

– складність інтерпретації. Обробка великої кількості даних від

лідара може бути часово- та ресурсоємкою;

– залежність від технічного стану. Точність даних лідара може змінюватися в залежності від стану його датчиків.

Автономна навігація МНР далеко не єдине застосування цієї технології. Лідар можна використовувати для створення 3D-карт з високою роздільною здатністю або лазерного сканування певних областей на поверхні землі або навіть інших планет. Лідари знайшли застосування у картографії, археології, геології, архітектурі, метеорології та сільському господарстві [2].

Хоча у більшості систем на основі лідерів також використовуються камери, існує паралельний напрямок розвитку технологій сенсорних пристроїв для МНР, який спирається виключно на обробку відео за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору (CV). Такі системи є комбінацією апаратного (камери, радари) і програмного забезпечення, що дозволяє роботу візуально сприймати навколишній світ.

На відміну від LiDAR, що спирається на тривимірну картинку, складену з «хмари точок» CV-система використовує двовимірну картинку, яка потім обробляються за допомогою комп'ютерного зору, машинного навчання та штучного інтелекту, щоб виявити об'єкти на зображенні [1]. Цей процес розбитий на кілька основних кроків.

Object Detection це процес визначення конкретних об'єктів на зображенні. Вона дозволяє комп'ютерним системам, що управляють МНР, отримати уявлення про об'єкти, що знаходяться навколо. Надалі ці дані уточнюються за допомогою локалізації зображення, що забезпечує точне уявлення про місцезнаходження, обмежуючи їх полями віртуальних рамок з відомими параметрами.

Щоб програмне забезпечення МНР мало можливість класифікувати зображення використовуються тренованої згорткової нейронної мережі. Щоб розпізнавати різні об'єкти, нейромережа обробляє зображення через спеціальні фільтри – конволюційні або згорткові шари.

Шари CNN дозволяють групувати пікселі на зображенні та виокремлювати з них певний набір ознак, що відповідають конкретним об'єктам. Після тренування на спеціалізованих наборах даних, згорткові мережі можуть не тільки відрізняти камінь від пакета, але й класифікувати знайдені об'єкти за ступенем важливості для пересування МНР [1].

Для детекції об'єктів на зображеннях застосовуються різні архітектурні моделі згорткових нейронних мереж, включаючи: алгоритм ковзних вікон (Sliding Windows Algorithm); R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network); Fast R-CNN; Faster R-CNN; Mask R-CNN; SSD (Single Shot Detector); YOLO (You Only Look Once).

Найбільш розповсюджені моделі CNN, на зразок YOLO, дозволяють не тільки точно розбити критичні об'єкти детекції на класи, але й виділити на зображенні кожен з них за допомогою спеціальної рамки обмеження або

баундінг-бокса (bounding box).

Object Localization –другий крок у процесі обробки зображень комп'ютерним зором, який дозволяє визначити точне розташування об'єктів детекції на віртуальній сітці піксельних координат.

Існує спеціальний алгоритм виконання цього завдання, який називається немаксимальним придушенням або NMS (Non-maximal Suppression). Він дозволяє порівняти результати кількох обмежувальних рамок, що містять грубі контури об'єкта і вибрати той баундінг-бокс, який найкраще відповідатиме передбаченню виявлення об'єкта. У процесі порівняння кількох рамок також застосовується метрика IoU (Intersection over Union), що показує рівень їх перетину [2].

Переваги CV:

1. Ціна. Масове виробництво робить сенсорні CV-системи доступними за вигідною ціною.
2. Точність детекції. Комп'ютерний зір ефективніший у визначенні кольорів об’єктів, порівняно з LiDAR.
3. Простіша експлуатація. Інтеграція до МНР простіша, камери краще пристосовуються до змінних умов.

Недоліки CV:

1. Чутливість до погодних умов. Дощ, сніг або сонячні відблиски можуть вплинути на роботу камер.
2. Залежність від інших технологій. Для обробки візуальних даних потрібні складні рішення на базі штучного інтелекту.
3. Складнощі з виміром відстаней. Камери не допомагають у вимірюванні відстаней, тому потрібні інші датчики.

Надалі в роботі буде досліджені роботи обох різновидів та проведено аналіз датчиків для МНР. Працюючи разом, лідар і камери будуть надавати нейронним мережам досить повну картину навколишнього, щоб ті змогли повноцінно дублювати функції людського мозку при керуванні та автономної навігації МНР.

Список використаних джерел

1. Rivas-López M. et al. Vehicle detection using an infrared light emitter and a photodiode as visualization system //2015 IEEE 24th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE). – IEEE, 2015. – С. 972-975.

2. Rodríguez-Quiñonez J. C. et al. Improve laser detection in ccd for integrated photogrammetry-laser scanner //2014 IEEE 23rd International Symposium on Industrial Electronics (ISIE). – IEEE, 2014. – С. 1944-1948.

3. Незовибатько О. І. Методи навігації мобільних наземних роботів в недетермінованих середовищах / О. І. Незовибатько // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20–21 квітня 2021 р. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – Т. 3. – С. 75–76.

УДК 681.84

ОПТИМІЗАЦІЯ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІГРОВИХ РУШІЇВ

Манченко А.В.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: andrii.manchenko@nure.ua

Over the past decades, the computing power of computers has grown rapidly. Thanks to this, the modern gaming industry has the opportunity to create graphics that are close to reality, and in recent years projects have appeared whose graphics can hardly be distinguished from realism. However, even with current capabilities, optimization of 3D models should be observed when creating them, since without it it will be impossible to fit many objects into one game, as well as perform high-quality animation. This work will describe ways to optimize 3D models for successful export to game engines.

На сьогоднішній день існує велика кількість комп’юторних ігор різної якості графіки. З кожним роком параметри гарної графіки змінювалися разом з розвитком технологій,. Протягом розвитку технологій у розробників завжди стояла ціль створити відмінну графіку для ігор, яка була б здатна викликати позитивні враження у гравців, а також могла бути реалізована завдяки сучасним можливостям техніки. Як раз для реалізації таких задумок розробники виковували оптимізацію 3D моделей для створення ігор, які повинні були мати технічно вірний підхід та вражаючу візуальну сторону.

Для оптимізації моделі, необхідно знати наступні параметри:

По перше, найважливішим пунктом є кількість полігонів моделі, чим більше полігонів тим більш вона є детальною, але при цьому відповідно витрачає потужність техніки. Сам по собі полігон складається з точок (вершин), з’єднаними між собою ребрами. У 3D графіці існує 3 види полігонів: триси (3 вершини), квади (4 вершини) та n-гони (5 та більшк вершин). Стандартом в процесі моделювання є квади, так як чотирикутна форма є зручною для роботи та дозволяє досягти коректної геометрії моделі. Для кожної вершини полігону необхідно зберігати її координати у тривимірному просторі (x, y, z), що зазвичай становить 3 числа з плаваючою точкою (зазвичай 32 біти на кожне число). Таким чином, на кожну вершину полігону потрібно 3*32 = 96 біт або 12 байт. Враховуючи, що у вас 4 вершини, загальний обсяг даних для зберігання координат вершин становить 4*12 байт = 48 байт.

По друге, оптимізація моделі залежить від роздільної здатності текстур, накладених на модель. Тут все по тому ж принципу як з полігонами, чим більше роздільна здатність текстури, тим якісніше буде виглядати модель, але при цьому буде більше використовуватись обчислювальна поту-

жність техніки.

Створення 3D моделі завжди починається з редагування мешу (сітки моделі), який складається з сукупності полігонів. Саме тому оптимізацію слід починати зі зменшення кількості полігонів. Процес перебудови мешу називається ретопологія (retopology). Одним з найкращих інструментів ретопології є ZRemesher у программі Zbrush. Завдяки ньому можна швидко зменшити розмір моделі навіть на мільйони полігонів. Додатково до цього інструменту існує пензлик «ZRemesherGuides», який дозволяє локально корегувати сітку. Зокрема це може бути зручно при створенні ретопології моделі обличчя, так як ділянки навколо очей, носа та рота повинні мати округлу будову полігонів. Цей інструмент дозволяє вказати бажану кількість полігонів та здатен за дуже короткий час зробити коректну сітку моделі. Цей інструмент настільки гарно себе зарекомендував, що для інших 3d пакетів, таких як Blender, Maya, 3Ds Max було створено плагіни з цим інструментом.

Але автоматичної реотопології часто буває недостатньо, особливо тому що далеко не всі інструменти вийшли на той рівень щоб можна було повністю покладатися на них. Тому частіше всього розробники роблять ретопологію вручну.

В 3D графіці існують такі поняття як high poly та low poly. High poly називають моделі з великою кількістю полігонів, а моделі з невеликою кількістю полігонів – low poly. High poly моделі ніколи не використовується в ігрових рушіях через велику кількість полігонів. Необхідність в них виникає через те, що такі моделі мають велику деталізацію, яку потім можна буде передати на low poly моделі, які як раз і підходять для імпорту в ігрові рушії.

Ручна ретопологія виконується наступним чином: поверх high poly моделі починають вибудовувати новий меш, який повинен містити значно меншу кількість полігонів, але також повторювати форму наскільки це можливо, прилягаючи до оригіналу. Цей самий новий меш і бути називатися low poly. Для того щоб новий меш гарно прилягав до high poly, слід використовувати інструменти, які дозволяють примагнічувати новий меш поверх high poly, а потім вже будувати оптимізовану версію моделі. Зазвичай прийнято створювати ручну ретопологію у програмі Maya 3D, зокрема тому що вона є однією з програм, які використовують для створення геймдев контенту.

Також, роблячи ретопологію, слід ураховувати чи буде анімуватись модель або вона буде статичною. Ретопологія, яка робиться для моделей що будуть анімуватись, має містити певну будову мешу, яка буде дозволяти робити коректну деформацію. Якщо, наприклад, створюється модель людини, то потрібно опрацювати місця згинання суглобів, таких як коліна, лікті, кисті рук, фаланги пальців тощо. Особливих вимог потребує обличчя, так як воно є найскладнішою частиною тіла в процесі анімації. Існує ще

один момент, стосовно оптимізації геометрії. Перед тим як експортувати модель, з нею потрібно провести таку процедуру як тріангуляція. Триангуляція – це процес розбиття полігонів на трикутники. Це дозволяє робити обробку графічної інформації більш ефективно, оскільки більшість алгоритмів та операцій розроблені для роботи з трикутниками. Трикутник є простою геометричною фігурою, що полегшує їх обробку та візуалізацію.

Для того щоб текстура моделі виглядала добре і при цьому не використовувала зайву потужність техніки, розробники користуються таким поняттям як Texel Density. Texel Density – це величина, яка є співвідношенням розміру текстури у пікселях до габаритів 3D моделі у сцені. Texel Density характеризує щільність, тобто якість текстури. Виглядає в техзавданні приблизно так: 256px/m, 128px/inch. Тобто щоб розрахувати Texel Density, необхідно роздільну здатність текстури поділити на розмір геометрії. Таким чином, текселерація визначає, яка площа текстури буде віддана на модель виходячи з її розмірів. Високий Texel Density означає більшу деталізацію текстури, низький - меншу, розмиту текстуру.

Існує відносна текселерація (в межах однієї моделі) та абсолютна (в межах усієї ігрової сцени.) Відносна текселерація повинна відповідати таким вимогам: єдиний Texel Density по всій моделі (допускається незначне збільшення текселю на дрібних деталях UV розгортки). З цього правила є ряд винятків: важливі деталі повинні займати більше місця на розгортці, наприклад, обличчя персонажа повинно мати більший Texel Density. Ті деталі, які не видно у кадрі або погано видно повинні мати менший тексель. Також, для зручності роботи, можна використовути скрипти, яку допоможуть підрахувати Texel Density, такі як: Texel Density Checker у Substance Painter, UV Tools в Blender, Maya Texel Density Tool.

Користуючись цими правилами та методами, можна створювати якісні комп’юторні ігри, які будуть здатні запуститися на багатьох пристроях, що вже є високою перевагою, адже ігри які потребують необґрунтовано багато потужності мають погану репутацію та низькі рейтинги як серед критиків, так и серед звичайних гравців.

Список використаних джерел

1. Retopology: Unlocking new horizons in 3D artistry. URL: https://www.autodesk.com/solutions/retopology (дата звернення 05.03.2024)

2. Topology Guides URL: https://topologyguides.com/ (дата звернення 05.03.2024)

3. Texel Density URL: https://www.beyondextent.com/deep-dives/deepdive-texeldensity (дата звернення 05.03.2024)

УДК 681.84

ВИКОРИСТАННЯ БАЗ ДАНИХ ПРИ СТВОРЕННІ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНІВ

Свічкар В.Є., Утва В.О., Кушельман Є.О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: vitalii.svichkar@nure.ua, valeriia.utva@nure.ua,
egor.kushelman@nure.ua

My role in the development of the online store is to create the database architecture and design the database schema that will represent all the necessary entities, relations and attributes necessary for the store to function effectively. In today's digital economic environment, where competition in the e-commerce market is increasing every day, effective data management is a critical success factor for online stores. Databases ensure reliable storage and organization of information about products, customers and transactions, contributing to the automation of business processes, personalization of customer service, data analysis and strategic decision-making. Thus, the development and effective use of databases become key tasks for ensuring the competitiveness and stable functioning of online stores in the modern business environment.

В сучасному цифровому світі, де інформація швидко стає найціннішим ресурсом, поняття баз даних є невід'ємною складовою будь-якої організації чи підприємства. База даних представляє собою структуровану колекцію даних, організованих у вигляді таблиць, які забезпечують ефективне зберігання, доступ та обробку інформації [1].

Необхідність баз даних випливає з ряду ключових факторів, які визначають сучасну ділову діяльність та технологічний прогрес. В першу чергу, бази даних забезпечують ефективне управління великим обсягом даних, що постійно зростає в результаті діяльності сучасних організацій. Вони дозволяють зберігати інформацію про клієнтів, товари, фінансові транзакції та інші аспекти діяльності в структурованому та доступному форматі.

Крім того, бази даних забезпечують можливість швидкого та ефективного доступу до інформації, що є критично важливим у сучасному швидкозмінному бізнес-середовищі [1]. Вони дозволяють проводити аналіз даних, передбачати тенденції, виявляти можливості для оптимізації та приймати обґрунтовані стратегічні рішення.

Крім того, бази даних відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки та конфіденційності даних, захищаючи їх від несанкціонованого доступу та зловживань. Вони допомагають впроваджувати системи контролю доступу та аудиту, що є необхідними для відповідності регуляторним вимогам та захисту інтересів користувачів.

Бази даних мають значний вплив на конкуренцію між інтернет-магазинами, оскільки вони допомагають оптимізувати різні аспекти бізнесу та підвищувати якість обслуговування клієнтів [2]. Ось кілька способів, які показують, як бази даних впливають на конкуренцію:

1. Персоналізоване обслуговування.
2. Ефективне управління запасами.
3. Аналітика та стратегічне прийняття рішень.
4. Оптимізація користувацького досвіду.

Цей проєкт присвячений розробці досконалої бази даних для максимально зручної та ефективної роботи з товарами магазину та інформацією про замовлення та клієнтів. Процес роботи включає в себе аналіз методів реалізації баз даних та підбір найбільш оптимального з них, побудування досконалої архітектури бази даних під потреби магазину та її програмна реалізація, а також швидкодійне та зручне пов'язання бази даних з роботою сайту. Також метою є максимально ефективна організація роботи всіх членів студентської команди в цьому проєкті, грамотна комунікація та об'єднання робіт в цілісний проєкт.

Методологія проекту по розробці бази даних для інтернет-магазину може бути побудована на основі кількох ключових етапів [2]:

1. Аналіз вимог.
2. Проєктування.
3. Реалізація.
4. Тестування.
5. Впровадження та підтримка.

Після успішного завершення тестування база даних готується до впровадження в реальному середовищі магазину. Після впровадження, проводиться навчання персоналу та надання підтримки з метою забезпечення ефективної експлуатації системи. Після реалізації бази даних проводяться ретельні тести для перевірки її функціональності, продуктивності та безпеки. Це включає тестування одиничних компонентів, інтеграційне тестування та випробування системи в цілому. Ця методологія дозволяє створити базу даних, яка відповідає потребам, забезпечуючи високу якість, надійність та ефективність функціонування інтернет-магазину.

Список використаних джерел

1. Building a Scalable Data Warehouse with Data Vault 2.0" by Dan Linstedt Towards Data Science. URL: https://towardsdatascience.com (Дата звернення: 10.02.2024)

2. REPLACE Український форум програмістів. URL: https://replace.org.ua (Дата звернення: 25.02.2024).

УДК 681.84

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТВОРЕННЯ UX/UI ДИЗАЙНУ ІНТЕРНЕТ МАГАЗИНУ

Утва В.О., Свічкар В.Є., Кушельман Є.О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: valeriia.utva@nure.ua, vitalii.svichkar@nure.ua,
egor.kushelman@nure.ua

The work is devoted to understanding, designing, and improving the user interfaces (UI) and user experience (UX) of online stores. This topic is important because e-commerce is becoming more popular and competition among online stores is increasing. Effective UX/UI design can be a key success factor, helping online stores stand out in the market, attract more customers and ensure their shopping satisfaction. Also, this work is dedicated to the study and application of modern methods, technologies and trends in the field of UX/UI design, in particular, taking into account mobile devices, the advanced use of artificial intelligence, as well as the development of interactive and personalized interface elements.

В сучасному світі електронної комерції, де конкуренція стає все більш жорсткою, важливість якісної навігації на основі користувацького досвіду (UX) та привабливого дизайну інтерфейсу користувача (UI) для інтернет-магазинів набуває надзвичайного значення. Досвідченість та зручність взаємодії з сайтом можуть визначити успіх або невдачу бізнесу в цифровому просторі. Отже, розробка та оптимізація UX/UI дизайну стають критично важливими елементами для привернення та утримання клієнтів, збільшення конверсії та підвищення конкурентоспроможності інтернет-магазину.

Термін "UX/UI дизайн" використовується для опису комплексного підходу до проектування продукту, який включає в себе як аспекти взаємодії та досвід користувача (UX), так і естетичний та функціональний зовнішній вигляд продукту (UI).

Актуальність дослідження цієї теми полягає в тому, що споживачі стають все більш вимогливими та обізнаними, тому що вони очікують не лише якісних товарів та послуг, але й приємного та безпроблемного досвіду покупок в Інтернеті. У такому контексті, інтерфейс веб-сайту стає ключовим інструментом взаємодії з клієнтом, який може визначити успіх або невдачу бізнесу. Тому важливо розуміти, які елементи UX/UI дизайну забезпечують зручність, привабливість та ефективність взаємодії, і як їх можна оптимізувати для досягнення бажаних результатів.

Цей проєкт присвячений розробці та вдосконаленню UX/UI дизайну для інтернет-магазину з метою поліпшення користувацького досвіду,

збільшення конверсії та підвищення конкурентоспроможності бізнесу. Проєкт включає в себе дослідження потреб та уподобань користувачів, аналіз конкурентного середовища, розробку та тестування різних дизайн-концепцій, а також реалізацію оптимального UX/UI дизайну на практиці.

Мета цієї роботи полягає у створенні ефективного та зручного для користувачів UX/UI дизайну для інтернет-магазину. Головним завданням цього проєкту була розробка інтерфейсу, який буде максимально задовольняти потреби та очікування користувачів, а також буде не тільки привертати увагу клієнтів, а й вміти продавати товар. У кінцевому результаті він повинен посприяти збільшенню обсягу продажів та принести магазину достойну конверсію, а також збільшити конкурентоспроможність за допомогою покращення користувацького досвіду та створення зручної навігації.

Методологія цього проекту базуватиметься на комплексному підході, включаючи наступні етапи:

1. Дослідження і аналіз.
2. Визначення цілей і вимог.
3. Збір даних.
4. Проектування UX/UI концепції.
5. Розробка і впровадження.
6. Тестування і оцінка.
7. Висновки та рекомендації.

Ця методологія дозволить систематично працювати над проектом, враховуючи потреби користувачів та вимоги бізнесу, та забезпечить ефективність та успішність реалізації UX/UI дизайну для інтернет-магазину.

Цей проєкт спрямований на створення значущого впливу на діяльність інтернет-магазину шляхом вдосконалення його користувацького інтерфейсу та досвіду. Результат – дизайн сайту підвищив зручність користування, сприятиме швидкому та легкому здійсненню покупок, а також залучить увагу більшої кількості клієнтів через свій привабливий та сучасний вигляд. Покращений інтерфейс стане фактором, що сприятиме збільшенню обсягу продажів та підвищенню конверсії, оскільки користувачі будуть задоволенішими своїм досвідом покупок на сайті. Крім того, покращений дизайн сформувам позитивний імідж бренду, підвищив лояльність клієнтів та зробив сайт конкурентоспроможнішим на ринку електронної комерції.

Список використаних джерел

1. Nielsen Norman Group. [Електронний ресурс]URL: https://www.nngroup.com/ (Дата звернення: 02.02.2024)

2. UX/UI Україна. [Електронний ресурс] URL: https://uxdesign.cc/ua (Дата звернення: 22.02.2024)

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.338

КОМУНІКАЦІЯ ТА ЗВ'ЯЗОК РОЮ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Єременко С.С.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки
м. Харків, Україна, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87
e-mail: serhii.ieremenko@nure.ua

In the modern world, there is rapid advancement in technology, which stimulates innovation in the field of robotics. One of the main trends in the development of collective robotics is the continuous improvement of algorithms for coordinating the actions of robots in a group. This allows for increased efficiency in collaborative robot work and achieves more precise and faster results. Mobile robots are finding increasingly diverse applications: in performing tasks underwater, in aerial spaces, in terrestrial and underground conditions, in military purposes, and in everyday life. Communication and connectivity in a swarm of mobile robots are important aspects in the field of robotics and autonomous systems.

У сучасному світі спостерігається швидкий розвиток технологій, що стимулює інновації у галузі робототехніки. Однією з головних тенденцій у розвитку колективної робототехніки є постійне удосконалення алгоритмів координації дій роботів у групі. Це дозволяє підвищити ефективність спільної роботи роботів і досягти більш точних та швидких результатів.

Мобільні роботи знаходять все більше нових сфер застосування: у виконанні завдань у водяному середовищі, у повітряному просторі у наземних та підземних умовах, у військових цілях та в повсякденному житті. Комунікація та зв'язок у рої мобільних роботів є важливими аспектами у сфері робототехніки та автономних систем.

Основні переваги використання колективу роботів включають:

- збільшення надійності (втрата деяких членів колективу не впливає на працездатність всієї системи в цілому);
- гнучкість (здатність системи до реконфігурації).

Потенційна можливість розвитку і ускладнення вирішуваних завдань шляхом збільшення потужності колективу. Сучасні застосування колективної поведінки роботів дуже різноманітні:

- рій роботів, спільно виконуючих діагностику важкодоступних об'єктів;
- моніторинг оточуючого середовища;
- колективне вирішення завдань рятувальними роботами;
- розвідка та рекогносцировка;
- військові застосування;
- колективна обробка об'єктів оточуючого середовища;

- охоронні функції, патрулювання тощо.

Основні концепції та методи, які можуть використовуватися для цього розглянемо детальніше.

Локалізація та навігація. Мобільні роботи повинні мати можливість визначати своє місцезнаходження та ефективно переміщатися у просторі. Для цього можуть використовуватися різні методи, включаючи GPS, інерціальні системи навігації, лазерне сканування для створення карти оточуючого середовища та алгоритми планування маршруту.

Системи виявлення перешкод. Роботи повинні бути обладнані сенсорами, такими як ультразвукові датчики, камери та лідари, для виявлення перешкод на своєму шляху. Це допомагає їм уникати зіткнень та вибирати безпечні маршрути.

Координація дій. Роботи у рої повинні мати можливість координувати свої дії для досягнення загальної мети. Це може включати розподіл завдань між роботами, синхронізацію рухів та обмін інформацією про виконані дії.

У централізованій стратегії управління для керування групою роботів використовується центральний пристрій, який має доступ до інформації про стан всіх роботів у групі та оточуючого середовища. Цей пристрій оцінює поточну ситуацію та приймає рішення щодо подальших дій роботів у групі. Центральний пристрій може розміщуватися як поза групою, так і на одному з членів групи. Централізовані стратегії демонструють високу ефективність при управлінні невеликими групами роботів.

Децентралізоване управління в робототехніці представлене різними стратегіями, такими як колективна, стайна і роєва стратегії.

Колективна стратегія управління, кожен робот передає всю зібрану інформацію про оточуюче середовище та свій власний стан у канал зв'язку і отримує інформацію про стан інших роботів. Інформаційний обмін відбувається за принципом "всі з усіма". Рішення про подальші дії приймаються кожним роботом самостійно на основі оцінки ситуації. Колективні стратегії забезпечують збереження працездатності групи навіть при виході з ладу окремих членів, але потребують великої навантаження на обчислювальні системи роботів.

Стайна стратегія управління в ній відсутній відокремлений канал зв'язку між членами групи. Кожен робот збирає інформацію з оточуючого простору і приймає рішення самостійно для досягнення загальної мети.

Цей підхід ефективний на завданнях, які можуть бути розпаралелені на незалежні непов'язані під задачі. Головна перевага - легка масштабованість.

Роєва стратегія управління це найбільш перспективний і складний підхід де кожен індивідуум веде себе відповідно до певних правил, а в цілому рій досягає поставлених цілей. Методи роєвого управління колективом передбачають взаємодію та координацію між автономними апаратами

для виконання складних завдань.

Кожна з цих стратегій має свої переваги та недоліки, і вибір конкретної залежить від конкретного завдання, вимог до системи та доступних ресурсів.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) у колективній робототехніці дозволяє роботам швидше навчатися, адаптуватися до змін у середовищі та ефективно спілкуватися між собою, що покращує координацію дій у колективі та забезпечує досягнення більш складних цілей.

Комунікація у рої - це найбільш важлива функція для мобільних роботів у рої. Вони можуть взаємодіяти один з одним для виконання колективних завдань. Це може включати обмін інформацією про місцезнаходження, виявлення перешкод та стану оточуючого середовища.

Бездротові технології, такі як Wi-Fi, Bluetooth або спеціалізовані протоколи зв'язку, можуть використовуватися для цієї цілі. Найбільш ефективним вважається використання радіосигналу. Його основні переваги такі:

- якість зв'язку практично не залежить від погодних умов та стану оточуючого середовища;
- можливість обміну даними з пристроями в будь-якому положенні відносно джерела сигналу - відсутні "мертві зони", пов'язані з повним перекриттям або відбиттям сигналу.

У зв'язку з необхідністю побудови масштабованої мережі, яка об'єднує велику кількість вузлів (меш-топологія), часто використовується протокол ZigBee. Специфікація ZigBee орієнтована на застосування, які вимагають гарантованої безпечної передачі даних при відносно невеликих швидкостях та можливості тривалої роботи мережевих пристроїв від автономних джерел живлення (батареї). Основна особливість технології ZigBee полягає в тому, що вона при малому енергоспоживанні підтримує не лише прості топології мережі ("точка-точка", "дерево" та "зірка"), а й само організовуються і самовідновлюються ячійкову (mesh) топологію з ретрансляцією та маршрутизацією повідомлень. Крім того, специфікація ZigBee містить можливість вибору алгоритму маршрутизації, залежно від вимог застосування та стану мережі, механізм стандартизації застосувань – профілі застосувань, бібліотека стандартних кластерів, кінцеві точки, прив'язки, гнучкий механізм безпеки, а також забезпечує простоту розгортання, обслуговування та модернізації.

Мета ZigBee – це створення економічної, само організовуючої мережі з ячійковою топологією, призначеної для вирішення широкого кола завдань. Мережа може використовуватися в промисловому контролі, вбудованих датчиках, зборі медичних даних, сповіщенні про вторгнення або задимлення, будівельній та домашній автоматизації і т. д. Створена в результаті мережа споживає дуже мало енергії – індивідуальні пристрої згідно з даними дозволяють енергозберігаючим батареям працювати два роки.

Ключові переваги ZigBee:

− здатність до самоорганізації та самовідновлення;

− ячійкова (mesh-) топологія;

− захищеність;

− висока стійкість до перешкод;

− низьке енергоспоживання;

Колективи інтелектуальних роботів. Сфери застосування

Поєднання всіх методів дозволяє створювати ефективні та гнучкі системи мобільних роботів, здатних виконувати широкий спектр завдань в різних середовищах та умовах.

Перелік джерел посилання

1. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.

2. Ivanov, M., Sergiyenko, O., Mercorelli, P., Hernandez, W.c, Rodriguez Quinonez, J.C.d, Katashov V., Kolendovska, M., Iryna, T. Effective informational entropy reduction in multi-robot systems based on real-time TVS. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2019-June,8781209, с. 1162-1167.

3. TechCrunch.com. MIT creates a control algorithm for drone swarms [Електронний ресурс]. – URL: https://techcrunch.com/2016/04/22/mit-creates-a-controlalgorithm-for-drone-swarms.

4. Stereoscopic Vision Systems In Machine Vision, Models, And Applications (Book Chapter)/ Ramírez-Hernández, L.R., Rodríguez-Quiñonez, J.C., Castro-Toscano, M.J., Kolendovska, M., Murrieta-Rico, F.N.// Machine Vision And Navigation, 2019 Machine Vision and Navigation30 September 2019, Pages 241-265

5. Deng, X., Murphey, Y. L., & Zenowich, B. (2007). Survey of consensus problems in multi-agent coordination. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 53(3), 249-263.

УДК 681.84

ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ ВЕБ-ДОДАТКА У СФЕРІ FINTECH

Левченко А.Д.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(067) 180-95-61, e-mail: artur.levchenko@nure.ua

This work focuses on the process and outcome of designing a FinTech web application. A well-designed interface can significantly enhance user experience, leading to increased adoption rates, customer satisfaction, and loyalty. For people keen on web development, ui/ux design, or financial technology, studying how to design interfaces for FinTech web apps provides useful knowledge and skills applicable in different work settings. Knowing the specific challenges and factors in this field helps individuals gain the expertise necessary to make significant contributions to the constantly changing FinTech sector, whether as designers, developers, or influential figures shaping the digital finance landscape.

У наші дні розробка дизайну веб-додатку (дашборда) - поширене завдання. Бізнес мріє отримати екран, що містить усю інформацію, демонструє тенденції, ризиковані області. Він мріє отримати динамічно оновлюване уявлення, яке вкаже шлях у яскраве фінансове майбутнє.

Веб-додаток (дашборд) – це користувальницький інтерфейс, призначений для візуалізації та аналізу даних у зручній і наочній формі. Зазвичай дашборд являє собою одну або кілька сторінок, на яких відображаються різні графіки, діаграми, таблиці та інші елементи, що дають змогу користувачам швидко отримувати інформацію про стан і продуктивність бізнес-процесів, а також ухвалювати обґрунтовані рішення на основі цих даних. Дашборди широко використовуються в різних галузях, включно з управлінням проектами, маркетингом, фінансами, аналітикою та багато іншого.

Дашборди користуються попитом у наш час з кількох причин. По-перше, вони надають можливість швидко та зручно відстежувати ключові показники та дані в реальному часі, що допомагає ухвалювати поінформовані рішення. По-друге, дашборди забезпечують візуальну привабливість і зручність використання, що робить їх привабливими для широкого кола користувачів. Також вони можуть бути легко налаштовані під конкретні потреби та вподобання, що робить їх гнучкими інструментами для різних галузей і сфер діяльності. Нарешті, у сучасному світі даних, де інформація відіграє ключову роль в ухваленні рішень, дашборди є ефективним способом візуалізації та аналізу даних, допомагаючи користувачам розуміти складні взаємозв'язки та тренди.

Рисунок 1. – Приклад інтерфейсу веб-додатка у сфері FinTech

При створенні дашборда необхідно враховувати потреби та цілі кінцевого користувача. Вибір правильних метрик і даних, інтуїтивна навігація та ефективна візуалізація інформації є ключовими аспектами. Важливо також забезпечити адаптивність інтерфейсу для різних пристроїв і зручність персоналізації відповідно до вподобань користувачів. Баланс між деталізацією інформації та її зручністю сприйняття, а також зручність використання функціональних можливостей, таких як фільтри та сортування даних, також відіграють важливу роль.

Плюси підходу:

1. Можливість швидко візуалізувати та аналізувати необхідні користувачеві дані.
2. Покращує прийняття рішень для користувача завдяки наочній і доступній інформації на одній сторінці.
3. Підвищує ефективність роботи за рахунок скорочення часу, бо відсутній ефект довогого скролу на пошук потрібної інформації.

Недоліки:

1. Ризик перевантаження інформацією, що ускладнює сприйняття та аналіз даних.
2. Не завжди вдається врахувати всі потреби користувачів під час розробки дашборда.
3. Потребує постійного оновлення та оптимізації відповідно до мінливих потреб користувачів і бізнес-завдань.

Софт: Figma та Photoshop.

Що важливо знати і вміти: розуміння потреб і цілей користувачів, уміння обирати і візуалізувати ключові метрики і дані таким чином, щоб вони були зрозумілі та інформативні для користувачів, знання принципів дизайну користувальницького інтерфейсу для створення зручного та інтуїтивно зрозумілого дашборда.

Складність освоєння: може бути відносно простим або складним залежно від досвіду з аналогічними інструментами та рівня володіння комп'ютером. На освоєння може знадобиться певний час, на це впливає досвід з аналогічними інструментами Figma, доступ до навчальних ресурсів, досвід з дизайном інтерфейсу, а також практика і терпіння. Але за наявності всього необхідного перші результати можна побачити вже за тиждень

Актуальність: дашборди залишаються актуальним інструментом у сучасному світі завдяки зростаючому обсягу даних і потребі в їхній візуалізації та аналізі для ухвалення обґрунтованих рішень.

Список використаних джерел:

1. 10 правил створення та покращення дизайну дашбордів. URL: https://ux.pub/editorial/10-pravil-sozdaniia-i-uluchshieniia-dizaina-dashbordov-2eih (дата звернення 04.03.2024)

2. Приклад інтерфейсу веб-додатка у сфері FinTech. URL: https://dribbble.com/shots/22090352-Campaigns-Dashboard

(дата звернення 04.03.2024)

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.345

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЇ ГОЛОСОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ З ДІАЛОГОВОЮ СИСТЕМОЮ ГРИ

Халезев М. С. Греков Д. Ю. Пабат Д. Д.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(095)857-07-14 , e-mail: maksym.khalezev@nure.ua, danylo.pabat@nure.ua

The problem of developing games with voice control. The task of game developers is to record hundreds of hours of speech data, which is necessary to create voice recognition mechanisms for the smooth operation of these games. Developers must consider accents, dialects, and target languages in addition to the basic localization of video games for players from different cultures. Recording and implementing only a few expected phrases without considering natural language utterances means that the player may never utter the "correct" phrase to elicit a response. So, let's consider the development of language technologies in games.

Створення ігор з голосовою взаємодією може включати кілька потенційних проблем, серед яких:

– розпізнавання мови;
– синтез промови;
– управління контекстом;
– проблеми конфіденційності та безпеки;
– інтеграція з іншими аспектами гри.

Проаналізуємо ці проблеми детальніше. Однією з ключових проблем є точність розпізнавання мовлення. Технології розпізнавання мовлення можуть помилятися, особливо за наявності акцентів, шумів чи нечіткої дикції. Це може призвести до неправильного розуміння команд гравців та непередбачуваної поведінки гри.

Якщо гра має надавати мовні відповіді чи діалоги від персонажів, необхідно використовувати технології синтезу промови. Однак синтез мови також може бути недостатньо природним або неправильно вимовляти слова, що може зруйнувати імерсію гравця.

В іграх із голосовою взаємодією важливо правильно керувати контекстом та розуміти, що гравці можуть сказати у будь-який момент. Це вимагає створення комплексних систем управління діалогом та вміння передбачати можливі варіанти відповідей.

Оскільки голосові дані можуть містити особисту інформацію, важливо забезпечити безпеку та конфіденційність цих даних. Це може включати шифрування даних і відповідність законодавству про захист даних.

Голосова взаємодія має бути інтегрована в загальну механіку гри та не суперечити іншим аспектам геймплею . Наприклад, якщо гра має складні графічні елементи, необхідно переконатися, що голосові функції доповнюють, а чи не заважають цим елементам.

Вирішення цих проблем потребує тісної співпраці між розробниками ігор, інженерами з обробки мови та дизайнерами користувальницького досвіду, а також постійного тестування та ітеративного покращення.

Інтеграція голосової взаємодії з діалоговою системою гри може зробити ігровий процес більш цікавим та іммерсивним для гравців. Ось кілька способів, як це можна реалізувати:

1. Дозвольте гравцям вводити текстові відповіді на діалогові питання, використовуючи голосові команди. Це дає відчуття реального спілкування з персонажами у грі.
2. Розпізнавання емоцій. Інтегруйте технології розпізнавання емоцій у систему діалогу, щоб персонажі могли більш точно розуміти настрій та емоційний стан гравця.
3. Динамічний діалог. Створіть систему, яка може адаптувати діалог до відповідей гравця, роблячи його динамічнішим та інтерактивнішим. Наприклад, персонажі можуть відповідати на запитання гравця або ставити додаткові запитання залежно від контексту.
4. Голосові ефекти. Використовуйте голосові ефекти для озвучування персонажів та створення атмосфери у грі. Це може включати зміну тембру голосу в залежності від характеру персонажа або ситуації.
5. Голосові команди для дій. Дозвольте гравцям виконувати певні дії в рамках діалогу за допомогою голосових команд. Наприклад, вони можуть скомандувати своєму персонажу висловити радість, гнів чи інші емоції у відповідь певну ситуацію.
6. Персоналізований діалог. Використовуйте інформацію про попередні дії та рішення гравця, щоб налаштовувати діалог відповідно до його уподобань та стилю гри.

Інтеграція голосової взаємодії з діалоговою системою гри вимагає ретельного планування та розробки, але може значно покращити ігровий досвід та зробити його більш цікавим для гравців, але вона потребує комплексного підходу. Ось можливе рішення:

1. Технологія розпізнавання мовлення. Використовуйте передові технології розпізнавання мовлення для точного та ефективного розпізнавання голосових команд гравця. Це може включати використання API таких як Google Speech-to-Text або Microsoft Azure Speech .
2. Обробка природної мови (NLP). Використовуйте систему обробки природної мови, щоб розуміти зміст і контекст голосових відповідей гравця. Це дозволить грі гнучкіше реагувати на введення та надавати відповідні діалогові відповіді.
3. Діалогова система. Розробте діалогову систему, яка може взає-

модіяти з результатами розпізнавання мови та NLP для формування динамічних діалогів. Це може включати створення дерева діалогу з різними відповідями і розгалуженнями на основі відповідей гравця.

4. Адаптація та навчання. Впровадьте механізми адаптації та навчання, щоб система могла покращувати свої навички у розпізнаванні та розумінні голосових відповідей з часом. Це може допомогти підвищити точність та реактивність системи діалогу.

5. Тестування та зворотний зв'язок. Проведіть ретельне тестування системи, щоб переконатися в її ефективності та надійності. Зберіть зворотний зв'язок від гравців та використовуйте його для подальшого покращення системи.

6. Облік концепції гри. Голосова взаємодія поєднується із загальною концепцією гри та створює унікальний та захоплюючий ігровий досвід. Голосові функції повинні доповнювати інші аспекти геймплей , а не суперечити їм.

7. Безпека та конфіденційність. Забезпечте безпеку та конфіденційність голосових даних гравців, використовуючи шифрування та дотримуючись відповідних норм та стандартів безпеки.

Цей підхід дозволить створити інтегровану та ефективну систему голосової взаємодії з діалоговою системою гри, забезпечуючи задовільний та цікавий ігровий досвід для користувачів.

Список використаних джерел

1. Проблеми створення систем розпізнавання мовлення для різних комп’ютерних платформ [Електронний ресурс] URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/85199/19-Vasylieva.pdf?sequence=1 дата зверненя 05.05.2023 (дата зверненя 05.05.2023).

2. Офіційний сайт bethesda [Електронний ресурс] URL: https://bethesda.net/dashboard (дата зверненя 05.05.2023).

3. Hi-fi rush arrives on playstation 5 this march [Електронний ресурс] https://bethesda.net/en/dashboard (дата зверненя 05.05.2023).

УДК 681.84

МУЗИКА ЯК ЗАСІБ САМОВИРАЖЕННЯ СУЧАСНОЇ МОЛОДІ

Ніколенко А.В.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: artem.nikolenko@nure.ua

In today's world, music plays an integral role in shaping the identity and expression of young people. It is not only a means of entertainment and developing cultural tastes, but also a powerful tool that allows young people to express their feelings, thoughts and experiences. Music becomes a channel through which they can express their uniqueness, express their feelings and share their views on the world.

Музика – це значний засіб виявлення особистої ідентичності. Цей аспект особливо актуальний для молоді, яка розвиває своє самовизначення і визначення свого місця у світі. Велика різноманітність музичних жанрів дозволяє кожному знайти твір, який відображає його власність і емоційний стан. Один може обирати рок або метал, щоб висловити силу та енергію, тоді як інший може віддати перевагу поп-музиці або електронному звучанню, щоб відображати свій стан душі та емоційний настрій.

Музика стає каналом для вираження ідей, думок та почуттів молоді. Кожен музичний твір інтерпретується кожним слухачем по-своєму, відображаючи різноманітність сприйняття. Таким чином, музика виступає важливим інструментом для самовираження і показу власної особистості. Крім того, вона створює можливості для спілкування з іншими, оскільки музичні твори не лише звучать, але і передають повідомлення, яке інтерпретується кожним слухачем індивідуально.

Музика та відео відіграють ключову роль у вираженні поглядів молоді та реагуванні на соціальні явища у сучасному світі. Шляхом використання музики та відеороликів, молодь може передати свої думки щодо соціальних проблем, політики та культурних аспектів. Наприклад, багато музичних композицій присвячені екологічним питанням, правам людини, рівності та справедливості, що створює можливість для обговорення цих тем серед молоді.

Відеоролики, як складова музичного вмісту, також сприяють візуальному вираженню соціальних поглядів молоді. Вони можуть підтримувати соціальні рухи або протестувати проти соціальних негараздів. Крім того, музичні відео можуть служити засобом вираження ідентичності та культурної спадщини молоді, що відображає їхню унікальність та різноманітність культурних переконань та цінностей. Отже, музика та відео не лише розважають, але й стають потужним інструментом самовираження та соціальної активності серед молоді.

Музичні спільноти та онлайн-платформи грають ключову роль у допомозі молодим людям самовиражатися та розширювати своє соціальне коло. Ці спільноти, незалежно від того, чи є вони офлайн чи онлайн, надають молодим людям можливість знаходити спільність та розуміння з іншими особами, які поділяють їхні музичні інтереси та цінності. Це сприяє створенню атмосфери взаємної підтримки, де молодь може вільно висловлювати свої ідеї та почуття, а також знаходити нових друзів і колег у сфері музики.

У той же час, онлайн-простір, такий як соціальні мережі, музичні сервіси та спеціалізовані веб-сайти, надає молодим людям більше можливостей для самовираження. Вони дозволяють користувачам ділитися своєю музикою, відео, текстами пісень та іншими творами мистецтва з глобальною спільнотою, отримувати відгуки від інших користувачів, а також встановлювати контакти з іншими музикантами та прихильниками. Це робить такі спільноти та веб-сайти не лише площадками для самовираження, але й значними інструментами для покращення суспільного життя та розвитку творчих здібностей молодих людей.

Музика відіграє важливу роль у житті молоді. Вона сприяє вираженню їхніх емоцій і думок, що відіграють значну роль у формуванні їхньої психічної стійкості та самосвідомості. Різноманітні звуки, ритми і тексти пісень можуть слугувати засобом для вираження внутрішніх переживань молоді. Особливо у період підлітковості та ранньої юності це важливо, оскільки саме тоді їхні емоції найчастіше є складними і непередбачуваними.

Музика може стати способом для молоді висловити ті почуття, які їм важко розкрити словами. Мелодії виступають важливим каналом комунікації, особливо в ситуаціях, коли молодь відчувається незрозумілою чи непідтриманою. Вибір конкретних музичних жанрів та пісень може вражати та підтримувати їхні емоції, що сприяє виявленню їхньої унікальності та ідентичності.

Крім того, спільний вибір музики та спільне її прослуховування можуть сприяти формуванню соціальних зв'язків та спільнот серед молодих людей, що є важливим аспектом їхнього психічного здоров'я. Шляхом обміну музичними уподобаннями та досвідом молоді люди можуть відчути себе часткою спільноти, знайти підтримку та розуміння, що має вирішальне значення для їхнього психосоціального розвитку. Таким чином, музика виступає не лише як засіб для вираження емоцій, але й для зміцнення соціальних зв'язків та підтримки психологічного благополуччя молоді.

У 1980 році музична сцена була різноманітною, але домінували популярні жанри, такі як поп, рок, та диско. Засобами самовираження служили тексти пісень, які відображали суспільні тенденції та настрої епохи. Багато пісень віддзеркалювали прагнення до свободи та самовираження, а також протистояння стереотипам. Деякі музичні виконавці використовували

свою платформу для висловлення політичних та соціальних поглядів, особливо у піснях про мир та протести проти війни. В цій епохі музика виступала як засіб об'єднання та виразу емоцій, а також як культурний феномен, що впливав на моду, стиль життя та ідентичність.

У 2000 році музична сцена продовжувала розвиватися, але знову відбувалися деякі зміни порівняно з попередніми десятиліттями. Зростання цифрових технологій та поширення інтернету значно змінили способи виробництва, розповсюдження та споживання музики.

У музиці 2000-х років було багато жанрів та стилів, але поп та рок залишалися популярними. Характерною рисою цього періоду було зростання популярності електронної музики, а також з'явлення нових піджанрів, таких як інді-рок, емо та денс-поп.

Засобами самовираження в музиці 2000-х стали не лише тексти пісень та музичний стиль, але й відеокліпи, які стали все більш важливими для просування та візуального вираження музичних ідей. Зростання популярності цифрових медіа та соціальних мереж також дало можливість артистам взаємодіяти зі своєю аудиторією безпосередньо, що сприяло більш глибокому вираженню їхніх поглядів та ідентичності.

У 2010 році музична сцена продовжувала демонструвати різноманітність, але знову відбулися деякі зміни порівняно з попередніми десятиліттями. З поширенням цифрових технологій та соціальних мереж музика стала ще більш доступною та зручною для споживачів.

У музиці 2010-х років було багато жанрів і стилів, але поп-музика залишалася одним з найпопулярніших. Також стали значно популярнішими електронна та танцювальна музика. Поява нових технологій та програм для створення музики дозволила артистам експериментувати зі звуком та створювати нові, незвичайні музичні комбінації.

Засобами самовираження в музиці 2010-х років стали не лише тексти пісень та музичний стиль, але також відеокліпи, музичні фестивалі та концерти, а також активна присутність у соціальних медіа. Артисти використовували ці засоби, щоб висловлювати свої погляди на сучасне суспільство, проблеми екології, політики, та інші актуальні теми.

У 2020 році музична сцена продовжувала розвиватися і адаптуватися до сучасних тенденцій. За рахунок зростання цифрових технологій та платформ для стрімінгу музики, споживання музики стало ще більш доступним та глобальним.

Список використаних джерел

1. Pitchfork. Офіційний сайт. URL: https://pitchfork.com/ (дата звернення 04.03.2024.)

2. Rolling Stone. Офіційний сайт. URL: https://www.rollingstone.com/ (дата звернення 04.03.2024.)

УДК 681.84

СТВОРЕННЯ КОНЦЕПТУ ГРИ «САДАО – ХРАМ ГАРМОНІЇ»

Базарна П.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
e-mail: polina.bazarna@nure.ua

In today's world, everyone wants to find their own island of peace and harmony. This game is about harmony, its search and where it is. The name of the game to be developed is "Sadao - Temple of Harmony". The target audience for this game is 14+. Let's consider how the game will be built.

Створення гри про гармонію є актуальною темою з культурного, педагогічного, маркетингового та ігрового аспектів. З точки зору педагогічного аспекту гра, яка нагадує про поняття гармонії, має навчальну цінність, особливо якщо вона розвиває або зміцнює певні вміння та знання. Ігровий аспект привабливі пригоди при пошуку храму має потенціал створити захоплюючу історію та викликати інтерес у гравців, з маркетингової сторони, тема гармонії, особливо з використанням храму як центральної містини історії, може бути привабливою для деяких сегментів ринку, таких які цінують духовність, мистецтво, історію.

У сучасному світі кожному хочеться знайти свій острівок спокою та гармонії. Ця гра саме про гармонію, її пошук та місце де вона знаходиться. Назва гри, яку буде розроблено «Садао – Храм гармонії». Цільова аудиторія для цієї гри 14+. Розглянемо, як буде побудовано гру.

Основна механіка - це вибір картки кожен хід гравця та постановка “будівничого блоку”. Припустимо гра їде у трьох, перший обирає картку і ставить блок, потім обирає другий та ставить блок, далі третій. Так і їде гра допоки не побудується повністю храм.

Гра може бути для онлайн користувачів так і для офлайн користувачів. Прорахунок балів іде за кількістю блоків, які встановив гравець в храм в кінці гри перед бійкою із Головним злодієм. Чим більше балів тим більше різних атак доступно при поєдинку із босом. Бали присуджуються за обрані картки та сети із них.

Буде 5 різновидів карток, кожен хід можна обрати одну з 4 поданих карток та встановити будівний блок на клітинку із таким самим значком як на картці. За сет з 5 різних карток за кольором та позначками на них в кінці гри буде нараховано бали за які можна буде у фіналі купити собі магічні навички на останній бій. Також є додаткові картки бонуси, які можна брати у разі обрання картки вогню наприклад. Є просто бали підчас гри за завершення квадрату другого рівня своїми кольоровими блоками або просто за завершення квадрату будівничим блоком свого кольору, за завершення стіни храму даються бали будівництва за допомогою яких можна або збі-

льшити кількість балів наприкінці гри або отримати можливість об'єднувати техніки та стихії в останній боротьбі стільки разів скільки в гравця є будівничих балів.

Гра починається з листа герою про те, що потрібна допомога. В листі написано що це портал також і якщо герої згоден допомогти, то Герой потрапляє у чарівний світ через портал, де кожний його персонаж знаходиться у розладі з собою, так би мовити... Хтось надто товстий хоча сидить на дієтичному меню(наприклад герої побачив когось у кафе), хтось в моральному розладі, то радісний то сумний то роздратований. Поки їде то того хто запросив його сюди і той йому розповідає, що із командою із ще трьох добровольців він повинен збудувати Храм Гармонії із розкиданного з відусіль каміння. Для цього потрібно зайти в лабіринт і на кожному кроці обирати одну з чотирьох карток та будувати на кожному ході квадрати для подальшої відбудови храму. Перший рівень це відбудова першого рівня храму, другий рівень відбудова другого рівня храму і останній це верхівка храму після чого буде бій із тим хто привів це місце до дисбалансу і при перемозі над ним оновлення балансу в цьому світі. При програші йому треба буде починати все з початку. При виграші можна буде зіграти ще раз або якщо буде оновлення перейти до наступної гри.

Оскільки на часі порушено деякий баланс в світі та в людях, гра має сприяти тому що варто задуматись з приводу пошуку гармонії в собі та світі, будь-де.

Подальший розвиток гри можна зробити з акцентом на інші виміри та інші схожі до цієї характеристики людини.

Гра сприяє розвитку:

- навичок логічного мислення - треба думати де буде вигідніше ставити свої блоки, щоб отримати якнайбільше балів за перші 4 рівні гри, як вигідніше збирати картки, кожного свого ходу;
- розвитку швидкого прорахунку(підрахунку) кількості своїх балів та балів суперників;
- розуміння цінності того коли все находиться в рівновазі та здається якимось передбачувано-звичайним, цінності спокою
- розуміння того що кожний може зробити світ кращим допомагаючи тим хто у халепі з неї вибратись.

Реалізовано наступні дії: герої отримує листа із запитом на допомогу і відправляється порталом до місця де йому розповіли подробиці завдання та чому воно екстрене, потрібно буде у лабіринті вибирати картки з поданих та збирати їх у свою скарбничку-рюкзак, пройти всі рівні та зустрітись із босом та перемогти його.

Оскільки робота актуальна створення такої гри залучить різні аудиторії та відкриє нові можливості для розвитку ігрової індустрії.

Рисунок 1 – Загальний алгоритм гри

УДК 681.84

SHOWREEL ЯК ФОРМА ПОРТФОЛІО МОУШН ДИЗАЙНЕРА

Бутко О.М.
Науковий керівник - ст. викладач Бобнєв Р.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
Тел: +380663699684 email: oleksandr.butko@nure.ua

This paper focuses on the creation of a showreel as an effective representation of a portfolio, as well as the process and technology of creating a showreel, and the specifics of a showreel specifically for a fashion designer's portfolio. There are many ways to demonstrate your skills to employers and clients, and for the most part it depends on your profession. In the case of various designers, the showreel is considered one of the most professional and effective ways of presenting a portfolio. In this work I will demonstrate the whole technology of creating a showreel for motion designer in Adobe After Effects.

Showreel - це короткий відеокліп, який відображає найкращі роботи та досягнення людини в її сфері діяльності, особливо у творчій галузі. Це якісно змонтоване відео, яке зазвичай складається з кадрів з різних проектів або робіт, які вона виконала.

Showreel може бути корисним інструментом для артистів, акторів, режисерів, дизайнерів, аніматорів та інших творчих професій. Він допомагає продемонструвати їхні найкращі роботи, стиль, навички та таланти потенційним клієнтам, аудиторії або роботодавцям.

У showreel зазвичай включаються короткі відрізки з різних проектів, які демонструють широкий спектр навичок та можливостей власника. Це може бути фрагмент фільмів, рекламних роликів, відеокліпів, анімації, дизайну, музичних композицій тощо.

Важливо, щоб showreel був добре змонтованим, інформативним та цікавим для глядача, для швидкого розуміння професійних здібностей та стилю автора. Він часто слугує ключовим елементом у просуванні своєї кар'єри та привертанні уваги до своєї творчості.

Так, для моушн дизайнера showreel є одним з найефективніших способів демонстрації свого портфоліо. Це короткий відеокліп, який демонструє найкращі роботи та досягнення дизайнера в області рухомої графіки та відеоанімації.

Щорічний showreel може бути чудовим способом показати зростання навичок, розвиток стилю та досвіду дизайнера протягом року. Він дозволяє презентувати нові техніки, ідеї та концепції, які дизайнер використовував у своїх проектах.

Правильно підготовлений showreel може зацікавити потенційних клієнтів, роботодавців або співробітників, які шукають талановитих моушн дизайнерів. Важливо пам'ятати, що showreel повинен бути коротким,

динамічним та зрозумілим, щоб швидко зацікавити глядача та продемонструвати ключові навички та досягнення дизайнера.

Які є негативні та позитивні аспекти при виборі цього формату?

Недоліки:

1. Обмеження поширення: Showreel - це відео, тож його можна опублікувати лише на спеціалізованих відеохостингах чи платформах, що обмежує його потенційний охоплення аудиторії.

2. Обмежений хронометраж: Шоуріл рекомендовано робити недовгим, тож дизайнер не може показати всі свої роботи в повному обсязі, що може призвести до втрати деякої інформації або контексту.

Переваги:

1. Повний контроль над відео: Дизайнер має можливість створити відео, що ідеально відображає його стиль, навички та вміння, контролюючи всі аспекти відтворення.

2. Зручність для клієнтів: Showreel - це зручний спосіб ознайомлення клієнта з різноманітністю навичок та стилю дизайнера через демонстрацію короткого відеокліпу

Шоуріл, безумовно, має свої обмеження та переваги. Деякі аспекти можуть бути покращені, наприклад, розширення каналів поширення чи розвиток альтернативних форматів. Тим не менш, при правильному використанні він залишається корисним інструментом для представлення талантів та робіт моушн дизайнера.

Список використаних джерел:

1. https://zelios.agency/uk/what-is-showreel/
2. https://edpit.org/uk/blog-uk/shho-take-shouril-showreel/

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.356

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКОРИСТАННЯ 3D-АНІМАЦІЇ В КІНОІНДУСТРІЇ

Пабат Д. Д. Халезев М. С. Греков Д. Ю.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(099) 018-21-63, e-mail: danylo.pabat@nure.ua

Mysterious, funny and tragic stories always captivate the viewer, but it is especially important what kind of tool this story is presented: exclusively text or audio, film or internet quest, visual novel and more. Underappreciated is the genre of interactive video and games with a variety of story choices and their consequences, most modern games concentrate on a linear method of presenting stories, sometimes neglecting the variety of wrong choices.

Таємничі, смішні та трагічні історії завжди захоплюють глядача, але особливо важливо, яким саме інструментом подається ця історія: виключно текстом чи аудіо, фільмом чи інтернет-квестом, візуальною новелою і т.і. Недооціненим є жанр інтерактивного відео та ігор з різноманіттям сюжетних виборів та їх наслідків, більшість сучасних ігор концентруються на лінійному методу подання історій іноді упускаючи з уваги різноманіття хибного вибору.

Візуальні новели представляють собою гібрид літератури та візуального мистецтва, де текст поєднується з ілюстраціями, анімацією та звуком дозволяючи їх читачу глибше поринути у світ історії за допомогою візуальних зображень та інтерактивних елементів. Єдина проблема яка відлякує більшість гравців, від цього жанру, це велика кількість текстових діалогів, надовго утримуючі гравця від будь яких дій окрім читання. У такому разі замінимо текст з артом на повноцінне відео з озвученням та отримаємо вже не новелу, а інтерактивне кіно. Інтерактивне кіно перетворить читача на глядача за тою же історією на екрані. У ньому також можна використати арт та 2D-анімацію, але кращим вибором буде 3D-анімація чи повноцінне кіно.

Концепт гри, що розробляється, полягає у тому, що гравця після перегляду відео матеріалу ставлять перед вибором з 2-8 варіантів, де у випадку з чотирма й більше одна половина варіантів приведе гравця до поразки, а інша половина до нових розгалужень з хибно-вірними варіантами. Особливість програшного вибору у тому, що не зважаючи на жанр історії, ці тупикові шматочки при наповненні комічними ситуаціями дадуть гравцям трішки розвіятися (наприклад, відпочити від занадто серйозного темпу оповідання) та розважитися, а також побачити якісь цікаві дрібнички ще за час першого проходження.

Серед схожих по концепту вже існуючих ігор та інтерактивного відео виділю такі: Minecraft: Story Mode; The Henry Stickmin Collection та серію відео роликів With Markiplier.

Minecraft: Story Mode — інтерактивна комедійно-драматична відеогра, яка має безліч епізодів. Щоб розвивати ігрову історію гравці можуть збирати предмети, розгадувати головоломки та спілкуватися з неігровими персонажами через дерева розмов, тим самим рухаючи сюжет до певних змін у майбутньому. Саме ці дії, які приймає гравець, впливають на події як у поточній історії епізоду, так і в наступних главах гри. Гра включає в себе бойові та інші послідовності дій, які виконуються за допомогою швидких подій і більш аркадних елементів керування, елементи крафта та будівництва були включені в ігровий процес, подібно до ігрового процесу у Minecraft [1].

The Henry Stickmin Collection – це комп'ютерна гра у жанрі квесту, розроблена американським розробником Маркусом Бромандером. У грі використовується point-and-click керування, а сама вона є збіркою Flash-ігор про персонажа Генрі Стікміна, які були опубліковані на сайті Newgrounds та представляли собою інтерактивну анімацію. В кожній з сюжетних ліній гравець має вибирати один з варіантів відповіді, щоб допомогти головному герою вирішити ситуацію. Гравці зіткнуться з різноманітними предметами або діями, де правильний вибір просуне історію вперед, але неправильний вибір призведе до поразки, та вони є половиною задоволення в цій грі. Головною особливістю Henry Stickmin є насиченість гумором та згадування різноманітних поп-культурних аспектів світової культури [2].

Рисунок 1 – Дерево розмов яке є відсилкою до іншої гри

Рисунок 2 – Мапа дій та кінцівок у грі

А Heist with Markiplier – теж має аспект інтерактивності, але вже виконаний як фільм на YouTube з елементи фільму та відеоігор. Написав та зрежисирував Марк Фішбах (багатьом більш відомим під псевдонімом Markiplier в мережі), він опублікував свою роботу на власному каналі [3], а сам фільм доступний кожному власнику підписки YouTube Premium. У фільмі глядачі відіграють роль помічника грабіжника Маркіплієра у пограбувані музею, керуючи виборами головного героя, що впливає на розвиток сюжету та його кінцівку. Відео має високоякісне зйомку, звук та монтаж, створюючи ілюзію участі глядача у власному фільмі [4].

Рисунок 3 – Скріншот вибору на ютубі,
опублікований сайтом TheGamer [5]

У світі розважальної індустрії складно обрати потрібний інструмент для подання історій. Можливості інтерактивної взаємодії з глядачем різноманітні та надають авторам можливість розкрити світ власної історії ще глибше. Однак варто пам'ятати, що інтерактивність не завжди є панацеєю, і вона повинна бути досконало вбудована в сюжет та обрану форму, щоб не порушувати ритм пригоди. Для проекту обрано за основу механіки вибору дій, дерево розмов, та мапу кінцівок для створення власного ігрового фільму.

Список використаних джерел

1. Про Minecraft: Story Mode на «wikipedia» URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Minecraft:_Story_Mode. (Дата звернення 04.03.2024 р.)
2. The Henry Stickmin Collection «steam» URL: https://store.steampowered.com/app/1089980/The_Henry_Stickmin_Collection/ (Дата звернення 04.03.2024 рік)
3. YouTube канал Марка Фішбаха URL: https://www.youtube.com/@markiplier (Дата звернення 04.03.2024 рік)
4. Про A Heist with Markiplier на «wikipedia» URL: https://en.wikipedia.org/wiki/A_Heist_with_Markiplier (Дата звернення 04.03.2024 рік)
5. Про A Heist with Markiplier на «TheGamer» URL: https://www.thegamer.com/best-interactive-movie-games/#the-with-markiplier-series (Дата звернення 04.03.2024 рік)

УДК 681.84

ТЕХНІКИ РЕЖИСУРИ МУЗИЧНИХ КЛІПІВ

https://www.youtube.com/watch?v=GZt2eL3AaR4Бєлякова Є.В.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(068) 242-09-16, e-mail: yevheniia.bieliakova@nure.ua.

This work emphasizes on the importance of developing directing skills when creating video clips and explains the main stages of their creation. Each of these stages will proceed more efficiently when all work is clearly planned and approved. By following this plan, you can create high-quality content that will reach all your goals and bring the desired results.

Навички режисури – є одними із важливих умінь, що допоможуть створити не просто гарну картинку, а й вкласти у контент певний сенс та виконати роботу чітко та якісно. Звісно, технічна компетенція має важливе значення у створенні контенту, але робота з людьми також вимагає ясної комунікації, щоб усі мали розуміння їх задач, виконували їх, та отримували бажані ефективні результати.

Зараз поняття відеофільму дуже змінилось, бо в сучасному світі будь-хто, маючи звичайний телефон, може створювати та поширювати будь-який користувач. Кліпи складаються з окремих кадрів, що в сукупності дають цілісний відеоряд. Його, у свою чергу, доповнюють текстовими та звуковими елементами, переходами та візуальними ефектами.

На початковому етапі підготовки до створення музичного кліпу важливо проаналізувати існуючий контент на просторах Інтернету, визначитись зі стилістикою, визначити схожості та відмінності контенту, проаналізувати емоції самого кліпу та ті, які викликає його перегляд, взяти до уваги побажання всіх членів команди.

Після важливого етапу, коли ідея стає все більш чіткою, можна приступати до розробки мудборду та сценарію. Мудборд – це інструмент, що допомагає візуалізувати загальний настрій, тематику, кольори майбутнього продукту. У сценарії важливо прописати як розкадровку, так і основні технічні моменти зйомки.

Далі можна приступити до підбору необхідного обладнання, локації, образів (якщо знімальний процес відбувається з людьми в кадрі), тощо. Важливо якісно підібрати освітлення, засоби для запису звуку, штатив, камеру та інші необхідні додаткові прилади.

Перед початком зйомок необхідно перевірити все обладнання на справність та зробити тестову зйомку на локації, щоб мінімізувати непередбачувані ситуації.

Перед початком знімального процесу важливо правильно налаштувати команду, ввести акторів у потрібний емоційний стан та зберігати потрі-

бну енергетику під час процесу.

Під час зйомки варто бути прискіпливим до деталей, одразу перевіряти відзнятий матеріал на якість відео, звуку, акторської гри, зайвих деталей, та за потреби швидко виправляти недоліки.

Етап монтажу, в ідеалі, виконується по чіткому плану, що мав бути прописаний до процесу зйомки. Іноді, гарні креативні рішення приходять, коли є бачення цілісної картинки, тож внесення коректив при збірці відео – це звичайний процес. Візуальні ефекти, переходи та ін. краще підбирати заздалегідь, щоб не витрачати забагато часу на їх пошук.

Для забезпечення гарного продукту на виході варто підібрати програмне забезпечення. Для монтажу на телефоні ідеально підійдуть програми CapCut, VN, Inshot. На комп'ютері такод можна використовувати CapCut, або, наприклад, Adobe Premiere Pro, Final Cut, DaVinci та ін.

Важливим етапом монтажу є кольорокорекція, від якої залежить загальний вигляд кліпу, тож треба приділити цьому особливу увагу. При корекції кольору важливо звернути увагу на настрій, який треба передати.

Після монтажу, тестування й перевірок якості відео, воно готове до публікації та подальшого просування й розповсюдження серед аудиторії. На цьому фінальному етапі стає зрозуміло, чи вийшло донести необхідний сенс, чи вдалося викликати потрібні емоції в аудиторії, чи змогла команда досягти поставлених цілей та дійти до бажаного результату.

Отже, навички режисури важливі для створення якісного та змістовного відеоконтенту. Підготовка до створення музичного кліпу включає в себе аналіз контенту, розробку сценарію, підбір обладнання та зйомку. Монтаж, кольорокорекція та тестування важливі для якісного готового продукту на виході. Налаштування команди та увага до деталей під час зйомки допомагають досягти бажаного результату.

Список використаних джерел:

1. Як знімати музичний кліп. // URL: https://www.youtube.com/watch?v=UmWJobZ86bQ / (дата звернення 04.03.2024).

УДК 681.84

ГАЛУЗІ У ЯКИХ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ 3D

Удовиченко К. О.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(073) 124-27-83, e-mail: kyrylo.udovychenko@nure.ua

3D-tekhnologiї are widely used in the modern world in various fields, including cinema, games, medicine, industry, education and advertising. They change the perception of reality and expand opportunities in many industries. In cinema, they are used to create impressive visual effects, in games - to create realistic immersive worlds. In medicine, they help create detailed organ models for training and surgery planning. In industry, they are used for rapid prototyping and optimization of production processes. In the field of education, they contribute to the creation of interactive educational materials. For these purposes, various software products are used, such as AutoCAD, Blender, SolidWorks and many others.

3D-технології є важливим компонентом сучасного цифрового світу, що змінює наше сприйняття реальності і розширює можливості в багатьох сферах. Вони знаходять своє використання в кіноіндустрії, ігровій сфері, медицині, дизайні, промисловості, освіті та багатьох інших галузях.

У кіноіндустрії 3D-технології використовуються для створення вражаючих візуальних ефектів, які роблять фільми більш реалістичними та захоплюючими для глядачів. Завдяки 3D-графіці можна створити складні сцени, які були б неможливими для зйомок у реальному житті, а також додати спеціальні ефекти та анімацію.

У сфері ігор 3D-технології використовуються для створення ігрових світів, які виглядають реалістично та іммерсивно. Вони дозволяють гравцям зануритися у віртуальний світ і взаємодіяти з ним, що робить геймплей більш захоплюючим та цікавим.

У медицині 3D-технології використовуються для створення деталізованих моделей органів та тканин для планування операцій, навчання медичних працівників та діагностики хвороб. Вони дозволяють лікарям отримати краще розуміння анатомії та патології пацієнтів і забезпечують покращення якості медичної допомоги.

У промисловості 3D-технології використовуються для створення віртуальних прототипів та швидкої прототипізації, що дозволяє зменшити час і витрати на розробку нових продуктів. Вони також використовуються для оптимізації процесів виробництва та моделювання складних систем.

У сфері освіти 3D-технології дозволяють створювати інтерактивні навчальні матеріали, які сприяють кращому засвоєнню матеріалу. Вони створюють можливості для взаємодії з навчальним контентом у

віртуальному середовищі, що робить процес навчання більш цікавим та ефективним.

Усі ці застосування 3D-технологій свідчать про їхню важливість у сучасному світі та потенціал для подальшого розвитку та використання. Вони допомагають вирішувати складні завдання та відкривають нові можливості для творчості та інновацій.

Зараз я наведу кілька основних галузей у сфері 3D з якими зустрічаються люди які хочуть увійти у цю сферу.

В архітектурній сфері використовують програмне забезпечення, таке як AutoCAD, Revit і SketchUp, для створення 3D-моделей будівель та інфраструктури. Ці програми дозволяють архітекторам візуалізувати та проектувати споруди перед їх фізичним будівництвом.

У медичній галузі 3D-моделі використовуються для створення точних реплік анатомічних структур для навчання, планування хірургічних втручань та виготовлення індивідуальних медичних пристосувань. Програмне забезпечення, таке як 3D Slicer і Blender, використовується для створення цих моделей.

В промисловості та інженерії 3D-моделювання використовується для проектування та виробництва складних деталей та механізмів. Програмне забезпечення, таке як SolidWorks, CATIA і AutoCAD, дозволяють інженерам створювати та аналізувати 3D-моделі для різноманітних застосувань у виробництві.

У сфері маркетингу та реклами 3D-візуалізація використовується для створення реалістичних зображень продуктів та сцен для рекламних кампаній та відеороликів. Програмне забезпечення, таке як Blender, Maya і Cinema 4D, дозволяють створювати вражаючі візуальні ефекти та анімацію для рекламних потреб.

Кожна з цих сфер має свої унікальні вимоги та специфіку, але всі вони використовують 3D-технології для досягнення своїх цілей та завдань.

Список використаних джерел:

1. Андрощук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (I частина) / Г. О. Андрощук // Наука, технології, інновації. - 2017. - № 1.

2. Методика використання 3d-моделювання та друку у графічній підготовці майбутніх фахівців галузі цифрових технологій / І. В. Гевко [та ін.] // Інформаційні технології і засоби навчання . 2022.

УДК 681.84

РОЛЬ КОЛЬОРУ ТА ТИПОГРАФІЇ В КОМУНІКАЦІЇ З ЧИТАЧЕМ ЖУРНАЛІВ

Дорошенко В. А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: viktoriia.doroshenko@nure.ua

Colors and typography in magazine design influence the perception of information, evoke emotions, and define style, attracting and holding the reader's attention. Consistent use of colors enhances brand awareness, meets the diverse needs of the audience, and makes the magazine visually appealing and fashionable. Fonts influence the style, tone, and mood of a message, and their functional purpose and compositional fit are crucial. The correct use of typography increases the readability, attractiveness and effectiveness of the text. Therefore, color and typography are vital elements in magazine design.

Роль кольору та типографії в комунікації з читачем журналів залишається надзвичайно актуальною і важливою в сучасному медіапросторі. Кольори та оформлення тексту впливають на сприйняття інформації, викликають емоційну реакцію та визначають стиль журналу, що допомагає привертати та утримувати увагу аудиторії.

У дизайнерських проєктах кольори мають чітко визначену функцію. Кампанії різних брендів, постери, журнали й інші різновиди графіки часто обмежуються невеликою кількістю кольорів із різною яскравістю й колірною температурою. Палітра може включати лише чорний, білий і один-два акцентні кольори. Акцентний колір, що заповнює простір між чорним і білим, поєднується і з білим, і з чорним текстом, це дає більше можливостей для типографічного оформлення продукту. А якщо палітра включає і теплі, і холодні тони, виникає відчуття візуальної завершеності. Хоча цифрові медіа дають можливість використовувати численні кольори без жодних додаткових витрат, створення колірних систем дуже допомагає в донесенні потрібної ідеї.

Крім того, послідовне використання кольорів допомагає підсилити бренд журналу, роблячи його більш впізнаваним для аудиторії. Не менш важливим є і аспект доступності інформації: ретельний вибір кольорів у дизайні журналу дозволяє задовольнити потреби різноманітної аудиторії, забезпечуючи інклюзивність і підвищуючи залученість усіх читачів, зокрема тих, хто має вади зору. Та кольори додають естетичної привабливості журналу та допомагають пристосовуватися до сучасних тенденцій дизайну, забезпечуючи його відповідність вимогам і очікуванням аудиторії.

При створенні журналу варто враховувати також вибір шрифтів. Шрифти відіграють важливу роль у взаємодії з читачем і справляють знач-

ний вплив на сприйняття тексту та повідомлення. Насамперед, шрифти визначають стиль і характер повідомлення та передають певний тон або настрій, створюють асоціації. Наприклад, жирним шрифтом можна підкреслити важливі деталі та заголовки, а курсивом - висловити емоційний або поетичний зміст. Крім того, важливо зважати на легке сприйняття шрифту, особливо під час читання тексту на екрані або дрібним шрифтом.

Функціональне призначення шрифтів та композиційна відповідність є важливими складовими вдалого підбору шрифту. Але обидві ці складові є радше формальними. Корисно також зважати й на контекст, яким наділені шрифти.

Власне, типографія будується на принципах групування. Букви об'єднуються в слова. Зміна насиченості, накреслення або розміру шрифту сигналізує про відмінності в ієрархіях. Коли ми набираємо рядки тексту, то використовуємо принцип безперервності, який підтримує ілюзію єдиного жесту або єдиного шляху.

В підсумку, в сучасному медіапросторі роль кольору та типографії в журнальному дизайні залишається важливою. Кольори та оформлення тексту впливають на сприйняття інформації, викликають емоційну реакцію та визначають стиль видання, що допомагає привертати та утримувати увагу аудиторії. Використання відповідних кольорів та шрифтів допомагає створювати настрій, посилювати бренд, привертати увагу та стимулювати читачів до дії. Крім того, правильне використання типографії допомагає зробити текст розбірливим і привабливим, підсилюючи його виразність та ефективність. Таким чином, колір та типографія є важливими елементами дизайну журналів, які допомагають досягти мети та вражати аудиторію.

Список використаних джерел

1. How to Use Color Theory in Digital Magazine Design. URL: https://azuramagazine.com/articles/how-to-use-color-theory-in-digital-magazine-design (date of access: 04.03.2024).

УДК 681.84

СТВОРЕННЯ EDIT У AFTER EFFECTS

Шутєєв Н.В
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
Тел. +38(073) 216-81-37, e-meil: nazar.shutieiev@nure.ua

In this work we will work in the After Effects program. The program provides a wide range of tools for creating high-quality visual effects, animation and video editing. Suitable for both small projects and large film productions. It allows you to work with different video and audio formats, as well as integrate third-party plugins. After Effects is widely used in the industry and is considered the standard for creating visual effects and animation. Many employers value knowledge of this program among their employees.

After Effects – це потужне програмне забезпечення для створення візуальних ефектів, анімації та відеомонтажу. Воно дійсно набирає популярності з кількохпричин:

Професійне застосування: After Effects широко використовується в індустрії кіно, реклами, телебачення та відеовиробництва. Багато професіоналів вибирають його для створення вражаючих візуальних ефектів.

Гнучкість і функціональність: Програма надає безліч інструментів для анімації, корекції кольору, трекінгу руху і багато іншого. Це робить її універсальним інструментом для різноманітних завдань.

Активна спільнота: Існує велика спільнота користувачів After Effects, де можна обмінюватися досвідом, ставити запитання та знаходити рішення. Це сприяє зростанню популярності програми.

Навчання та ресурси: Безліч онлайн-курсів, відеоуроків та ресурсів допомагають новачкам освоїти After Effects. Це робить програму доступною для навчання.

Загалом After Effects залишається затребуваним інструментом у світі візуальних ефектів та анімації.

Демонстрація інтерфейсів: After Effects дозволяє наочно показати роботу функцій програми, сайту чи сервісу. Наприклад, можна створити анімацію, яка покаже, як після натискання на певну кнопку відкриється спливаюче вікно.

Анімаційна графіка: Програма "оживляє" статичні зображення. Це корисно для презентації фірмового стилю компанії, створення анімованих логотипів та стікерів для соціальних мереж.

Композинг: After Effects використовується для поєднання кількох анімованих шарів. Це придатно, наприклад, при виробництві мультфільмів, де персонажі можуть бути намальовані в іншій програмі,

After Effects на кадр накладаються туман або сонячне світло.

Тизери: Короткі ролики, створені в After Effects, привертають увагу користувачів. Вони використовуються для трейлерів до фільмів чи рекламних агентств.

Вирази (expressions): Це макроси, що прискорюють створення однотипної анімації. Вони дозволяють автоматизувати деякі дії та зробити процес більш ефективним.

Всі ці переваги роблять After Effects незамінним інструментом для професійних дизайнерів та аніматорів

Список використаних джерел:

1. Mark Christiansen, Adobe After Effects CC Visual Effects and Compositing Studio Techniques, 2013

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.368

ВИКОРИСТАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАФІЧНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ВІДЕОІГОР

Пронін О. О.
Науковий керівник – старший викладач кафедри МІРЕС, Колісник В.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: oleksii.pronin@nure.ua

This talk describes the importance of 3D modeling in our time and describes the sequence of creating a model in the gamedev pipeline. In today's world permeated by digital technology and visualization, 3D modeling is central to the tools that can transform and expand human creativity and engineering thought. With the development of computer graphics and computer technology, as well as with the expansion of the use of 3D technologies in various industries, from the gaming industry to medical modeling, issues related to the creation of three-dimensional models are becoming more and more relevant and in demand.

У сучасному світі, пронизаному цифровими технологіями та візуалізацією, 3D-моделювання займає центральне місце серед інструментів, здатних трансформувати та розширити можливості людської творчості та інженерної думки. З розвитком комп'ютерної графіки та обчислювальної техніки, а також з розширенням застосування 3D-технологій у різних галузях, від ігрової індустрії до медичного моделювання, питання, пов'язані зі створенням тривимірних моделей, стають все більш актуальними та затребуваними.

На даний момент існує безліч програмних засобів для 3D-моделювання, кожна з яких має свої унікальні можливості, особливості інтерфейсу та застосування. Нижче наведено деякі з основних програм для створення 3D-моделей:

- Autodesk Maya: Широко використовувана в індустрії анімації та створення комп'ютерних ігор програма, що надає широкі можливості для моделювання, анімації, текстурування та рендерингу 3D-об'єктів;
- Autodesk 3ds Max: Ще один продукт від Autodesk, популярний серед професіоналів у галузі візуалізації, архітектури та створення ігор. 3ds Max має потужні інструменти для моделювання, анімації, створення текстур та освітлення;
- Blender: Безкоштовна та відкрита програма для створення 3D-графіки, яка отримала широке визнання завдяки своїй потужності та гнучкості. Blender підтримує широкий спектр функцій, включаючи моделювання, анімацію, симуляцію, рендеринг та навіть відеомонтаж;
- ZBrush: Спеціалізоване програмне забезпечення для цифрового скульптингу та текстурування. ZBrush надає унікальні інструменти для

створення деталізованих 3D-моделей високої якості, що часто використовуються у виробництві фільмів, ігор та реклами;

- Cinema 4D: Популярна програма, яка широко застосовується у створенні анімації, спецефектів, реклами та дизайну продуктів. Cinema 4D пропонує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та різноманітні інструменти для моделювання, анімації та рендерингу;

- SketchUp: Проста та інтуїтивно зрозуміла програма для створення 3D-моделей, яка часто використовується в архітектурному проектуванні, дизайні інтер'єрів та моделюванні об'єктів.

Проведене дослідження направлене на аналіз процесу створення 3-Dмоделей об'єктів, та які використовуються для розробки ассетів для відеоігор.

Загальний алгоритм створення моделі у даній сфері виглядає наступним чином:

- Огляд наданих компанією або замовником матеріалів (концепт-артів, креслень, текстових записок тощо), або пошук їх самостійно, якщо цього вимагає поставлена задача. Вибір референсів;
- Безпосередньо моделювання;
- UV-розгортка;
- Запікання;
- Текстурування;
- Рендеринг.

Кожний з етапів створення моделі неможливий без попереднього етапу. Розглянемо особливості кожного з них.

Рисунок 1 – Моделювання

Суть моделювання для геймдеву полягає у створенні полігональної сітки максимально правильної структури. Ця вимога необхідна для коректного рендеру: відсутності артефактів на моделі, а також для її оптимізації, тобто завжди є обмеження на кількість полігонів або точок моделі. Фактично створюються мінімум дві моделі: низькополігональна (lowpoly), тобто така, що має низьку кількість полігонів, та високополігональна (highpoly) , тобто така, що має високу кількість полігонів.

Рисунок 2 – UV-розгортка

Рисунок 3 – Текстурування

UV-розгортка проводиться на основі lowpoly. Це нанесення швів на деякі грані моделі. Даний процес необхідний для коректного запікання та нанесення плаской текстури на об’ємну модель у подальшому.

Запікання. Процес полягає у перенесенні деталізації highpoly на lowpoly. Таким чином отримуємо деталізовану модель, яка не буде складною для ігрового двигуна. Також на цьому етапі на модель можна нанести тіні у важкодоступних світлу місцях, елементи, що світяться тощо.

Текстурування. Визначний етап створення моделі. Полягає у нанесенні кольору, декалей, імітації матеріалів на запечені карти нормалей (normal), оклюзії (ambient occlusion), кривизни (curvature). Його можна порівняти з нанесенням фарби на гіпсову статуетку. Даним етапом процес моделювання завершується.

Рендеринг. Фактично необхідний тільки для презентації готової моделі. Це створення зображення моделі з декількох ракурсів, з додаванням світла у сцену та оточення, якщо останнє не буде зайвим на розсуд художника.

Висновки.

Проведене дослідження дозволило визначитися з набором графічного програмного забезпечення, оптимального для виконання робот при створенні відеоігор. Моделювання та UV-розгортку доцільно виконувати за допомогою графічного редактора Blender. Цей зумовлено його доступністю через відсутність платної підписки, та універсальності його використання. "Запікання" більш доцільно реалізовувати за допомогою іншого програмного забезпечення - Marmoset Toolbag, через його профільність саме на розгортці. Текстурування - у Substance painter, через його зручність, потужний набір інструментів та широке використання у сфері геймдеву.

Список використаних джерел

1. William Vaughan Topologybook [платна електронна книга]

2. Офіційний сайт Blender: вебсайт. URL:
https://www.blender.org/features/ (дата звернення: 05.03.2024)

3. Оціфійний канал Blender на YouTube // YouTube. URL
https://www.youtube.com/user/BlenderFoundation (дата звернення: 05.03.2024).

4. 3D програми та їх застосування. URL: http://i.nure.ua/tekhnologiji/1952-3d-programi-ta-jikh-zastosuvannya

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.372

ВІДСТЕЖЕННЯ КАМЕРИ У ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

Шендрік К.С.
Науковий керівник – асист. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: kyrylo.shendrik@nure.ua

This work is devoted to video tracking, which is the implementation of computer 2D and 3D graphics into real footage to create a harmonious combination of virtual objects and live video. The technique is essential in the production of television commercials and visual effects, based on point tracking of objects and calculation of camera movement.

Техніка відеотрекінгу – це важливий елемент постпродакшену, що спрямований на впровадження комп’ютерної 2D та 3D-графіки в реальний візуальний контекст. Основна мета полягає в інтеграції вставлених об’єктів так, щоб вони органічно вписувалися у живий кадр. Використання відеотрекінгу найбільш актуальне в роботі з живим відео, особливо при створенні телевізійної реклами та роботі з 2D та 3D об’єктами для створення різноманітних візуальних ефектів. Процес відеотрекінгу базується на відстеженні точки руху об’єкта в сцені та обчисленні руху камери за допомогою спеціальних алгоритмів, що використовуються під час зйомки реальної сцени. Зібрані дані про рух камери використовуються для відтворення віртуальної копії реальної сцени.

3D-відстеження камери відкриває унікальні можливості для створення переконливих візуальних ефектів та інтеграції віртуальних елементів у реальне відео. Ця технологія розширює творчі горизонти у кінематографії, архітектурній візуалізації, віртуальній реальності та інших галузях. Її активно використовують для втілення креативних ідей, підвищення візуального сприйняття та посилення впливу контенту. Однак важливо враховувати, що 3D-відстеження камери пов'язане з певними труднощами. Вимоги до обчислювальних ресурсів можуть бути значущими, що може стати перешкодою для менш потужних систем. Точна калібрування та досвід у налаштуванні параметрів також необхідні для досягнення високої точності результатів. Новачкам може знадобитися час для освоєння складних інструментів та програмного забезпечення. При цьому вартість професійного обладнання та програм може стати додатковим обмежуючим фактором для широкого використання цієї технології.

Ґрунтуючись на кольорі та яскравості, комп'ютер намагається відстежити зазначені точки на відео, порівнюючи їх із попереднім кадром, щоб визначити їхнє поточне місце розташування. Для більш точного відстеження використовується якийсь маркер, наприклад встановлений на

маленькому аркуші, що лежить на вулиці, який відстежується в той час, як камера переміщається. Комп'ютеру потрібна група пікселів, які залишаються практично незмінними протягом усієї тривалості відео. Якщо ця група пікселів значно зміниться, наприклад, закриється іншим об'єктом з плином часу, то комп'ютер більше не зможе її відстежити.

Коли ви виконуєте 2D tracking (також називають plane tracking) вам необхідно максимум 4 точки для відстеження. У цьому разі 3D оточення не розраховується, тому що необхідно лише розмістити цифрову площину поверх відзнятого відео, наприклад, плакат на стіні будинку.

3D tracking використовується для відстеження комплексних рухів камери. Метою є створення віртуальної кімнати, яка буде повністю (або частково) відповідати відзнятому на відео матеріалу. Завдяки цьому ви зможете розміщувати 3D об'єкти на вашому відео де завгодно. Найголовніше при створенні цього типу відстеження - це наявність достатньої кількості точок для побудови 3D-сцени (у Blender необхідно мінімум 8 точок для кожного кадру відео). Точки відстеження мають бути як на передньому плані відео, так і на задньому. Інакше кажучи, ви маєте відстежувати об'єкти, що розташовані як близько, так і далеко від камери. Глибина 3D сцени розраховується співвідношенням швидкості руху об'єктів на передньому і задньому планах. Що більше об'єктів для відстеження у вас буде на обох планах, то точнішим буде відстеження.

Існує технологія Kinect, яка часто застосовується в кінематографі. Камера знімає кольорове зображення, а датчик глибини вимірює відстань до кожного пікселя отриманого зображення. Ці дані можуть бути оброблені додатком для створення 3D-карти. У 2011 році група з королівського коледжу Лондона і Microsoft Research розробила додатки для подібного 3D-моделювання під назвою KinectFusion, яке успішно будує 3D-моделі в реальному часі. Виходять дуже деталізовані моделі простору, з роздільною здатністю менше сантиметра, але тільки для обмеженої фіксованої області в просторі. Команда спробувала розробити методику для створення 3D-карт з однаково високою роздільною здатністю на сотні метрів, у різних умовах і в реальному часі. Мета, зазначають вони, була амбітною з точки зору даних: змодельоване оточення складатиметься з мільйонів 3D точок. Щоб створити точну карту, потрібно було б визначити, які однорідні ділянки можна вирівняти без шкоди для якості мільйонів інших ділянок, що відрізняються. Попередні дослідницькі групи вирішували цю проблему за допомогою повторних зйомок - непрактичний підхід, якщо ви хочете створити карту в реальному часі.

Натомість придумали набагато швидший підхід, за якого камера знімає простір у два етапи: використовується перша камера на передній частині пристрою і друга камера на задній частині пристрою.

У передній частині пристрою дослідники розробили алгоритм відстеження положення камери в будь-який момент за своїм маршрутом.

Оскільки Kinect-камера робить 30 кадрів на секунду, алгоритм показує, скільки і в якому напрямку рухається камера між кадрами. Водночас алгоритм створює 3D-модель, що складається з хмари дрібних шматочків - поперечних перерізів тисяч 3D-точок у безпосередньому оточенні. Кожен шматочок хмари пов'язаний з конкретною позицією камери.

У міру того, як камера переміщається вниз коридором, шматочки хмари включаються в глобальну 3D-карту.

Камера в задній частині пристрою знову знімає оточення, знаходить знайомі шматочки, що відповідають положенню камери і добудовує відсутні шматочки. Таким чином, пристрій автоматично присвоює розташування хмари шматочків положенню камери замість того, щоб запам'ятовувати розташування кожного зі шматочків окремо.

Команда використовувала свою техніку, щоб створити 3D-карти центру Массачусетського технологічного інституту, а також криті та відкриті місця в Лондоні, Сіднеї, Німеччині та Ірландії. У майбутньому група припускає, що метод може бути використаний, щоб дати роботам набагато багатшу інформацію про їхнє оточення. Наприклад, 3D-карта не тільки допоможе роботу вирішити, повернути ліворуч або праворуч, а й представити більш детальну інформацію.

Але технології не стоять на місці і дослідники під керівництвом Сусуму Нода з Кіотського університету в Японії опублікували дослідження своєї нової немеханічної 3D-лідарної системи. Система поміщається в долоні і здатна вимірювати відстань до погано відбиваючих об'єктів і автоматично відстежувати їх рух.

Нова система стала можливою завдяки унікальному джерелу світла, яке називається фотонно-кристалічним лазером з подвійною модуляцією (DM-PCSEL). DM-PCSEL об’єднує немеханічне сканування променем з електронним керуванням із освітленням спалахом, що використовується в лідарі зі спалахом, для отримання повного 3D-зображення одним спалахом світла. Це джерело світла засноване на мікросхемах і з часом може дозволити розробити вбудовану повністю твердотільну 3D-лідарну систему.

Лідарні системи створюють карту об’єктів, освітлюючи їх лазерними променями та обчислюючи відстань до цих об’єктів, вимірюючи час польоту (ToF) променів. Більшість існуючих і розроблених систем лідарів покладаються на рухомі частини, що робить їх громіздкими, дорогими та ненадійними. З іншого боку, спалахові лідарні системи використовують один широкий і розсіяний промінь світла для одночасного освітлення та оцінки відстані до всіх об’єктів у полі зору. Однак спалахові лідари не можуть вимірювати відстані до об’єктів із слабким відображенням і, як правило, великі через зовнішні лінзи та оптичні елементи, необхідні для створення променя спалаху.

Щоб подолати ці обмеження, дослідники розробили джерело світла DM-PCSEL, яке має як спалах, так і можливості сканування променя.

Дослідники включили це джерело світла в систему тривимірного лідара, дозволяючи одночасно вимірювати багато об’єктів за допомогою широкого освітлення спалахом і вибіркового освітлення об’єктів із слабким відображенням більш концентрованим пучком світла. Вони також встановили камеру ToF і розробили програмне забезпечення для автоматичного відстеження руху погано відбиваючих об’єктів за допомогою освітлення зі скануванням променя.

Дослідники продемонстрували систему, використовуючи її для вимірювання відстані до погано відбиваючих об’єктів, розміщених на столі в лабораторії. Вони також показали, що система може розпізнавати та відстежувати рух цих об’єктів. Зараз дослідники вивчають потенціал системи в практичних застосуваннях, таких як автономний рух роботів і транспортних засобів, і досліджують можливість заміни камери ToF більш оптично чутливою однофотонною лавинною фотодіодною матрицею для вимірювань на більших відстанях.

Отже, 3D-відстеження камери - це потужний інструмент, який змінює обличчя візуальних технологій. Незважаючи на свої вимоги та вартість, він відкриває нові можливості для творчості та інновацій в галузі відеопродакшну та дизайну. Його застосування вже стало необхідністю у світі візуальних ефектів та комп'ютерної графіки.

Список використаних джерел

1. Розбираємося з Motion Tracking. Blender 3D. URL: https://blender3d.com.ua/razbirayemsya-s-motion-tracking/ (дата звернення: 05.03.2024).

2. Нова система 3D Lidar для покращеного відстеження об’єктів і вимірювання відстані URL: https://www.unite.ai/uk/ нова-3D-лідарна-система-для-покращеного-відстеження-об’єктів-і-вимірювання-відстані/ (дата звернення: 06.03.2024).

3. Один із способів створення 3D моделі простору URL: https://evo.net.ua/https/evo.net.ua/prostoy-sposob-proizvesti-3d-skanirovanie/ (дата звернення: 05.03.2024).

4. ТРЕКІНГ ВІДЕО URL: https://adshot.ua/services/postproduction/treking-video/ (дата звернення: 05.03.2024).

5. 3D-моделювання оточення за допомогою відеокамери URL: https://habr.com/ru/articles/191884/ (дата звернення: 04.03.2024).

6. Ревенчук І. Моделювання доповненої реальності на основі маркерів / І. Ревенчук, Є. Агарков // Бионика интеллекта : научно-технический журнал. – 2021. – № (96). – С. 90–95.

УДК 681.84

ВИКОРИСТАННЯ МОУШН ДИЗАЙНУ В СУЧАСНОМУ МЕДІАПРОСТОРІ

Масляк І.В.
Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +380 99 934 83 07, e-mail: iryna.masliak@nure.ua

The publication examines the importance of graphic design in today's world, where visual communication is a key element. Emphasis is placed on the role of motion design, which is becoming increasingly popular and important in various fields, from advertising to web design. Technical aspects, the creative process and the impact of motion design on the audience are explored. The practical part includes creating promotional video content using various motion design techniques. Analyzing the effectiveness and perception of the audience helps to identify the strengths and weaknesses of the created material. Thanks to the work done, a promo video with motion graphics was developed, which demonstrates the successful completion of the task and emphasizes the importance of motion design in the modern media environment.

В сучасний час складно віднайти сфери існування людини, де не був би задіяний графічний дизайн – найдавніший і один із найпоширеніших видів художнього проектування. Усе, що оточує нас у повсякденні, навіть у мережі Інтернет, включає результати роботи дизайнерів-графіків. Різноманітні носії інформації – книжки, журнали, газети, мальовничі афіші, постери, банери та білборди, календарі й товарні знаки, різні типи упаковки тощо – оточують нас буквально на кожному кроці. Усе це – форми графічного дизайну. Графічний дизайн лежить в основі вебдизайну, реклами, фірмового стилю тощо.

Професія графічного дизайнера користується значним попитом на ринку України. Якщо говорити про інші європейські країни, то ця професія цінується в рази вище, особливо у північній Америці.

Всі компанії намагаються піднести свою продукцію або послуги якомога яскравіше, а цього можна досягти за допомогою слів (реклами) та картинки (графічного дизайну).

Одиним з най популярних видів графічного дизайну у наш час є саме моушн-дизайн, що включає в себе такі напрями, як 2D й 3D моушн-дизайн та анімацію. Моушн-дизайн – це мистецтво створення анімації та рухливих графічних образів, яке використовується в різних сферах, від реклами та мультимедійних розваг до корпоративної ідентичності та веб-дизайну.

В сучасному цифровому віці візуальна комунікація стала необхідною складовою нашого повсякденного життя. З кожним роком вона стає більш насиченою, емоційною та динамічною, і це, безсумнівно, пов'язано з вели-

ким внеском моушн-дизайну. Саме через великий попит та ринко орієнтованість ця тема дипломного проекту є актуальною.

Таким чином, робота присвячена вивченню та дослідженню моушн-дизайну в сучасному контексті. Буде детально досліджено різні аспекти цієї сфери, від технічних аспектів до творчого процесу, і також буде досліджено його вплив на візуальну комунікацію та медіа.

Мета роботи – розкрити значення моушн-дизайну в сучасному світі, його роль у створенні ефективної візуальної комунікації та можливості впливу на аудиторію. Також будуть проаналізовані різні техніки, інструменти та програмне забезпечення, які використовуються в моушн-дизайні.

Поставлена задача практичної частини: створення рекламного відеоконтенту за допомогою комбінації різних напрямів у мошун-дизайні. Актуальність виконаної роботи: − Додавання візуальної цінності. Моушн-дизайн в значущий спосіб покращує візуальну привабливість будь-якого медійного вмісту; − Підвищення конкурентоспроможності. Знання та навички в галузі моушн-дизайну можуть зробити фахівця більш конкурентоспроможними на ринку праці; − Виконаний проект можна використовувати як різновид навчальних матеріалів для студентів та школярів; − Технології, які розглянуті в роботі, можуть бути використані для створення сучасних відео та в технологіях розважальної індустрії. Застосування у рекламних відео та презентаціях дасть можливість більш ефективно працювати з користувачем.

У даній студенський, практичній роботі на тему детально розібрано та проаналізовано такі елементи моушн-дизайну, як анімація, графічні переходи, додаткові візуальні ефекти, анімовані інтерфейси, моушн-графіка, 3D анімація тощо.

Також детально розглянуто використання математичних функцій для створення графіки. Як показує детальний аналіз, використання таких функцій дозволить прискорити та систематизувати весь процес створення графіки.

Було виконано аналіз інтеракції моушн-дизайну з глядачем. Було проведено та проаналізовано опитування ЦА та експертів з приводу створеного відео ролику, в якому використовувалась моушн-графіка.

Основні результати аналізу: − Якість анімацій та графічних ефектів оцінено вище середнього; − Був високо оцінений звуковий дизайн; − Висловлені рекомендації щодо зміни швидкості появи тексту; − Дуже високо були оцінені креативність та оригінальність ролику; − Висловлені поради щодо більш детального опрацювання сценарію для Кращого сприйняття та розуміння відеоролику глядачем; − Елементи моушн-графіки дуже добре запам’ятались глядачам, що вплинуло на загальне позитивне враження від промо ролику; − Оцінка відеоролику за загальним враженням є вище середнього.

Було створено відеоролик з використанням моун-графіки. Основні

результати виконаної роботи: − Створена 2D графіка та анімація; − Створена 3D графіка та анімація; − Проведений композитинг проекту; − Виконана корекція кольору графічних елементів; − Створений звуковий дизайн.

Як результат виконаної роботи, було отримано промо ролик колаборації пончиків з маркою авто «Audi», у якому використовувалась моушн-графіка. Таким чином, поставлена задача була виконана в повній мірі.

Перспектива для цього напрямку в медіа індустрії є те, що моушн-дизайн відкриває багато можливостей для покращення візуальної комунікації та розширює горизонти мультимедійних проектів у різних галузях. Він додає рух та динаміку до візуального контенту, що робить його більш привабливим та зрозумілим для аудиторії.

Список використаної літератури:

1. Моушн-дизайн. URL https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%83%D1%88%D0%BD-%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD (дата звернення 05.03.2024).

УДК 681.84

ОПТИМІЗАЦІЯ 3D АССЕТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІГРОВИХ СИСТЕМ

Науменко Д. В.
Науковий керівник – старший викладач Колісник В. І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.naumenko3@nure.ua

In the world of 3D gaming, optimizing 3D models is crucial to creating an immersive gaming experience. This involves balancing visual quality with game performance to ensure detailed environments and an enjoyable gameplay experience. Poor optimization can lead to slower gameplay and poor performance. The optimization process involves converting high-poly models into low-poly versions without losing important details. One method is retopology, where the location of vertices, edges, and faces of a high-poly model are mapped to a low-poly model to preserve defining features while reducing the number of polygons. Baking is another technique that mimics the complex details of a high-poly model into a low-poly model by using a normal map for surface details.

У динамічному світі 3D-ігор та віртуальної реальності, оптимізація 3D-моделей відіграє ключову роль у створенні захопливого ігрового досвіду. Цей процес виходить за рамки простого створення графічного контенту, це питання балансу між візуальною якістю та плавністю гри, що забезпечує деталізоване середовище та приємний ігровий досвід. Обсяг геометрії та кількість текстур можуть суттєво впливати на продуктивність ігрових систем. Сучасні геймери очікують високоякісної графіки без шкоди для продуктивності. Оптимізація - ключ до задоволення цих очікувань.

Кожна модель у грі складається з полігонів, які під час рендерингу перетворюються на трикутники. Чим більша кількість полігонів, тим реалістичніший і детальніший об'єкт, але для рендерингу знадобиться більше ресурсів.

На початку створення ассету, готового до імпорту в ігрове середовище, 3D-художники зазвичай працюють над створенням високополігональної моделі. Це пов’язано з тим, що для досягнення більшої якості відображення перед ними стоїть задача - створити 3D-моделі з якомога більшою деталізацією та максимально чіткою текстурою. Але при цьому навіть досвідчені 3D-дизайнери можуть тижнями працювати над створенням дуже складних моделей, що складаються з мільйонів полігонів.

Наступним кроком буде процес перетворення складної високополігональні моделі в оптимізовану низькополігональну версію без втрати важливих деталей, які і надають моделі реалістичності та характеру. Ключовим етапом в оптимізації моделі буде ретопологія. Це процес, в

якому топологія - розташування вершин, ребер і граней високополігональної моделі переноситься на низькополігональну. Мета полягає в тому, щоб зберегти основні риси оригінальної моделі, водночас значно зменшивши кількість її полігонів. Ця техніка не лише покращує продуктивність гри, але й робить 3D-моделі більш керованими та легшими для маніпуляцій під час процесу розробки гри.

Перетворення на низькополігональну модель зменшує її складність і часто може призвести і до втрати дрібних деталей. Тут на допомогу приходить запікання. У комп'ютерній графіці запікання - це техніка, яка використовується для імітації складних деталей високополігональної моделі в її низькополігональний аналог.

У цьому процесі з високополігональної моделі генерується карта нормалей - тип текстури, що дозволяє додавати певні деталі поверхні, такі як нерівності, канавки та подряпини, а потім перевести все на низькополігональну модель. Результатом стає модель, яка є ефективною з точки зору продуктивності зі збереженням високої якості зображення. Наглядний приклад можна побачити на одній з моїх робіт - шороховатості та подряпини на рис.1 додають моделі певну деталізацію, історію та реалістичність.

Рисунок 1 - Модель з застосуванням карти нормалей

Зовсім інший результат побачимо на моделі без додавання карти нормалей. На рис. 2 показана модель, текстура якої занадто проста, а подряпини ніби намальовані.

Ще один спосіб оптимізувати 3D-моделі та анімацію для продуктивності гри - використовувати рівень деталізації (LOD). LOD - це технологія, яка автоматично перемикається між різними версіями моделі

залежно від відстані до камери. Таким чином, високоякісні моделі можна використовувати для зйомки крупним планом, а низькоякісні - для далеких видів, тим самим зменшуючи споживання ресурсів, не впливаючи на враження від занурення.

Рисунок 2 - Модель без застосуванням карти нормалей

Таким чином, оптимізація прокладає шлях до відображення більш плавного ігрового процесу. Вона забезпечує швидке й ефективне відтворення 3D-моделей, уникаючи затримок, які можуть порушити ігровий процес. Але оптимізація поліпшує не лише про продуктивність гри, а й дає зменшення часу завантаження - що є важливим фактором задоволеності гравців.

Добре оптимізовані 3D ассети сприяють створенню єдиного естетичного вигляду, де кожен елемент ігрового середовища гармонійно поєднується, підвищуючи візуальну привабливість і занурення.

Список використаних джерел

1. What is Low Poly and High Poly Modeling? URL:https://3dstudio.co/low-and-high-poly-modeling/#:~:text=A%20high %20poly%20model%20is,used%20to%20create%20a%20model. (date of access: 04.03.2024).

2.Почему игры используют карты нормалей? URL:https://blender3d.com.ua/pochemu-igry-ispolzuyut-karty-normaley/ (date of access: 05.03.2024).

3.Optimizing Your Game URL:https://www.gdp.academy/article/ optimizing-your-game-how-to-process-3d-models (date of access: 05.03.2024).

УДК 621.396.9:534.86
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.382

МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БПЛА ЗА АКУСТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Литвин Д.М.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. (057) 702-15-87 e-mail: dmytro.lytvyn2@nure.ua

In recent years, attention has been paid to the problem of detecting small unmanned aerial vehicles (UAVs). Due to their small size and low speed, they are often difficult to detect visually or using radar sensors. Therefore, detection and identification of UAVs by their acoustic emissions is relevant. Algorithms for identifying UAVs by acoustic radiation are considered. To minimize the shortcomings of the considered methods, it was proposed to use machine learning algorithms to create UAV detection and identification systems.

В останні роки увага зосереджується на проблемі виявлення БПЛА. Оскільки проблеми, пов'язані з неправомірним використанням БПЛА, стають все більш актуальними в сучасному світі. Хоча БПЛА мають безліч корисних застосувань, таких як зйомка важкодоступних територій та допомога в рятувальних операціях, їх недоцільне використання може призвести до серйозних наслідків. Зокрема дуже актуальним на сьогодні є ідентифікація і визначення місцезнаходження БПЛА, що використовуються у військових цілях. Завдяки їхнім невеликим розмірам та низькій швидкості, їх часто важко виявляти візуально або за допомогою радарних сенсорів. В зв’язку із цим актуальним є ідентифікація БПЛА за допомогою його акустичного випромінювання.

Кожен БПЛА створює акустичний сигнал, який залежить від загальної конструкції: типу двигуна, характеристик повітряного гвинта тощо. Спектр акустичного випромінювання включає декілька гармонійних та широкосмугових складових. Акустичний сигнал безпілотника складається з шуму: двигуна, обертання гвинта, механічних деталей. Спектри акустичного сигналу БПЛА мають точно виражені гармоніки, що кратні частоті руху гвинта. Мікрофони приймають акустичний сигнал, який генерують БПЛА під час польоту.

Використання антенних решіток з кількох мікрофонів дозволяє ефективніше виявляти звукові сигнали з метою подальшого аналізу для точної ідентифікації типу БПЛА по характерним ознакам акустичного випромінювання [1].

Розпізнавання акустичних сигналів, які генерують БПЛА, включає обробку сигналу та його класифікацію. Для цього використовують різні ме-

тоди, наприклад метод спектрального аналізу, метод мел-частотних кепстральних коефіцієнтів, метод фрактальної розмірності тощо. Кожен метод має певні переваги та недоліки.

Спектральний аналіз є одним з найбільш ефективних та поширених методів обробки акустичних даних. Він має переваги у виявленні характерних частот та зменшенні впливу зовнішнього шуму [2]. Але до недоліків цього методу можна віднести складність виявлення акустичних ознак БПЛА у сигналі зі зростанням відстані до аналізуємого об'єкту.

Дослідження складних коливань, до яких відносяться і звукові сигнали БПЛА, шляхом аналізу відповідних фазових портретів та фрактальної розмірності дає більше інформації, ніж спостереження спектрів при спектральному аналізі [3]. Невеликий рівень акустичного сигналу БПЛА та широка смуга частот з невизначеною структурою перешкод може ускладнювати аналіз.

Метод мел-частотних кепстральних коефіцієнтів (MFCC) широко використовується, наприклад, у системах розпізнання мови. До його переваг у порівнянні з попередніми методами можна віднести меншу чутливість до шумів навколишньої середовища та незалежність отриманого вектору ознак від довжини початкового фрагменту аналізованого сигналу [3]. Але цей метод має складності по ідентифікації БПЛА на великих відстанях.

Саме для боротьби із недоліками акустичного методу виявлення БПЛА використовують алгоритми машинного навчання. Використання штучних нейронних мереж (ШНМ) може автоматизувати процес ідентифікації типу БПЛА за допомогою аналізу системою акустичних сигналів та підвищити достовірність отриманих результатів. Також, алгоритми машинного навчання активно використовуються в програмних продуктах з метою відокремлення шумів та прогнозування акустичного сигналу [4].

Для навчання нейронної мережі з метою розпізнавання різних типів БПЛА необхідна велика кількість початкових даних, яка дозволить підготувати базу шаблонів. Цей процес навчання підвищує точність і надійність виявлення БПЛА [5].

Важливо відзначити, що ідентифікація БПЛА за акустичним випромінюванням – це складний процес, який вимагає комплексного підходу. Серед основних недоліків різних методів визначення БПЛА можна назвати високу чутливість до шумів навколишньої середовища та малу максимальну дальність визначення БПЛА.

Для мінімізації цих недоліків рекомендовано використовувати для аналізу отриманих даних акустичного випромінювання програмні системи, які беруть за основу алгоритми машинного навчання. Максимального ефекту для визначення типу БПЛА можна досягти за наявності у базі шаблонів, що використовується для навчання нейронних мереж, великої кількості характерних ознак як акустичних сигналів різних типів БПЛА, так й інших акустичних сигналів зовнішнього середовища, які можуть викликати

помилкове розпізнавання.

Список використаних джерел

1. Smith, J., et al. Advancements in Radar Technology for Drone Detection // Journal of Aerospace Technology. 2022. Vol. 14, No 3. P. 210-228.

2. Заславский Ю. М., Заславский В.Ю. Акустический шум низколетящего квадрокоптера // Noise Theory and Practice. 2019. Вип. 3. С. 21- 27.

3. Даник Ю.Г., Пулеко І.В., Топольницький П.П., Чуб С.В. Проблеми застосування угруповань малих безпілотних літальних апаратів мультикоптерного типу для вирішення військових завдань // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. пр. - Житомир: ЖВІ НАУ. 2013. Вип. 8. С. 98-105.

4. Brown, M., et al. Acoustic Sensor Networks for UAV Detection: Challenges and Opportunities // IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. 2023. Vol. 19, No 1. P. 112-130.

5. Yu X., Zhang Y. Sense and avoid technologies with applications to unmanned aircraft systems: Review and prospects // Progress in Aerospace Sciences. 2015. No. 74. P. 152–166.

6. Карташов В.М., Олейніков В.М., Шейко С.О., Бабкін С.І., Коритцев І.В., Зубков О.В. Використання акустичної сигнатури для виявлення, розпізнавання та пеленгації малих безпілотних літальних апаратів. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2018. – Вип. 195. – С. 235 – 243.

7. Олейніков В.М., Зубков О.В., Карташов В.М., Коритцев І.В., Бабкін С.І., Шейко С.О. Дослідження ефективності виявлення та розпізнавання малорозмірних безпілотних літальних апаратів за їх акустичним випромінюванням. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2018. - №195. - С. 209-217.

8. Олейніков В.М., Карташов В.М., Шейко С.О., Зубков О.В., Олейнікова О.І. Визначення місця положення малорозмірних безпілотних літальних апаратів за акустичним випромінюванням. Радиотехніка: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2022. № 210, С. 113-127.

УДК 621.396.96 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.385

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІОЛОКАЦІЙНОГО РОЗСІЮВАННЯ ТАКТИЧНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У МЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ХВИЛЬ

Самарський Д. С.
Науковий керівник – д.т.н., с.н.с., Залевський Г. С.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба, кафедра озброєння радіотехнічних військ,
м. Харків, Україна

The computer simulation results of the radar scattering characteristics of an unmanned aerial vehicle (UAV) models containing metal and dielectric structural elements are demonstrated and discussed. Due to the fact that the size of the UAV is commensurate with the sounding signal wavelength, an electrodynamic method based on the integral equations solution was used for computer modeling. Numerical method and its advantages over other known algorithms are briefly discussed. The results of modeling scattering characteristics for various UAV models in VHF band and examples of their using to solve a number of radar problems are demonstrated.

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) різних типів широко використовуються у скритих діях, таких як розвідка, картографування, відстеження рухомих об'єктів та доставка вантажів. Особливе місце займають ударні безпілотники. Залежно від виконуваних завдань, застосовуються БпЛА, які мають різні геометричні розміри.

Дослідження та розробки, пов'язані з БпЛА, мають дві сторони. З одного боку, розробники безпілотників прагнуть зменшити інтенсивність вторинного випромінювання БпЛА, а з іншого спеціалісти з радіолокації працюють над підвищенням ефективності радіолокаційного виявлення та супроводження БпЛА. Для вирішення зазначених завдань необхідно мати інформацію про характеристики радіолокаційного розсіювання БпЛА різних типів, зокрема і у метровому діапазоні хвиль. Для отримання такої інформації для різних умов радіолокації доцільно застосовувати комп'ютерне моделювання.

Наявність інформації про характеристики розсіювання БпЛА дозволяють розробляти рекомендації щодо підвищення ефективності застосування РЛС метрового діапазону хвиль щодо радіолокаційного спостереження зазначених повітряних об'єктів.

Для компьютерного моделювання характеристик розсіювання моделей тектичних БпЛА, які мають резонансні (співрозмірні із довжиною зондувальної хвилі) розміри застосовувався чисельний алгоритм, заснований на розв'язанні поверхневих інтегральних рівнянь, описаний у роботах

[1-4]. Для розрахунку розсіювання металевими, вуглепластиковими поверхнями, які можна вважати ідеально провідними, застосовується алгоритм, заснований на розв'язанні інтегрального рівняння магнітного поля. Розрахунок розсіювання діелектричними об'єктами здійснюється за допомогою алгоритму, заснованого на розв'язанні системи інтегральних рівнянь Мюлера. Сумарний відгук БпЛА знаходиться як сума електромагнітних полів, розсіяних металевими (вуглепластиковими) та діелектричними елементами конструкції.

Розроблене програмне забезпечення пройшло верифікацію шляхом порівняння результатів розрахунку ефективної поверхні розсіювання (ЕПР) ряду модельних об'єктів із даними фізичних експериментів та результатами, отриманими іншими відомими методами. Запропоновані алгоритми мають ряд переваг при розрахунку характеристик розсіювання об'єктів складної форми у порівнянні з іншими відомими алгоритмами [1-4].

Результати, які подано у даній роботі, публікуються уперше, доповнюють дані, опубліковані у роботах [1-4] та розширюють базу знань про характеристики розсіювання БпЛА різних типів у метровому діапазоні хвиль.

Для розрахунку створено моделі поверхонь БпЛА резонансних розмірів, які містять металеві і діелектричні елементи конструкції. Геометричні параметри моделей наведено у таблиці 1. Перша модель являла собою планер із тонкої діелектричної оболонки товщиною від 1 мм до 2 мм. Діелектрична проникність матеріалу оболонки першої моделі складала $\varepsilon_{об}$=2. Друга, третя та четверта моделі відповідали БпЛА, фюзеляж яких виготовлено з вуглепластика (при розрахунках поверхня вважалась ідеально провідною), а крила та стабілізатори у вигляді тонкої діелектричної оболонки із товщиною 2 мм до 2,4 мм та $\varepsilon_{об}$=3,2.

Проведено розрахунки діаграм зворотного вторинного випромінювання моделей – залежність моностатичної ефективної поверхні розсіювання (ЕПР) об'єкту від азимуту β (β=0 – зондування "у ніс", β=90 град. – зондування "у бік") при фіксованому куті місця опромінювання, рівному нулю (горизонтальна площина, площина крила), на горизонтальній і вертикальній поляризаціях. Частота зондувального сигналу складала 166 МГц (довжина хвилі 1,81 м).

У таблиці 2 наведено середні значення ЕПР досліджуваних моделей БпЛА у головних азимутальних ракурсах.

Таблиця 1 – Геометричні параметри моделей БпЛА

Модель БпЛА	Характерні розміри фюзеляжу, м			Розмах крила, м
	Довжина	Ширина	Висота	
Модель 1	1,8	0,16	0,16	3
Модель 2	0,8	0,09	0,06	1,3
Модель 3	1,465	0,24	0,17	2,308
Модель 4	1,32	0,3	0,175	2,35

Таблиця 2 – Середні значення ЕПР моделей БпЛА

Азимутальний сектор	Модель БпЛА							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	ЕПР, $м^2 \times 10^{-3}$							
	Горизонтальна поляризація				Вертикальна поляризація			
Круговий сектор, β=(0–360)°	11,2	148	770	689	8,08	0,380	17,5	20,6
Носовий ракурс, β=(0±45)°	4,49	14,9	240	135	6,73	0,200	8,13	2,16
Боковий ракурс, β=(45–135)°, β=(225–315)°	18,0	281	1316	1247	8,92	0,550	25,8	38,4
Хвостовий ракурс, β=(135–225)°	4,43	15,4	209	127	7,74	0,210	10,3	3,14

У доповіді демонструються більш детальні результати моделювання ЕПР моделей БпЛА у метровому діапазоні хвиль, які дозволяють узагальнити особливості вторинного випромінювання БпЛА резонансних розмірів у метровому діапазоні хвиль.

Також наводяться приклади застосування даних моделювання для зменшення радіолокаційної помітності вітчизняних перспективних БпЛА, а також для підвищення ефективності застосування РЛС метрового діапазону хвиль для радіолокаційного спостереження тактичних БпЛА.

Список використаних джерел

1. Zalevsky G., Sukharevsky O., Vasilets V. Integral Equation Modelling of Unmanned Aerial Vehicle Radar Scattering Characteristics in VHF to S Frequency Bands. IET Microwaves, Antennas & Propagation. 2021. Vol. 15. No. 10. P. 1299-1309.

2. Сухаревський О. І., Залевський Г. С., Василець В. О., Галкін Ю. О., Горєлишев С. А., Садовий К. В. Характеристики вторинного випромінювання тактичного безпілотного літального апарату у метровому, дециметровому і сантиметровому діапазонах хвиль. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2021. № 4(45). С. 82-92.

3. Вторинне випромінювання безпілотних літальних апаратів (математичне моделювання): монографія / О. І. Сухаревський, І. В. Калужинов, В. І. Василець, Г. С. Залевський та ін. // Під ред. О. І. Сухаревського. Х. Видавець: О. А. Мірошніченко, 2022. 272 с.

4. Applied Problems in the Theory of Electromagnetic Wave Scattering / O. I. Sukharevsky (ed.), S. V. Nechitaylo, V. M. Orlenko, V. A. Vasilets, G. S. Zalevsky. Bristol, UK: IOP Publishing, 2022. 283 c.

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.388

АНАЛІЗ РОЗРОБКИ КОНЦЕПТ АРТ ПЕРСОНАЖІВ У СТИЛІ DARKEST DUNGEON

Чернюк М.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(097) 977-00-85, e-mail: mykhailo.cherniuk@nure.ua

Working on characters in the style of Darkest Dungeon requires the artist to combine technical drawing skills with creativity and attention to detail. It is important to create characters that will be remembered by players and deeply fit into the atmosphere of the game. In general, working as a concept artist on a Darkest Dungeon-style game requires a talent for drawing and a flair for creating atmospheric artwork, as well as the ability to work in a team and interact with other members of the development team. This paper examines the steps to be taken in order to start working on the characters in such a project.

Робота над грою у стилі Darkest Dungeon як концепт-художник - це захоплюючий та водночас відповідальний процес, що вимагає глибокого розуміння атмосфери та мистецтва гри. Завдання концепт-художника - створити візуальну ідентичність гри, яка відображає її тему, атмосферу та графічний стиль.

Перш за все, слід ретельно вивчити саму гру Darkest Dungeon, розібратися у її головних особливостях та естетиці. Це означає пройти гру, дослідити її візуальні елементи, такі як колір, освітлення, текстури, а також зрозуміти графічний стиль та арт-дизайн.

Після ознайомлення з усіма аспектами гри, наступний крок - розробка концептів персонажів, локацій, предметів тощо. Треба мати здатність передати головні концепції та ідеї у формі малюнків або ілюстрацій. Важливо зробити так, щоб кожен елемент відображав характер гри, її атмосферу та основні теми.

Після створення концептів, необхідно буде працювати над їхнім деталізацією. Це означає: додавання додаткових деталей, кольорів, тіней та відтінків, щоб зробити концепти більш живими та реалістичними.

Крім того, також буде взаємодія з рештою команди розробників, включаючи художників, гейм дизайнерів та програмістів. Важливо бути відкритим до обговорень та змін, а також вміти працювати в команді.

Наприкінці, робота буде не тільки відображати ідейні концепції гри, але й створювати основу для подальшої роботи художників та дизайнерів. Розроблені концепти будуть використовуватися як основа для створення остаточних візуальних елементів гри.

Загалом, працюючи як концепт-художник над грою у стилі Darkest

Dungeon, потрібно мати талант до малювання та відчуття для створення атмосферних ілюстрацій, а також здатність працювати в команді та взаємодіяти з іншими членами розробницького колективу.

Ось кроки, які треба виконати, щоб розпочати роботу над персонажами у такому проекті:

1. Аналіз концепції гри. Спочатку важливо ретельно ознайомитися з концепцією гри, її атмосферою та характерами. Darkest Dungeon відомий своєю темною, мрачною атмосферою, де кожен персонаж має свої внутрішні боротьби і темні таємниці. Розуміння цього допоможе вам створити персонажів, які ідеально впишуться в світ гри.

2. Створення концепт-артів. Перш ніж перейти до детальної роботи над персонажами, варто створити концептуальні малюнки або схеми їх вигляду. Це дозволить визначити їхні особливості, стиль та характер. Наприклад, якщо в грі є лицар, ви можете експериментувати з різними варіантами обладунків та поз.

3. Вибір атмосферного стилю. Darkest Dungeon відомий своїм унікальним стилем малюнку, який поєднує в собі мрачну готичну атмосферу з детальною прорисовкою персонажів. Вибір відповідного стилю малюнку є важливим етапом, оскільки він повинен відповідати загальному настрою гри.

4. Намальовування персонажів. Після того, як ви визначилися з концепцією та стилем, переходьте до створення малюнків персонажів. При цьому важливо враховувати їхні характери, історії та роль у грі. Кожен персонаж повинен мати свої унікальні риси, які допоможуть йому виділитися серед інших.

5. Деталізація та текстурування. Після намальовування основної форми персонажа переходьте до детального прорисування його деталей та текстурування. Важливо ретельно працювати над дрібними деталями, такими як одяг, зброя та аксесуари, щоб зробити персонажів якомога більш живими та реалістичними.

6. Тестування та поліпшення. Після завершення малюнків персонажів важливо провести їхнє тестування в контексті гри. Це дозволить виявити можливі недоліки та внести необхідні корективи, щоб персонажі ідеально вписувалися в гру.

7. Дослідження стилю гри. Перш ніж розпочати створення персонажів, важливо ретельно дослідити стиль гри Darkest Dungeon. Це включає в себе вивчення художнього оформлення, колірної палітри, освітлення та тематики. Розуміння цих аспектів допоможе забезпечити консистентність та відповідність нових персонажів загальній естетиці гри.

8. Створення концепції персонажів. Наступним кроком буде створення концептуальних малюнків персонажів. Це включає в себе розробку їхніх зовнішностей, одягу, аксесуарів, поз та виразів обличчя. Кожен персонаж повинен мати свої унікальні риси, які відображають його характер

та роль у грі.

9. Малювання персонажів. Після затвердження концепцій слід переходити до детального малювання персонажів. Це включає в себе створення лінійних малюнків та їхнє відшаровування. Важливо ретельно розробляти деталі, такі як одяг, обладунки, аксесуари та вирази обличчя, щоб персонажі були живими та експресивними.

10. Текстурування та кольори. Після малювання лінійних малюнків слід переходити до їхнього текстурування та застосування кольорів. Важливо вибрати палітру кольорів, яка відповідає атмосфері гри та підкреслює характери персонажів. Додавання тіней та світлових відтінків допоможе створити глибину та об'ємність.

11. Тестування та ітерації. Після завершення малюнків персонажів важливо провести їхнє тестування в контексті гри. Це допоможе виявити можливі недоліки та внести необхідні корективи. Також може знадобитися ітеративний процес, під час якого ви можете вносити зміни та поліпшення до персонажів.

Робота над персонажами у стилі Darkest Dungeon вимагає від художника поєднання технічних навичок малювання з творчістю та уважністю до деталей. Важливо створювати персонажів, які будуть запам'ятовуватися гравцям та глибоко вписуватися в атмосферу гри.

Список використаних джерел:

1. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

2. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403

3. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403

УДК 681.84 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.391

АНАЛІЗ СТВОРЕННЯ МУЗИЧНОГО СУПРОВОДУ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ У СТИЛІ DARKEST DUNGEON

Безчетніков Р.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38(099) 640-42-72, e-mail: roman.bezchetnikov@nure.ua

The dark fantasy genre should have a combination of darkness, mystery, tension and epicness. Given the specifics of the genre, dark fantasy uses choirs, orchestral instruments, synthesizers, and special sound effects that convey the atmosphere of the game world very well. In addition to musical compositions, it is necessary to create atmospheric soundscapes that help enhance the mood of the game. It can be the noise of the forest, the creak of the gate, the whisper of spirits or any other sounds that create the impression of the real world. Also a plus is the voice accompaniment, which adds atmosphere and context to the events in the game.

Перш ніж розпочати створення музичного супроводу, треба визначити атмосферу гри та основний настрій, які можуть бути відображені через музику.

У жанрі темного фентезі має бути поєднання темряви, містичності, напруженості та епічності. Враховуючи особливості жанру у темному фентезі використовуються хори, оркестрові інструменти, синтезатори та спеціальні звукові ефекти, які дуже добре передають атмосферу ігрового світу.

Наступним кроком виступає розробка музичних мотивів, які відображають ключові елементи гри, такі як загадка, бій, дослідження, тощо.

Крім музичних композицій, треба створити атмосферні звукові пейзажі, які допомагають підсилити настрій гри. Це може бути шум лісу, скрипіння воріт, шепіт духів чи будь-які інші звуки, що створюють враження реального світу. Також плюсом є голосове супроводження, яке додає атмосфери та контексту до подій у грі. Голосові ефекти можуть бути використані для передачі історії, внутрішніх монологів персонажів та інших важливих моментів.

І врешті решт музика та звукові ефекти повинні бути інтегровані у гру таким чином, щоб вони відповідали дії гравця, настрою сцени та іншим подіям в грі. Це може включати запуск музичних композицій у певних ситуаціях або використання звукових ефектів для підсилення дії гравця.

Звуки мають величезний вплив на атмосферу гри, оскільки вони допомагають створити світ і викликати різні емоції у гравця. Наприклад,

темні та хмурі звуки можуть створювати напруженість та відчуття небезпеки, тоді як світлі та радісні звуки можуть створювати відчуття радості та надії. Реалістичні звуки оточення, такі як шуми лісу, кроки персонажів або звуки тварин, можуть поглиблювати відчуття присутності в грі і допомагати гравцеві краще відчувати себе в грі. Звуки можуть підсилювати дії, які відбуваються в грі. Наприклад, звук удару меча може підсилити відчуття бою, а звук вибуху може підсилити відчуття небезпеки.

Музика та звукові ефекти можуть змінюватися в залежності від ситуацій в грі або дій гравця за допомогою системи динамічної музики та адаптивного звукового дизайну. Музика може змінюватися в залежності від настрою гри або конкретного розділу гри. Наприклад, музика може бути більш напруженою та містичною під час боїв або дослідження підземелля, але стати спокійнішою та меланхолійною під час відпочинку у таборі.

Звукові ефекти можуть бути використані для підсилення емоцій, які відчуває гравець. Наприклад, музика може стати більш веселою та ритмічною, якщо гравець виконує успішний захід. Динамічна музика може змінюватися під час гри в залежності від дій гравця. Наприклад, якщо гравець наближається до важливого місця або ворога, музика може стати більш напруженою та динамічною.

Для створення музики для комп'ютерних ігор необхідно мати доступ до аудіоінструментів і знання основ музичного створення. Початковим кроком є вибір програмного забезпечення, так званої цифрової аудіостанції (DAW - Digital Audio Workstation), в якій буде створюватись музичний супровід. Існує багато DAW, таких як Ableton Live, FL Studio, Logic Pro тощо, які мають різний функціонал і дизайн. Обираючи програму, важливо враховувати власні потреби та рівень досвіду. Наприклад, я обрав FL Studio, оскільки вже маю досвід роботи з нею і впевнений в її можливостях.

Для створення захопливого саундтреку для гри у жанрі темного фентезі ідеально підійдуть оркестрові та хорові звуки, які допоможуть створити атмосферу темряви та містики. Для цього відмінно підходить інструмент Kontakt 7, який має велику кількість бібліотек з записаними живими інструментами, такими як скрипки, гітари, роялі, барабани, духові та інші.

Наступним кроком приступаємо до написання музичних партій з використанням різних інструментальних частин, що створюють темний та напружений звук. Можна погратися з різноманітними ритмами та мелодіями, щоб додати відтінків до музики.

Після написання основних музичних частин, потрібно зробити аранжування, щоб зробити якийсь розвиток та різноманіття звучання. Це може включати в себе розподіл музичних ліній між різними інструментами, додавання гармонійних та ритмічних елементів, а також використання різних

варіацій.

Щоб створити більш глибокий та насичений звук, треба використовувати техніку шарування звуку, яка включає в себе додавання різних шарів інструментів та звуків, які додають об'єму та текстуру звучанню.

Необхідним буде застосовувати різноманітні обробки до окремих частин музичних фрагментів, або інструментів, щоб створити більш цікавий звук. Це може включати в себе застосування еквалайзерів (процес, за допомогою якого регулюються частоти звуків), компресорів (які використовуються для контролю динаміки звуку, зменшуючи різницю між найгучнішими та найтишими моментами запису. Це дозволяє зробити звук більш стійким та плотним.), реверберації (що створює враження простору та глибини в звуці, що особливо важливо для створення атмосфери темряви та містики.), делею (що може створювати враження віддалених звуків, що підсилює відчуття простору та таємничості звуку), різні модуляції, як фленжер та хорус (що додають текстури і руху звуку), або навіть лупи та семпли використання яких може зекономити час та додати багатогранність до звукового супроводу.

Далі всі звукові шари об'єднуються та змішуються в один звуковий мікс, який треба правити по балансу гучності, та робити мастеринг готового треку для досягнення балансу та якості звучання.

Список використаних джерел:

1. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

2. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.

3. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ...Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, стр. 175-178

4. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

УДК 004.052

БЕЗПЕКА МЕРЕЖ 5G

Михайловський Руслан Андрійович
Науковий керівник– к.т.н., Желанов О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +380997138451, e-mail: ruslan.mykhailovskyi@nure.ua

The report discusses the current threats to information security for 5G networks and the basics for ensuring their protection.

Новий стандарт мобільного зв'язку може стати універсальною інфраструктурою взаємодії людей, розумних пристроїв, організацій та цілих галузей економіки. Але загальна пов'язаність має зворотний бік – поява наймасштабніших кіберзагроз.

На відміну від попередніх поколінь мобільних мереж, орієнтованих в основному на масового споживача (послуги голосового зв'язку, мобільного доступу в Інтернет), стандарт 5G розвивається переважно на користь корпоративного та державного сектора.

Для вивчення питань пов’язаних з проблемами безпеки, розглянемо основні особливості архітектури мереж 5G

1. Мережа радіодоступу (RAN) заснована на новому стандарті 5G NR (New Radio), що реалізує необхідні характеристики: пропускна здатність, мінімальні затримки або масові підключення. Згідно концепції архітектури, інші мережі радіодоступу (Wi-Fi, 4G-LTE) повинні підключатися до єдиного ядра мережі 5G. Основні ризики: велика кількість підключень та висока пропускна здатність збільшують поверхню атаки, IoT-пристрої менш стійкі до злому.

2. Архітектура опорної мережі (ядро мережі або 5G Core) заснована на хмарних технологіях та віртуалізації мережевих функцій (SDN, NFV), що дозволяє створити безліч незалежних сегментів і підтримувати таким чином сервіси з різним набором характеристик. Сегментування також дозволяє операторам надавати мережеву інфраструктуру у вигляді сервіса для організацій. Ризиками будуть серйозні наслідки збоїв або зловживань з огляду на масштаб використання.

3. 5G передбачає активне використання технології периферійних обчислень (MEC). Це можуть бути, зокрема, корпоративні програми, що працюють на мережі операторів: інтелектуальні сервіси, фінансові сервіси, мультимедіа. Слід додати, що у цьому випадку відбувається інтеграція операторських мереж 5G у корпоративну інфраструктуру.

Основними ризиками стають можливості проникнення в корпоративні мережі, розміщення обладнання MEC поза захищеним периметром організації.

4. Централізована інфраструктура управління мережею (O&M)

ускладнюється за рахунок необхідності одночасної підтримки великої кількості сервісних сегментів. Ризиками стають наслідки зловживання ресурсами та помилки конфігурації O&M.

Серед найбільш значущих загроз для кожного з головних компонентів мережі 5G можна виділити наступні (див. табл.).

Таблиця 1

Загрози для RAN	Загрози для опорної мережі та сервісів оператора	Загорози для MEC	Загрози для інфраструктури 5G із зовнішніх мереж
DDoS-атаки від термінальних пристроїв. Використання підроблених базових станцій. Атаки на бездротові інтерфейси - перехоплення, підміна даних користувача	Програмні та апаратні збої елементів ядра, помилки конфігурації Використання шкідливого коду або експлуатація вразливостей компонентів інфраструктури. Порушення ізоляції сегментів, НСД до сегменту	Фізичний доступ порушника до обладнання Підроблений або вразливий сторонній додаток в екосистемі. Проникнення в корпоративні або операторські мережі із вузлів MEC	DDoS-атаки з Інтернету НСД до API постачальників сервісів. НСД до інтерфейсу управління із зовнішніх мереж

Ґрунтуючись на основних принципах стандарту 5G, визначимо, які заходи будуть необхідні для протидії загрозам в мережах 5G:

1. Захист на рівні стандарту:

-поділ шарів протоколу передачі даних на три площини: User Plane, Control Plane, Management Plane;

- ізоляція, шифрування та контроль цілісності площин; шифрування абонентського та сигнального трафіку; збільшення довжини ключа шифрування трафіку з 128 біт до 256 біт;

- єдиний механізм автентифікації абонентів для різних типів бездротового зв'язку;

2. Захист на рівні рішень, обладнання та інфраструктури мережі:

- багаторівнева ізоляція та захист цілісності компонентів SDN та VNF – гіпервізора, віртуальних машин, ОС, контейнерів;

- забезпечення високої доступності віртуальних машин для швидкого відновлення після атак;

- додатковий фактор автентифікації при доступі до корпоративної мережі, білий список пристроїв та служб;

- захищені канали зв'язку між базовою станцією; виявлення атак у реальному часі на мережевих вузлах та елементах віртуальної інфраструктури з використанням алгоритмів ІІ.

3. Захист на рівні управління мережею:

- багатофакторна автентифікація та розмежування доступу до сегментів з боку O&M;

- засоби виявлення підроблених базових станцій на основі моніторингу подій обслуговування;

- безпечне управління життєвим циклом даних користувача а також аналітичних та службових даного оператора – шифрування, анонімізація, безпечне зберігання та видалення;

- централізоване управління вразливостями, політиками ІБ, аналіз більших даних для виявлення аномалій та раннього реагування на атаки (SOC).

Безпека мереж 5G не обмежується технічними заходами захисту та складається зі спільних зусиль сторін, які довіряють один одному– розробників стандарту, регуляторів, вендорів, операторів та постачальників послуг.

Список використаних джерел:

1. Пастушенко М. С. Кібербезпека в мережах 5G / М. С. Пастушенко, Б. О. Сазонов // Інформаційно-комунікаційні технології та кібербезпека (ІКТК-2023) : матеріали дев’ятої Міжнародної науково-технічної конференції, 7 грудня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – С. 141-143.

2. Understanding 5G: A Guide to the Next-Generation Wireless Technology by Federal Communications Commission. URL: https://www.fcc.gov/5G. (дата звернення: 18.02.2024).

3. 5G Security - The Future of Networks by GSMA. URL: https://www.gsma.com/security/5g-security/. (дата звернення: 18.02.2024).

4. The 5G Cybersecurity Dilemma: A Guide to the Global Network Vulnerabilities of 5G by The Council on Foreign Relations. URL: https://www.cfr.org/report/5g-cybersecurity-dilemma. (дата звернення: 18.02.2024).

5. 5G Security Challenges and Opportunities" by Deloitte. URL: https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/5g-wireless-security.html. (дата звернення: 18.02.2024).

ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

УДК 004.891:005.3

ПРОТОТИПІЗАЦІЯ UEBA СИСТЕМИ

Єременко Д.М.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна
e-mail: dmytro.ieremenko@nure.ua

The work is devoted to the development of a prototype system for detecting anomalous user behavior based on the analysis of their behavioral biometric characteristics to create new ways to provide analytical data to the analyzing service with a description of why the identified actions are considered anomalous.

Прийняття управлінських рішень керівниками організацій за результатами розслідування інцидентів інформаційної безпеки має ґрунтуватися на основі реальних даних, що збираються з аналізованого об'єкта. Таким об'єктом, у нашому випадку, є співробітник організації, а управлінськими рішеннями – рішення, які робить керівництво з урахуванням отриманих з допомогою мобільного додатку поведінкових даних та їх відхилень від еталонного профілю користувача.

Однак, на основі вибраних з пристрою користувача даних досить складно здійснити прийняття будь-якого управлінського рішення, оскільки дані є різнорідними, а їх обсяги дуже великі. Для вирішення цієї проблеми можна використовувати методи інтелектуального аналізу даних (класифікація, регресія, асоціація, кластеризація, послідовні шаблони, аналіз відхилень). Це дозволить отримувати короткий перелік результуючих параметрів та приймати виважені управлінські рішення. Таким чином, для реалізованої UEBA системи з функціоналом підтримки прийняття рішень (DSS – Decision Support System), заснованої на аналізі поведінкових біометричних характеристик персоналу організації, у зв'язку з великим обсягом вхідних даних, що аналізуються, пропонується використовувати методи інтелектуального аналізу даних.

Для збору вхідних даних використовуються мобільні пристрої співробітників організації з ОС Android. Програмне забезпечення вказує на певні відхилення поведінкових характеристик користувача та пропонує здійснити ряд дій адміністратору. У деяких випадках адміністратор системи ухвалює рішення про блокування користувача. Для поведінкового аналізу пропонується використовувати такі методи:

1) нейронні мережі,

2) метод k найближчих сусідів.

Нейронні мережі застосовуються для аналізу таких даних, як записані дзвінки, записаний звук з диктофона та фотографії. Для знаходження в них відхилень відбувається попереднє навчання мережі.

Для знаходження відхилень від еталонного профілю користувача в таких даних як історія переміщень співробітника (GPS), текст, що набирається, отримуваний текст застосовується метод k найближчих сусідів. Використання цього методу дозволяє зменшити навантаження під час аналізу даних, і скоротити кількість ітерацій під час навчання. У процесі навчання цей метод лише зберігає тренувальні дані. Класифікація здійснюється при отриманні на вході алгоритму нових немаркованих даних. У цьому випадку відбувається перевірка отриманих від користувача даних та пошук їх приналежності до певної групи користувачів або певного користувача.

Порівняння характеристик користувача здійснюється шляхом пошуку Евклідової відстані до всіх записів отриманої вибірки. Потім проводиться відбір k записів, для яких евклідова відстань від поточного запису до нового буде мінімальною. Далі для кожного користувача здійснюється підрахунок суми зворотних квадратів відстаней між записами цього класу та новим записом. Новому запису присуджується клас, у якого сума зворотних квадратів виходить найбільшою.

Якщо ідентифікатор користувача або групи, присвоєний алгоритмом класифікації до аналізованого запису, відповідає ідентифікатору користувача або групи, отриманого під час початкової авторизації в системі, вважається, що отримані характеристики відповідають еталонним і відхилення від еталонного профілю не знайдено.

Якщо ідентифікатор отриманий при початковій авторизації в системі не відповідає ідентифікатору, присвоєному методом до нового сформованого запису, то вважається, що отримані характеристики відрізняються від еталонних або належать іншому користувачеві або групі користувачів.

На основі «просіяних» даних програмне забезпечення пропонує здійснити низку дій адміністратору, вказуючи на певні відхилення користувача від еталонного профілю. У деяких випадках адміністратор системи ухвалює рішення про блокування користувача.

На кожен мобільний пристрій, підключений до системи, встановлюється мобільний додаток – клієнт. Після встановлення програми, на мобільний пристрій співробітника, адміністратор системи призначає користувачеві перелік параметрів, що збираються. Набір аналізованих параметрів, які будуть збиратися на пристрої та аналізуватися на сервері, залежить від користувача / групи користувачів. Формування переліку аналізованих параметрів та груп користувачів здійснюється адміністратором системи.

Мобільний додаток запускається при старті мобільного пристрою як сервіс. Мобільний пристрій запитує список команд із сервера через певний інтервал часу. Після отримання команд іде їх обробка, отримання відповідної інформації та відправлення даних на сервер. Команди мають різні пріоритети виконання. Також команди мають різні статуси, такі як

одноразове виконання та циклічне виконання з таймером. Після надсилання даних на сервер відбувається їх прийом головним сервером, обробка, подальший аналіз, та запис до бази даних вхідних та результуючих параметрів. У разі помилки команда виконується повторно.

Архітектура побудована таким чином, що з боку клієнтських пристроїв неможливо отримати інформацію з бази даних, унеможливлює витік інформації про користувачів. Мобільні пристрої отримують лише перелік команд, які мають виконати та відповісти серверу.

Панель адміністратора підключається безпосередньо до головного сервера і має наступні можливості:

1) керування групою чи певним користувачем;

2) додавання нових команд;

3) створення звітів.

Прямий доступ до сервера забезпечує постійний доступ до управління на випадок атаки ddos атак.

Підводячи підсумки, слід зазначити наступне.

Завдяки застосуванню методів інтелектуального аналізу даних у прототипованій системи можна з впевненістю очікувати високої інформативності даних про переміщення співробітників. Застосування цих методів дозволить знаходити аномалії у переміщеннях кожного користувача системи та приймати виважені управлінські рішення щодо працівника та застосовувати до нього відповідні дисциплінарні санкції.

Список використаних джерел:

1. Cai L., Zhu Y. The challenges of data quality and data quality assessment in the big data era. Data science journal. 2015. 14.

2. Cao J. et al. Big data: A parallel particle swarm optimization-back-propagation neural network algorithm based on MapReduce. PloS one. 2016; 11(6).

3. Chen H., Chiang R. H. L., Storey V. C. Business intelligence and analytics: From big data to big impact .MIS quarterly. 36(4). 2012.

4. Dutt A., Ismail M. A., Herawan T. A systematic review on educational data mining .IEEE Access. 5. 2017.

5. Wang J., Neskovic P., Cooper L. N. Improving nearest neighbor rule with a simple adaptive distance measure .Pattern Recognition Letters. 2007; 28(2): 2007. P. 207-213.

6. Yan Z. et al. Energy-efficient continuous activity recognition on mobile phones: // An activityadaptive approach: 16th international symposium on wearable computers. IEEE. 2012.P.16

7. Грицаненко Я. Ю. UBA-аналіз як засіб підвищення інформаційної безпеки автоматизованих систем / Я. Ю. Грицаненко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 233–234.

УДК 621.396:004.056.5

СПЕЦІАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИЯВЛЕННЯ АКУСТОЕЛЕКТРИЧНИХ КАНАЛІВ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ

Павленко Я.С.
Науковий керівник – проф. Олейніков А.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ
м. Харків, Україна
email: yan.pavlenko@nure.ua

Special studies on the detection of acoustoelectric channels of information leakage - this is a complex of measures aimed at detecting and blocking technical means that use acoustic waves for transmitting or intercepting information. Acoustoelectric transducers are devices that convert electrical signals into acoustic and vice versa, for example, microphones, speakers, sensors, etc.

They can be used as embedded devices that create technical channels of information leakage, or as elements of electrical circuits that have side properties of acoustoelectric conversion. To detect acoustoelectric channels of information leakage, various methods and tools are used, such as scanning the radio frequency range, analyzing the radio electronic situation.

Акустоелектричні канали витоку інформації (АЕКВІ) – це канали, які виникають через перетворення акустичних сигналів в електричні сигнали, які можуть бути перехоплені зловмисниками. Ці канали можуть бути створені ненавмисно, через конструктивні особливості електронних пристроїв.

Канали витоку інформації джерелом яких є акустоелектричні перетворювачі можуть існувати практично де завгодно тому, існує висока актуальність дослідження таких каналів витоку інформації.

Методи дослідження акустоелектричних каналів витоку інформації включають в себе:

1. аналіз конструкції пристроїв;
2. вимірювання акустичних сигналів;
3. моделювання акустоелектричних перетворень;
4. експертиза;

Вивчення конструкції електронних пристроїв для визначення потенційних шляхів витоку акустичної інформації.

Використання спеціальних приладів для вимірювання рівня акустичного шуму, що генерується електронними пристроями.

Створення математичних моделей для прогнозування рівня акустичного сигналу, який може бути перехоплений зловмисниками.

Залучення експертів з акустики та електроніки для проведення досліджень та розробки рекомендацій щодо захисту інформації.

Аналізується побудова систем допоміжних технічних засобів на об'єкті експлуатації, що є ключовим аспектом для правильної організації та

виконання спеціальних досліджень.

Аналіз має за мету об'єктивно визначити, чи виходять технічні засоби за межі встановленої контрольованої зони, зокрема, визначаються канали витоку інформації.

У цьому контексті розглядаються різні можливі шляхи витоку, а також оцінюється рівень ризику для кожного з них.

Такий аналіз є критичним для розробки ефективних заходів забезпечення безпеки інформації і вимагає спеціалізованих знань і підходів у сфері кібербезпеки та охорони інформації.

Заходи для захисту інформації від витоку через АЕКВІ:

1. використання екранованих приміщень;
2. застосування акустичних маскуючих шумів;
3. використання криптографічних методів захисту;

Екранування приміщень, де розміщуються конфіденційні інформації, може значно знизити рівень акустичного шуму, який може бути перехоплений зловмисниками.

Створення фонового шуму, який може замаскувати мовні сигнали та інші конфіденційні дані.

Шифрування інформації може зробити її незрозумілою для зловмисників, навіть якщо їм вдасться перехопити акустичний сигнал.

Акустоелектричні канали витоку інформації – це серйозна проблема, яка може призвести до розкриття конфіденційних даних небезпека якої полягає в тому що вони є вразливими на значно більшій відстані ніж акустичні. Для захисту інформації від витоку через АЕКВІ необхідно вживати комплексних заходів, які включають в себе як технічні, так і організаційні методи.

Список використаних джерел:

1 Бузов Г., Калинін С., Кондратьев А. Захист від витоку інформації по технічним каналам. М. : Гаряча лінія, 2005. 416 с.

2 Бурячок В. Л. Інформаційний та кіберпростори: проблеми безпеки, методи та засоби боротьби. Київ : ДУТ-КНУ, 2016. 178 с.

3 Засоби та системи технічного захисту інформації: Навчальний посібник для студентів ЗВО / І.Є. Антіпов, А.М. Олейніков, Ю.В. Ликов та ін. Харків : ХНУРЕ, 2019. 216 с.

4 Олейніков А.М. Методи та засоби захисту інформаці Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (з грифом МОН України). Харків: НТМТ, 2014. 298с ;

5 Хорев А.А. Технічний захист інформації. М.: НПЦ «Аналітика», 2008. 436 с.

УДК 004.056.523:004.931
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.403

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ З УРАХУВАННЯМ СИЛИ ТИСКУ НА КЛАВІШІ

Горелов Д.Ю., Терновий Я.І.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: yaroslav.ternovyi@nure.ua

Using the "Queen Mary University Keystroke benchmark dataset" database and the Orange software, a study of the influence of time parameters, dynamics of changes in key pressure and their combinations on the accuracy of identification by keyboard handwriting was carried out. It has been experimentally confirmed that both for multi-class classification problems and for two-class classification problems based on key pressure signs, it is possible to obtain an identification accuracy 99 %.

Традиційні засоби аутентифікації зазвичай ґрунтуються на паролях або на перевірці індивідуальних особливостей суб'єкта (біометричних ознак). Перші дуже схильні до «людського фактору», а біометричні системи захисту також не позбавлені недоліків. Щоб об'єднати переваги згаданих технологій, можна використовувати таємні біометричні ознаки, які можуть бути засновані тільки на динамічних біометричних ознаках, наприклад, індивідуальному клавіатурному почерку суб'єкта в процесі набору парольної фрази. Недолік такого методу полягає у порівняно низькій надійності прийнятих рішень. Підвищити надійність розпізнавання суб'єктів за клавіатурним почерком можна за допомогою використання додаткових ознак, що реєструються спеціальними датчиками та характеризують динаміку набору тексту на клавіатурі, наприклад, враховувати тиск на клавіші в процесі набору парольної фрази.

На даний момент у вільному доступі розташовано більше 10 баз даних параметрів клавіатурного почерку. Проте тільки два датасети містять інформацію про динаміку зміни тиску на клавіші в процесі набору парольних фраз. І тільки один є у вільному доступі – Queen Mary University Keystroke benchmark dataset [1-2]. Цей датаест складається з двох датасетів. Перший містить параметри тиску на клавіші в процесі вводу паролю «.try4mbs». Другий містить часові параметри вводу користувачами цього паролю.

В якості програмного засобу для проведення досліджень було використано інструмент інтелектуального аналізу даних Orange. В якості алго-

ритму класифікації використовувався метод випадкових лісів [3]. В якості інструменту оцінки точності класифікації користувачів використовувалась крос-валідація за 10 блоками [4].

Результати мультикласової класифікації користувачів датасету «Queen Mary University Keystroke benchmark dataset» за часовими ознаками клавіатурного почерку наведено на рис. 1. Як можна бачити, рівень FAR відповідає високому рівню ідентифікації, а рівень FRR – не відповідає.

Результати мультикласової класифікації користувачів датасету «Queen Mary University Keystroke benchmark dataset» за ознаками тиску на клавіші наведено на рис. 2. Як можна бачити, рівень помилки другого роду відповідає дуже високому рівню ідентифікації. Для 27 з 30 користувачів (90 %) значення FAR дорівнює нулю, тобто система абсолютно точно визначає зловмисника та блокує йому доступ до інформаційної системи. Для 3 користувачів рівень FAR склав 0.1 %,тобто для одного випадку з тисячі система надасть доступ зловмиснику. Графік гістограми значень помилки першого роду також ілюструє високу точність ідентифікації – для 24 користувачів (80 %) значення FRR становить менше 1 %, що відповідає високій точності, ще для 5 користувачів значення FRR лежить в зоні низької (або прийнятної) точності, і лише для одного користувача значення FRR більше 3 %, що відповідає неприйнятній точності ідентифікації.

Отже, для задач мультикласової класифікації ознаки тиску на клавіші є набагато більш інформативними, ніж часові параметри натискань на клавіші.

Рисунок 1

Рисунок 2

Наступним кроком є дослідження точності двокласної класифікації (є 2 класи: перший – зареєстрований користувач, другий – зловмисник) користувачів датасету «Queen Mary University Keystroke benchmark dataset» за ознаками тиску на клавіші. Для експерименту було обрано 8 користувачів, серед яких ті, в кого найнижча та найвища точність мультикласової класифікації.

Як можна бачити з рис. 3, для всіх можливих пар користувачів значення помилок першого та другого родів менше 0.5 відсотка, тобто

відповідають високій точності ідентифікації.

Отже, у випадку двокласової класифікації на основі ознак тиску на клавіші можна будувати основну систему контролю та управління доступом. В той час, як класичний клавіатурний почерк використовується лише, як допоміжна опція при основній системі ідентифікації.

Наступним кроком є дослідження точності ідентифікації на основі комбінованих ознак клавіатурного почерку: часових та тиску. Як можна бачити з рис. 4, отримані результати дуже цікаві.

Для експерименту було обрано 8 користувачів:
user26 (FRR=3.2 %, FAR=0.1 %), user29 (FRR=1.8 %, FAR=0.1 %),
user12 (FRR=1.6 %, FAR=0.1 %), user23 (FRR=1.6 %, FAR=0 %),
user22 (FRR=0 %, FAR=0 %), user28 (FRR=0 %, FAR=0 %),
user2 (FRR=0.5 %, FAR=0 %), user16 (FRR=0.5 %, FAR=0 %).

FRR / FAR, %							
	user12	user16	user22	user23	user26	user28	user29
user2	0.0/0.0	0.0/0.2	0.0/0.0	0.3/0.0	0.4/0.0	0.4/0.0	0.3/0.0
user12		0.0/0.0	0.0/0.3	0.4/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
user16			0.2/0.2	0.2/0.0	0.3/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
user22				0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
user23					0.4/0.0	0.0/0.4	0.2/0.0
user26						0.0/0.4	0.0/0.0
user28							0.4/0.0

Рисунок 3

Комбінація ознак	FRR, %	FAR, %	max(FRR)	3-й квартиль(FRR)
Pressure	0.0	0.0	1.4	0.3
Pressure+ HoldTime	0.0	0.0	2.5	0.6
Pressure+ DownDownTime	0.0	0.0	2.2	0.3
Pressure+ UpDownTime	0.0	0.0	2.2	0.3
Pressure+ HoldTime+ DownDownTime	0.0	0.0	2.2	0.3
Pressure+ HoldTime+ UpDownTime	0.0	0.0	2.2	0.3
Pressure+ DownDownTime+ UpDownTime	0.0	0.0	2.2	0.3
Pressure+ HoldTime+ DownDownTime+ UpDownTime	0.0	0.0	2.8	0.3

Рисунок 4

По-перше, значення помилки першого роду для зменшеного датасету ознак тиску є меншими, ніж значення FRR для повного датасету. Цей ефект дуже нагадує помилку перенавчання, коли складна модель показує добрі результати на навчальній вибірці, але не працює на тестовій. Було проведено декілька експериментів, в яких змінювалась кількість дерев в алгоритмі Random Forest, а також використані класифікатори на основі k найближчіх сусідів та нейронна мережа з одним прихованим шаром. Результати усюди однакові: рівень помили FRR у зменшеного датасету менший. Отже, можна стверджувати про актуальність задачі пошуку та фільтрації шумових даних, отриманих з датчиків тиску.

По-друге, комбінація ознак тиску з будь-якими часовими ознаками клавіатурного почерку також призводить до погіршення точності ідентифікації.

Тут може бути два пояснення. Перше, це те, що невідомо чи відповідають в датасетах однакові номери спроб вводу пароля конкретній події, тобто вектор тиску та вектор часових параметрів відповідають одній і тій же спробі вводу паролю чи ні. Якщо ні – то отримані результати не мають цінності. Друге пояснення – це, знову ж, зашумлення даних. Слід очікувати, що більшій силі тиску відповідатиме більший час утримання клавіші. Можливі ці кореляційні зв’язки і зашумлюють дані. В будь-якому разі, це питання майбутніх досліджень та пошуків датасетів.

Оскільки питання впливу на точність ідентифікації використання комбінації ознак динаміки зміни тиску та часових параметрів не вирішено, рекомендувати використовувати ознаки тиску на клавіші в мультимодаль-

них біометричних системах неможна. Виключення становлять випадки, коли усі модальності використовуються окремо в залежності від сценарію роботи системи (наприклад, вхід в систему за паролем та одночасно моніторинг динаміки вводу паролю на клавіатурі, а далі прихований моніторинг за користувачем в процесі роботи на основі ознак тиску на клавіші).

Висновки. Враховуючи високу точність ідентифікації, ознаки тиску на клавіші в процесі роботи за клавіатурою можуть бути використані в системах виявлення потенційних внутрішніх порушників інформаційної безпеки – чим вища точність, тим точніше можна визначити діапазони зміни дослідних ознак клавіатурного почерку для кожного користувача.

Як відомо, здебільшого внутрішніми інсайдерами є звичайні співробітники, які вимушені з тієї чи іншої причини чинити протизаконні дії. Такі інсайдери часто характеризуються високим рівнем тривожності, схильні до інтрапунітивних реакцій (самообвинувачування, похмурість, злість, незадоволення, напруженість, сердитість), чим відрізняються від справжніх злочинців.

Для такої категорії порушників можливе проактивне (на ранніх етапах) виявлення потенційних, схильних до протиправних дій осіб шляхом контролю їхньої діяльності та оцінки психоемоційного стану.

Одним з технічних індикаторів, які можуть вказувати на наявність потенційної інсайдерської загрози, може виступати клавіатурний почерк у сукупності таких показників, як сила тиску на клавіші, динаміка введення, системні друкарські помилки та використання певних літер, символів та «гарячих» клавіш. Сукупність певних значень кожного з цих показників утворює досить індивідуальну картину, що відповідає конкретній людині у певному психоемоційному стані.

Список використаних джерел:

1. Loy C. C., Lim C .P., Lai W. K. Pressure-based typing biometrics user authentication using the fuzzy ARTMAP neural network // International Conference on Neural Information Processing (ICONIP), 2017.

2. Queen Mary University Keystroke benchmark dataset. URL: https://personal.ie.cuhk.edu.hk/~ccloy/downloads_keystroke100.html#:~:text=Keystroke100%20benchmark%20dataset%20is%20a,password%20%22try4%2Dmbs%22 (дата звернення: 20.12.2023).

3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. Random Forests // The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. 2nd ed. Springer-Verlag, 2009. Chapter 15. 746 p.

4. Cross-validation: evaluating estimator performance. URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/cross_validation.html (дата звернення: 20.12.2023).

5. Дослідження інформативних параметрів диграфів клавіатурного почерку для задач ідентифікації користувачів комп’ютерних мереж / Д.Ю. Горелов, О.О. Іванова, О.В. Кокорін, Д.В. Маслій, О.В. Литвиненко // Радіотехніка: Всеукр. Міжвід. Наук.-техн. Зб. – 2020. – вип. 201. – с. 194 – 200.

УДК 004.056.523:004.931
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.407

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА ГРАФІЧНИМ ПАРОЛЕМ

Горелов Д.Ю., Терновий Я.І.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: yaroslav.ternovyi@nure.ua

Using the database "The MOBISIG signature database" and the Orange software, a study of the impact on the accuracy of identification by a signature of various informative features: dynamic parameters of the movement of the fingertip on the screen, parameters of interaction with the screen (pressure and size of the "spot" from the finger) and parameters characterizing the position of the smartphone in the user's hand and the vibrations of the smartphone in space during the process of entering a signature.

У найближчі кілька років забуті або викрадені паролі вважатимуться проблемою минулого, адже все більше як користувачів, так і організацій використовують біометричні дані для аутентифікації. За прогнозами аналітиків, до 2025 року 75 % великих компаній не використовуватимуть паролі.

Аналогічна ситуація спостерігається і на ринку мобільних пристроїв, де відбиток пальця та розпізнавання обличчя витіснили класичні PIN або графічний пароль при розблокуванні смартфону.

Однак ступінь довіри до цих методів біометричної аутентифікації – невисока, оскільки часто в Інтернет можна зустріти статті про успішну атаку на той чи інший смартфон. Один із способів, що не є біометричним у строгому сенсі, – так званий відбиток девайсу. У цьому випадку використовують такі характеристики, як модель гаджета, операційна система, завантажені користувачем програми, параметри Wi-Fi-мереж, до яких часто підключається користувач, тощо. В результаті система створює свого роду профіль і гаджета, і звичок конкретного користувача.

Однак цьому способу ідентифікації заважає те, що Apple і Google обмежують набір параметрів, які можна дізнатися про пристрій віддалено. Це робиться з метою захисту особистих даних користувачів.

Тому останнім часом фахівці в галузі інформаційної безпеки приділяють увагу поведінковим біометричним характеристикам власників смартфонів, а саме клавіатурному почерку, динамічному графічному паролю цифровому рукописному підпису.

Нині можна виділити 8 основних біометричних характеристик люди-

ни, що можна використовувати в мобільних систему аутентифікації.

З цих восьми характеристик п'ять, а саме обличчя, голос, відбиток пальця, райдужна оболонка та геометрія долоні крім високої схильності до спуфінг атак (атак підробки) у разі використання дешевих сканерів (а саме такі і встановлюються навіть у влагманські смартфони з метою зменшити кінцеву вартість гаджета) мають ще один суттєвий недолік: висока залежність точності роботи системи аутентифікації від зовнішніх умов.

Цей факт додає актуальності поведінковим біометричним характеристикам власників смартфонів, оскільки вони менш схильні до впливу умов зовнішніх умов.

Наразі опубліковано велику кількість робіт, присвячених мобільному клавіатурному почерку. Тут інформативними ознаками виступають тривалість утримання клавіш і тривалість паузи між відпусканням першої клавіші та натисканням другої клавіші на віртуальній клавіатурі, тиск на екран в момент торкання пальцями екрану та розмір «плями від пальця» в момент торкання пальцями екрану.

Альтернативою мобільному клавіатурному почерку є цифровий рукописний підпис, який також містить і собі інформацію про динаміку введення парольної фрази (підпису) та особливості взаємодії користувача зі смартфоном в процесі введення парольної фрази (підпису).

В якості дослідного датасету було обрано «The MOBISIG signature database» [1-2], що містить параметри вводу унікальних 83 парольних фраз, що входять до перших 100 найпоширеніших угорських імен. Кожна сигнатура є послідовністю дискретних значень [x, y, p, f, vx, vy, ax, ay, az], де [x, y] – значення координат x та y в процесі вводу парольної фрази; [p, f] – тиск і розмір «плями» кінчика пальця в процесі вводу парольної фрази; [vx, vy] – швидкості переміщення кінчика пальця за координатами x та y відповідно в процесі вводу парольної фрази; [ax, ay, az] – прискорення планшету в тривимірному просторі, що характеризують положення планшету в руці користувача в процесі вводу парольної фрази. Також слід зазначити, що за умовами експерименту потенційним зловмисникам були відомі і сам підпис і відео з динамікою введення підпису верифікованим користувачем.

В якості програмного засобу для проведення досліджень було використано інструмент інтелектуального аналізу даних Orange. В якості алгоритму класифікації використовувався метод випадкових лісів [3]. В якості інструменту оцінки точності класифікації користувачів використовувалась крос-валідація за 10 блоками [4].

На рис. 1 наведено узагальнені результати досліджень.

Перша таблиця містить результати оцінки точності ідентифікації користувачів в залежності від використаних інформативних ознак цифрового рукописного підпису. Як видно жоден з параметрів, що характеризує динаміку відтворення рукописного підпису не забезпечує прийнятної

точності. Найменша точність – 32.7 % (327 випадки на 1000 спроб) для FRR та 41.06 % (410 випадків на 1000 спроб) для FAR – відповідає швидкості переміщення кінчика пальця за координатами x та y.

Найвища точність – 16 % (160 випадки на 1000 спроб) для FRR та 18.3 % (183 випадки на 1000 спроб) для FAR – відповідає тиску і «площі плями» від кінчика пальця в процесі вводу парольної фрази.

Найунікальнішими параметрами введення цифрового рукописного підпису є прискорення планшету в тривимірному просторі, що характеризують положення планшету в руці користувача в процесі вводу парольної фрази – 0.96 % (10 випадків на 1000 спроб) для FRR та 1.2 % (12 випадків на 1000 спроб) для FAR.

Найвищу точність ідентифікації забезпечує комбінація тиску і «площі плями» від кінчика пальця та прискорення планшету в тривимірному просторі в процесі вводу парольної фрази – 0.04 % (4 випадки на 10000 спроб) для FRR та 0.08 % (8 випадків на 10000 спроб) для FAR.

Це дуже добрий результат, що не поступається точності ідентифікації за відбитком пальця.

Інформативні ознаки	False Reject Rate (помилкова відмова «своєму»), %			False Accept Rate (помилковий пропуск «чужого»), %		
	Максимальне значення	Мінімальне значення	Середнє значення	Максимальне значення	Мінімальне значення	Середнє значення
$[x_t, y_t]$	28.588	19.007	23.94	38.393	22.678	29.8
$[p_t, f_{a_t}]$	20.106	11.726	16	23.398	14.377	18.38
$[x_t, y_t, p_t, f_{a_t}]$	11.281	3.497	7.28	10.958	6.505	8.4
$[vx_t, vy_t]$	41.289	24.524	32.72	50.672	34.154	41.06
$[p_t, f_{a_t}, vx_t, vy_t]$	15.301	8.796	10.04	19.142	10.64	13.941
$[ax_t, ay_t, az_t]$	1.163	0.792	0.96	1.417	0.879	1.179
$[p_t, f_{a_t}, ax_t, ay_t, az_t]$	0.05	0.031	0.04	0.099	0.064	0.08

Інформативні ознаки	False Reject Rate (помилкова відмова «своєму»), %		False Accept Rate (помилковий пропуск «чужого»), %	
	Користувач 19 / максимальне значення	Користувач 75 / мінімальне значення	Користувач 19 / максимальне значення	Користувач 75 / мінімальне значення
$[x_t, y_t]$	28.016 / 28.588	19.216 / 19.007	37.664 / 38.393	23.426 / 22.678
$[p_t, f_{a_t}]$	19.623 / 20.106	12.101 / 11.726	22.719 / 23.398	14.895 / 14.377
$[x_t, y_t, p_t, f_{a_t}]$	11.100 / 11.281	3.647 / 3.497	10.673 / 10.958	6.700 / 6.505
$[vx_t, vy_t]$	41.165 / 41.289	25.064 / 24.524	50.013 / 50.672	34.530 / 34.154
$[p_t, f_{a_t}, vx_t, vy_t]$	14.551 / 15.301	9.051 / 8.796	18.357 / 19.142	11.140 / 10.64
$[ax_t, ay_t, az_t]$	1.144 / 1.163	0.800 / 0.792	1.350 / 1.417	0.915 / 0.879
$[p_t, f_{a_t}, ax_t, ay_t, az_t]$	0.048 / 0.05	0.032 / 0.031	0.096 / 0.099	0.064 / 0.064

Рисунок 1

Також варто відзначити, що датасет було отримано у 2015-2016 роках на планшеті з частотою опитування екрану 60 Гц. Це призводить до того, що у випадку коротких паролів довжина дослідних сигнатур становить 50-60 відліків. Сучасні смартфони та планшети мають частоту опитування ек-

рану 480 Гц, що значно б підвищило точність ідентифікації (рис. 2).

60 Гц 120 Гц 180 Гц

Рисунок 2 – Ілюстрація різних частот опитування екрану смартфону

Для підтвердження цієї тези в другій таблиці наведено значення FRR та FAR для двох користувачів – 19 (найкоротші інформативні послідовності) та 75 (найдовші інформативні послідовності). Як можна бачити, значення FRR та FAR для користувача 19 близькі до максимальних серед усіх користувачів. В той же час значення FRR та FAR для користувача 75, навпаки, близькі до мінімальних серед усіх користувачів.

Список використаних джерел:

1. The MOBISIG on-line signature database. URL: https://www.ms.sapientia.ro/~manyi/mobisig.html (дата звернення: 20.12.2023).

2. Margit ANTAL, László Zsolt SZABÓ and Tunde TORDAI (2018). On-line Signature Verification on MOBISIG Finger Drawn Signature Corpus, 2018

3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. Random Forests // The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. 2nd ed. Springer-Verlag, 2009. Chapter 15. 746 p.

4. Cross-validation: evaluating estimator performance. URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/cross_validation.html (дата звернення: 20.12.2023).

5. Дослідження інформативних параметрів диграфів клавіатурного почерку для задач ідентифікації користувачів комп’ютерних мереж / Д.Ю. Горелов, О.О. Іванова, О.В. Кокорін, Д.В. Маслій, О.В. Литвиненко // Радіотехніка: Всеукр. Міжвід. Наук.-техн. Зб. – 2020. – вип. 201. – с. 194 – 200.

6. Дослідження можливостей використання клавіатурного почерку для задач ідентифікації студентів у системах дистанційної освіти / Д.Ю. Горелов, О.О. Іванова, О.В Литвиненко, А.А. Довбня, Д.О. Мінін // Радіотехніка: Всеукр. Міжвід. Наук.-техн. Зб. – 2021. – вип. 207. – с. 139 – 148.

УДК 004.056.5:004.934

ЗАХИСТ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Степуро О. В.
Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна
e-mail: oleksandra.stepuro@nure.ua

The work is devoted to the technical channels of speech information leakage: acoustic, vibroacoustic, electroacoustic and optoacoustic channels. The main means of acoustic language intelligence, possible places of their installation are considered.

Досягнення технічного прогресу дозволяють сьогодні використати широкий спектр методів і пристроїв передачі інформації, проте, і нині людська мова залишається одним з найважливіших шляхів інформаційної взаємодії. Одночасно посилюється потреба в забезпеченні конфіденційності мовного обміну. Захист мовної інформації є одним із найважливіших у загальному комплексі заходів технічного захисту інформації.

Несанкціоноване ознайомлення із мовною інформацією з метою її подальшого використання є можливим шляхом перехоплення її зловмисниками. Для цього може використовуватися широкий арсенал портативних засобів акустичної мовної розвідки, які дають змогу перехоплювати мовну інформацію акустичним, віброакустичним, електроакустичним та оптико-акустичним каналами.

Основними засобами акустичної мовної розвідки є: диктофони, магнітофони та пристрої запису на основі цифрової схемотехніки; спрямовані мікрофони; електронні стетоскопи; закладні пристрої з датчиками мікрофонного й контактного типів з передаванням перехопленої інформації по радіо, оптичному (в інфрачервоному діапазоні хвиль) та ультразвуковому каналах, мережі електроживлення, по телефонних лініях зв'язку, з'єднувальних лініях допоміжних технічних засобів або спеціально прокладених лініях; оптико-електронні акустичні системи та ін. [1].

Портативна апаратура звукозапису та закладні пристрої із датчиками мікрофонного типу можуть бути встановлені під час неконтрольованого перебування фізичних осіб безпосередньо у виділених приміщеннях. Ця апаратура забезпечує реєстрацію розмови середньої гучності на відстані 10-15 м від її джерела.

Електронні стетоскопи та закладні пристрої з датчиками контактного типу дають змогу перехоплювати акустичну інформацію без фізичного доступу до захищуваного приміщення. При цьому датчики закладних пристроїв установлюються переважно біля місць можливих витоків такої інформації.

Датчики закладних пристроїв мікрофонного типу встановлюються біля виходів кондиціонерів та вентиляційних каналів, датчики контактного типу (перетворювачі віброакустичних сигналів, що поширюються по будівельних конструкціях споруд, інженерних комунікаціях та ін.) - на зовнішніх поверхнях будівель, у віконних проймах та рамах, у суміжних приміщеннях за дверними проймами, на перегородках, трубах систем опалення та водопроводу, коробах вентиляційних та інших систем. За допомогою таких засобів розвідки можна перехопити мовну інформацію в залізобетонних будівлях через 1-2 поверхи, по трубопроводах через 2-3 поверхи і по вентиляційних системах 20-30 м завдовжки.

Застосування для ведення розвідки спрямованих мікрофонів і оптико-електронних (лазерних) акустичних систем не потребує проникнення фізичних осіб не тільки у виділені приміщення та суміжні з ними, а й на охоронну територію об'єкта. Розвідку можна вести із сусідніх будівель чи автомобілів, що перебувають на автостоянках біля будівлі. За допомогою спрямованих мікрофонів можна перехоплювати розмову із виділених приміщень за наявності в них вікон в умовах міста на відстані близько 50 м.

Максимальна відстань ведення розвідки з використанням оптико-електронних (лазерних) акустичних систем, які знімають інформацію з внутрішнього скла, в умовах міста при наявності інтенсивних акустичних перешкод, запиленості повітря, сягає 150-200 м [2].

Захисту мовної інформації можна досягти проектно-архітектурними рішеннями, проведенням організаційних і технічних заходів, а також виявленням електронних пристроїв перехоплення інформації. Система захисту мовної інформації має забезпечити виявлення у приміщенні радіомікрофонів; виявлення і протидію занесеним диктофонам; протидію перехопленню інформації, переданої по телефонній лінії; протидію апаратурі, що використовується для передавання сигналів у мережу 220 В, кабельним і радіо-стетоскопам, засобам ведення оптико-електронної розвідки. У результаті аналізу технічних вимог до системи захисту інформації слід обрати варіант комплексу засобів захисту мовної інформації з використанням засобів, які є в Україні сертифікованими чи мають узгоджені технічні умови.

Список використаних джерел:

1. Захист мовної інформації. ТЗІ - інформаційна безпека та захист інформації URL: https://tzi.ua/ua/zahist_movno_nformac.html (дата звернення: 13.02.2024).

2. Канали витоку інформації. Pidru4niki. URL: https://pidru4niki.com/1512021051313/ekonomika/kanali_vitoku_informatsiyi (дата звернення: 09.02.2024).

УДК 004.056.5:004.934

МЕТОДИ ПРОТИДІЇ НЕСАНКЦІАНОВАНОМУ ЗАПИСУ МОВИ

Моісеєнко М.А.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков А.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ,
м. Харків, Україна
e-mail: mykhailo.moiseienko@nure.ua

This article describes the main methods of protecting speech information from leakage. All methods can be divided into two categories, namely methods for detecting and suppressing these devices. Suppression methods are considered the most effective in our time due to a higher level of reliability. The most common method of suppressing embedded devices is the acoustic method; it is considered the most universal in application and provides a relatively high level of protection.

Всі методи протидії можна поділити на дві групи:

1) Методи виявлення записуючого пристрою;

2) Методи подавлення несанкціонованого запису на пристрій.

1. Методи виявлення записуючого пристрою.

Виявити записуючий пристрій можна за його сигнальними або конструктивними демаскучючими ознаками.

За сигнальними демаскуючими ознаками пристрої виявляють за допомогою спеціальних надчутливих приладів, які зчитують сигнали електромагнітного поля.

При виявленні пристроїв використовуючи сигнальні демаскуючі ознаки виникають такі проблеми:

-частотний діапазон характеризується великою кількістю потужних магнітних полів;

-пристрої можуть бути у залізних корпусах, що різко зменшує дальність виявлення

2. Методи подавлення несанкціонованого запису.

- **ультразвуковий метод**. Сучасні звукозаписні пристрої оснащуються, зазвичай електретними мікрофонами, межа смуги пропускання котрих становить 25-27кГц. Системи ультразвукового приглушення випромінюють потужні ультразвукові коливання, які діють безпосередньо на мікрофон. Цей вплив призводить до перевантаження підсилювача або виникнення нелінійних спотворень. Застосовують одночастотні та двочастотні ультразвукові подавлювачі. Одночастотні – спрямовані на систему автоматичного регулювання підсилення(АРП) закладного пристрою. При реагуванні на потужні ультразвукові сигнали АРП знижує чутливість мікрофона, що призводить до погіршення або зриву запису. Двочастотне - базується на формуванні сигналу у вигляді двох ультразвукових коливань, з рознесеними несучими частотами, що співпадають з основними частота-

ми мовного діапазону (0,3-3,4 кГц). Системи ультразвукового подавлення виявляють малу ефективність за умов, коли мікрофон пристрою захищений спеціальною тканиною або має ультразвуковий фільтр;

- **метод електромагнітної протидії**. Основна мета полягає в тому, щоб навести додаткову електрорушійну силу на випадкові антени пристрою. Амплітудно-модульований високочастотний сигнал напрямлений на звукозаписуючий пристрій детектується на вхідному підсилювачі, виділяє низкочастотну огинаючу, яка впливає на мовнний сигнал, що призводить до спотворення інформаційного сигналу. Електромагнітна хвиля перешкоди при взаємодії із металевим корпусом диктофона практично відбивається від його поверхні, ефективність придушення при цьому зменшується. Також, необхідно враховувати спрямованість електромагітної завади та орієнтацію диктофона для отримання максимальної ефективності протидії записуючим пристроям;
- **акустичний метод**. Принцип дії базується на зашумленні, яке генерується спеціальним пригнічувачем. Генератор пригнічувача виробляє звукові перешкоди спектру близького до мови (20Гц-8 кГц). У системах акустичного зашумлення використовуються шумові (білий, рожевий і коричневий шуми) і "мовоподібні" (близько 300-3500 Гц) перешкоди.[1]

Загальним недоліком усіх цих методів є те, що без знання конкретного типу звукозаписуючого пристрою, ми не можемо ефективно захистити себе від несанкціонованого запису інформації.

Альтернативою цим методам є модифікований акустичний метод, принципи якого полягають у тому, щоб:

- відстань між перешкодою та місцем ймовірного розташування закладного пристрою потрібно звести до мінімуму;
- акустична завада повинна формувати перешкоду у тій самій смузі, що і корисний сигнал. В цьому випадку застосування мікрофонних фільтрів не вплине на ефективність зашумлення;
- формування перешкоди відбувається з урахуванням мови співрозмовника. У цьому методі є пряма кореляція з гучністю розмови, а також при паузах у розмові перешкода не подається, а при поновленні розмови дія зашумлення поновлюється.

Список використаних джерел:

1. Антіпов І.Є., Олейніков А.М., Ликов Ю.В., Кукуш В.Д., Милютченко І.О. Засоби та системи технічного захисту інформації: навчальний посібник для студентів ЗВО. Харків, 2019. 216 с.

УДК 004.056:621.396
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.415

ANALYSIS OF THE PRACTICAL MEASUREMENT OF ELECTRICAL ECHO PARAMETERS IN MOBILE COMMUNICATIONS

Ovcharenko D. R., Khizhnyak P.P.
Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.
Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep. CRETISS
diana.naidonova@nure.ua

The results of practical measurements of echo signal delays during calls in the networks of mobile operators in Ukraine are presented. It is shown that with the help of electrical echo, facts of call redirection to the network of another operator can be detected, since the echo delay increases. It has been established that the use of a roaming SIM card will not allow simulating a stay in another country if it is registered in the network of the national telecom operator. The use of IP telephony when calling to mobile networks is also clearly determined by the echo delay.

In continuation of the work on analyzing the electrical echo (EE) parameters [1], for technical information security experimental studies were carried out. It is expected that measuring the echo delay will help more accurately identify an incoming call, and avoid fraud and spoofing.

During the experiment, measurements were made of echo delays for calls in the most common mobile networks in Ukraine: Kyivstar, Vodafone, and Life. Measurements were also taken for the Ukrtelecom wired network and the 3mob mobile network. The distance between subscribers also changed during experimental measurements.

If both subscribers were in the same operator network, the delay was 500...650 ms, and Kyivstar’s delays were an average of 100 ms greater than Vodafone’s. As the distance between subscribers increases, the delay increases too, but not significantly. Therefore, from the experiment data, it is difficult to determine whether the call originates from the same city, or from another city within Ukraine.

If subscribers were in the different operator's networks, the EE delay changed. So, when calling the Ukrtelecom wired network, it was less than 500 ms. In other cases, it was 100...200 ms longer than for calls within the network of one mobile operator. The delay is especially high when calling the 3mob operator network, where it reaches 1000 ms. Unfortunately, the spread of delay values does not make it possible to make an unambiguous conclusion about the subscriber’s belonging to a particular network, as well as to determine its remoteness.

From an information security point of view, in some cases it may be of interest to answer the question: is the call forwarded? Is it possible to determine

the call forwarding by the EE delay? An experimental study showed that enabling call forwarding leads to a noticeable increase in EE delay than when calling the forwarded subscriber “directly”. This can be used to detect the fact of forwarding on the called party's side during an outgoing call.

It may also be of interest to ask what kind of delay there will be when using SIM cards of foreign mobile operators roaming in the country where the call is made. Experimental measurements showed that it does not affect the delay of EE in any way. It is within the same values that would be observed when using a SIM card of a national mobile operator for the corresponding direction. The conclusion that can be drawn from this measurement is that an attempt to simulate being abroad by using a SIM card from a foreign operator can be easily detected by measuring the echo delay.

The most effective measurement of EE is when identifying the fact of IP telephony use. This technology, together with “number spoofing,” is often used by telephone scammers to deceive their victims [2]. Such scammers often impersonate bank or law enforcement officials or fake the voices and phone numbers of relatives, etc. At the same time, the fraudsters themselves may be located in a foreign jurisdiction, beyond the reach of law enforcement agencies of their country. As the experiment showed, delays when making calls using the Skype-out function to mobile subscribers exceed 1500 ms. This is significantly more than for calls in any direction from any mobile operators in Ukraine. The identified difference practically eliminates the error.

The main results are graphically presented in Fig.

Fig. – Typical EE delays for different directions of calls

As a result of the experiment, it was shown that the delay electrical echo is an accurate indicator of IP-telephony use when calling a mobile phone. It can also be useful in detecting call forwarding and the subscriber being roaming.

List of References:

1. Ovcharenko D.R., Khizhnyak P.P. Measuring signal for electric echo analysis for the technical information security tasks // 27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. Харків. ХНУРЕ, 2023. С. 196–197

2. Найдёнова Д. Р. Защита клиентов банков от мошенничества путём подмены номера // XXIV Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. Харків. ХНУРЕ, 2020. С. 118– 119.

УДК 004.056.5:002

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ

Санжарова А. К.
Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: alina.sanzharova@nure.ua .

The work examines potential threats and the most common ways of information leakage from electronic document management systems, analyzes the main measures aimed at increasing data security, protecting confidential information and minimizing cyber threats.

Для швидкого та якісного управління в установах різного рівня все більш широко використовуються системи електронного документообігу (ЕД). Однією з найважливіших вимог до будь-якої системи електронного документообігу (СЕД) є забезпечення безпеки електронного обміну документами. Це пов'язано із збільшенням кількості конфіденційних документів в органах державної влади і організаціях різної форми власності і активним переходом систем документообігу до електронного вигляду.

Найпоширенішими шляхами витоку інформації із системи електронного документообігу є: викрадення носіїв інформації та документів, які є результатом роботи системи; копіювання інформації на персональному комп'ютері; несанкціоноване підключення до апаратури та ліній зв'язку; перехоплення електромагнітного випромінювання в процесі обробки інформації. Основними загрозами для систем електронного документообігу є: загроза конфіденційності, цілісності, доступності інформації. Захист від цих загроз в тій чи іншій мірі повинна реалізовувати будь-яка система електронного документообігу. Захист ЕД повинен бути комплексним, включаючи технічні, криптографічні та організаційні методи захисту інформації. В комплекс заходів захисту електронної документації повинні входити: обмеження прав фізичного доступу до об’єктів системи документообігу, розмежування прав доступу до файлів і папок, підтвердження авторства електронного документу, контроль цілісності і конфіденційності ЕД, забезпечення юридичної сили ЕД, забезпечення надійності функціонування технічних засобів, забезпечення резервування каналів зв’язку, резервне дублювання інформації, захист від вірусів [1].

Для забезпечення збереження ЕД застосовується резервне копіювання документів, зберігання їх в архіві, який знаходиться в захищеному хмарному середовищі на декількох дата-центрах.

Для обмеження доступу до ЕД користувач, який бажає увійти в свій акаунт, повинен пройти процедуру аутентифікації. Це може бути здійснено

різними способами, такими як введення пароля, використання USB-ключа або сканування відбитку пальця. Процедура аутентифікації може бути багатоетапною, що містить кілька кроків: пароль і ключ або пароль і біометрична фіксація. Біометричний спосіб проведення ідентифікації й подальшої аутентифікації користувачів є максимально надійним.

Розмежування прав доступу дає змогу мати доступ до окремих документів лише певному колу користувачів. Також воно може передбачати не лише можливість доступу до документів, а й дозвіл на їх підписання за допомогою електронного цифрового підпису (ЕЦП).

Відповідно до статті 6 Закону України «Про електронні документи та електронний документообіг» [2] електронний підпис є обов'язковим реквізитом електронного документу, який використовується для ідентифікації автора та/або підписувача ЕД іншими суб'єктами електронного документообігу. Захищеність ЕЦП від відтворення чи підробки базується на застосуванні у відповідних технологіях методів криптографії.

Для дотримання конфіденційності в СЕД можуть застосовуватися криптографічні методи шифрування даних. Застосування криптографії не дадуть шансу порушити конфіденційність ЕД навіть у разі його потрапляння до сторонніх осіб.

Одним із важливих елементів захисту електронного документообігу є протоколювання дій користувачів СЕД, яке дає можливість відстежувати всі неправомірні дії користувачів та знаходити «винуватця», а в разі оперативного втручання – навіть зупинити спробу неправомірних або шкідливих дій.

Захист СЕД не зводиться лише до захисту документів і розмежування доступу до них. Важливими є питання захисту апаратних засобів системи, персональних комп'ютерів, принтерів та інших пристроїв; захисту мережевого середовища, в якому функціонує система, захист каналів передачі даних і мережевого устаткування, можливе виділення СЕД в особливий сегмент мережі [3].

Список використаних джерел:

1. Безпека електронного документообігу: особливості захисту СЕД. URL:https://edin.ua/bezpeka-elektronnogo-dokumentoobigu-osoblivosti-zaxistu-sed/ (дата звернення: 12.02.2024).

2. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : станом на 01.01.2020 / Верховна Рада України // ЛІГА: ЗАКОН. URL: https://ips.ligazakon.net/document/t030851 (дата звернення: вказати дату).

3. Електронний документообіг та захист інформації: вебсайт. URL: https://e-pidruchniki.com/content/2157_164_Elektronnii_dokymentoobig_ta_zahist_informacii.html (дата звернення: 11.02.2024).

УДК 621.396:004.056

DDOS-АТАКИ ТА ЇХ ОЗНАКИ У БЕЗПРОВІДНИХ WI-FI МЕРЕЖАХ

Варейчук В. Е.
Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Василенко Т.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна
e-mail: viacheslav.vareichuk@nure.ua.

DDoS attacks are one of the most common and dangerous attacks on a Wi-Fi network. Protection systems against them are quite cumbersome and expensive, which only the largest corporations can afford. In order to detect a DDoS attack and not resort to full network monitoring and check all received packets, since detecting this type of attack is quite simple using signs that can be seen without using special equipment and specialized programs. The ability to use the command line and view the Internet interface of the router is enough.

Широке поширення мереж, побудованих на основі протоколу TCP/IP, призвело до розробки методів подолання захисту та появи безлічі програм, призначених для здійснення неправомірних дій у таких мережах. Останнім часом велику популярність набули ddos-атаки. Цей недорогий і ефективний спосіб використовують проти державних і корпоративних ресурсів, з різними цілями, від конкурентної боротьби і здирництва до прикриття інших вторгнень і завдання іміджевого збитку.

Dos (Denial of Service) дослівно перекладатися як відмова в обслуговуванні, ddos – розподілена відмова в обслуговуванні. Під ddos-атакою розуміється сукупність дій, що призводять до перевантаження сервера, зависання системи через помилкові запити [1].

У бездротових Wi-Fi мережах ddos-атаки можуть вражати фізичний і канальний рівні, протоколи автентифікації, вразливі місця операційної системи, а також драй-вери та програмне забезпечення.

Наприклад, для здійснення атаки на канальному рівні, зловмисник посилає службові пакети «відмова від асоціації» від MAC адреси точки доступу до клієнта і навпаки. Оскільки додаткової аутентифікації даних пакетів не потрібно, клієнт розриває поточне з'єднання з точкою доступу. На транспортному рівні ddos-атака відбувається згідно з процесом «трьохстороннього пересилання» протоколу TCP, клієнт посилає пакет із встановленим мітки SYN. У відповідь сервер повинен відповісти пакетом з міткою ASK, після чого з'єднання вважається встановленим. Принцип атаки полягає в тому, що зловмисник, посилаючи SYN-запити, переповнює на сервері (точці доступу, роутері, комп'ютері) чергу на підключення. При цьому він ігнорує SYN+ ASK пакети сервера, не надсилаючи відповідні пакети, або переробляє заголовок пакета таким чином, що SYN+ ASK у відповідь відправляється на неіснуючу адресу. У черзі на підключення з'являються так звані напіввідкриті з'єднання, що очікують підтвердження від клієнта. Під

час закінчення певного тайм-ауту ці підключення відкидаються. Завдання зловмисника полягає в тому, щоб підтримувати наповненість черги таким чином, щоб не допустити нових підключень.

Для того щоб виявити ddos-атаку не обов'язково займатися повним моніторингом мережі і перевіряти всі пакети, тому що виявити такий вид атаки досить просто використовуючи ознаки, які можна побачити не вдаючись до спеціального обладнання та спеціалізованих програм. Достатньо вміння користуватися командним рядком і переглядати інтернет-інтерфейс маршрутизатора.

До основних ознак ddos-атак можна віднести наступні:

1. *Кількість ARP-запитів*. Можна переглянути за допомогою командного рядка. Для маршрутизаторів Cisco потрібно ввести команди show arp або show ip arp. Для інших маршрутизаторів це команди «arp –a» або «arp –v». Також цю ознаку можна переглянути за допомогою інтернет-інтерфейсу. При штатній роботі мережі кількість ARP-запитів у часі залишається однаковим (вагається в невеликих межах). При ddos-атаці кількість ARP-запитів збільшується , порівняно зі звичайною кількістю.

2. *Використання пам'яті маршрутизатора*. Можна переглянути за допомогою router#show memory (лише для маршрутизаторів Cisco). У всіх інших маршрутизаторах цю ознаку можна переглянути за допомогою інтернет-інтерфейсу (не всі моделі підтримують цю функцію). При штатній роботі мережі завантаження оперативної пам'яті маршрутизатора коливається в одних і тих самих межах. При ddos-атаці значно збільшується завантаження пам'яті маршрутизатора, порівняно зі звичайною.

3. *Використання процесорного часу*. Можна переглянути за допомогою командного рядка. Для маршрутизаторів Cisco потрібно ввести команду Router # show proc cpu sort. Для решти маршрутизаторів це: «telnet IP-адреса роутера», після чого потрібно ввести логін і пароль доступу до налаштувань маршрутизатора. В результаті цих дій відобразиться таблиця, що показує завантаженість даного ресурсу. При штатній роботі мережі сумарний процесорний час коливається у мінімальних межах. При ddos-атаці значно збільшується використання процесорного часу, в порівнянні зі звичайним.

4. *Кількість записів у NAT/PAT таблиці*. Можна переглянути за допомогою командного рядка. Для маршрутизаторів Cisco це команда "Router # show ip route" або "Router # show ipv6 route", для всіх інших "show ip nat translation". При штатній роботі мережі кількість записів в NAT/PAT таблиці на всьому проміжку часу практично не змінюється. При ddos-атаці кількість записів у таблиці значно зростає, порівняно із звичайним.

Список використаних джерел:

1. İlker Özçelik, Richard Brooks. Distributed Denial of Service Attacks. Real-world Detection and Mitigation. New York, 2020. DOI: https://doi.org/10.1201/9781315213125

УДК 004.056:621.396
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.421

THE ELECTRICAL ECHO MEASUREMENT UNDER THE ECHO CANCELLATION ACTIVITY

Ovcharenko D. R.
Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.
Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep. CRETISS
diana.naidonova@nure.ua

This work is about to obtain an electrical echo signal for technical information security tasks in conditions when echo cancellers are active. Due to the fact that echoes are considered interference in telecommunications systems, special means, named echo cancellers, are used to suppress them. The echo cancellers features are considered, and ways to bypass them are shown. Experimental data confirming the effectiveness some of them are presented.

During the electrical echo (EE) studying for problems of technical information security, which is the subject of [1], the author was faced with the fact that not in all cases the echo signal can be measured. Often the echo was so weak that it was impossible to record it and measure the delay, not to mention other parameters. The reason for such weak EE signal is the work of devices to suppress it. This is not surprising, because throughout the entire history of the development of communication technology, EE has been and is considered a hindrance. To reduce it, various technical devices are used, in particular, echo blocking and echo compensation.

The echo blocking principle is to reduce the gain in that duplex channel in which the signal is currently weaker. Since of the two subscribers conducting a telephone conversation, as a rule, only one speaks at any given time, the echo suppresser weakens the gain in the unused channel, thus blocking the path of echo propagation. This method is quite effective, but has an unpleasant feature. Due to the finite response time of switching devices, the beginning of subscribers' sentences may be “cut off.”

The echo compensation principle is to subtract the echo signal from the microphone signal using a special device. Its block diagram is shown in Fig. 1. In mobile communications, echo cancellers are mainly used, so we will consider them in more detail.

The echo compensator in every mobile phone is an adaptive filter. It works as follows. The signal coming from the remote subscriber is emitted by the speaker of the mobile device, received by its microphone and reaches on the first adder input. The second input of the adder with the “minus” sign also receives a signal from the remote subscriber, but artificially delayed in the delay line and amplified by the amplifier included in the echo compensator. The delay and gain parameters, as well as their frequency characteristics, are adjusting in

such a way as to accurately simulate the acoustic path. An echo analyzer is used to fine-tune them. If this is successful, then only the signal generated by the sounds of the subscriber's voice enters the channel to the remote subscriber, and there is no echo.

Fig. 1

This is exactly what was observed in a lot of measurements, when it be impossible to obtain the echo delay meaning. This called into question the practical feasibility of the method presented in [1].

An experimental attempt was made to disable the echo canceller using the technique described in [2]. It consists of sequential transmission the harmonic signal with a frequency 2100 Hz for 1.35 s, and after a pause, a fragment of white noise for 250 ms. However this attempt was not successful.

Let's look at how we can "deceive" the echo compensator and get an echo signal. First, let's make theoretical assumptions.

1. It is necessary to achieve nonlinear effects in the acoustic path of a mobile phone.

We can assume if the input signal is very intense, it will cause overload and distortion in the analog amplifiers and acoustic path of the phone. Then higher harmonics and crosstalk from various frequency components of the received signal will appear at the microphone output. The echo compensator will have nothing to compensate for them, because they are not present in the received signal, and nonlinear distortions do not occur in the digital adaptive filter circuit. As a result, higher harmonics and crosstalk will penetrate into the return channel and will be received in the echo form, at least if distorted.

2. It is necessary to make a sharp change in the input signal level.

Obviously, all delay, analysis and signal processing devices in modern mobile devices are digital. On the one hand, this is good, but on the other hand, it can make some difficulties for their work. For example, finite number of the signal is quantized bits (levels) may prevent one from accurately setting the required gain value when its level changes sharply. This effect can be observed when talking on a mobile phone, and one of the subscribers turns the hands free

mode on or off. In the first seconds after this there is almost always an intense echo.

3. It is necessary to form a mixture of the measuring signal and noise.

If white noise is specially added to the received signal, it will certainly make difficulties for the echo canceller operation. The noise presence in the input mixture will prevent echo compensator from correctly adjusting the gains in different frequency bands, like as in any adaptive device. Adding so-called “comfort noise” at the receiving phone will further complicate the echo canceller task. As a result, complete echo cancellation may not occur.

To check these assumptions, experimental studies were carried out. Let us consider their results in the same order.

1. To identify higher harmonics, a spectral analysis of the echo signal at various its levels were carried out. The typical spectrogram is shown in Fig. 2. The figure clearly shows the third harmonic of the probing signal with a level of about 10% from first one.

Fig. 2

But, as additional measurements have shown, this harmonic appears even at the transmitting stage an intense probing signal. When it weakens, the third harmonic disappears in the probing signal and, accordingly, in the response one. It is possible that some nonlinear distortions also occur at the echo formation stage, but it is quite difficult to detect them against the background of the original distortions. Therefore, this method is hardly applicable to bypass the echo canceller.

2. To check the effectiveness of a sharp signal level change, measuring signals were generated with a smooth increase in the level and with a sharp change (Fig. 3, blue), following one after another. The rectangular pulse had 100 ms duration, 1000 Hz filling frequency and amplitude of 1.5 V. A linearly increasing pulse with the same duration and filling frequency as a rectangular one, the filling amplitude increases linearly from 0 to 1.5 V in 100 ms.

The echo signal is shown in Fig. 3 in red. We can seen from the figure, the echo response to a rectangular pulse is approximately 15 times greater than to a linearly increasing one. You should also pay attention to the shape of the echo response to a rectangular pulse. It initially increases sharply, and from about the 15th millisecond it begins to decrease. This indirectly indicates the response time of the echo canceller.

3. To analyze the noise impact, a measuring signal was generated with the addition of noise and exactly the same signal, but without it.

As the experiment showed, adding noise actually contributed to obtaining

a stable echo. In Fig. 4 shows an oscillogram obtained during the same telephone connection, with and without noise. As can be seen, the echo after the first, second and third pulse is observed very clearly.

Fig. 3

Moreover, even after turning off the noise, another (fourth) pulse makes a very intense echo. Apparently, this is due to the fact that the echo canceller has not yet had time to adapt to the silence in the pauses between pulses and correctly adjust its coefficients. But after the fifth pulse the echo is barely noticeable, after the 6th and 7th it is completely absent.

Fig. 4

Thus, it is shown that a mixture of white noise with a probing signal promotes better echo measurement indeed.

As a result of the work, it was shown that a sharp change in the level of the probing signal, as well as the mixture of the probing signal with noise, can be used to bypass echo cancellers and effectively measure the EE delay.

References

1. Ovcharenko D.R., Khizhnyak P.P. Measuring signal for electric echo analysis for the technical information security tasks // Радіоелектроніка та молодь у XXI століттй : матеріали 27-го Міжнар. Молодіж. форуму. Харків,. 2023. Т. 3. С. 196-197

2. ITU-T G.168. Digital network echo cancellers. April 2015.

УДК 621.396:004.056

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ DDOS-АТАК

Іванько І.К.
Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Василенко Т.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: iryna.ivanko@nure.ua

In order to detect a DDoS attack and not to resort to full network monitoring and check all received packets, since detecting this type of attack is quite simple using signs that can be seen without using special equipment and specialized programs. The ability to use the command line and view the Internet interface of the router is enough. With the help of fuzzy logic variables and membership functions, these features are generalized, for the possibility of using the previously developed method of protecting wireless networks, based on fuzzy logic, without using large-scale calculations and building new membership functions every time.

Розглянемо узагальнений підхід до нечіткого опису станів бездротової мережі з метою виявлення аномального її стану, що дозволяє використання методу [1] на будь-якій мережі, без використання масштабних обчислень.

Великим недоліком у визначенні атак є те, що всі ознаки неможливо виразити в чіткому чисельному показнику, що змушує вдаватися для захисту мережі до величезних витрат: купувати дорогі програми, які детально вивчають трафік переданий в мережі.

Всі ці показники можна вимірювати за допомогою нечітких описів, що призводить до необхідності використання апарату нечіткої логіки. За допомогою нечіткої логіки можливо не робити масштабні обчислення і не витрачати часу на моніторинг, що дозволить зберегти витрати на захист бездротової мережі і зберегти її безпеку.

Розглянемо узагальнений підхід до нечіткого опису станів бездротової мережі з метою виявлення її аномального стану. Нехай маємо безліч ознак (параметрів мережі) $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j\}$, на підставі яких визначається аномальний стан мережі. Ведемо коефіцієнт інформативності кожної ознаки d_i, $d_i = [0,1]$, $i = \overline{1,j}$.

Кожна ознака y_j описується лінгвістичною змінною – $\langle N, y_j, T_j, U_j, G, M \rangle$, де:

N – назва лінгвістичної змінної (у нашому випадку – «ступінь аномальності бездротової мережі»); y_j – назва ознаки (параметр мережі); $T_j = \langle T_j^1, T_j^2, \dots, T_j^K \rangle$ – базова терм-множина лінгвістичної змінної j-ї ознаки або безліч її значень (термів); U_j – базова множина ознаки y_j ; G – синтаксична процедура; M – семантична процедура.

В якості терм-множин для всіх ознак пропонується впорядкована множина: T_j ={нормальна робота мережі; аномальний стан, ступінь аномальності низький; аномальний стан, ступінь аномальності середня; аномальний стан, ступінь аномальності висока}.

Так як наша множина складається з кінцевої кількості елементів, визначення сумарного ступеня належності по всій множині ознак, що використовуються, з урахуванням ступеня їх інформативності для кожного терма здійснюється з виразу: $\mu_{T^k}(y_1, y_2, \dots, y_j) = \sum_{j=1}^{J} d_j \mu_{T_j^k}(y_j)/y_j$.

Розглянемо, як експерт визначає ступінь аномальності бездротової мережі, за допомогою поняття «низька аномальність», «нормальна робота» та «велика аномальність», при цьому мінімальне завантаження маршрутизатора 0%, а максимальне – 100%.

Формалізація цього опису може бути проведена за допомогою лінгвістичної перемінної $\langle N, y_j, T_j, U_j, G, M \rangle$, де:

N – аномальність бездротової мережі (що експерт визначає); y – завантаження маршрутизатора (параметр, який оцінює експерт); T – {«низька аномальність», «нормальна робота», «велика аномальність»} (базова терм-множина); U – [0, 100] (межі, в яких може змінюватися завантаження маршрутизатора); G – процедура утворення нових термів за допомогою зв'язок «і», «або» та модифікаторів типу «дуже», «не», «злегка» та ін. Наприклад, «дуже низька аномальність», «дуже висока аномальність» та ін; M – процедура завдання на U = [0, 100] нечітких підмножин A1 = «низька аномальність», A2 = «нормальна робота», A3 = «велика аномальність».

Функція належності нечітких множин A1, A2, A3 може мати вигляд показаний на Рис.1.

Рис. 1

За допомогою запропонованих механізмів можна узагальнити різні мережі і для застосування потрібно буде знати лише межі нормального завантаження маршрутизатора мережі, або будь-якої іншої ознаки атаки.

Список використаних джерел:

1. Антипов И. Е. Применение нечеткой логики для повышения безопасности беспроводных сетей на базе технологии Wi-Fi / И. Е. Антипов, Т. А. Ященко, Нух Таха Насиф // Радиотехника: материалы Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2011. Вып. 165. С. 103-106.

УДК 621.391:[004.056:004.934

ТЕХНІЧНІ КАНАЛИ ВИТОКУ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА РАХУНОК ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ

Льозіна О.О.
Науковий керівник – проф. Олейніков А.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ
м. Харків, Україна
e-mail: oleksandra.lozina@nure.ua

With the development of information influence, there are requirements for saving information from leaking. Thesis is about the problems of information leakage through acoustic channels. Devices for listening information are described. Special attention is paid to the various microphones. As a result, the methods of combating information leakage are indicated.

Сьогодні інформація відіграє важливу роль в нашому житті. Це не є великим секретом, що витік інформації може завдати великі збитки для бізнесу, компанії чи тощо. В період електротехнічного прориву захист мовленнєвої інформації від несанкціонованого зйому або прослуховування є однією з найважливішою задачею для збереження конфіденційності.

Вухо людини не є найкращим апаратом для прослуховування конфіденційної інформації, бо це передбачає находження людини на об’єкті з потрібною нам інформацією та має неефективний поріг чутності порівнюючи з технічними засобами. Можна використовувати людину зі стетоскопом, але проблема виявлення людини на об’єкті залишається відкритою. Найбільш економічним та ефективним методом дистанційного прослуховування інформації є використання додаткового обладнання, а саме: вузько спрямовані мікрофони, закладні пристрої, лазерні системи акустичної розвідки.

Вузько спрямовані мікрофони поділяються на комбіновані, параболічні та групові. Остання група поділяється на лінійну групу, плоскі решітки та трубчасті.

Лінійна група мікрофонів- це термін, який описує систему мікрофонів, де мікрофони розташовані з кроком d. Кожний мікрофон в лінійній групі може мати свою доріжку, що дозволить оператору вільно змінювати параметри та маніпулювати звуковим образом.

Плоску решітку використовують для підвищення спрямованості лінійної групи мікрофонів. Це грубо кажучи мікрофон який складається з декількох мікрофонів лінійної групи, які мають спільний суматор.

Тубчаті мікрофони органного типу складаються з декількох трубочок, довжина яких збільшується з кроком d. Ці трубочки збираються в один пучок, де найдовша знаходиться в центрі, коротші йдуть по спіралі. В свій час трубчастий щілинний приймач конструктивно являє собою трубку з поздовжньою щілиною. Трубка з’єднується з капсулем, у якому знахо-

диться мікрофон. Внутрішня поверхня капсуля й зовнішній кінець трубки закритий поглинаючою тканиною (або повстю), щоб уникнути утворення стійних хвиль. Таку трубку можна розглядати як множину трубок різної довжини.

Будь-який мікрофон складається з мембрани та механічно-електричної системи. Якщо подивитись на поширення звуку в приміщеннях, можна зрозуміти, що вікно може виконувати роль мембрани. Нам лише потрібен лазер та його приймач, який буде знімати коливання звуку. Це принцип роботи лазерної системи акустичної розвідки. В теорії цей вид обладнання буде найкращим, для шпигування, але в нього є мінуси, такі як вартість та обмежена проникливість.

Для прослуховування інформації найкраще використовувати закладні пристрої. Акустичні закладні пристрої поділяються на велику кількість груп, залежно від того, що в них мікрофон чи вібродатчики, який вид передачі сигналу, по тому як вони керуються та тощо. Найбільша загроза полягає в тому, що вони можуть бути замасковані під різні прибори, такі як: лампочки, калькулятори, запальнички, ручки та йще багато різних предметів.

Для передачі даних можуть використовуватись радіоканали, інфрачервоні сигналі та провідні лінії(наприклад, лінії стаціонарних телефонів).

На деяких видах підприємств, досі використовуються стаціонарні телефони для зв’язку в середині об’єкта, але через ймовірне використання пристроїв НВЧ нав’язування варто відмовлятись від них, тим паче вже є багато альтернатив.

Підсумовуючи, для забезпечення захисту акустичної інформації треба дотримуватись таких дій:

- Зробити організаційні засоби для захисту інформації, такі як контроль людей, які заходять на об’єкт, де вони знаходяться та що приносять.
- В приміщеннях де потрібна інформація, треба захищати вікна від лазерних мікрофонів. Вішати жалюзі та можливо навіть ставити спеціальні пристрої, які будуть робити акустичні перешкоди.
- Шифрувати акустичний сигнал.
- Проводити перевірку кімнат на наявність закладних пристроїв.
- Зробити гарну звукоізоляцію кімнат.

У роботі проводиться аналіз ступеня загроз, які несуть у собі ці канали витоку інформації та методів захисту від витоку інформації.

Список використаних джерел:

1. Олейніков А. М. «Методи та засоби захисту інформаці» Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (з гріфом МОН України). Харків: НТМТ, 2014. 298с.

УДК 004.056.523 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.429

COMPARATIVE RESEARCH OF OPTIONS FOR OBTAINING ECPS

Bondarenko A.A.
Scientific supervisor – Ovcharenko D. R.
Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep. CRETISS
anton.bondarenko1@nure.ua

This paper will consider the theoretical basis of digital signatures and certificates and analyze various ways of obtaining electronic digital signatures (EDS) in Ukraine. In addition, the currently available formats of electronic signatures and EDS providers will be considered.

The purpose of the work is to find the most optimal method of obtaining an electronic digital signature in terms of complexity, time, and security, as well as the most preferable provider of this service. Maintaining documentation in electronic form is becoming increasingly popular these days, which is not surprising for the so-called "era of digitalization", which has affected both business and society as a whole. The need to work remotely during the pandemic and now wartime has greatly accelerated the population's transition to the use of electronic document management. As a result, there is an urgent need to accelerate the introduction of electronic digital signatures to verify identity without the need for physical presence.

An electronic digital signature (EDS) is an analog of the handwritten signature and seal of a legal entity in electronic document flow. Technically, an EDS is obtained as a result of a cryptographic transformation of a set of digital data, which is added to this set or logically combined with it and allows to confirm the integrity of the document and identify the signer.

There are three types of digital signature in total:

- A Simple Electronic Signature (SES) is the most basic type of electronic signature used to verify the signer's identity and ensure the integrity of the document. SES is based on the authenticity of the signatory, which can be verified by comparing the signature with the signatory's basic identification data.
- An Advanced Electronic Signature (AES) is linked to the signer's identity and allows for verifying its authenticity. Although the intervention of a Certification Authority (CA) is not required to issue digital certificates, it is still necessary to have reliable means to ensure the signer's identity.
- A Qualified Electronic Signature (QES) is the highest level of electronic signature. The qualified electronic signature is suitable for transactions with the public administration. It is uniquely linked to the identity of the signatory with a qualified certificate issued by official electronic means and a certification authority and is used to verify its authenticity. The qualified electronic signature is based on a trusted public key infrastructure (PKI). This infrastructure includes the issuance and management of qualified certificates, which are generated and

stored securely.

According to the Law of Ukraine dated November 7, 2018 "On Electronic Trust Services", the only format of electronic signature now used is the qualified electronic signature (QES). This type of digital signature has a higher degree of protection than the other two types of EDS.

A QES has all the basic properties of a handwritten signature:

- testifies that the received document came from the person who signed it;
- guarantees the integrity and protection against distortion and amendments to the signed document;
- does not allow the person who signed the document to refuse the obligations he/she undertook by signing the document.

It should be noted that at the moment in Ukraine, there are quite a large number of organizations providing services for obtaining EDS. Therefore, there is a need to conduct a qualitative analysis of the available options for the procedure of obtaining EDS.

In the work it is necessary to solve such tasks:

- to indicate the importance of data integrity in cyberspace as one of the basic principles of information security;
- determine the most convenient type of verification (BankID, Diia);
- review the theoretical basis of digital signatures and certificates, as well as their purpose and properties;
- analyze algorithms for obtaining digital signatures from different digital service providers;
- to note the differences between the formats of the proposed EDSs for data security;

According to the information from the electronic register of valid, blocked, and canceled public key certificates, there are 20 qualified EDS providers in Ukraine. These are public services, financial enterprises, and various joint stock companies. For our analysis, we decided to choose several organizations that provide EDS to individuals free of charge: PrivatBank, Oschadbank, Vchasno Servis LLC, and ACSC Ukraine (other options are also possible).

The paper will present comparative research of the offered qualified signatures according to such criteria as time and number of steps spent on obtaining QES, convenience of the service, its reliability, security availability, and other parameters. Based on the results of the comparison, the most optimal option for obtaining and using a qualified electronic signature will be determined, taking into account the needs of a modern user.

References: 1. Law of Ukraine “On Electronic Digital Signature” dated May 22, 2003 No. 852-IX. 2. Law of Ukraine “On electronic documents and electronic document management” dated May 22, 2003 No. 851IV. 3. Law of Ukraine “On Electronic Trust Services” dated May 10, 2017 No. 2155-VIII 4. Electronic register of valid, placed on hold or revoked public key certificates. URL – https://czo.gov.ua/en/ca-registry

УДК 004.056:004.773.3

ЗАГРОЗИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННОЇ ПОШТИ

Патлан Є. О.
Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
гурток «Основи інформаційної безпеки»,
м. Харків, Україна
e-mail: yehor.patlan@nure.ua

The work is devoted to the analysis of the most common e-mail threats. The main scenarios of the impact of threats are considered and the main recommendations for protecting information from threats, which are carried out by means of attacks on users' e-mails, are given.

Уже більше двох десятиліть електронна пошта – це основний інструмент для спілкування. Щодня пересилається понад 333 мільярди електронних листів по всьому світу. Цим користуються кіберзлочинці, які за допомогою атак на корпоративну електронну пошту, шкідливого програмного забезпечення, фішингових кампаній і багатьох інших методів викрадають цінну інформацію. Більшість кібератак (94%) починаються зі зловмисного електронного листа [1]. Захисту електронної пошти потребує будь-хто, хто використовує електронну пошту. Окремі користувачі, організації та компанії, які використовують електронну пошту, зазнають низки складних атак: від крадіжок облікових записів і порушень безпеки корпоративної електронної пошти до цільового фішингу й вішингу.

На сучасному етапі розвитку IT-індустрії без фішинг-листів не обходиться жодний витік персональних даних. Фішингові розсилання із відомостями, що викликають тривогу (наприклад, містять загрози щодо закриття банківських рахунків), пропонують неправдоподібно привабливі угоди, благають про пожертвування (наприклад, від імені благодійних організацій), обіцяють великі грошові вигоди з мінімальними зусиллями, насправді являють собою підготовчі кроки для нападу на клієнтів банків і електронних платіжних систем. Вийшовши на такий сайт користувач може надати зловмисникам цінну інформацію, яка дозволить їм отримати доступ до акаунтів і банківських рахунків. Головні правила, які має виконувати користувач, аби не стати жертвою фішингової атаки: не відкривати підозрілих посилань, отриманих навіть у повідомленнях від знайомих людей; не встановлювати й не запускати ігри та додатки, рекламовані у спам-розсиланнях; використовувати сучасне антивірусне програмне забезпечення. Порівняно новий різновид фішингу - вішинг. Атака спирається на використання системи попередньо записаних голосових повідомлень, мета яких – відтворити «офіційні дзвінки» від банківських та інших IVR (Interactive Voice Response) систем. Потенційна жертва отримує зазвичай запит (найчастіше через фішинг електронної пошти) про необхідність

зв'язку з банком для підтвердження або відновлення якоїсь інформації. При цьому система вимагає автентифікації користувача за допомогою введення PIN-коду або пароля. При цьому зачитується повідомлення, в якому потенційну жертву просять повідомити свої конфіденційні дані. При відповіді на дзвінок відбувається таке: автовідповідач попереджає споживача, що з його картою чиняться шахрайські дії, і дає інструкцію - передзвонити за певним номером негайно; коли за цим номером здійснено дзвінок, на іншому кінці проводу відповідає типово комп'ютерний голос, який повідомляє, що абонент має пройти звірення даних і ввести 16-цифровий номер карти з клавіатури телефону; тільки-но номер уведено, вішер стає власником всієї необхідної інформації (номер телефону, повне ім'я, адреса); далі, використовуючи цей дзвінок, можна зібрати й додаткову інформацію, таку як PIN-код, термін дії карти, дата народження, номер банківського рахунку тощо. Поряд із дуже небезпечними фішинговими та вішинговими атаками в мережі існує ще серйозніша загроза - фармінг - перенапрямлення жертви за помилковою (хибною) адресою. Для цього може використовуватися деяка навігаційна структура, скажимо файл hosts, система доменних імен. Механізм фармінгу має багато спільного зі стандартним вірусним інфікуванням. Жертва відкриває поштове послання або відвідує якийсь web-сервер, на якому виконується скрипт-вірус. При цьому спотворюється файл hosts. У результаті жертва потрапляє на один із помилкових сайтів. Механізмів захисту від фармінгу й досі не існує [2].

До найсерйозніших загроз для електронної пошти також належать ексфільтрація даних, підробка, шкідливе програмне забезпечення, спам. Ексфільтрація даних – це несанкціоноване передавання даних за межі організації вручну або за допомогою зловмисного програмного забезпечення. Шлюзи електронної пошти допомагають компаніям уникнути надсилання конфіденційних даних без авторизації, що може призвести до витоку інформації. Підробка виникає, коли кіберзлочинці маскуються під надійну особу або організацію, щоб виманювати гроші або дані за допомогою електронної пошти.

Захистити свою організацію від ураження електронної пошти можна за допомогою вбудованих засобів безпеки електронної пошти, які здатні автоматично переривати кібератаки та збільшувати продуктивність роботи системи захисту.

Список використаних джерел:

1. Що таке захист електронної пошти? Microsoft. URL: https://www.microsoft.com/uk-ua/security/business/security-101/what-is-email-security#:~:text (дата звернення: 16.02.2024).

2. Інформаційна та кібербезпека: соціотехнічний аспект/ В.Л. Бурячок та ін. Київ : ДУТ, 2015. 288 с.

УДК 621.396:004.056

МЕТОДИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ВИТОКУ КАНАЛАМИ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Павлов В.В.
Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: volodymyr.pavlov@nure.ua

The paper discusses passive and active methods of protecting information in cellular communication channels. Methods using cryptographic algorithms for encrypting speech information are promising. It has been established that the most effective is the integrated use of the considered methods.

У період стрімкого розвитку цифрових технологій, інтенсивного зростанням обсягів обміну даними та глибокої інтеграції мобільних технологій у наше повсякденне життя проблема захисту інформації від витоку каналами стільникового зв'язку належить до надзвичайно важливих завдань. Сучасні засоби мобільного зв’язку дають людині багато можливостей для обміну інформацією, але стільниковий телефон може використовуватися як пристрій негласного знімання інформації.

Захист інформації від витоку каналами стільникового зв'язку необхідно вирішувати комплексно, при використанні пасивних, активних та програмних методів захисту, таких як: екранування, індикація несанкціонованої активності мобільного пристрою, активне зашумлення, шифрування трафіку та маскування мовної інформації, а також методи ідентифікації та блокування несанкціонованого доступу до мобільного телефону. Екранування приміщень, локальних технічних пристроїв та їх елементів - один з найефективніших, але і дорогих заходів з протидії технічній розвідці. Спеціальні екрановані приміщення дозволяють досягти ослаблення небезпечного сигналу до 80-100 дб [1]. Екранування мобільного телефону реалізується за допомогою спеціального чохла, який блокує зв’язок телефону з базовою станцією.

Активним методом захисту інформації від витоку каналами стільникового зв'язку є зашумлення приміщень або місць можливого розташування телефонів. Активні методи захисту на основі технології активного зашумлення та додаткової індикації застосовуються у «GSM-сейфі», «GSM-кейсі» та «GSM-Box». GSM SAFE – це акустичний сейф для мобільного телефону, призначений для захисту мовної інформації, що циркулює в місцях перебування власника мобільного телефону, у разі несанкціонованої дистанційної активації з метою прослуховування через канали стільникового зв'язку. Пристрій має вбудований радіочастотний детектор та генератор шуму, що автоматично вмикається під час активації телефону. Це дозволяє йому виявити віддалений доступ до телефону. GSM

SAFE починає генерувати шуми в чутному діапазоні акустичних частот, що маскують мову. Це робить неможливим прослуховування і запис розмови. Прихований дзвінок буде відразу детектуватися у трубці, сторонній особі буде чутний лише шумовий сигнал. При вийманні телефону з GSM SAFE генератор автоматично вимикається [2]. GSM кейс - це акустичний кейс для захисту від прослуховування через мобільний телефон шляхом його дистанційної активації. Захист забезпечується шляхом автоматичного акустичного зашумлення тракту передачі мовної інформації при спробі негласної дистанційної активації мікрофона мобільного телефону, вмикається генератор шуму, і телефон більше не може «підслуховувати». Індикатор активації мобільних засобів зв'язку GSM-Box усуває можливість несанкціонованого доступу до мобільних засобів зв'язку. Якщо телефон розташувати мікрофоном у напрямку до динаміка GSM-Box, шум, що генерується пристроєм, глушить мікрофон, прослуховування простору навколо телефону стає неможливим.

Одними із найдосконаліших способів захисту даних є використання криптографічних алгоритмів шифрування мовної інформації. Цей спосіб використовується для забезпечення конфіденційності телефонних розмов, що здійснюються незахищеним GSM каналом, але він вимагає від абонентів, що спілкуються, наявності однакових пристроїв кодування-декодування сигналу - скремблерів, які забезпечують надійність захисту від будь-якого засобу прослуховування стільникових телефонів, у тому числі і від спеціального обладнання, встановленого у оператора. Шифрування виконується розбиттям спектра звукового сигналу на частини (піддіапазони) та подальшою частотною інверсією кожної з цих частин. Скремблери можуть використовуватися у вигляді телефонної приставки, телефонного апарату, накладки на телефонну трубку. Криптофони - це звичайні смартфони з додатковим програмним забезпеченням. Принцип дії криптофонів, як і скремблерів, полягає в тому, що сигнали з мікрофону оцифровуються, кодуються і відправляються в мережу стільникового зв'язку в зашифрованому вигляді.

Загальний успіх у протидії витоку інформації через канали стільникового зв'язку залежить від інтегрованого підходу до захисту. Використання шифрування, ефективної аутентифікації, фізичних заходів та систем моніторингу визначають ключові аспекти стратегії безпеки. Лише взаємодія цих елементів може гарантувати ефективний захист від витоку даних у сучасному інформаційному середовищі.

Список використаних джерел:

1. Екранування електромагнітних полів: вебсайт. URL: http://um.co.ua/ 2/ 2-15/2150874.html (дата звернення: 10.02.2024).

2. Техніка захисту від прослуховування: вебсайт. URL: https://vesh.ua/ gsm-sejf/ (дата звернення: 11.02.2024).

УДК 004.77:004.056

ЗАГРОЗИ ПРИСТРОЇВ У СКЛАДІ РОЗУМНОГО ДОМУ

Грабар М.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: mariia.hrabar@nure.ua

The phrase "smart home" can hardly surprise anyone these days. These words mean comfort, saving resources, the ability to control many processes in the house remotely. But the main thing that the system should provide is the security of a smart home.

За сьогоднішніми загальносвітовими оцінкам, в середньому на один будинок припадає дев'ять підключених пристроїв, а в деяких країнах це кількість досягає 20 і більше. Споживачі все більше залежать від якісного підключення до глобальної мережі. Підприємства та бізнес також отримують масу переваг, пов'язаних із Інтернетом речей (IoT). З іншого боку, швидке поширення підтримуючих IoT-пристроїв створює для зловмисників небувалі можливості для піратських дій та вторгнення в домашні мережі. Якщо, звичайно, захист цих пристроїв недостатньо надійний.

За результатами дослідження, проведеного Sonicwal у 2020 р., кількість кібератак на пристрої IoT порівняно з минулими роками. підвищилося на 215% [1]. Сьогодні небезпека ще більше зростає, оскільки несподівано різко збільшилася кількість людей, практично постійно працюючи з дому. Багато з них, коли працювали з офісу, були захищені корпоративними міжмережевими екранами, але таких екранів немає у будинках. "Домашній офіс" - це всього лише ще один пристрій підключеного дома (ноутбук або планшет), тому ризик зловмисного проникнення у домашню мережу зростає експоненціально. Більше того, коли людина працює з дому, атака на будинок може розвинутися в атаку на корпоративну мережу роботодавця. При цьому домогосподарства нездатні самі забезпечити свою безпеку. Проведене Broadband Genie дослідження показало, що 86% споживачів ніколи не оновлювали вбудоване ПЗ свого маршрутизатору.

У 2018 р. відділення Market Intelligence компанії Microsoft опублікувало огляд, в якому особлива увага приділялася побоюванням споживачів відносно їх цифрових пристроїв, та основною проблемою було визнано відсутність належної захищеності персональної інформації та даних. Цифрові пристрої, що підключені в будинку, слід оцінювати з боку не тільки функціональності та ціни, але також і безпеки.

Зловмисники будуть приділяти цифровим пристроям більше "уваги", ніж будь-яким іншим пристроям, оскільки помічники можуть відігравати

роль центрального елементу, що контролює всі інші елементи домашньої мережі. Це ж відноситься і до маршрутизаторів, що можуть виступають як її шлюзи.

На сьогоднішній день стає питання-проблема, хто повинен відповідати за безпеку IoT-пристроїв і всього розумного вдома – постачальник послуг, виробник пристроїв чи споживач?

Безперечно, споживачі та постачальники послуг не можуть довірити безпеку та надійність роботи своїх мереж виробникам пристроїв IoT. Коли йдеться мова про маршрутизатор то постачальник послуг - оператор зв'язку часто нездатний зазирнути за шлюз, щоб перевірити роботу пристроїв та отримати відомості про них з метою вирішення проблем, що виникають.

Але у теперішній час на ринку присутня безліч виробників пристроїв, які постачальники послуг здатні запропонувати споживачам, тобто таке нове рішення, яке захистить увесь будинок. Оператори зв'язку просто повинні знайти рішення, завдяки якому вони зможуть отримувати інформацію про те, що відбувається в домашній мережі. Проведені дослідження показують, що споживачі згодні платити за захист своїх пристроїв та даних. Так, у проведеному раніше дослідженні Blackberry стверджується, що 58% споживачів готові платити більше за підключені пристрої, якщо вони впевнені в тому, що їх дані та конфіденційність будуть захищені. [2-3].

Тому операторам зв'язку необхідні інструменти, що підвищують ефективність вирішення проблем з безпекою та якістю наданих споживачам послуг. Найважливішою частиною будь-якого рішення є технологія Fingerprinting в IoT. Вона забезпечує отримання споживачем та його поставщиком послуг повної та достовірної інформації про підключені до домашньої мережі пристроїв. Тобто операторам зв'язку необхідно знайти технологію для забезпечення безпеки, що захищає підключений будинок повністю, включаючи маршрутизатор. Передові рішення повинні забезпечувати блокування вхідного та вихідного зловмисного трафіку, включати в себе пристрої обробки Fingerprinting та виявляти аномальну поведінку за допомогою штучного інтелекту. Штучний інтелект може стати для розумного будинку основним засобом виявлення загроз та нестандартної поведінки у режимі реального часу.

Список використаних джерел:

1. https://irdeto.sharepoint.com/:b:/s/d_mi/EdiRtYpvXG5FosIu7fQSmdIBvyXgX8zn86ehQ_zHbkCfDA
2. https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/how-safe-is-your-smart-home
3. https://eset.ua/ru/news/view/665/zashchita-umnogo-doma-kak-zashchitit-umnyy-dom-ot-kiberprestupnikov

УДК 004.056:005.7 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.437

РОЛЬ СИСТЕМ SIEM ТА UEBA В ЗАДАЧІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ОРГАНІЗАЦІЇ

Щербак В.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: valeriia.shcherbak@nure.ua

The advantages of using a solution that combines the functions of SIEM and UEBA when building an effective information security system are considered.

Побудова ефективної системи управління безпекою великої корпоративної мережі з великою кількістю робочих станцій, серверів, мережевого та комутаційного обладнання, телефонії, технологічного та іншого обладнання є пріоритетним завданням для будь-якої сучасної компанії або організації. Стрімкий розвиток технологій машинного навчання, заснованих на математичних моделях, збільшення потужності обчислювальних мереж, обчислювальних потужностей серверного обладнання, необхідність збільшення засобів автоматизації для досягнення високої швидкості реакції на інциденти інформаційної безпеки задають вектор розвитку засобів захисту у бік інтеграції з технологією машинного навчання. Використання SIEM (Security Information and Event Management) спільно з UEBA (User and Entity Behavior Analytics) є прикладом такого рішення.

SIEM та UEBA – це інструменти забезпечення безпеки в інформаційних системах, які на ринку вітчизняного програмного забезпечення представлені як окремі, автономні рішення. SIEM є інструментом для збирання, аналізу та нормалізації різних даних про безпеку в інформаційній системі, таких як журнали подій, «логи» мережевих пристроїв тощо. Система SIEM використовується для виявлення та аналізу потенційних загроз за рахунок кореляції (об'єднання подій у ланцюжки) подій безпеки в системі та дозволяє швидко реагувати на них. Також ця система може використовуватися для забезпечення відповідності нормам та вимогам безпеки [1]. UEBA використовує аналіз даних, зібраних з різних джерел, таких як журнали подій, «логи» мережевих пристроїв, інформація про користувачів тощо, щоб виявити потенційні загрози безпеці, пов'язані з незвичайною поведінкою користувачів або інших сутностей у системі. Ця система використовує технології машинного навчання для формування моделі поведінки користувачів, завдяки чому може використовуватися для виявлення внутрішніх загроз безпеці, таких як виток даних або крадіжка облікових даних [2].

SIEM збирає та класифікує дані, що надходять з усіх пристроїв у мережі, та створює події, використовуючи правила кореляції, засновані на алгоритмах, в абсолютній більшості яких не враховується специфіка роботи обладнання, а лише заздалегідь описана поведінка шкідливого програмного забезпечення, інструментів для злому та іншої поведінки порушника SIEM. Ці події та дані збагачуються контекстом модуля UEBA, який має вирішальне значення для виявлення відхилення поведінки користувача від сформованої моделі поведінки користувачів та об'єктів мережі [3].

Синергія використання SIEM та UEBA дозволяє вирішувати наступні задачі:

1) автоматичне виявлення внутрішніх загроз;
2) пріоритизація інцидентів;
3) запобігання витоку даних;
4) цільове навчання користувачів;
5) зниження кількості хибних спрацьовувань;
6) аудит ефективності віддалених працівників;
7) скорочення ручної праці аналітиків;
8) автоматичне виявлення внутрішніх загроз.

Такі атаки, як фішинг, компрометація електронної пошти, крадіжка облікових даних та захоплення облікових записів, роблять інсайдерські загрози однією з найнебезпечніших дій у мережі організації. Існує три типи інсайдерських загроз.

Недбайливий інсайдер. Співробітник або користувач мережі з привілейованим доступом, який не дотримується належних IT-процедур, може представляти загрозу. Не використовуючи належних заходів безпеки, цей користувач стає слабким місцем для проникнення порушника за периметр організації.

Зловмисний інсайдер. Це співробітник із привілейованим доступом до системи, який він має намір використовувати для зловмисної діяльності.

Скомпрометований інсайдер. З'являється у мережі як авторизований користувач, який виконує типові мережеві завдання. Однак це зловмисник, який одержав облікові дані інсайдера.

Традиційні засоби безпеки розглядають дії авторизованих користувачів як звичайну поведінку. UEBA додає контекст користувача до даних про події, завдяки чому стає зрозуміло, коли користувачі поводяться незвичайним підозрілим чином. Уніфіковане використання SIEM та UEBA зіставляє підозрілі дії в ланцюжок загроз, який можна легко ідентифікувати як шаблон атаки. Це автоматичне виявлення дозволяє системі відправляти оповіщення та автоматизувати своєчасний запуск дій у відповідь для блокування загрози до того, як вона перетвориться на успішну атаку.

Наведемо приклад. Зловмисник, який зламав систему за допомогою атаки фішингу, може спочатку відображатися як авторизований користу-

вач. Коли цей авторизований користувач намагається отримати привілейований доступ, UEBA розпізнає цю дію як підозрілу. Оповіщення видаються при аномальній кількості невдалих входів у систему або під час входу користувача з незвичайного пристрою чи місця.

Пріоритизація інцидентів.

Зазвичай SIEM система обробляє інформацію від досить великого набору різних інструментів безпеки і критично важливих систем. Якщо кожен із цих фрагментів даних має однаковий рівень важливості, то значуща для прийняття рішень інформація може залишитися непоміченою. За відсутності пріоритету інцидентів система безпеки може генерувати значну кількість попереджень, які вимагають уваги співробітників служби безпеки. Велика проблема, з якою стикається багато компаній, полягає в тому, що аналітики отримують занадто багато попереджень. Величезна кількість нерелевантних попереджень призводить до втоми, притуплює увагу, що може призвести до пропуску аналітиком реальної загрози.

Навіть якщо повідомлення доповнюються контекстними даними, не всі підозрілі дії однакові. Ефективний UEBA постійно ранжує підозрілу діяльність за рівнем ризику. Доповнення контексту конкретної організації, що описує критичність активів та рівні доступу до конкретних функцій та користувачів, дозволяє більш ефективно виявляти серйозні відхилення від нормальної поведінки.

Запобігання витоку даних.

Авторизовані користувачі повинні обробляти, зберігати та передавати різні корпоративні дані практично щодня. Передача великих обсягів даних може бути індикатором витоку даних. Багато шкідливих дій, пов'язаних з втратою даних, можуть бути не настільки помітними. Рішення UEBA використовують відомі базові показники користувачів та сутностей, щоб відстежувати та проводити класифікацію подій, що становлять аномальну поведінку.

Цільове навчання користувачів.

Аналіз поведінки користувачів є невід'ємною частиною ефективної безпеки. Часто співробітники організації не мають належного уявлення про культуру інформаційної безпеки – не розуміють, як необхідно захищати конфіденційні дані, чи не усвідомлюють, що ті чи інші їхні дії наражають компанію на ризик і можуть призвести до несприятливих наслідків, існує проблема компетентності у правових та технічних питаннях використання інформаційно-комунікаційних технологій [4].

UEBA відстежує дії користувачів, виявляє поведінку людини, пов'язану з фішингом, передачею даних, контролем доступу, використання неправильних паролів та може коригувати його за допомогою додаткового навчання. Коли роботодавці знають, які користувачі потребують додаткового навчання, вони можуть забезпечити цільове навчання для усунення конкретних моделей поведінки та запобігання майбутнім діям, які можуть

призвести до успішних атак.

Аудит поведінки дистанційних працівників.

UEBA може підвищити безпеку бізнесу, який використовує віддалені та гібридні схеми роботи співробітників, встановивши базову поведінку для віддалених співробітників та пристроїв. Інструменти геолокації можуть надавати оповіщення про входи до системи, що відбуваються в нетиповому місці, про потенційні ризики, такі як скомпрометовані облікові дані. Віддалені пристрої більш схильні до атак. UEBA може забезпечити критично важливий додатковий рівень захисту для запуску попереджень про атаки, витоки даних та зміни дозволів. Побудова моделі користувача також дозволяє аналізувати, потім співробітники витрачають свій робочий час, що дозволяє менеджерам оцінити ситуацію для своєчасної коригування і мотивації персоналу [5].

Висновки

Сучасні зловмисники використовують у своїх атаках значну кількість різноманітних підходів, технологій та інструментів, які можуть завдати серйозної шкоди мережам великих організацій. Це потребує більше ресурсів для аналізу поведінки порушників та формування правил, здатних детектувати їхню поведінку. Синергія спільного застосування SIEM з UEBA дозволяє помітно підвищити швидкість реакції та якість виявлення та розслідування інцидентів інформаційної безпеки, що, у свою чергу, значно підвищує рівень інформаційної безпеки організації.

Список використаних джерел:

1. Cinque M., Cotroneo D., Pecchia A., Challenges and Directions in Security Information and Event Management (SIEM), in: 2018 IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops (ISSREW), 2018, pp. 95–99.

2. Muhammad Zunair Ahmed Khan, Muhammad Mubashir Khan & Junaid Arshad. Anomaly Detection and Enterprise Security using User and Entity Behavior Analytics (UEBA). Conference: 2022 3rd International Conference on Innovations in Computer Science & Software Engineering (ICONICS)

3. K. Singh. Application of SIEM/UEBA/SOAR/SOC (Cyber SUSS) Concepts on MSCS 6560 Computer Lab. p. 82

4. Alhogail A. Cultivating and Assessing an Organizational Information Security Culture; an Empirical Study // International Journal of Security And Its Applications, 9 (7), 163–178. DOI: 10.14257/ijsia.2015.9.7.15.

5. The Best Employee Monitoring Software for 2024. URL: https://www.businessnewsdaily.com/11143-best-employee-monitoring-software.html (дата звернення: 20.12.2023).

6. Грицаненко Я. Ю. UBA-аналіз як засіб підвищення інформаційної безпеки автоматизованих систем / Я. Ю. Грицаненко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 233–234.

УДК 004.9:378.091
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.441

ОСВІТНІ ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ ХНУРЕ ЯК ВИД ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

Юрченко А.Є.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Милютченко І.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: arsenii.iurchenko@nure.ua

The work examines the educational resources of KhNURE as a type of information resources and gives their characteristics according to the general categories of the classification of electronic information resources. The structure of electronic educational resources intended for educational and methodological support of the educational process is given.

Для держави та суспільства поряд з традиційними ресурсами важливими є інформаційні ресурси (ІР), які визначаються, зокрема, як систематизована сукупність документів, зафіксованих на паперових чи інших носіях, в інформаційних системах [1].

Стрімкий розвиток інформаційних технологій зумовив пріоритетне значення електронних інформаційних ресурсів (ЕІР), які визначаються як систематизовані відомості і дані, створені, оброблені та збережені в електронній формі за допомогою технічних засобів та/або програмних продуктів [2].

Для ефективного використання, вибору методів та засобів захисту ЕІР важливою є їхня класифікація за категоріями, кількість та зміст яких визначаються певними ознаками, зокрема, функціональною (сфера використання) [3].

У сфері освіти використовують освітні ЕІР – засоби навчання на цифрових носіях будь-якого типу або розміщені в інформаційно-телекомунікаційних системах, які відтворюються за допомогою електронних технічних засобів і застосовуються в освітньому процесі [4].

Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки передбачає серед іншого «цифрову трансформацію процесів управління, регулювання та моніторингу в закладах вищої освіти та ефективне використання цифрових (дистанційних) технологій в освітньому процесі».

Стратегія ХНУРЕ визначає як перспективний напрям розвитку освітньої діяльності – збереження та оновлення академічного рівня університетського середовища, зокрема, «доступ до освітніх ресурсів, в тому числі – до наукової бібліотеки, архівів відкритого доступу, науковометричних баз» [5].

Ознаки освітніх ЕІР ХНУРЕ як виду інформаційних ресурсів за за-

гальними категоріями ЕІР [3] показано на рис.1.

Рис. 1. Ознаки освітніх ЕІР ХНУРЕ

Освітні ресурси охоплюють всі сторони освітнього процесу, вони є критично необхідними для здійснення дистанційного або змішаного навчання. Серед головних вимог до закладу вищої освіти є навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. На рис.2 наведена структура освітніх ЕІР, призначених для навчально-методичного забезпечення (НМЗ)

освітнього процесу (ОП) у ХНУРЕ.

Рис. 2. Структура освітніх ЕІР для НМЗ ОП у ХНУРЕ

Список використаних джерел:

1. Милютченко І.О., Онопко Б.В. Інформаційні ресурси: аналіз категорії та класифікація // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб.. Харків, 2018. Вип.192. С. 157–161.

2. Про Національну програму інформатизації: Закон України №2807-IX від 01.02.2022. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-20#Text (дата звернення 25.02.2024).

3. Милютченко І.О., Кулько П.О. Електронні інформаційні ресурси: визначення та класифікація / // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2023. Вип. 213. С. 65 - 69.

4. Положення про Електронні освітні ресурси. Затверджено Наказом МОНУ від 01 жовтня 2012 року № 1060 (у редакції наказу від 29 травня 2019 року № 749). URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12#Text (дата звернення 25.02.2024).

5. Стратегія і перспективні напрями розвитку освітньої, наукової та інноваційної діяльності ХНУРЕ. URL: http://nure.ua/wp-content/uploads/Main_Docs_NURE/strtegy_nure_2022.pdf (дата звернення 25.02.2024).

УДК 621.396:004.056

ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИЛЮВАЧА ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ДЕТЕКТОРУ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЦИФРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Оснач А. І.
Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Василенко Т.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна, e-mail: andrii.osnach@nure.ua.

This work is devoted to the topic of detectors of mobile digital communication devices. Detectors help to examine the premises for the presence of possible leaks of information. In this work, a field detector power amplifier with a frequency of 5 GHz was developed as this is one of the loaded frequencies at which it is difficult to detect embedded devices.

Цифровий зв'язок, що застосовуються в сучасних комунікаціях, все частіше використовуються в засобах негласного знімання інформації. Висока якість звуку та відео, цифрові технології, розвинена інфраструктура мереж мобільного зв'язку дозволяють отримувати звукову та візуальну інформацію про об'єкт в реальному часі і, практично, з будь-якої відстані.

Якість покриття системами мобільного зв'язку дозволяє з великою точністю позиціонувати стан рухомих об'єктів, застосовуючи радіомаяки. Сучасні пристрої відстеження місцезнаходження використовують GPS-приймач і передають координати об'єкта по мережах мобільного зв'язку.

Пристрої для отримання кондеренційної інформації можуть працювати на будь-якій частоті, тому самим небезпечними частотними діапазонами являються найбільш використані в повсякденному житті – це 2,4 та 5 ГГц, так як на цих частотах працюють стандарти безпровідного Wi-Fi зв’язку.

Для запобігання викрадання інформації методом передачі цифрового зв’язку широко використовуються детектори мобільних пристроїв цифрового зв’язку, що знаходять закладні пристрої та заважають їм передавати цифровим каналом зібрану інформацію.

Для детектора мобільних пристроїв цифрового зв’язку було обрано найпростішу структурну схему приймального тракту – радіоприймача з прямим перетворенням, бо задача детектора стоїть тільки в виявленні сигналу і подальшої обробки виявленого сигналу не планується. Детектор може приймати різні види сигналу на різних частотах (тобто він є багатоканальним). Так як робота кожного каналу є схожою, в даній роботі розглянуто лише канал на частоті 5 ГГц.

В основу проєктування малошумлячого підсилювача (МШП) покладена модель транзистора та обрано транзистор BFP540 фірми Infenion.

Для розрахунку використана лінійна модель, що представляє транзистор у вигляді еквівалентного чотириполюсники. Для цього випадку необхідна сувора прив'язка режиму роботи транзистора та його математичних моделей, так як S-параметри транзистора суворо справедливі не тільки для

конкретної частоти, але і для обраного режиму роботи (напруження зміщення 4,5В та струму зміщення 3 мА).

Для розрахунку кіл узгодження, коефіцієнти відбиття було перераховано в провідності. Для розрахунку кіл узгодження на мікросмужках використано підложку з матеріалу полікор: діалектична проникність ε_r=9.8; товщина підложки h = 1мм; товщина фольги T=0.035мм; тангенс кута діелектричних втрат tan = 0.004.

За результатами розрахунків в програмному продукті AWR Microwave Office було проведено моделювання МШП. Виявилося, що розраховані значення кіл узгодження є досить приблизні, тому було проведено оптимізацію.

За результатами оптимізації у всій заданій полосі частот коефіцієнти відбиття не перевищують 0,3. При оптимізації стійкість підсилювача не порушено. Отримано коефіцієнт підсилення на центральній частоті 9,4 дБ, а в полосі частот більше за 9 дБ, , що задовольняє технічному завданню до проєктування.

Рисунок 1 – Електрична схема підсилювача потужності

Спроєктовано МШП приймального тракту для детектора мобільних пристроїв цифрового зв’язку на частоті 5 ГГц в полосі частот 40 МГц (4920 - 5020 МГЦ). Розрахунок було проведено для випадку максимально можливого коефіцієнта передачі з урахуванням лінійної моделі транзистора.

Отримані коефіцієнти підсилення в полосах пропускання перевищують 9 дБ. Коефіцієнти шуму транзисторних МШП в полосі частот не перевищують 2, що задовольняє необхідним технічним умовам.

Список використаних джерел:

1. Салабай О. В. Ескізне проектування радіоприймальних пристроїв. – Одеса, 2012 . 76 с.

УДК 621.396:004.056

ПОРІВНЯННЯ СПЕКТРІВ WI-FI СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

Оснач А. І.
Науковий керівник – к.т.н., ст. викл. Василенко Т.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: andrii.osnach@nure.ua.

Standard methods for equalizing spectra cannot provide the required results, since the spectra of devices connected to a Wi-Fi network are very similar to one another: the frequency and type of modulation may not differ. Therefore, it is necessary to establish non-standard methods of alignment. In the work, a further investigation was carried out, where, in addition to the method of equalizing the spectrum, a correlation method of equalization was proposed. And the mean-square variation of the correlation function of the device is equal to the pattern of the correlation function.

Автори [1] зробили вимірювання спектрів різних мобільних пристрої і показали, що навіть візуально вони відрізняються один від одного. Кожен мобільний пристрій має свої унікальні особливості спектру сигналу Wi-Fi мережі навіть в однакових моделях мобільних пристроїв.

Стандартні методи порівняння спектрів не можуть дати потрібних результатів, так як спектри пристроїв підключені до мережі Wi-Fi являються дуже подібні один одного. Тому потрібно застосовувати нестандартні методи порівняння. В роботі проведені дослідження, де в якості методу порівняння спектру запропоновано кореляційний метод порівняння. А саме середньоквадратичне відхилення кореляційної функції пристрою в порівнянні з кореляційною функцією шаблону.

Як відомо, для кількісної оцінки ступеня відмінності сигналу S(t) та його зміщеної копії S(t-τ) використовується автокореляційна функція (АКФ) сигналу S(t), що дорівнює скалярному добутку сигналу та його копії:

$$B(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) \cdot S(t-\tau) dt$$

Застосуємо вираз (1) для порівняння спектрів:

$$B(j) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} P_{L1}(f_i) \cdot P_{L2}(f_{i+j}),$$

де $P_L(f_i)$ – потужність кожної спектральної складової; N – кількість спектральних складових. Причому, вказаний вираз буде застосовуватися для розрахунку кореляції шаблону (автокореляційна функція, АКФ) та спектра шаблону зі спектрами «чужих« пристроїв» (ВКФ). Розрахунки були виконані для всіх пристроїв в різних положеннях. На Рис.1 показані де-

які з них.

Істотної різниці в наведених на Рис. 1 залежностях не спостерігається. Тому було розраховано середньоквадратичне відхилення (СКВ) для всіх отриманих функцій:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2J \cdot B_{cp}} \cdot \sum_{j=-J}^{J} (j^2 \cdot \ B(j))},$$

де j – елементи ряду; B_{cp} – середнє значення АКФ:

$$B_{cp} = \frac{1}{2J+1} \sum_{j=-J}^{J} B(j).$$

Результати розрахунку σ для одного з шаблонів (А) по відношенню до різних положень пристроїв наведені в таблиці 1.

Рис. 1 АКФ та ВКФ

Таблиця 1

	А1	А1	А3	А4	В1	В2	В3	В4	Г1	Г2	Г3	Г4	Д1	Д2	Д3	Д4
σ	945	943	940	937	937	949	952	952	955	953	942	943	944	954	940	932

Також була виміряна ширина (в кількості відліків) АКФ для шаблонів та ВКФ для всіх пристроїв по відношенню до шаблону на рівні 0.5. Результати розрахунку для одного з шаблонів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

	Ширина АКФ (ВКФ) по рівню 0,5					
Положення	Шаблон А	А	В	Г	Д	Е
1	2650	2655	2715	2864	2701	2929
2	2650	2688	2726	2879	2833	2937
3	2650	2675	2796	2817	2588	2844
4	2650	2635	2796	2785	2459	2807
Середнє	2650	2663	2758	2836	2645	2879

З таблиці видно, що ширина ВКФ чужих пристроїв може бути вужчою за АКФ.

На підставі виконаних розрахунків можна сказати, що:

– різниці в середньоквадратичному відхиленні ВКФ для шаблону зі своїм пристроєм і чужими не виявлено;

– різниці в ширині ВКФ за рівнем 0,5 також не виявлено. При нормуванні всі функції практично ідентичні;

– істотного зсуву центральної частоти в ВКФ також не спостерігається.

Таким чином, параметри до другого порядку включно не дозволяють виявити різницю між двома спектрами. Але з рис. 1 видно, що ВКФ мають певний «перекос», який може характеризуватися коефіцієнтом асиметрії. Тому в подальшій роботі буде розглянуто порівняння спектрів на основі коефіцієнта асиметрії.

Список використаних джерел:

1. Василенко Т. А. Идентификация мобильных устройств по особенностям спектров их сигналов . // Радіотехника : межвед. науч.-техн. сб. 2020. Вып. 179. С. 91 – 97.

УДК 004.056:004.77

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА ВІДДАЛЕНОЇ РОБОТИ

Щербак В.О., Колобилін І.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна
e-mail: valeriia.shcherbak@nure.ua

Many companies have started to actively use remote working mode in the last few years. Employees of literally all office ranks are working remotely now, so personal computers are usually used for work, at least as a tool to connect to a remote desktop on a company PC, and most often the personal PC completely replaces the work PC. In this connection, certain questions regarding information security arise.

Для роботодавця та працівника плюси віддаленої роботи очевидні та зрозумілі. Їх немає сенсу перераховувати та обговорювати. Для інформаційної безпеки плюсів практично немає. До ризиків та уразливостей в офісному просторі додаються ризики, пов'язані з фізичною безпекою конфіденційних документів, фізичних ключових носіїв та ін., оскільки тепер доступ до конфіденційної інформації компанії може отримати не випадковий колега, а буквально будь-яка стороння людина.

Нові ризики.

Як правило, компанія намагається тримати контрольований контур закритим і забезпечувати підключення у внутрішню мережу через виділене захищене з'єднання або віртуальний термінальний сервер тощо. Тобто користувач в першу чергу не повинен працювати у своєму особистому середовищі, змішуючи робочі документи та файли зі звичайного життя.

При віддаленому підключенні до свого робочого ПК варто пам'ятати про забезпечення заходів інформаційної безпеки не тільки на робочому ПК, але й на тих пристроях, з яких ви здійснюєте віддалений доступ до корпоративних ресурсів. У цьому можуть допомогти наступні заходи для налаштування віддаленого робочого місця працівників, ПК чи ноутбука:

1. Використання ліцензійного програмного забезпечення.
2. Наявність антивірусного програмного забезпечення з актуальними антивірусними базами.
3. Встановлення всіх актуальних оновлень для операційної системи.
4. Оновлення програмного забезпечення роутера та встановлення складного пароля для доступу до нього.
5. Розділення облікових записів користувачів на одному ПК.
6. Використання міжмережевого екрану (брандмауера або файрвола).
7. Обмеження використання функції збереження паролів у браузерах та інших консолях.
8. Увімкнення автоматичного блокування ПК, якщо користувач неак-

тивний протягом тривалого часу.

В ідеалі, звичайно, варто не розраховувати на те, що дистанційний співробітник буде все це застосовувати самостійно, а підготувати для нього ПК або персональний ноутбук, який налаштують для віддаленого підключення відповідно до політики безпеки. Як мінімум, це необхідно зробити для найкритичніших кадрів.

Запобіжні заходи. Що має бути заборонено:

1. Зберігати інформацію про обмежений доступ на домашньому ПК та інших пристроях, що не належать до корпоративних.

2. Допускати до пристрою третіх осіб під час запущеної сесії віддаленого підключення.

3. Використовувати громадські мережі Wi-Fi та інші незнайомі мережі для підключення віддаленого доступу (рекомендовано).

4. Зберігати знімки екрана з робочою інформацією у відкритому доступі або на власному пристрої.

5. Після завершення роботи залишати запущену сесію віддаленого підключення.

Додаткові рекомендації.

1. Використання двофакторної аутентифікації з організацією безпечного з'єднання працівника зі свого робочого ПК.

2. Для забезпечення комунікації з колегами та партнерами компанії при встановленні Teams та / або Skype for Business на домашній ПК або мобільні пристрої iOS / Android варто пам'ятати про те, що дистрибутиви програм необхідно завантажувати тільки з офіційних сайтів їх виробників. В ідеалі перевірений дистрибутив має надати сам роботодавець – через IT-відділ або відділ ІБ.

3. З метою забезпечення безпечної роботи з домашнього ПК та інших пристроїв, з яких здійснюється віддалений доступ до корпоративних ресурсів, використовувати антивірусне програмне забезпечення великих постачальників цього софту (Eset, McAfee, Symantec). Зрозуміло, такі антивіруси коштують чимало. Але практично кожен постачальник антивірусного софту має безкоштовні версії ПЗ, які можуть забезпечити базовий рівень захисту пристроїв. Для максимального рівня захисту рекомендується використовувати ті продукти, які забезпечують комплексну безпеку пристроїв, але вони є платними. Проте постачальники софту надають тимчасову можливість використання пробних версій цих продуктів. У налаштуваннях антивірусного програмного забезпечення повинна бути включена функція щоденного оновлення антивірусних баз.

4. Для забезпечення безпеки домашньої мережі за допомогою роутера Wi-Fi рекомендується регулярно змінювати паролі для Wi-Fi та консолі адміністратора, а також оновлювати прошивку пристрою.

5. Якщо видається сертифікат для віддаленого підключення, завжди потрібно використовувати його, а не авторизацію формату «логін та па-

роль».

6. Якщо домашнім комп'ютером, з якого співробітник підключається до робітника, користуються й інші члени сім'ї, необхідно створити для них окремі облікові записи (або створити один окремий обліковий запис під роботу).

7. Постійна освітянська робота з персоналом, оскільки саме від дій співробітників залежать ризики реалізації близько 80% загроз інформаційній безпеці.

Список використаних джерел

1. The Cyber Security Risks of Remote Work: Safeguarding Your Home Office. URL: https://www.itgovernance.co.uk/blog/the-cyber-security-risks-of-working-from-home (дата звернення: 20.12.2023).

2. Cyber Security Risks in Remote Work. URL: https://cyberone.security/cyber-security-risks-in-remote-work/ (дата звернення: 20.12.2023).

3. Kamal A. H. A., Yen C. C. Y., Ping M. H., Zahra, F. Cybersecurity issues and challenges duringCOVID-19 pandemic. Preprints, 2020. doi:10.20944 / preprints 202009.0249.v1

4. User’s Guide to Telework and Bring Your Own Device (BYOD) Security. NIST (July 2016). URL: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Special Publications/NIST.SP.800-114r1.pdf (дата звернення: 20.12.2023).

5. Future of Secure Remote Work Report. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/future-secure-remote-work-report.html#download_report (дата звернення: 20.12.2023).

6. Hou H. C., Remoy H., Jylha T., Putte, H. V. A study on office workplace modification during the COVID-19 pandemic in The Netherlands. Journal of Corporate Real Estate, 2021. № 23 (3). P. 186-202.

7. Довбня А. А. Дослідження безпеки хмарних сервісів / А. А. Довбня, Д. Ю. Горелов // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 24-25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 3. – С. 96–99.

УДК 004.056.523:57.087.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ ДЛЯ СЦЕНАРІЮ ВИКОРИСТАННЯ БІЛІНГВАЛЬНИХ ПАРОЛІВ. ЧАСТИНА 1

Пономаренко В.О., Кривцун С.Ю.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
м. Харків, Україна
e-mail: serhii.kryvtsun@nure.ua

Using the "Bilingual Keystroke Dynamics Dataset" database and the Orange software, a study of the influence of a set of passphrases in native and non-native languages on the accuracy of keystroke identification was carried out. It has been experimentally confirmed that the transition to two-class classification allows not only to significantly increase the accuracy of identification, but also illustrates the advantage of using passwords entered in English over passwords entered in their native language for users with unformed keystroke.

Одним з головних недоліків більшості біометричних систем захисту є необхідність додаткових пристроїв (і їх вартість), які вимірюють біометричні характеристики. Тому рядовим користувачам ПК або керівникам невеликих організацій економічно не вигідно купувати біометричні СКУД та забезпечувати їх постійну технічну підтримку.

Ця проблема не актуальна для систем, що використовують для вимірювання біометричних характеристик пристрої, що входять до базової комплектації будь-якого ПК. Саме до таких систем відносяться біометричні системи на основі клавіатурного почерку, адже для того щоб отримати зразок біометричної характеристики будь-якого користувача потрібна лише клавіатура.

Більшість авторів наукових праць присвячених клавіатурному почерку серед основних факторів, що впливають на точність ідентифікації, відзначає такі: алгоритм класифікації користувачів, кількість учасників експерименту з різним досвідом роботи з клавіатурою, спосіб та організація введення даних та апаратна платформа, на базі якої проводиться тестування системи аутентифікації .

При цьому такий найважливіший фактор, як мова введення паролю не враховується. Історично склалась ситуація, за якої більшість використовуваних паролів складаються з букв англійського алфавіту. Тобто для більшості користувачів у світі паролі складаються з букв нерідного алфавіту. Отже, актуальним є дослідження впливу на точність ідентифікації за клавіатурним почерком набору парольних фраз на рідній та нерідній мовах.

На даний момент у вільному доступі розташовано більше 10 баз даних

параметрів клавіатурного почерку. Проте тільки один датасет містить часові характеристики вводу паролів на двох мовах – Bilingual Keystroke Dynamics Dataset [1]. Ця база даних складається з чотирьох датасетів. Для перших двох датасетів паролі англійською та арабською мовою обрано з наступних міркувань. По-перше, обидва слова є значущими: «бандит-173» англійською та «актор-173» арабською. По-друге, в обох розкладках використовуються ті ж самі клавіші (рис. 1). Отже, різниця у ритмі набору парольної фрази визначається лише мовою походження паролю.

Для 3-го та 4-го датасетів парольні фрази англійською та арабською мовою обрано з наступних міркувань. По-перше, вони обидві складаються зі значущих слів: «черга тремтіння світло помилка» англійською та «сонце мулла бадьорий слабкий струмінь» арабською. По-друге, в обох розкладках більшість використовуваних клавіш співпадає (рис. 2). По-третє, в обох паролях використовуються часто уживані двобуквені сполучення англійської та арабської мов. На рисунку зліва зірочкою позначені біграми, часові параметри вводу яких відображено у дослідних датасетах.

Рисунок 1

the	queue	shiver	light	false
نفاث	ضعيف	ساهر	مهلا	شمس

Рисунок 2

В якості програмного засобу для проведення досліджень було використано інструмент інтелектуального аналізу даних Orange. В якості алгоритму класифікації використовувався метод випадкових лісів [2]. В якості інструменту оцінки точності класифікації користувачів використовувалась крос-валідація за 10 блоками [3].

Результати мультикласової класифікації користувачів датасетів «BKSD Password-English» та «BKSD Password-Arabic» наведено на рис. 3. Можна зробити наступні висновки:

1) для більшості користувачів (зелений колір) набір паролю рідною мовою призводить до зменшення рівня FRR за незмінно високого рівня FAR. Крім того в датасетах присутні користувачі, для яких подібний перехід значно покращує точність ідентифікації – користувачі S3, S6 та S117 – жовтий колір;

2) в датасетах присутні користувачі з добре сформованим клавіатурним почерком на англійській мові – користувачі S32, S43 та S33 – синій колір, для яких перехід до набору паролю рідною мовою призводить навпаки до зменшення точності ідентифікації;

Користувач	FRRen, %	FRRar, %	FRRen-FRRar, %	Користувач	FRRen, %	FRRar, %	FRRen-FRRar, %
S8	19.2	53.6	-34.4	S36	13.5	9.5	4
S4	27	50.1	-23.1	S10	11.8	7.8	4
S32	5	23.1	-18.1	S24	16.7	12.3	4.4
S9	19.9	34.9	-15	S21	6.3	1.8	4.5
S43	2.8	15.8	-13	S27	11.7	7.1	4.6
S33	0	10.6	-10.6	S2	11.5	6.8	4.7
S29	12.2	22.5	-10.3	S7	9.3	4.6	4.7
S121	3.5	13.5	-10	S44	27.9	23.1	4.8
S45	7.6	16	-8.4	S114	18.1	13.3	4.8
S15	11.9	18.2	-6.3	S14	23.5	18	5.5
S18	10	14.9	-4.9	S1	12	6.5	5.5
S47	15	19.6	-4.6	S5	14.3	8.4	5.9
S19	5.3	8.6	-3.3	S46	13	6	7
S48	9	11.3	-2.3	S16	19.4	11.6	7.8
S30	26.2	28	-1.8	S119	31.5	23	8.5
S31	4.3	6	-1.7	S42	14.7	6	8.7
S11	19.3	20.1	-0.8	S6	11.2	2	9.2
S25	8.3	8.3	0	S41	17.8	8.5	9.3
S118	17.6	17.2	0.4	S12	13.4	3.5	9.9
S39	22.1	21.1	1	S116	25.2	9.3	15.9
S50	28.2	27	1.2	S3	22	4.8	17.2
S125	11.5	8.5	3	S22	29.3	11.1	18.2
S17	19.8	16.8	3	S120	31.2	10.8	20.4
S115	16	12.8	3.2	S117	27.5	5.1	22.4
S49	4.7	1	3.7	S20	37.3	13.2	24.1

Рисунок 3

FRR/FAR, %	S4	S6	S8	S9	S19	S30	S31	S32	S33	S43	S117
S3	7.0/5.7	0.2/1.0	2.0/2.5	2.7/4.3	0.2/0.0	0.7/1.2	0.2/0.3	7.8/6.5	0.0/0.3	0.0/0.2	0.0/0.0
S4		2.2/2.0	5.7/4.2	0.5/4.5	0.5/0.0	1.5/2.0	0.5/0.0	7.8/5.7	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
S6			2.0/0.7	0.8/1.0	0.3/0.0	0.5/0.0	0.0/0.0	0.3/0.5	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
S8				1.2/3.5	0.5/0.5	0.7/1.5	0.0/0.0	4.0/5.2	0.0/0.0	0.3/0.0	0.0/0.0
S9					0.3/0.3	3.0/6.5	0.5/0.0	0.7/2.8	0.5/0.0	0.5/0.5	0.0/0.0
S19						1.8/1.5	0.8/0.0	0.5/0.0	0.0/0.0	0.0/1.0	0.0/0.0
S30							2.5/0.8	0.7/1.7	0.0/0.0	0.2/1.0	0.0/0.0
S31								0.7/0.8	0.0/0.0	0.0/0.3	0.0/0.0
S32		**BKSD Password-English**							0.5/0.3	0.0/0.3	0.0/0.0
S33										0.0/0.0	0.0/0.0
S43											0.0/0.0

FRR/FAR, %	S4	S6	S8	S9	S19	S30	S31	S32	S33	S43	S117
S3	3.3/1.2	0.0/0.0	1.5/2.0	0.0/0.5	0.3/0.3	0.3/0.5	0.0/0.0	2.0/2.1	0.8/1.3	0.0/0.0	0.0/0.0
S4		0.0/0.0	47.6/49.6	0.3/0.5	1.0/0.3	0.3/0.5	0.0/0.0	3.3/5.2	1.0/2.6	0.0/0.03	0.0/0.0
S6			1.0/0.0	0.0/0.0	0.5/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.05	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
S8				0.5/0.3	1.5/1.3	0.5/1.1	0.0/0.5	4.6/8.8	1.3/1.3	0.0/0.0	0.0/0.0
S9					1.5/1.3	5.5/10.3	1.8/3.0	0.8/0.5	0.5/0.0	4.0/0.5	1.3/1.3
S19						0.1/0.5	0.3/1.0	0.3/0.5	0.3/0.8	0.7/0.3	0.0/0.0
S30							1.3/0.8	1.8/0.8	0.5/0.3	2.2/1.1	0.8/0.5
S31								0.5/0.3	0.0/0.0	3.2/0.8	0.0/0.0
S32		**BKSD Password-Arabic**							7.8/7.0	1.0/1.0	0.0/0.0
S33										0.0/0.0	0.0/0.0
S43											0.5/0.8

Рисунок 4

3) в датасетах присутні користувачі з добре сформованим клавіатурним почерком на обох мовах – користувачі S19 та S31 – помаранчевий колір;

4) в датасетах присутні користувачі з майже не сформованим

клавіатурним почерком на обох мовах – користувачі S8, S4, та S9 та S30 – червоний колір;

5) різниця в точності ідентифікації для обох мов у випадку конкретного користувача може становити порядок, але рекомендувати абсолютно всім користувачам використовувати паролі виключно на рідній або на англійській мові неможна.

Підвищити точність ідентифікації можна за рахунок переходу до двокласової класифікації (рис. 4), тобто сценарію, на комп'ютері зареєстровано лише одного користувача, а всі інші автоматично відносяться до класу «зловмисник». Для експерименту було відібрані користувачі, що було позначено кольорами на рис. 3. Як можна бачити, кількість зелених комірок, тобто випадків, коли FRR та FAR менше 1-го відсотка (високий рівень точності) для обох датасетів однакова – 47 або 71.2 %. При цьому точність класифікації користувачів з добре сформованим клавіатурним почерком (жовтий, синій та помаранчевий кольори) для сценарію набору паролю англійською мовою вища ніж для сценарію набору паролю арабською мовою.

Список використаних джерел:

1. Bilingual Keystroke Dynamics Dataset. URL: https://github.com/ntwaijry/BKSD (дата звернення: 20.05.2023)

2. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. Random Forests. Chapter 15 // The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. 2nd ed. Springer-Verlag, 2009. 746 p.

3. Cross-validation: evaluating estimator performance. URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/cross_validation.html (дата звернення: 20.12.2023).

4. Alieksieiev Vasyl, Elena Sharapova, Olena Ivanova, Gorelov Denis, Synytsia Yuliia. Web-Based Application to Collect and Analyze Users Data for Keystroke Biometric Authentication. In Proceedings of the First IEEE Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). Pages 917-922, 2017.

5. Vasyl Alieksieiev, Aleksey Strelnitskiy, Dmitry Gavva, Denis Gorelov, Yuliia Synytsia. Studying of keystroke dynamics statistical properties for biometric user authentication. Proceedings of 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Pages 559-563, 2018.

6. Дослідження інформативних параметрів диграфів клавіатурного почерку для задач ідентифікації користувачів комп'ютерних мереж / Д.Ю. Горелов, О.О. Іванова, О.В. Кокорін, Д.В. Маслій, О.В. Литвиненко // Радіотехніка: Всеукр. Міжвід. Наук.-техн. Зб. – 2020. – вип. 201. – с. 194 – 200.

УДК 004.931+004.04+004.056

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ ДЛЯ СЦЕНАРІЮ ВИКОРИСТАННЯ БІЛІНГВАЛЬНИХ ПАРОЛІВ. ЧАСТИНА 2

Пономаренко В.О., Кривцун С.Ю.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
e-mail: serhii.kryvtsun@nure.ua

Using the "Bilingual Keystroke Dynamics Dataset" database and the Orange software, a study of the influence of a set of passphrases in native and non-native languages on the accuracy of keystroke identification was carried out. It has been experimentally confirmed that the transition to two-class classification allows not only to significantly increase the accuracy of identification, but also illustrates the advantage of using passwords entered in English over passwords entered in their native language for users with unformed keystroke.

Результати мультикласової класифікації користувачів датасетів «BKSD Phrase-English» та «BKSD Phrase-Arabic» наведено на рис. 5 та рис. 6. Як можна бачити для англійської мови лише для 5-ти користувачів (5 %) точність класифікації є високою (FRR<1%) і для 14-ти користувачів (40 %) точність класифікації є середньою (1%<FRR<3%). В той же час для арабської мови висока точність класифікації спостерігається для 8-ми користувачів (23 %) і для 14-ти користувачів (40 %) точність класифікації є середньою. Але, якщо прийнятний рівень FRR обрати рівним 5 % (в 5 спробах зі 100 зареєстрованого користувача буде ідентифіковано як зловмисника), то картина змінюється: 28 користувачів (80 %) для датасету «BKSD Phrase-English» і 27 користувачів (77 %) для датасету «BKSD Phrase-Arabic». Отже, набирання паролю рідною мовою не підвищує точність ідентифікації.

Аналізуючи рис. 6, можна зробити наступні висновки: 1) в датасетах присутні користувачі з добре сформованим клавіатурним почерком на арабській мові – користувачі S67, S81 та S85 – жовтий колір; 2) в датасетах присутні користувачі з добре сформованим клавіатурним почерком на англійській мові – користувачі S73, S76 та S84 – синій колір; 3) в датасетах присутні користувачі з добре сформованим клавіатурним почерком на обох мовах – користувачі S75 та S79 – помаранчевий колір; 4) в датасетах присутні користувачі з майже не сформованим клавіатурним почерком на обох мовах – користувачі S70, S102 та S105 – червоний колір.

FRR гістограма

FRR гістограма

Рисунок 5

User	FRRen, %	FRRar, %	User	FRRen, %	FRRar, %
S65	3.8	3	S86	4.4	8.2
S66	5.1	2.3	S87	1.8	0.8
S67	1.8	0.5	S88	1.3	1
S68	2	1.5	S107	1.3	5.5
S69	5.1	4.1	S108	2.8	5
S70	9.2	5.1	S111	5.2	3.9
S73	0.5	1.5	S112	3.5	0.8
S74	4	2.6	S122	4.5	3
S75	0.5	0.8	s93	3.5	1.8
S76	0.8	2	s94	1.5	6.1
S78	1.8	2.1	s95	1.2	12.5
S79	0.8	0.3	s96	1.5	2.8
S80	5.2	3.7	s100	3.5	8
S81	1.3	0.8	s101	2.3	2.3
S82	2.1	3	s102	6.8	5.5
S83	4.3	3.3	s103	3.8	1.2
S84	0.8	2.3	s105	6	9.8
S85	2.1	0.3			

Рисунок 6

Підвищити точність ідентифікації можна за рахунок переходу до двокласової класифікації, тобто сценарію, на комп’ютері зареєстровано лише одного користувача, а всі інші автоматично відносяться до класу «зловмисник». Для експерименту було відібрані користувачі, що було позначено кольорами на рис. 6.

Як можна бачити, кількість зелених комірок, тобто випадків, коли FRR та FAR менше 1-го відсотка (високий рівень точності) для обох датасетів однакова – 52 або 94.5 %. При цьому точність класифікації користувачів з добре сформованим клавіатурним почерком (жовтий, синій та помаранчевий кольори) однаково висока для обох сценаріїв набору

парольної фрази.

FRR/FAR, %	S70	S73	S75	S76	S79	S81	S84	S85	S102	S105
S67	0.3/0.0	0.0/0.3	0.3/0.0	0.0/0.0	0.0/0.3	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.8/2.0	1.5/0.8
S70		0.0/0.0	0.5/0.3	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.3	0.0/0.0	0.0/0.2	0.0/0.5
S73			0.0/0.0	0.0/0.0	0.3/0.3	0.0/0.0	0.0/0.0	0.3/0.3	0.5/0.0	0.5/0.5
S75				0.0/0.3	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.5/0.5	0.3/0.3
S76					0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.2	0.0/0.0
S79						0.8/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.5/0.2	0.8/0.3
S81							0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/1.2	0.7/1.3
S84		**BKSD Phrase-English**						0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.3
S85									0.5/0.7	0.5/0.8
S102										55/55

FRR/FAR, %	S70	S73	S75	S76	S79	S81	S84	S85	S102	S105
S67	0.0/0.3	0.0/0.5	0.0/0.0	0.0/0.3	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.3/0.2	0.0/0.0
S70		0.0/0.3	0.0/0.0	0.3/0.3	0.3/0.0	0.0/0.0	0.0/0.3	0.3/0.0	0.0/0.05	0.5/1.0
S73			0.3/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.3/0.0	0.0/0.0	0.3/0.2	0.3/0.0
S75				0.0/0.3	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
S76					0.0/0.0	0.3/0.0	0.3/0.3	0.0/0.3	0.3/0.2	0.3/0.0
S79						0.0/0.0	0.3/0.0	0.0/0.3	0.3/0.0	0.5/0.0
S81							0.3/0.5	0.0/0.0	1.8/1.5	0.3/1.0
S84		**BKSD Phrase-Arabic**						0.0/0.0	0.5/1.5	0.3/0.8
S85									0.0/0.0	0.0/0.3
S102										0.7/3.6

Рисунок 7

В той же час точність класифікації користувачів з не сформованим клавіатурним почерком для сценарію набору парольної фрази рідною мовою вище за рахунок пари S102-S105. Для підтвердження або спростування цієї тези було проведемо додаткові дослідження двокласової класифікації подібних користувачів – на рис. 6 вони позначені сірим кольором – див. рис. 8. Як можна бачити, кількість зелених комірок, тобто випадків, коли FRR та FAR менше 1-го відсотка (високий рівень точності) більша для датасету «BKSD Phrase-English». Крім того для даного датасету немає жодної пари користувачів з рівнем FRR / FAR більшим 3 %. В той же час для датасету «BKSD Phrase-Arabic» таких пар дві (S83-S86 та S100-S122). Отже, для користувачів з несформованим клавіатурним почерком для підвищення точності ідентифікації можна рекомендувати використовувати парольні фрази на англійській мові.

Останнім кроком в дослідженнях є оцінка точності ідентифікації за умови використання в парольній фразі слів на обох мовах. Для цього з датасету «BKSD Password-Arabic» було взято 10 стовпчиків, що описують часові параметри вводу слова «актор» арабською, а з датасету «BKSD Password-English» також було взято 10 стовпчиків, що описують часові параметри вводу слова «бандит» англійською.

FRR/FAR, %	S66	S69	S83	S86	S95	S100	S111	S122
S65	0.3/0.0	0.0/0.0	0.5/0.8	0.5/1.3	0.0/0.0	0.5/0.3	0.0/0.0	0.5/0.8
S66		1.5/1.5	0.0/0.3	0.3/0.0	0.0/0.0	0.8/0.0	0.5/0.3	0.0/0.5
S69			0.3/0.0	0.0/0.0	0.5/0.0	0.0/0.0	1.8/1.3	0.0/0.0
S83				2.6/1.8	0.0/0.0	1.3/1.0	0.0/0.0	0.0/0.0
S86					0.0/0.0	0.3/1.0	0.0/0.0	0.0/0.0
S95		**BKSD Phrase-English**				0.0/0.0	0.8/1.0	0.0/0.0
S100							0.3/0.0	0.3/0.5
S111								0.0/0.5

FRR/FAR, %	S66	S69	S83	S86	S95	S100	S111	S122
S65	0.2/0.5	1.8/1.3	0.7/0.8	0.5/0.8	0.0/0.3	0.5/0.5	0.2/0.5	0.2/0.5
S66		0.3/1.0	0.0/0.3	0.0/0.3	0.8/0.5	0.0/0.0	0.0/0.8	0.0/0.3
S69			0.0/0.3	0.0/0.3	1.5/0.8	0.3/0.3	0.0/1.0	0.0/1.5
S83				0.0/3.1	0.0/0.0	0.0/1.0	0.0/0.3	0.3/0.8
S86					0.3/0.3	2.8/2.0	0.0/0.0	1.0/1.3
S95		**BKSD Phrase-Arabic**				0.3/0.0	0.0/0.3	0.3/0.3
S100							0.0/0.0	3.5/3.3
S111								0.0/0.0

Рисунок 8

Інтегральна помилка першого роду FRR становить:
FRR=1-*Recall*=1-0.943=5.7%,
Інтегральна помилка другого роду FAR становить:
FAR=1-*Specificity*=1-0.999=0.1%.

Рисунок 9

Як можна бачити з рис. 9, кількість користувачів, для яких точність класифікації зафіксована рівнем FRR≤5 % дорівнює 25 або 50 % від загальної кількості, що значно краще ніж результати мультикласової класифікації за парольними фразами. Отже, перехід до білінгвальних паролів має сенс для підвищення точності ідентифікації у разі використання коротких парольних фраз.

УДК 621.396.96:004.056]:623.746-519
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.460

МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКРИТНОСТІ КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ БПЛА

Компанієць С.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail:stanislav.kompaniiets@nure.ua

Considered topical issues related to ensuring the secrecy of UAV control channels from radio-technical intelligence. The general characteristics of the technical means of UAV detection are given. The problem of ensuring energy stealth of UAV ground control points is considered. Practical recommendations are given to ensure the secrecy of UAV control channels by methods and means of passive and active radio masking.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) набули широкої популярності завдяки можливості одержувати видову інформацію з місцевості, на якій важко розмістити спостерігача. З використанням БПЛА виникають загрози незаконного вторгнення в канал зв’язку для отримання конфіденційної інформації, яка передається від БПЛА, та несанкціоноване втручання в командну телеметрію, тобто в керування БПЛА, з метою виведення його з ладу або заволодіння їм [1, 2]. Отже, завдання захисту командно-телеметричної інформації БПЛА від несанкціонованого доступу є актуальним в забезпеченні її конфіденційності. В даній роботі розглянуті шляхи маскування каналів управління БПЛА.

У роботі розглядалася протидія радіотехнічній розвідці (РТР). Засоби РТР виявляють радіовипромінювання наземного пункту управління (НПУ) та БПЛА, пеленгують місце їх знаходження і визначають вид обладнання з точністю аж до кожного конкретного пристрою індивідуально завдяки неповторній сигнатурі передавача. Тому потрібно знати правила безпеки, тобто методи протидії РТР та намагатися максимально їх дотримуватись.

Основним оперативно-тактичним показником скритності РЕЗ від засобів РТР є ймовірність добування необхідних для поразки чи придушення РЕЗ відомостей:

$$P_{\text{РР РЕЗ}} = P_{\text{в РЕЗ}} P_{\text{ан РЕЗ}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{в РЕЗ}}$ – ймовірність виявлення джерела радіовипромінювання; $P_{\text{ан РЕЗ}}$– ймовірність отримання необхідних характеристик випромінювання для організації навмисного впливу на РЕЗ.

Однак показник (1) пов'язаний із конкретними умовами застосування РЕЗ. Його визначення, крім цього, потребує статистичних даних про процес виявлення сигналу. Тому у ряді випадків на практиці для порівняльної

характеристики скритності різних РЕЗ вводять такі технічні показники:

- дальність виявлення РЕЗ, або відносну величину зменшення цієї дальності за рахунок застосування заходів підвищення скритності РЕЗ;
- коефіцієнт зниження помітності РЕЗ;
- ширину основної пелюстки діаграми спрямованості (ДС) антени РЕЗ;
- середній рівень бічних пелюстків ДС антени РЕЗ;
- ширину спектра сигналу РЕЗ.

Методи підвищення скритності НПУ пасивними методами зведені до табл.1.

Табл. 1. Методи підвищення скритності пасивними методами

Найменування методу	*Чинники підвищення скритності випромінювання РЕЗ*
Енергетичний	Зменшення потужності сигналу РЕЗ загалом, зменшення спектральної густини потужності сигналу РЕЗ застосуванням складних (широкосмугових) сигналів
Структурний	Зміна структури сигналу
Просторовий	Зменшення потужності сигналу РЕЗ, що випромінюється в напрямку (секторі напрямків) на розвідприймач
Теріторіальний	Зменшення потужності сигналів РЕЗ, розміщених поблизу місця дислокації розвідприймача або збільшення дальності до розвідприймача
Часовий	Скорочення часу роботи РЕЗ на випромінювання
Частотний	Зміна робочої частоти РЕЗ
Поляризаційний	Зміна поляризації сигналу
Комбіновані методи	

На підставі вище сказаного можна дати низку рекомендацій екіпажу БПЛА.

1. Чим менше екіпаж використовує джерела радіовипромінювання, то складніше противнику запеленгувати місце, звідки він працює. Тобто не варто без нагальної необхідності вести радіопереговори, не варто без необхідності тримати увімкненим пульт управління. Якщо є необхідність увімкнення цих радіопристроїв для налаштування роботи комплексу БПЛА, то розміщувати їх треба так, щоб вони не випромінювали у бік супротивника, а за перепонами, що надійно екрануються радіосигнал.

2. Група джерел сигналу мобільного зв'язку в невластивому місці, де зазвичай нікого немає, викликає підозру.

3. Спрямовану антену не потрібно орієнтувати в різні напрямки без потреби, а тільки супроводжувати сам БПЛА.

4. Не варто постійно літати з одного і того ж майданчика. Треба використовувати кілька різних майданчиків для польотів в той самий сектор і використовувати їх несистематично.

5. З погляду безпеки не варто задовго до початку роботи попереджати інші підрозділи біля площадок про намір використовувати БПЛА в цьому районі. Достатньо попередити їх про це безпосередньо перед самим виходом на майданчик, для мінімізації наслідків від витоку інформації про місце роботи, можливо навіть ненавмисного витоку.

6. Під час виконання вильоту на коригування рекомендується дотримуватись додаткових заходів радіобезпеки. Є сенс летіти до цілі, не використовуючи відеоканал, включати його безпосередньо над ціллю, на по-

чатку коригування. Це забезпечить додаткову скритність.

7. Використовуючи природні укриття та рельєф, можна відвести БПЛА за радіогоризонт системи РТР супротивника. Тому будь-яке перевищення майданчика установки станції управління дає більший радіогоризонт, тобто трохи більші можливості відходу БПЛА вниз при спробі сховатися від радіорозвідки за рельєф (рис.1).

Рис.1. Використання природного укриття та рельєфу місцевості для забезпечення скритності каналів керування БПЛА

8. Для невеликих коптерів, які мають невеликий радіус дії, варто виконувати набір висоти на тлі якихось високих будов, ліній електропередачі, териконів. Екіпажу бажано підняти коптер на невелику висоту, відігнати убік, а потім виходити на робочу висоту.

У випадках, коли пасивними методами важко забезпечити скритність функціонування НПУ, протистояти розвідці можна шляхом технічної дезінформації (створення хибних сигналів). Методи технічної дезінформації або методи активного радіомаскування спрямовані на те, щоб разом зі сигналом від НПУ на вході приймача розвідки були присутні помилкові сигнали, що заважають розпізнаванню та виміру дійсних параметрів сигналу НПУ. В результаті передавач завад створює завади на частотах хибних сигналів або завади, оптимізовані під параметри хибних сигналів. Активне радіомаскування підвищує радіобезпеку і утруднює визначення місця розташування працюючої наземної станції (НПУ) БПЛА. Завдяки використанню засобів активного радіомаскування можна суттєво ускладнити ви-значення супротивником місця, звідки дійсно працює екіпаж БПЛА. В якості засобу активного радіомаскування,наприклад, можна використовувати звичайний пульт від несправного або втраченого БПЛА. Рекомендується встановлювати такий засіб на місці, звідки вона працюватиме досить ефективно (високе самотнє дерево, дах будинку тощо).

Список використаних джерел: 1. Michel A. H. Counter-drone systems // Center for the Study of the Drone at Bard College. 2018. – 23 с. 2. Вишневський С.Д., Бейліс В.Й., Климченко Л.В. Потенційні можливості РЛС РТВ з виявлення оперативно-тактичних та тактичних безпілотних літальних апаратів // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 2. С. 92–98.

УДК 621.396:004.056

ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИЛЮВАЧА ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ АНАЛІЗАТОРА СПЕКТРУ

Колосов Б. Є.
Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Василенко Т.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: bohdan.kolosov@nure.ua

This work is devoted to the topic of spectrum analyzers. Spectrum analyzers contribute to the quality of security of information transmitted in a wireless network by detecting weak points, spectrum saturation by other networks. The paper designed a power amplifier for the receiving path of the spectrum analyzer at the central frequency of 2.4 GHz.

Стрімкий розвиток Wi-Fi мереж охоплює всі сфери людської діяльності. Кількість мереж збільшується через їх цінову доступність, простоту роботи з ними та широкий вибір обладнання. Принцип побудови бездротових мереж несе в собі не тільки переваги у вигляді вільного переміщення в зоні покриття, достатньою швидкістю передачі даних і низькою вартістю розгортання, а й безліч вразливостей та загроз.

Головним питанням забезпечення безпеки передавання інформації у безпровідних системах: її доступність. При проектуванні безпровідної мережі не можливо передбачити всіх нюансів: перевідбиття, затінення, спрямованість антен приймачів тощо, тому після побудови реальної системи потрібно її перевірити і зменшити вплив негативних факторів. Аналізатори спектру допомагають вирішити цю проблему.

Аналізатори спектру сприяють якості захищеності інформації, що передається в бездротовій мережі шляхом виявлення слабких місць, наповненості спектру іншими мережами (запобігання колізій, інтерференції). Також вони здатні, на відміну від стандартних засобів, збирати інформацію про рівень шуму, виявляти стаціонарні завади і роботу іншого обладнання. Великим пріоритетом аналізаторів спектрів є те, що вони "бачать" не тільки службові пакети, за якими оцінюється рівень сигналу в мережевих картах, а і усі інші пакети.

В роботі було спроєктовано підсилювач потужності для приймального тракту аналізатора спектру на центральній частоті 2,4 ГГц. В основу проєктування малошумлячого підсилювача покладена модель транзистора та обрано транзистор BFP540 фірми Infenion.

Для стабілізації робочої точки використано схему зміщення транзистора з пасивною колекторною термостабілізацією, блокувальними індуктивностями та роздільними конденсаторами.

Схема живлення (зміщення по постійному струму) транзисторного підсилювача побудована таким чином, щоб не порушувати роботу його кіл,

зокрема кіл узгодження, корекції, термо стабілізації.

Джерела постійної напруги підключені до RF/MW транзистора через блокувальні дроселі, які мають великий опір для RF/MW складових струмів, при цьому джерело постійної напруги впливає на роботу RF/MW компонентів схеми підсилювача

Для унеможливлення проходження постійної складової струму до джерела вхідного RF/MW сигналу чи в навантаження, в схему RF/MW підсилювача включені також роздільні конденсатори.

Рисунок 1 – Електрична схема підсилювача потужності

Розрахунок було проведено для випадку максимально можливого коефіцієнта передачі з урахуванням лінійної моделі транзистора. Проведений розрахунок опорів та моделювання схеми дали необхідні значення струмів та напруг на клемах транзистора, що забезпечує його роботу в заданому режимі по постійному струмові і забезпечує необхідні характеристики. Отримані коефіцієнти підсилення в полосах пропускання перевищують 10 дБ. Коефіцієнти шуму транзисторних МШП в полосі частот не перевищують 2.

Список використаних джерел:

1. Салабай О. В. Ескізне проектування радіоприймальних пристроїв. / Салабай О. В. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2012 – с. 76.

2. Pozar David M. Microwave engineering.(4th ed.), John Wiley & Sons, 2014. p. 732.

УДК 004.056:004.77

ЗАХИСТ КОНФІДЕНЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ INTERNET ТА СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Бурцева К.О.
Науковий керівник – ст. викл. Олейнікова О.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: kateryna.burtseva1@nure.ua

The paper highlights the importance of cybersecurity in today's world, where the Internet is the primary platform for communication, work, and entertainment. It details various threats, such as hacking attacks, phishing, and malware, which can lead to the loss of sensitive data and financial losses. Additionally, the paper discusses security measures, including data encryption, secure network access protocols, and two-factor authentication, as key elements in protecting information on the Internet and social networks.

У сучасному світі, де інтернет став основним місцем для спілкування, роботи та розваг, питання захисту конфіденційної інформації набуває надзвичайної важливості. Недостатній захист може призвести до серйозних наслідків, включаючи крадіжку особистих даних, фінансові втрати та порушення особистої приватності. Це не тільки стосується індивідуальних користувачів, але й великих організацій. Хакерські атаки, віруси, фішинг і шпигунські програми стають більш досконалими, що створює реальну загрозу конфіденційності та безпеці даних. Такі інциденти можуть призвести не тільки до фінансових збитків, але й до серйозного підриву довіри до цифрових систем. Тому розробка та впровадження ефективних стратегій кібербезпеки є ключовими для захисту цінної інформації в онлайн-просторі.

У соціальних мережах користувачі часто стикаються з різноманітними загрозами, серед яких широко поширеним є фішинг. Зловмисники вдаються до обману та маніпуляцій, аби отримати конфіденційну інформацію, таку як паролі чи банківські дані, часто використовуючи для цього підроблені повідомлення або вебсайти. Шкідливе програмне забезпечення також є значною загрозою, оскільки воно може бути поширене через соціальні мережі під виглядом невинних посилань або вкладень, що призводить до компрометації особистих даних та систем безпеки. Щоб забезпечити свою безпеку, користувачам важливо уважно ставитися до налаштувань конфіденційності в соціальних мережах, також регулярно оновлювати свої паролі та використовувати надійне антивірусне програмне забезпечення [1].

Шифрування даних є одним з основних методів захисту конфіденційної інформації в Інтернеті. Ця технологія полягає у перетворенні інформації в код, який неможливо зрозуміти без відповідного

ключа розшифровки. Існує два основних типи шифрування: симетричне, де використовується один і той же ключ для шифрування та розшифровки, і асиметричне, де застосовуються два різні ключі (публічний і приватний). Шифрування використовується у багатьох аспектах онлайн-діяльності, включаючи безпечну передачу даних через Інтернет, захист електронних повідомлень, а також у фінансових транзакціях [2].

Безпечні протоколи мережевого доступу, такі як HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure), VPN (Virtual Private Network) та SSL/TLS (Secure Sockets Layer/Transport Layer Security), є ключовими елементами в захисті даних, переданих через Інтернет. HTTPS захищає інформацію, передану між веб-браузером користувача та сервером, запобігаючи її перехопленню та зміні. VPN створює зашифрований канал для передачі даних, який захищає інформацію від перехоплення, навіть якщо користувач підключений через незахищену мережу. Використання цих технологій є важливим для забезпечення конфіденційності інформації у глобальній мережі.

Двофакторна аутентифікація (2FA) є методом забезпечення додаткового рівня безпеки при вході в обліковий запис або систему. Основний принцип двофакторної аутентифікації полягає у використанні двох різних типів даних для верифікації особи, що намагається увійти в систему. Зазвичай, перший елемент - це пароль, а другий може включати SMS-коди, телефонні дзвінки, електронні токени, або біометричні дані. Це значно ускладнює несанкціонований доступ до акаунту, оскільки потенційному зловмиснику потрібно буде отримати як пароль, так і фізичний доступ до другого елемента, що суттєво знижує ризики витоку даних та несанкціонованого доступу [3].

Отже, захист конфіденційної інформації в мережі Internet та соціальних мережах є важливим процесом у сучасному світі. Оскільки, зростає кількість загроз, таких як хакерські атаки, фішинг та шкідливе програмне забезпечення, стає особливо актуальним розроблення та впровадження ефективних стратегій кібербезпеки. Використання сучасних методів шифрування, безпечних протоколів для мережевого доступу та двофакторної аутентифікації є ключовими елементами для забезпечення безпеки та збереження конфіденційності в онлайн-середовищі.

Список використаних джерел:

1. Безпека в Інтернеті: вебсайт. URL: https://pon.org.ua/novyny/5427-bezpeka-v-nternet-scho-potrbno-znati.html (дата звернення: 09.02.2024).
2. Шифрування: типи і алгоритми: вебсайт. URL: https://hostpro.ua/wiki/ua/security/encryption-types-algorithms (дата звернення: 10.02.2024).
3. Що таке двофакторна автентифікація або 2FA?: вебсайт. URL: https://experience.dropbox.com/uk-ua/resources/what-is-2fa (дата звернення: 10.02.2024).

УДК 621.396:004.056

РАДІОВИЯВЛЕННЯ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЯ РАДІОАКУСТИЧНИХ ЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ

Школьник В.А.
Науковий керівник – проф. Олейніков А. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КРіСТЗІ, тел. (057)702-14-30)
email: vladyslav.shkolnyk@nure.ua

The article deals with the hardware and software complexes of detection and localization of radio-acoustic embedded devices, technical types of these complexes and their features.

Вивчення апаратно-програмних комплексів для виявлення радіоакустичних закладних пристроїв, є дуже важливою складовою для забезпечення конфіденційності інформації. З кожним покращенням технологічних пристроїв, що потрапляють у публічний доступ, потенційні зловмисники отримують нові можливості для реалізації своїх планів, відповідно на кожну їх дію, необхідно мати комплекси, що можуть їм ефективно протидіяти.

Апаратно-програмний комплекс – це система, суть роботи якої полягає у локалізації радіоакустичного закладного пристрою, який передає акустичну інформацію, що поширюється в межах об’єкту інформаційної діяльності, де був розміщений цей пристрій, методом його радіовиявлення.

Як зазначено у нормативному документі НД ТЗІ 1.5-001-2000: «Радіовиявлювачі - це технічні засоби виявлення, ідентифікації та локалізації джерел електромагнітного випромінювання в галузі технічного захисту інформації». За цим документом, радіовиявлювачі за своїм призначенням та задачами які вони здатні виконувати, класифікуються по такому принципу (таб. 1).

Радіовиявлювачі									
Група А			Група Б			Група В		Група Г	
Індикаторні			Панорамні			Вимірювальні		Аналізувальні	
А1	А2	А3	Б1	Б2	Б3	В1	В2	Г1	Г2

Група А (індикаторні) – до цієї групи, відносяться пристрої, що здатні виявляти та проводити індикацію сигналів, рівень яких вище за заданий, а також локалізувати джерело сигналу, що має найбільший рівень частоти у діапазоні їх роботи. До її підгруп належать А1, А2 та А3 які мають такі особливості: А1 – мають світлову або звукову сигналізацію приймання сигналу, що перевищує пороговий рівень; А2 - мають більший діапазон частот, вища чутливість та наявність спеціального акустичного сигналу, для акустоідентифікації; А3 – за допомогою спеціального акустичного

сигналу, вони мають можливість визначати відстань до джерела випромінювання.

Група Б (панорамні) – до цієї групи, відносяться селективні за частотою сканування радіоприймальні пристрої. Пристрої цієї групи, можуть налаштовуватися на відгуки та задані частоти і мають вхід для зовнішніх антен. До її підгруп належать Б1, Б2 та Б3 які мають такі особливості: Б1 – можуть налаштуватися на задані частоти чи обрані відгуки та мають вхід для підключення зовнішніх антен; Б2 - мають більш широкий діапазон робочих частот, програмне керування скануванням із запам'ятовуванням частот сигналів, наявність спеціального акустичного сигналу, для акустоідентифікації та визначення відстані до джерела випромінювання; Б3 – наявність інтерфейсу для підключення до ПЕОМ, більш широкий діапазон робочих частот та динамічний діапазон, систему акустоідентифікації для прихованого проведення робіт з пошуку закладних пристроїв.

Група В (вимірювальні) – до цієї групи відносяться селективні за частотою радіоприймальні пристрої, що здатні точно вимірювати частоти налаштування та рівня сигналів, а також мають керовану смугу пропускання. До її підгруп належать В1 та В2 які мають такі особливості: В1 – здані точно вимірювати частоти та рівні сигналів, а також мають у своєму складі лінійний, квадратичний та піковий детектори; В2 - мають більш високу точність вимірювання частоти та рівня сигналів, а також інтерфейс для керування від ПЕОМ.

Група Г (аналізувальні) - до цієї групи відносяться селективні за частотою радіоприймальні пристрої, що здатні вимірювати частоти, рівня сигналів і характеристик спектрів. До її підгруп належать Г1 та Г2 які мають такі особливості: Г1 – здані вимірювати частоти, рівні сигналів і характеристик спектрів, а також дають можливості для огляду всього діапазону і аналізу спектра обраного сигналу; Г2 - здатні виконувати аналіз електромагнітного оточення та більш високу точність вимірювання характеристик спектру сигналів ніж Г1, а також мають програмне керування та інтерфейс для зв'язку з ПЕОМ.

Аналіз переваг і недоліків пристроїв кожної групи та їх підгруп, наведено у докладі.

Список використаних джерел:

1. НД ТЗІ 1.5-001-2000. Радіовиявляючи. Класифікація. Загальні технічні вимоги.[Чинний від 2000-06-13]. Вид. офіц. Київ, 2000.

2. НД ТЗІ 1.5-002-2012. Класифікатор засобів технічного захисту інформації.[Чинний від 2012-08-29]. Вид. офіц. Київ, 2012.

3. Засоби та системи технічного захисту інформації: Навчальний посібник для студентів ЗВО / І.Є. Антіпов, А.М. Олейніков, Ю.В. Ликов та ін. Харків : ХНУРЕ, 2019. 216 с.

УДК 621.396.96:623.62
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.469

МЕТОДИКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ МОЖЛИВОСТІ РАДІОПРИДУШЕННЯ

Федішин Є.А
Науковий керівник – д.т.н., проф. Грецьких Д.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна, yevhenii.fedishyn@nure.ua

A brief overview of the fundamentals of the theory of radio electronic suppression of radio communication lines has been conducted. In particular, the influence of active intentional radio interference on the functioning of radio communication means has been determined. This includes classification and brief characterization of organized radio interference. The peculiarities of suppression of UHF radio communication lines are considered. A methodology for searching for effective radio interference structures has been developed, as well as a methodology for synthesizing optimal radio interference. Energy calculations of the possibility of radio suppression of ground UHF radio communication lines have been carried out.

Щодо ліній радіозв'язку (ЛР) процес їх функціонування в умовах радіоелектронного придушення (РЕП) за своєю фізичною сутністю може бути представлений як радіоелектронний конфлікт, в якому з одного боку бере участь ЛР, а з іншого – система РЕП, що складається в загальному випадку зі станції радіорозвідки та безпосередньо станції завад. У такому конфлікті кожна з протиборчих сторін має суворо протилежні інтереси, прагне зберегти свою «до конфліктну» ефективність.

Детальний аналіз показав, що методи РЕП лініям радіозв'язку різноманітні. Для придушення ЛР певного класу та призначення застосовуються активні завади різного виду. Їх вплив на ЛР може призвести до перевантаження їхніх приймачів, маскування, спотворення чи імітації корисних сигналів.

Оцінка можливостей радіопридушення ЛР містить у собі безліч методик, які в загальному випадку розв'язують два завдання (пряме та зворотнє), зміст яких наведено на рис.1.

Пряме завдання. Розрахунки відношення потужностей завади та сигналу на вході приймача $K=P_з/P_с$ при відомих характеристиках ліній радіозв'язку та придушення; визначення за знайденим значенням K показника ефективності радіопридушення ПЕ(K) (при прийманні мовних повідомлень, основним ПЕ радіопридушення є розбірливість мовного повідомлення, що приймається.) і порівняння його з необхідним значенням показника ефективності $ПЕ_н$ для визначення можливості придушення заданого приймача в заданому місці; при цьому якщо $ПЕ(K) \geq ПЕ_н$, то приймач придушується,

якщо ПЕ(K)<ПЕ$_н$ – не придушується.

Зворотне завдання. Розрахунки за заданим значенням показника ефективності ПЕ$_з$ необхідного відношення потужностей завади та сигналу на вході приймача, тобто коефіцієнта придушення $K_п$; розрахунки радіуса зони придушення $R_п$ за знайденим значенням $K_п$ для визначення можливості придушення всіх однотипних ЛР (приймачів) у розрахованій зоні; при цьому якщо радіус зони придушення більше або дорівнює дистанції придушення($R_п \geq D_п$), то приймачі придушуються, якщо $R_п < D_п$ – не придушуються.

Рис.1

Коефіцієнти придушення ЛР залежать від виду приймача, що придушується, параметрів модуляції сигналу, структури завади та необхідного значення показника ефективності. Як правило, при проведенні розрахунків радіопридушення задають високий ступінь ефективності (неможливість відновлення переданої інформації). Для кожного виду радіопередач коефіцієнти придушення розраховуються з урахуванням конкретних схем побудови приймальних пристроїв. Орієнтовні значення $K_п$, а також необхідна точність сполучення частот завади та сигналу для різних видів передач зазначені в табл.1.

Табл.1.

Вид радіопередача	Значення $K_п$	Необхідна точність суміщення частот завади та сигналу, Гц
ТЛГ АМн	0.8…1	10…15
ТЛГ ЧМн	1…1.2	10…15
ТЛГ ФМн	2.5…3	10…15
Фото ТЛГ	2.5…4	300
ТЛФ АМ	2.3…3.4	150…300
ТЛФ ОМ	25…30	150…300
ТЛФ ЧМ	2…2.5	2000…3000

Сукупність методик енергетичних розрахунків можливості радіопридушення залежно від діапазону частот, виду зв'язку, способу визначення показників і призначення можна розділити:

- за діапазоном

частот: наземна УКХ, наземна КХ, авіаційна УКХ, супутниковий зв'язок;

- за видом зв'язку: для наземного УКХ-Зв'язку – у ближній і дальній зонах; для наземного КХ-зв'язку – поверхневою та просторовою хвилею; для авіаційного УКХ-зв'язку – зв'язок передового авіаційного навідника (ПАН) з літаком, передового пункту управління (ППУ) і повітряного пункту управління (ППУ) з літаком; для супутникового зв'язку – з обробкою й без обробки інформації в супутнику-ретрансляторі;

- за способом визначення показників: по формулах, номограмах, таблицях;

- за призначенням розрахунків: в авіаційному УКХ-зв'язку – визначення положення станції завад для зриву наведення літака на ціль, розрахунки зон придушення та непридушення для обраного положення станції завад; у супутниковому зв'язку – радіопридушення приймача супутника-ретранслятора або земної станції.

Класифікація методик енергетичних розрахунків можливості радіопридушення радіозв'язку представлена на рис.2.

Рис.2

Список використаних джерел: 1. Шолудько В. Г., Єсаулов М. Ю., Вакуленко О. В., Гурський Т. Г., Фомін М. М. Організація військового зв’язку // Навчальний посібник. – К.: ВІТІ, 2017 р. – 282 с. 2. Средства функционального подавления радиоэлектронных средств малоразмерных беспилотных летательных аппаратов с фокусировкой электромагнитного излучения / А. В. Гомозов, Д. В. Грецких, А. В. Демченко, Н. М. Цикаловский // Космическая техника. Ракетное вооружение. - 2018. - Вып. 1. - С. 13-19. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ktrv_2018_1_5

УДК 621.369:004.056

ЗАХИСТ АКУСТООПТИЧНОГО КАНАЛУ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЗЛОВМИСНИКОМ ЛАЗЕРНОЇ СИСТЕМИ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ

Гребенчук М.В.
Науковий керівник – доц. Ликов Ю.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: maksym.hrebenchuk@nure.ua.

This work is devoted to protection against remote listening of acoustic information with the help of laser intelligence tools. The intelligence system described below has already been used in practice both in large-scale operations against terrorist organizations and in internal intelligence of some countries. At the beginning of 2022, the threat of organizing terrorist acts, preparations for wars and attacks between different countries has increased significantly, it is necessary to take countermeasures and use all possible means of intelligence to save the lives of civilians. This system of acoustic intelligence can be useful for state special services. However, it is worth knowing how to avoid it and how to prevent information leakage through the acousto-optic information channel.

Одними з найнебезпечніших засобів несанкціонованого доступу до інформації в акустичному каналі витоку вважаються лазерні системи акустичної розвідки (ЛСАР). Основна їх перевага полягає у можливості дистанційного зняття акустичної інформації з віконних шибок приміщень, де ведуться переговори або конфіденційна розмова, шляхом наведення лазерного променю на вібруюче (під дією акустичного тиску, подібно до акустичних резонаторів Гельмгольця) скло. Для прийняття модифікованого (відбитого) лазерного променю використовують фотодетектори.

Більш поширеними є рознесені відносно скла з якого знімають акустичну інформацію ЛСАР, тобто випромінювач і приймач знаходяться по різні боки вікна під однаковими кутами. Виникає незручність в організації такого каналу витоку, що полягає в тому, що зловмисник повинен отримати доступ у два приміщення, для яких кут падіння промінню та кут його відбиття дозволять прослуховувати цільове приміщення. Натомість, ЛСАР в яких лазер та фотоприймач знаходяться поруч - таких недоліків не мають. Зловмиснику вдається знімати інформацію перебуваючи в одному приміщенні (або автівці), обладнаному випромінювачем, приймачем і засобом запису отриманої інформації. Такий тип систем є значно простішим у розгортанні, що підвищує шанс зловмисника залишитись непоміченим, але має і недолік – пункт спостереження повинен бути під прямим кутом до поверхні скла цільового приміщення, що зменшує кількість доступних місць для розміщення обладнання.

Звернувши увагу на те, що відбитий промінь може повертатися па-

ралельно випроміненому променю – одразу згадується принцип роботи кутових відбивачів. Це пасивні пристрої, які використовуються для прямого відбиття радіохвиль або світлових назад до джерела випромінювання [1]. Наприклад у тригранному кутовому відбивачу вхідний промінь відбивається тричі, по одному разу від кожної грані, що призводить до зміни напрямку променю. Тому, теоретично, навіть стіни зі стелею чи вдало розміщений плафон форми піраміди може стати кутовим відбивачем. Однак при кожній зміні середовищ «повітря-скло», «скло-повітря» відбитий промінь втрачає свою потужність і все менш виділяється над рівнем шуму.

Так чи інакше – шляхів захисту від описаної системи акустичної розвідки не так багато і вона складає серйозну загрозу витоку інформації. Оскільки пристрій містить лазерне інфрачервоне джерело випромінення, яке відповідає безпечному для очей лазерному класу і запобігає травмам очей [2], помітити застосування системи неозброєним оком майже не можливо. Однак, камери відеоспостереження, особливо тепловізійні, розташовані в периметрі контрольованої зони можуть побачити інфрачервоні промені. Активними засобами захисту є шумогенератори і віброгенератори, застосування яких може створювати дискомфорт під час конфіденційної розмови. До того ж, їх придбання і встановлення потребує фінансових витрат. Значно дешевшими є пасивні засоби захисту: спеціальне одношарове відбивне покриття діоксиду гафнію [3], що наноситься на поверхню скла, плівки, що містять дрібні кутові відбивачі та світлопоглинаючі матеріали. А також, значно менш ефективні засоби: щільні занавіски, жалюзі, ролети.

Список використаних джерел:

1. Corner reflector. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Corner_reflector (Дата звернення: 01.03.2024)

2. INT-LM001 Laser Microphone. URL: https://4intelligence.com/product/int-lm001-laser-microphone/ (Дата звернення: 03.03.2024)

3. Rakobovchuk I., Dzianyi N., Antonevych M. Protective characteristics of films from laser acoustic reconnaissance systems on the example of a single-layer reflective coating of hafnium dioxide.// Ukrainian Scientific Journal of Information Security.2023. Vol. 29. № 1.

4. Гребенчук М. В. Захист акустооптичного каналу витоку інформації при застосуванні зловмисником волоконно-оптичного мікрофона / М. В. Гребенчук // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 247–248.

5. Павленко Я. С. Акустоелектричні канали витоку інформації / Я. С. Павленко // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 3. – С. 206–207.

УДК 623.746-519:[621.396:004.056]
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.474

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ БПЛА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ UWB ТЕХНОЛОГІЇ

Рудь Д.М.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Щербина О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна
e-mail: d_ref@kture.kharkov.ua, тел. (057) 702-14-30

The use of UWB technology to increase bandwidth and ensure immunity to data transmission over communication channels between the "drone" and any control point is considered. The topology and energy characteristics of a microstrip logarithmic spiral antenna for placement on board an aircraft were developed and analyzed.

БПЛА входять до найважливіших потреб для українських сил безпеки та сил оборони, зокрема Збройних Сил, поліції, Нацгвардії, Служби безпеки й Держприкордонслужби. Основною проблемою, розвитку та прогресу БПЛА є забезпечення захисту каналів передавання командних та телеметричних даних між БПЛА та оператором [1].

Використання UWB технології у системах зв'язку більш успішно, у порівнянні з вузькосмуговими системами, вирішує завдання підвищення *швидкості*, *завадостійкості* й *скритності* передачі даних.

Передача дуже коротких імпульсів поширення радіохвиль в UWB–системах забезпечує дуже високу швидкість передачі даних, яка може досягати декількох сотень мегабайт у секунду, і важко відслідковувати передані дані, що забезпечує їх безпеку. Завдяки дуже низькій спектральній щільності випромінюваного сигналу забезпечується дуже високий рівень енергетичної секретності [2].

Однієї із проблем для впровадження UWB технологій для організації радіоканалу зв’язку БПЛА з наземним пунктом керування (НПК) є розробка бортової антени БПЛА з необхідними параметрами [3]. Першою важливою вимогою для UWB антени є надзвичайно широка смуга пропущення до 7,5 ГГц, зворотні втрати для всієї надширокої смуги повинні бути менш -10 дБ.

Іншою важливою вимогою є ефективність випромінювання. При малій потужності передачі ККД повинен бути досить високим, а ефективність випромінювання повинна становити не менш 70%. Важлива також лінійність фазової характеристики в часовій області для застосування в UWB системах.

Основним типом антени, що використовується в мережах з робочою смугою частот у кілька гігагерц, є мікросмужкові друковані антени (МСА).

В якості бортової антени БПЛА пропонується використовувати мікросмужкову логарифмічну спіральну антену, перевагою якої є широка смуга частот, перекриття за частотою та коефіцієнт посилення обмежені лише розмірами антени, простота виготовлення. Широкосмуговість таких антен заснована на тому, що при постійному відношення лінійних розмірів випромінювача до довжини хвилі, випромінююча структура повністю визначається її полярними кутами, а спрямованість антени абсолютно не залежить від частоти.

Розраховано топологію широкосмугової логарифмічної спіральної антени в наступному діапазоні частот $2 \cdots 8$ ГГц [3]:

Рівняння логарифмічних спіралей для одного плеча в полярній системі координат мають форму (1) та (2), згідно [3]

$$r_1 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot \varphi}, \quad (1)$$

$$r_2 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot (\varphi - \delta)} = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot \varphi} \cdot e^{-\alpha \cdot \delta} = k \cdot r_1, \quad (2)$$

Друге плече визначається рівняннями

$$r_3 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot (\varphi - \pi)}, \quad (3)$$

$$r_4 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot (\varphi - \pi - \delta)} = k \cdot r_3, \quad (4)$$

r_0 – початковий радіус спіралі; α – коефіцієнт розгортки спіралі;

$\delta -$ кут, що визначає ширину рукава планарної спіралі;

$r_1, r_2, r_3, r_4, \varphi$ – поточні полярні координати.

На рис. 1 наведена розрахована топологія логарифмічної двозахідної спіральної антени для діапазону частот 2÷8 ГГц

Параметри топології розрахованої антени

$r_0 = 9{,}375 \cdot 10^{-3}, м$

$\alpha = 0{,}462,$

$\delta = 41{,}3^0.$

$\varphi_0 = 172^0$

$L = 0{,}067\ м$ - довжина спіралі

Рисунок 1 – Структура плоскуої двозахідної логарифмічної спіральної антени

Мінімальна довжина хвилі робочого діапазону обмежена початковим радіусом $r_0 \leq \lambda_{min}/8$. Геометричні розміри антени повністю визначаються довжиною вздовж осьової лінії L та кутом δ та коефіцієнтом k_0, що визначає кутову ширину плеча вздовж радіусу r. На практиці обирають $k = 0{,}6 \div 0{,}75$.

Швидкість розгортання спіралі для отримання максимальної широкосмуговості вибирають у межах $0{,}2 < \alpha < 0{,}45$ [3].

Комплексна діаграма спрямованості 2n − західної логарифмічної самодоповнюючої плоскої спіральної антени [3]:

у площині E

$$FE(\theta, n) = cos(\theta) \cdot \frac{J_n(k\alpha, sin(\theta))}{k\alpha \cdot sin(\theta)}; \quad (5)$$

у площині Н

$$FH(\theta, n) = J_n'\big(k\alpha, sin(\theta)\big). \quad (6)$$

Розраховані діаграми спрямованості антени для діапазону частот 2÷8 ГГц у площинах Е та Н для різних гармонік (рис.2) ($\alpha = 0{,}462$).

Рисунок 2 – Діаграми спрямованності (ДС) антени у площині Е ($n = 1{,}2{,}3$)

Діаграми спрямованості в площинах E і H практично ідентичні. З підвищенням номера гармоніки (n) ДС розпадається на більшу кількість пелюсток. Розрахований повний хвильовий опір антени дорівнює 188 Ом.

Технологічно мікросмужкова двозахідна логарифмічна спіраль виконується з фольгованого з двох сторін НВЧ - діелектрика. На одній стороні виконується двозахідна спіраль, а на іншій стороні по середній лінії плоского спірального провідника виконується експонентний трансформатор для узгодження з хвильовим опором коаксіальної лінії.

Для підвищення характеристик випромінювання можливе створення на базі таких антен антенних решіток.

Список використаних джерел: 1. Науменко А. В., Шуклін Г. В., Барабаш О. В. Проблема інформаційного захисту командної телеметрії безпілотних літальних апаратів // Сучасний захист інформації. 2019. № 4. С. 40-44. 2. Арслан Х., Чен Чж. Н., Бенедетто М. Сверхширокополосная беспроводная связь : пер. с англ. Техносфера. 2012. 640 с. 3. Анализ характеристик плоской спиральной антенны с коническим переходом / Головин В. В. и др. // Вісник Сев НТУ. Радіоелектроніка і зв’язок : зб. наук. пр. Вип. 101: Інформатика, електроніка, зв'язок. Севастополь, 2010. С. 114-120. 4. UWB Antenna for Specrum Monitoring Systems / A. Luchaninov, V. Lykhograi, A. Scherbina, D. Gretskih // 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelecrtronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET–2020). – 2020. – P. 591–596. 5. Сверхширокополосная антенна для радиомониторинга / Воргуль А.В., Лучанинов А.И., Лихограй В.Г., Назаренко В.А., Щербина А.А. // Збірник наукових робіт четвертої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми електромагнітної сумісності перспективних бездротових мереж зв'язку (ЕМС – 2019)» М-во освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків: ХНУРЕ, 2019. – С. 77-80

УДК 621.396:004.056.5
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.477

ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ВИТОКУ ПО КАНАЛАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ СТАНДАРТУ GSM

Гапич І.Ю.
Науковий керівник – к.т.н. доцент Щербина О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна, e-mail: d_ref@kture.kharkov.ua

Methods of preventing information leakage through mobile communication channels were considered and a radio technical device for suppressing signals of the GSM standard was developed.

The selection of the structural scheme of the denoising device of the mobile communication path of the GSM standard and its components, including the scheme of the two-channel noise generator (900 MHz and 1800 MHz), power amplifiers (PA) (transmission band 400–1500 MHz and 1400–2500 MHz) was, low-pass filter carried out.

Світовий досвід боротьби з підслуховуванням показує, що ефективність застосування організаційно-режимних засобів, які забороняють приносити стільникові телефони на режимний об'єкт, низька. Інші засоби захисту носять технічний характер. До них відносять екранування офісу, акустичне зашумлення тракту передачі мовної інформації при спробі негласної активізації мікрофона трубки стільникового телефону.

Але якщо в офісі проводиться нарада і знаходиться велика кількість людей, то визначити, хто веде передачу по мобільному зв'язку, проблематично. Усунути витік інформації з приміщення можливо шляхом подавлення (заглушення) каналу зв'язку у даному приміщенні (офісі).

Для того, щоб обмежити використання смартфонів і мобільних телефонів і подавити радіоканал мобільного зв'язку, розроблено безліч варіантів радіотехнічних пристроїв придушення спектрального складу інформаційних сигналів операторів мобільного зв'язку. Такий радіотехнічний пристрій, складовою якого є генератор шуму, отримав назву «глушилка» [1,2].

Метою роботи є розроблення радіотехнічного пристрою придушення сигналів по каналу зв'язку стандарту GSM.

При розробці структурної схеми генератора зашумлення використані існуючі стандарти стільникового зв'язку та виділені необхідні смуги зашумлення у заданих частотних діапазонах (для GSM – 900 -70 МГц; для GSM – 1800 – 75 МГц).

Мережі стільникового зв'язку займають невеликі смуги частот у двох рознесених діапазонах, то ж доцільно сформувати шумовий сигнал обмеженої смуги та почергово переносити його у необхідний діапазон за-

шумлення, максимально швидко змінюючи частоту.

Запропонована структурна схема генератора зашумлення, до складу якого входять (рис.1): генератор аналогових сигналів; двухканальний підсилювач з нелінійним елементом; високочастотний модуль; високочастотний підсилювач потужності; стабілізатор напруги; ФНЧ.

Рисунок 1 – Структурна схема генератора зашумлення

Генератор аналогових сигналів побудовано на базі мікроконтролера PIC16F628 фірми Microchip [3,4], що дозволяє зменшити кількість компонентів та поєднати в одному модулі функції генераторів пилкоподібних та синусоїдальних сигналів, а також сигналів зміни двох піддіапазонів.

Двухканальний підсилювач з нелінійним елементом реалізовано на мікросхемі AD8542 (фірми Analog Devices), що включає два ідентичних канали з загальною напругою живлення (рис.2).

Рисунок 2 – Схема двухканального підсилювача з нелінійним елементом

Для високочастотного модулю з метою зменшення радіо компонентів та спрощення електричної принципіальної схеми застосовано інтегрований трансивер SI4210. Архітектура SI4210 дозволяє інтегрувати всі компоненти радіочастотного тракту в одній мікросхемі (ГКН передавача та приймача, смугові фільтри, індуктивності, варикапи, розв’язувальні конденсатори). На одному виході трансивера отримуємо частоти 460 і 925 МГц, на другому 1747 і 1880 МГц. Для підсилення цих сигналів необхідно два підсилювача потужності

В якості підсилювачей потужності (ПП) обрано мікросхеми MAX 2640 (смуга пропускання 400–1500 МГц) та MAX 2641 (смуга пропускання 1400–2500 МГц). Відповідно до рекомендації компанії-розробника [3,4], були взяті схема та номінали елементів для ПП на 900 та 1800 МГц (рис. 3) та (рис. 4). Для стабілізації напруги живлення на 5В та 3В застосовано інтегровані стабілізатори DA1 LM7805SR та DA1 LM7803SR. Проведено аналіз стабілізаторів на струм споживання.

Для послідовної зміни частоти в межах піддіапазону застосований генератор пилкоподібних імпульсів.

Рисунок 3 – ПП на частоту 900 МГц

Рисунок 4 – ПП на частоту 1800 МГц

Проаналізовано характеристики та можливість застосування в якості фільтра нижніх частот фільтрів різних типів (Батерворта, Чебишева, Гауса, Кауера). Обрано фільтр Кауера, враховуючи те, що даний тип фільтра дозволяє гарантовано визначити мінімальне згасання в смузі загородження та має більш високу крутість наростання згасання за межами смуги пропускання. Розраховано характеристики фільтра: коефіцієнти перетворення, ненормовані значення індуктивностей та ємностей через їх нормовані значення та розраховані коефіцієнти перетворення (рис.5):

$K_L = 0{,}106$ *мкГн*; $K_C = 42{,}5$ *п*;
$C1 = 45{,}05$ *пФ*; $C2 = 4{,}59$ *пФ*;
$C3 = 73{,}10$ *пФ*; $C4 = 12{,}96$ *пФ*;
$C5 = 38{,}25$ *пФ*; $L2 = 0{,}13$ *мкГн*;
$L4 = 0{,}11$ *мкГн*.

Рисунок 5 – Схема ФНЧ Кауера 5-го порядку

Таким чином у роботі спроектовано генератор подавлення GSM сигналу та реалізовано схемо-технічні рішення: генератора аналогових імпульсів на базі мікроконтролера PIC16F628; двухканального підсилювача з нелінійним елементом на мікросхемі AD8542; підсилювача потужності (ПП) на мікросхемах MAX 2640 та MAX 2641; ФНЧ фільтра Кауера.

Список використаних джерел:

1. Цибуляк Б. З. Захист інформації від витоку каналами телефонного зв’язку / Вісник Національного технічного університету України «КПІ» Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2013. – №55. С.143-148

2. Барсуков В. Блокування технічних каналів витоку інформації / Jet Info. Інформаційний бюлетень. 1998. № 5-6, с. 4-12.

3. Системи рухомого зв'язку : навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Бєлов. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 185 с.

4. Семенов А.О., Зарубін О.О. Радіотехнічний пристрій для придушення спектрального складу сигналів каналів зв’язку стандарту GSM-900 / Матеріали конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2020)», Вінниця, 2020. С.387-391.

УДК 621.396.96

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТАБЛИЧНИХ ЦИФРОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ ЛЧМ СИГНАЛІВ

Хохлов Д.В., Никитюк О.О.
Науковий керівник – к.т.н., Романов Ю.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,каф.КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: danylo.khokhlov@nure.ua
тел. +38(067) 574-43-53, e-mail: oleksandr.nykytiuk@nure.ua

A feature of the considered synthesizers is the use of a multi-stage procedure for generating a chirp signal from several fragments. At the same time, at each stage of operation, acceptable conditions are provided for frequency selection of the required component of the spectrum of a discrete signal, and the frequency, phase and time parameters of which are strictly coordinated with each other. The resulting signal is ultra-wideband, and its frequency bandwidth is commensurate with the clock speed.

З точки зору формування частотних сіток і різних сигналів в діапазоні до одиниць ГГц найбільш поширеними на даний момент є цифрові синтезатори частот і сигналів (ЦСЧ і ЦСС), в яких реалізовані методи прямого цифрового синтезу (DDS), що володіють набагато кращими характеристиками і параметрами в порівнянні з аналоговими. Найбільш поширеними архітектурами цифрових синтезаторів ЛЧМ є: Memory-based Table DSS architecture (RAM or ROM) і Computational DSS - архітектура прямого цифрового синтезу.

В даний час компанія Analog Devices та інші виробляють набір інтегрованих синтезаторів з різними характеристиками і можливостями. Однак універсальність і універсальність таких обчислювальних ЦСС значно підвищує їх ціну (унікальність - до сотень доларів США) і енергоспоживання.

У той же час вимоги мінімізації витрат і енергоспоживання є основоположними для ряду виробів і пристроїв, що використовують один або кілька ЛЧМ сигналів. У цьому випадку дуже ефективні ЦСС табличного типу.

Табличні ЦСС працюють за допомогою попередньо обчислених наборів даних, записаних у ПЗУ або ОЗП. Як правило, необхідні дискретні сигнали ЛЧМ генеруються в системі математичного моделювання в часовій області, а потім перетворюються в набір цифрових зразків, що використовуються для заповнення блоків пам'яті. Процес формування сигналу ЛЧМ складається з послідовного вилучення цифрових семплів з елементів пам'яті з фіксованою стабільною тактовою частотою, їх цифроаналогового перетворення і аналогової фільтрації однієї з складових спектра дискретного ЛЧМ сигналу.

Спектр дискретного ЛЧМ сигналу багаточастотний і являє собою нескінченну послідовність спектрів вихідного (аналогового) сигнала , зрушених один щодо одного на величину частоти дискретизації. Огинає спектральної щільності дискретного ЛЧМ сигналу повторює огинає спектральної щільності прямокутного дискретизуючого імпульсу. У нашому випадку перехід на вихідний, безперервний аналоговий сигнал ЛЧМ здійснюється смуговою фільтрацією необхідної складової спектра дискретного сигналу з виходу ЦАП. Реальний фільтр може в кращому випадку мати відносно плоску частотну характеристику до частоти не більше 90% частоти Найквіста, зниження кінцевої крутизни до частоти Ft/2 і кінцеве загасання для частот вище Ft/2.

Фільтри сімейства Гаусса мають малий нахил частотної характеристики, але групова затримка трохи залежить від частоти. Ці фільтри використовують, коли потрібно працювати з широкосмуговими сигналами. Фільтри сімейства Чебишевих більше підходять в якості вихідних ЦСС-фільтрів.

Структурна схема розглянутого табличного ЦСС представлена на рис.1 і відрізняється від традиційних варіантів подібних пристроїв наявністю керованого інвертора між ПЗУ і ЦАП, а також введенням додаткового цифро-аналогового каналу перетворення і фільтрацією вихідного ВЧ сигналу.

Рис. 1

Особливістю запропонованої багатоступінчастої процедури є формування вихідного сигналу ЛЧМ з декількох фрагментів, частотні, фазові і часові параметри яких строго узгоджені між собою. При цьому на кожному етапі експлуатації забезпечуються допустимі умови для частотного вибору необхідної складової спектра дискретного сигналу. Результуючий сигнал ЧМ є надширокосмуговим, а його смуга частот порівнянна з тактовою частотою ЦСС.

Алгоритм роботи приладу і його елементів пояснюється наведеними нижче спектрограмами на рис2 і таблицею 1 станів.

Рис. 2

Багатоступінчаста процедура формування вихідного сигналу передбачає багаторазове використання фіксованого масиву дискретних дискретив (даних в ПЗУ), тому синтез типових сигналів ЛЧМ зі значенням бази сигналу до декількох тисяч одиниць можливий на основі використання тільки однієї або декількох сучасних мікросхем - RAM, ROM, DAC, FPGA. Наприклад, компанія Atmel виробляє широкий асортимент однопрограмованих мікросхем PROM, що робить її одним з лідерів в цьому сегменті ринку енергонезалежної пам'яті. Сімейство OTP PROM AT27 варіюється від 256 Кілобіт до 8 Мегабіт, шириною 8 і 16 біт і часом дискретизації від 10 нс до 150 нс.

Таблиця 1

Заміна адреси	Реж. лічильника	Реж. ПК	Такт частота	фильтр	Вих частота
0……..N	суммір	трансл	FT1=F0/2	ПФ1	Fн…… FT1/4
N……..0	віднімання	ч/п інверс	FT1=F0/2	ПФ1	FT1/4.... Fв1
N…….. N+M	суммір	трансл	FT2=F0/3	ПФ2	Fв1…….. Fв3
0……..N	суммір	ч/п инверс	FT1=F0/2	ПФ3	Fв3…… 3FT1/4
N……..0	віднімання	трансл	FT1=F0/2	ПФ3	3FT1/4… Fв

Зменшення обсягу використовуваного ПЗУ (ОЗУ) разом з впровадженням другого каналу ЦАП значно розширює функціонал ЦСС табличного типу:

- одночасний синтез когерентних ЛЧМ сигналів в одній смузі частот, але з різними знаками частотної модуляції

- реалізовано одночасний синтез когерентних частотно-зміщених сигналів або двох строго квадратурних складових ЛЧМ сигналу, що забезпечує ефективну передачу сигналу в НВЧ діапазон методами збалансованої модуляції (рис. 3)

Вимоги до продуктивності редукуючих смугових фільтрів можуть бути значно знижені при використанні компенсаторних методів зниження рівня найбільш потужних паразитних компонентів спектра. Можливий варіант цього методу пояснюється схемою на рис.4 і передбачає окреме відділення паразитної складової у відповідному фільтрі і після інверсії (зміна фази на 180 градусів і амплітудно-частотну корекцію в атенюаторі) додавання сигналу, що формується ЛЧМ в основний канал

Рис3.

Рис.4

Застосування багатоступінчастої процедури формування сигналів в табличній ЦСС дозволяє розширити смугу пропускання вихідних сигналів до 70%-80% тактової частоти, без збільшення обсягу використовуваної пам'яті, що спрощує роботу пристрою, знижує його енергоспоживання і вартість, підвищує надійність. Поточний стан елементної бази дозволяє одночасно формувати на базі однієї мікросхеми оперативної пам'яті або ПЗУ набір когерентних ЛЧМ -сигналів з різними параметрами і значенням бази сигналів більше тисячі одиниць. У табличному ЦСС з багатоступінчастою процедурою можна ще більше знизити рівень спотворень на основі методів компенсації.

Список використаних джерел:

1. Зачиняев Ю.В. Анализ и классификация формирователей линейно-частотно-модулированных радиосигналов с точки зрения уменьшения длительности формируемых сигналов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. ;

2. Mathematical model of a two-fragment signal with a non-linear frequency modulation in the current period of time /[O. O. Kostyria, A. A. Hryzo, O. M. Dodukh et al.] // Vis-nyk NTUU KPI Seriia – Radiotekhnika Radioaparatobuduvannia. 2023. Vol. 92. P. 60–67

УДК 621.396.96:629.7
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.484

ПРОТИДІЯ БПЛА ЗАСОБАМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Кращенко О.П.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Грецьких Д.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: oleksandr.krashchenko@nure.ua

The main advantages of functional electromagnetic irradiation means in their application against UAVs have been highlighted. Typical malfunctions of radio electronic devices under the influence of powerful electromagnetic radiation have been identified. A structural diagram of a functional irradiation means with a multi-position transmitter system has been proposed. Requirements for the temporal and energy parameters of electromagnetic radiation for functional impact on UAV radio electronic devices are provided. Mathematical modeling of the field created by the multi-position transmitter system at the UAV location point has been conducted

Застосування БПЛА в ході локальних конфліктів у всьому світі показало, що вони створюють реальну військову та терористичну загрозу особливо важливим військовим об'єктам та елементам державної інфраструктури. З урахуванням невисокої відносної вартості БПЛА, недоцільністю з погляду системотехнічного критерію «ефективність-вартість» використання засобів ППО для знищення безпілотних засобів спостереження, розвідки та наведення необхідно шукати нові методи нейтралізації БПЛА.

У роботі розглянуто один із перспективних напрямів боротьби з БПЛА – функціональне ураження (ФУ) його бортових РЕЗ потужним ЕМВ мікрохвильового діапазону, що проникає в електронні системи не тільки через антену, але й через дроти по колах живлення, через різні технологічні люки, зазори, тріщини, отвори. Результатом впливу подібних електромагнітних випромінювань на РЕЗ є деградація найбільш чутливих до енергетичних навантажень або польового пробою радіоелектронних елементів, що призводить до незворотного виведення з ладу з повною втратою працездатності РЕЗ БПЛА. В даний час відомі три основні принципово відмінні напрямки реалізації засобів ФУ [1]. Можливі два варіанти впливу ЕМВ на РЕЗ при вирішенні завдань ФУ: внутрішньосмуговий або позасмуговий. В роботі розглянуто позасмугові засоби функціонального ураження, побудовані на основі багатопозиційної системи випромінювачів (БСВ) з фокусуванням електромагнітного випромінювання. Під сфокусованою багатопозиційною антеною надалі будемо розуміти БСВ з фокусуванням ЕМВ, що представляє собою систему, яка поєднує окремі джерела випромінювання.

Побудова засобів ФУ на основі БСВ дозволяє розширити зону Френеля в якій відбувається фокусування електромагнітного випромінювання в площині розташування цілі, тобто збільшити дальність ураження мікрохвильовим променем БПЛА. Це досягається за рахунок можливості здійснювати будь-яке необхідне просторове розташування джерел випромінювання в БСВ та зміни її геометричних розмірів.

Засоби ФУ побудовані на основі БСВ (рис.1) поєднують у єдину когерентну систему *N* (до декількох десятків) передавальних модулів (ПМ) з рознесеними в просторі їх випромінювальними структурами та загальним центром керування (ЦК). ПМ засобу ФУ об'єднані в єдину мережу, за допомогою якої виконується обмін інформацією (формування необхідного розподілу поля в точці фокусування, наведення мікрохвильового променя на БПЛА, формованого ПМ, фокусування та розфокусування ЕМВ у ви-падку позаштатних ситуацій, контроль точності установки амплітуди і фази на передавальних випромінювальних системах і т.д.) між ведучим передавальним модулем і підлеглими передавальними модулями. Об'єднання ПМ у мережу дозволяє забезпечити функціонування їх просторово-розподілених випромінювальних систем як єдиної системи, з єдиним центром керування. Залежно від необхідних у даний момент часу просторових і енергетичних характеристик ЕМВ в точці фокусування для кожної випромінювальної позиції задаються певні координати й встановлюються на них необхідні амплітудно-фазові розподіли (АФР). Ведучий модуль виступаючи, як і підлеглі модулі, елементарним передавачем забезпечує їх усім набором необхідної інформації: початкова фаза, амплітуда, вид електромагнітного випромінювання, час випромінювання та ін. Ведучі функції можна здійснити по різних схемах, наприклад, по типу «зірка» (рис. 2,а) або більш складної – «кожний з кожним», причому з «плаваючою» роллю ведучого модуля (рис. 2).

Рис.1

Рис.2

На рис.3 наведені результати математичного моделювання поля за співвідношеннями [1] в околиці точці фокусування на частотах 15 та 35 ГГц для різних відстаней фокусування та баз БСВ.

На підставі отриманих результатів можна виділити ряд переваг систем

ФУ побудованих на основі БСВ в порівнянні із системами ФУ побудованих на основі однопозиційних антен:

15 ГГц (база БСВ L_x=L_y=5 м)

15 ГГц (база БСВ L_x=L_y=20 м)

35 ГГц (база БСВ L_x=L_y=5 м)

35 ГГц (база БСВ Lx=L_y=5 м)

Рис.3

- у системах ФУ із БСВ можливо при відносно невеликих потужностях випромінювання окремих передавальних позицій, одержувати необхідне високе значення густини потоку потужності в точці фокусування за рахунок збільшення числа позицій N;

- на основі БСВ можна порівняно легко створювати мобільні системи ФУ, що швидко розгортаються, тому що варіюванням конфігурації БСВ (геометрія, число випромінювачів) можна забезпечувати той самий розподіл поля в околиці точки фокусування (однаковий амплітудний розподіл поля і його інтенсивність), тобто при фіксованих розмірах фокальної плями одержувати однакові її характеристики на різних відстанях фокусування.

Очевидно, що системи ФУ з декількох передавальних випромінювальних позицій з лініями зв'язку й центрами керування складніші й дорожче, чим однопозиційні. Однак, слід зазначити, що порівняння по складності й вартості правомірно лише при близьких технічних характеристиках систем ФУ. Деякі характеристики систем ФУ із БСВ технічно недосяжні для систем ФУ на основі передавачів з однопозиційними антенами.

Список використаних джерел:

1. Ясечко М. Н., Воробйов О. М. Рекомендации по технической реализации форми-рующих каналов цилиндрических фазированных антенных решеток с V-образными распределениями частот по апертуре для средств функционального поражения БПЛА // Системи обробки інформації. 2013. № 4 (111). С. 48–51.

UDC 004.056

ENSURING INFORMATION SECURITY IN SOFTWARE SYSTEMS THROUGH PRELIMINARY STATIC CODE ANALYSIS

Elenhaupt V. V.
Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof.. Antipov I. E.
Kharkov National University of Radio Electronics, CRETISS dep.
vitalii.elenhaupt@nure.ua

This work is about developing a static code analyzer for the Crystal programming language to identify and prevent potential vulnerabilities. Crystal is a young and promising programming language that offers modern tools for creating reliable software. In this work, we look at how static analysis can help identify and fix weaknesses in code that could lead to information leaks, encryption vulnerabilities, and other potential security issues.

Considering modern challenges, we note the constant growth of cyber attacks and the their forms diversity. In this context, special attention should be paid to the static code analysis use. Static analysis allows to identify vulnerabilities at early stages of development, ensuring the ability to eliminate them in a timely manner. This approach is an integral part of developing reliable and secure software products.

The Crystal language uses static typing, which ensures type safety and maintains a high level of development flexibility. This is achieved due to the fact that it does not require explicit specification of types.

Unfortunately, the number of tools for finding vulnerabilities for the Crystal language is still limited due to its newness. Traditional methods such as DAST, Penetration testing and bug bounty programs can be applied to applications developed on Crystal, but they have their limitations.

After analyzing the features of Crystal, we can conclude that the task comes down to building a static analyzer using the internal mechanisms of the Crystal compiler to create an AST tree. Fortunately, the Crystal programming language provides access to its internals, making it easy to build an AST tree for any program. This greatly simplifies our task.

Since there are many rules covering different aspects of security, in this work we focus on developing rules that can guarantee:

1. Secure processing and storage of information
2. Data encryption control.
3. Protection against information leakage during logging.
4. Secure data processing during data serialization and deserialization.

The feature of static analysis it is based on analyzing code without executing. Most programming languages, including Crystal, have tools for representing program code as an AST tree. An AST, or abstract syntax tree, is a tree structure that represents the syntactic code structure. Each node in the AST represents a separate program element, allowing to analyze its components in de-

tail. A tree node can be any programming language construct: a class, function, function call, variable, assignment, multiplication or addition operation, etc. To traverse the AST tree in the Crystal programming language, the Visitor design pattern is used. It is this that allows the compiler and other programs to execute different algorithms on the same data structure without conflicts.

Let's give an example of using static code analysis to identify potential vulnerabilities associated with data processing in software systems. Thus, when working with databases, there is a SQL Injection vulnerability. This is a type of attack, where a hacker can execute malicious SQL on an electronic database through user input into software systems.

For example, the value of the *user_id* variable can be inserted into a SQL without any processing or escaping. This means that the user can enter any SQL code and it will be executed by the database. This, in turn, can lead to information leakage, since if the hacker finds the necessary conditions, the generated query will select all users from the table in the electronic database. To identify this dangerous code using static analysis, you need to perform several operations:

1. Analyze the data flow in the application, tracing incoming data from the user to places where it could be used in a dangerous way, such as in SQL queries.

2. Find the use of methods that can perform SQL queries with data received from the user. In our case, this is the execute method.

3. Check that user input is processed before being used in SQL queries. If the data is inserted directly, then it is obvious that we have discovered a vulnerability. Using the AST syntax tree and the traversal method described above, we can easily find the corresponding tree nodes that could lead to a SQL Injection vulnerability.

Checks for other types of vulnerabilities are performed in a similar way.

The results of users survey of this software product are follows: common effectiveness is estimated at 7.00 (out of 10) points. At the same time, SQL Injection detection effectiveness is 8.20 points, the problems with encryption detection - 6.20 points, the leaks during logging detection 5.20, the serialization and deserialization problem detection 4.20 points. In general, the survey results indicate the high effectiveness of the software product.

References:

1.OWASP. (2021). OWASP Top Ten Project. Retrieved from https://owasp.org/www-project-top-ten

2. Chess, B., & West, J. (2007). Secure Programming with Static Analysis.

3. Zalewski, M. (2011). The Tangled Web: A Guide to Securing Modern Web Applications.

УДК 004.8:004.056
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.489

ЗАГРОЗИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА МАЛОПОТУЖНИХ ПРОЦЕСОРАХ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ АКУСТИЧНОГО КАНАЛУ ВИТОКУ

Передерій І.А
Науковий керівник – доц. Ликов Ю.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
e-mail: illia.perederii@nure.ua

Artificial intelligence (AI) has emerged as a powerful ally in the ongoing battle against cybersecurity threats. With the proliferation of connected devices and the Internet of Things (IoT), the need for robust and adaptive security solutions has never been more pressing. This article explores the convergence of AI and low-power processors in fortifying cybersecurity defenses, presenting both opportunities and challenges in this rapidly evolving landscape.

На сьогоднішній день штучний інтелект і машинне навчання стрімко зростає і набирає популярності та застосування у наукових колах. Однак у сучасному світі моделі машинного навчання та штучного інтелекту мають певні обмеження: вони повинні мати багату кількість обчислювальних і процесорних потужностей для точного та бажаного результату. Використання нових технологій також призвело до швидкої еволюції кіберзагроз і атак.

Кібербезпека захищає інформаційні та комунікаційні системи, що виходять в Інтернет, від зловмисних атак та загроз. Концепція штучного інтелекту у кібербезпеці починається з 1990-х років коли було розроблено система виявлення аномалій (ADS) та систем виявлення вторгнень (IDS). Сьогодні штучний інтелект є невід’ємною частиною кібербезпеки.

Машине навчання як людина вчиться поступово та адаптується через досвід. Він вважається підмножиною штучного інтелекту, і він зосереджений на реалізації певних типів систем, які можуть навчатися на історичних даних, щоб ідентифікувати закономірності та самостійно приймати рішення.

Величезні обсяги даних, які генерують організації, надають можливості для широкого спектру додатків ML(Meta Language) у кіберпросторі, включаючи розвідку про загрози, виявлення аномалій та автоматизацію завдань, пов’язаних із кібербезпекою

Високий попит на додатки штучного інтелекту на периферії призвів до значного збільшення апаратного забезпечення, оптимізованого для рівнів низького енергоспоживання. Наприклад, Google представив полегшену версію блоку обробки тензорів (TPU) під назвою Edge TPU, яка здатна забезпечити енергоефективні висновки з 2 трильйонами операцій MAC на

секунду на ват (2TMAC/c/Вт). Цей ультрасучасний пристрій здатний запускати моделі мобільних версій, такі як MobileNet V2, зі швидкістю майже 400 FPS.

Cloud TPU зосереджується на навчанні складних моделей, тоді як Edge TPU розроблено для виконання логічних висновків у системах із низьким енергоспоживанням.

Орієнтуючись на значно меншу потужність, ніж Edge TPU, Ambiq випустив сімейство майже порогових процесорів Apollo на основі 32-розрядного процесора ARM Cortex-M4F. Ці пристрої можуть досягати значно нижчого споживання енергії, виміряного лише на рівні 6 мкА/МГц при 3,3 В у робочому режимі та 1 мкА/МГц при 3,3 В у режимі сну. Пристрій Apollo3, присутній на платі SparkFun, має 1 МБ флеш-пам'яті та 384 КБ оперативної пам'яті з низьким витоком.

Подібним чином Eta Compute націлилася на енергоефективні кінцеві рішення ШІ з процесором ECM3532. Цей пристрій базується на 32-розрядному ЦП ARM Cortex-M3 і окремому процесорі CoolFlux DSP для прискорення операцій машинного навчання енергоефективним способом. ECM3532, доступний у платі AI Vision, споживає менше 5 мкА/МГц у нормальному робочому режимі та 1 мкА/МГц у сплячому режимі. Відповідно до Eta Compute, його реалізація технології безперервного масштабування напруги та частоти (CVFS) забезпечує профіль потужності лише 1 мВт. Характерною рисою цих пристроїв із майже пороговими значеннями є те, що масштабування напруги застосовується до ядра, але воно не застосовується до SRAM/флеш-пам'яті пристрою через обмежений запас, можливий у комірках пам'яті.

І Apollo3, і ECM3532 базуються на популярній архітектурі ARM, але останнім часом архітектура набору інструкцій з відкритим вихідним кодом RISC-V також отримала значну увагу в цій галузі.

Наприклад, GAP8, розроблений GreenWaves Technologies, має 8-ядерний обчислювальний кластер процесорів RISC-V і додатковий прискорювач CNN. Обчислювальний кластер поєднується з додатковим наднизьким мікроконтролером із потужністю 30 мкВт, що зберігає стан, для функцій керування та зв'язку. Для висновку CNN (90 МГц, 1,0 В), GAP8 забезпечує енергоефективність 600 GMAC/c/Вт і найгіршу огинаючу потужності 75 мВт.

Інші приклади компаній, які вивчають майже пороговий режим, включають Minima, який брав участь у розробках, що демонструють досяжне енергозбереження. Minima пропонує ультрашироке динамічне масштабування напруги та частоти (DVFS), яке здатне масштабувати частоту та/або робочу напругу залежно від робочого навантаження.

Цей підхід у поєднанні з підходом динамічної маржі від Minima та ARM дозволяє заощаджувати енергію від 15 до 20 раз. Інтерес до апаратного забезпечення адаптивного масштабування напруги призвів до євро-

пейського проекту вартістю 100 мільйонів євро під керівництвом STMicroelectronics з розробки наступного покоління периферійних мікроконтролерів штучного інтелекту та програмного забезпечення з використанням малопотужної технології FD-SOI та зміни фази. Цей проект спрямований на надання чіпсетів і рішень для автомобільного та промислового ринків з дуже високою обчислювальною потужністю 10 TOPS на ват, що є значно потужнішим, ніж існуючі мікроконтролери.

TinyML - це методи машинного навчання мікроконтролерів. Програма TinyML пропонує «full-stack» рішення (обладнання, системи, програмного забезпечення та додатків), включаючи архітектури машинного навчання, методи, інструменти та підходи здатні виконувати аналітику на пристрої на межі з хмарою.

TinyML може бути реалізований в системах з низьким енергоспоживанням, таких як датчики або мікроконтролери з метою виконання автоматизованих завдань. Основною перевагою якої буде створення інтелектуальних IoT-пристроїв і, що не менш важливо, популяризація їх за рахунок ймовірного зниження вартості.

Можна з упевненістю сказати, що TinyML – це об'єднання програмного забезпечення, апаратного забезпечення та алгоритмів, які працюють синхронно один з одним, щоб забезпечити бажану продуктивність. Аналогові обчислення або обчислення пам'яті можуть знадобитися, щоб забезпечити кращий і ефективний досвід навчання для обладнання та пристроїв Інтернету речей, які не підтримують апаратні прискорювачі. Що стосується програмного забезпечення, програми, створені за допомогою TinyML, можна розгортати та впроваджувати на таких платформах, як Linux або вбудований Linux, а також на хмарному програмному забезпеченні. Нарешті, програми та системи, створені на основі алгоритму TinyML, повинні мати підтримку нових алгоритмів, які потребують моделей з малим розміром пам'яті, щоб уникнути її великого споживання.

З іншого боку, останнім часом розвиваються технології LPWAN (Low-power Wide-area Network), які мають такі переваги як висока енергоефективність, велика дальність передачі інформації, шифрування інформації, підвищена скритність сигналу в ефірі, тому можуть бути перспективними з точки зору застосування їх для організації технічних каналів витоку інформації. Єдиним стримуючим фактором застосування цих технологій зловмисниками була мала пропускна здатність більшості протоколів LPWAN, що унеможливлює передачу аудіо а тим більш відео трафіку (підслуховування, підглядання).

Застосування штучного інтелекту може дозволити перетворювати аудіо трафік у текст, що значно зменшує вимоги до пропускної здатності каналу зв'язку. Тому комбінація технології штучного інтелекту на малопотужних мікроконтролерах з технологіями LPWAN можуть становити принципіальну нову загрозу безпеці об'єктів інформаційної діяльності.

Список використаних джерел:

1. TinyML програми, обмеження та його використання в пристроях IoT і Edge. URL: (https://www.unite.ai/uk/обмеження-додатків-tinyml-та-їх-використання-в-пристроях-iot-edge/)

(дата звернення: 26.02.2024)

2. The impact of artificial intelligence on organisational cyber security: An outcome of a systematic literature review.

URL: (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543925123000372)

(дата звернення: 26.02.2024)

3. Lykov, Y.; Paniotova, A.; Shatalova, V.; Lykova, A. Energy Efficiency Comparison LPWANs: LoRaWAN vs Sigfox. In Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S T), Kharkiv, Ukraine, 6–9 October 2020; pp. 485–490.

4. Y. Lykov, M. Bolinova, V. Slobodiuk, A. Lykova, and S. Makovetskyi, “Investigation of Potential Opportunities for LoRaWAN Technology in Conditions of Urban Construction onthe Example of Pycom Modules,” in 2018 International Scientific-Practical Conference onProblems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings,pp. 543–547 (2019)

UDK 004.056.5:336.71

CURRENT CYBER SECURITY TRENDS OF BANK ACCOUNTS AND BANK BUILDINGS

assistant Bulaga V.A., student Perederii I.A
Kharkiv National University of Radio Electronics,
Department of CHRIST,
e-mail: victoria.bulaga@nure.ua, illia.perederii@nure.ua

Abstract. This work is dedicated to the importance of financial security of the banking system of Ukraine and conducting a comprehensive assessment of the current situation. An analysis of the protection and insecurity of the current bank was carried out. The technical details of the bank's security system have been reviewed. Cybersecurity of banking and banking sectors is an important part of our economy. However, cyber-attacks are becoming increasingly sophisticated, and banks are at risk of losing their efforts to protect the data of their clients. By keeping up to date with the latest security technologies and best practices, banks can continue to provide their clients with safe and reliable banking services.

Introduction.

Today, everyone has their own bank account in a bank, their security is a very important economic aspect in the development of Ukraine and any continent in general. The security of the country consists of the security of its structures and, first of all, the security of its primary economic sector. This is evidenced by the reaction of the impact of market competition on the economy of the country as a whole and the economy of an individual enterprise or bank. For the country's socially oriented economy, competition is the engine of its development and improvement, and it is in the interests of the state to protect it by all possible means. Thus, banking security from one bank is an integral part of the national security system, along with its elements such as technical security, energy, military, environmental, information security and others. At the same time, it should be taken into account that one of the most dangerous threats to the economy of Ukraine is the violation of its financial and banking system. Today, the situation is such that thieves are trying more and more to hack our cards and take your money, so the purpose of this essay is to talk about how the banking system protects your savings, and what to do if you lose your card, and how not to lose all your money.

Main part.

Today, the banking system of Ukraine is experiencing difficult times, reacting like a litmus test to changes in both the economic and socio-political environment of the country. The socio-political crisis in Ukraine in 2013-2014 caused a deep economic crisis, which most affected the banking sector. Increased demands have always been placed on bank security systems, and it is impossible to imagine a bank without security and alarm systems, access control

systems and video surveillance. In order to get permission to open a bank office, additional office and branch, you need to pass the security system to a special commission. Security measures include organizational measures, information support, regulatory and methodological materials, work with personnel, physical protection, countermeasures, etc.

Bank access control system.

The main purpose of the SCD in the bank is to prevent unwanted persons from entering the premises protected by the bank. The network access control system to the bank must work under the control of the central server of the system within the branch. It is desirable that the SCD of all branches and additional offices of the bank work within the framework of a single system with administration and control from the central office.

Video control in the building and the adjacent territory of the bank.

Situational video surveillance for the bank is the main tool of operational control of the security service. When equipping a bank with video surveillance systems, the principle of total control of the entire territory is adhered to. The only exceptions are offices in the office part of the bank. Video cameras monitor: the operating room, the self-service area, ATMs and terminals, the cash desk and cash register cabins, the storeroom and cash flow paths, the collection area, the courtyard and the perimeter. Modern technologies allow obtaining high-quality images, which is very important for conducting investigations and transferring materials to law enforcement agencies. The resolution of IP cameras and HD-SDI reaches FullHD and more, and the speed is up to 60 fps. It is impossible to hide from such a camera. The skin detail of what happened will be captured in minute detail.

Video surveillance in the bank to monitor customer service and marketing tasks.

Today, video analysis systems offer a wide range of tools that help improve the efficiency and control of the banking branch:

1. Counting visitors.
2. Calculation of queue length.

Software and hardware means of information protection.

All SEP payment documents before being sent from the bank are processed by hardware and software means of information protection, which ensure compliance with the following requirements from the point of view of information security: the transmitted information must be closed, that is, the message can be read only by those to whom it is addressed; integrity – accidental or intentional damage to the message at the stage of its transmission will be detected during its reception; authenticity of the sender (when receiving a message, you can clearly determine who sent it).

A number of auxiliary requirements, which allows for a more detailed analysis of possible non-standard situations:

1. An encrypted arbitration log is kept by means of information

protection, which stores the information processing protocol, as well as the contents of the processed files;

2. The date and time fields of processing are included in the encrypted message.

The main means of information protection in SEP are hardware. The secrecy of their keys is ensured technologically:

1. The keys are stored in a special electronic card, they can be read only with the help of a special block that performs the information encryption process. It is impossible to read the keys by other means;

2. An electronic card is issued to a bank with prior binding to a specific encryption unit of the same bank; a lost or stolen card will not work in another cipher block (for example, in the equipment of another bank);

3. In the case of theft of the block and the card at the same time from a specific bank, a mode of exclusion of this equipment from the list of SEP users is provided; the bank can continue working in the SEP after resolving legal and financial issues related to the loss of equipment and obtaining a new complex. The weakest point from the point of view of security is the area of payment preparation by the staff of the SEP participating bank. All registered more or less successful VAT attempts were by representatives of banks, which led to the theft of funds from their own bank, not from the state or from other banks. In all these cases, the individuals who attempted VAT had legal access to the system for preparing and protecting payment information, and their authority was exceeded (access to many or even all banking resources of the system).

In order to guarantee the security of information in this area, SEP participants are required to fulfill a number of organizational requirements:

1. Admission of only authorized persons to key operations of preparation of payment documents;

2. Performance by the responsible persons of the bank of constant, real and sufficient control over the state of the balance sheet and correspondent account of the bank. It is impractical to concentrate all powers regarding access to the bank's software and hardware in the person of one bank employee: a separate authorized person should be responsible for each area of payment processing (local network administrator, e-mail administrator, responsible for the work of ATM-3 SEP, etc.). In order to guarantee the security of information at the level of SEP participating banks, it is proposed to implement cross-overlapping of electronic signatures on payment documents. Banks are offered the use of software that implements a digital signature implemented on the basis of the RSA algorithm. Each participant in the exchange of electronic documents has two keys: 1. Secret, which must be carefully protected from outsiders and known only to its owner; 2. Open, which is distributed in the system and can be known to every member of the system.

The essence of the RSA algorithm

1. An electronic digital signature is based on a message processed with a

special secret key of the sender and the public key of the recipient.

2. During the verification of the electronic digital signature, the receiver's software complex forms a prototype of the electronic signature of the received message.

3. The received digital signature is decrypted with the public key of the sender and the secret key of the recipient of the message and the prototype of the electronic digital signature is calculated.

4. The received prototype is compared with the calculated prototype of the electronic digital signature. A match between these two signature prototypes (received and computed) shows that the message was signed by the specified sender of the information and received in the same form in which it was signed.

Fig. 1. The scheme of imposing an electronic digital signature in the SEP.

Conclusions.

Cybersecurity of bank accounts and bank buildings is a very important part of our economy. It is a top priority for banks as they handle sensitive financial information and transactions. By staying abreast of the latest security technologies and best practices, banks can continue to provide their customers with safe and secure banking services.

References:

1. Кібербезпека платежів. URL (https://rating.zone/chem-obernetsia-dlia-ukrayny-rekordnyj-rost-tsen-na-syrevye-tovary/)
(дата звернення: 27.02.2024)

2. Захист банківської інформації в СЕП: основні задачі та вимоги. URL:(https://osvita.ua/vnz/reports/bank/20375/)
(дата звернення: 28.02.2024)

УДК 621.396.96:623.62
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.497

МЕТОДИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ СМАРТФОНІВ

Кашуба К. О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Ликов Ю.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна
e-mail: kateryna.kashuba@nure.ua

Modern developments in smartphone technology and wireless communications have provided unique opportunities for pinpointing the exact location of users. Localisation methods have become an integral part of the daily use of smartphones and other mobile devices. The most well-known methods for detecting the exact location of users are OSINT methods.

OSINT (Open Source Intelligence) – це сукупність методів та прийомів роботи з відкритими джерелами інформації. У цьому контексті найбільш очевидним способом визначення геолокації є аналіз загальнодоступної інформації, яку користувачі вводять у свої особисті онлайн-профілі. Це геомітки та чекіни в соціальних мережах, аналіз публічних записів, координати в метаданих завантажуваних фотографій, дослідження фото та відео контенту для виявлення розташування оператора тощо. До одного з найбільших постачальників публічної інформації можна віднести соціальні мережі. Майже кожен має обліковий запис в одній або кількох соціальних мережах. Існує кілька способів OSINT, які можна застосувати для виявлення розташування гаджетів.

Спосіб №1: Функція "Знайти мій телефон" на пристроях Android та iOS

І Apple, і Google дозволяють користувачам відстежувати та знаходити свої втрачені чи вкрадені пристрої. Для цього, необхідно мати увімкнену функцію «Знайти мій телефон» та активований обліковий запис Google/iCloud на пристрої. Відстеження доступне через веб-інтерфейс. Після того, як пристрій був втрачений або викрадений, потрібно увійти до свого облікового запису Google/iCloud за допомогою будь-якого пристрою і перейти на вкладку «Знайти мій телефон», розташовану за наступними адресами: Для iOS-пристроїв, Для Android-пристроїв.

Спосіб №2: Використання сервісів геологування

Ці сервіси дозволяють відстежувати розташування пристрою користувача під час переходу за гіперпосиланнями веб-сторінки. Працює це в такий спосіб. Спочатку сервіс геологування створює спеціальне гіперпосилання, що містить додаткові параметри передачі інформації про місцезнаходження користувача. І коли він переходить за згенерованим посиланням, браузер користувача надсилає дані про місцезнаходження (наприклад, координати GPS, LBS або інформацію про мережу Wi-Fi) на сервер, пов'язаний із

сервісом геологування. До популярних програм-геологерів входять в основному open source рішення (за винятком онлайн-сервісу IPlogger та програмного забезпечення Ngrok): Seeker, Trape, TrackUrl, Bigbro, R4ven, IPlogger, Ngrok.

Використання сервісів геологування має здійснюватися у межах законодавства. Це означає, що об'єкт стеження має дати дозвіл у браузері свого пристрою на передачу інформації геолокації. Якщо такий дозвіл отримано не було, його розташування буде визначено лише за IP-адресою.

В окремих випадках можна і за IP-адресою знайти розташування користувача. Але це буває вкрай рідко. У більшості випадків можна знайти лише дані про населений пункт, в якому користувач знаходиться.

IP (Internet Protocol) – це адреса пристрою в Мережі, яка визначає його місце розташування (деталізація обмежується країною і містом). Є дві версії протоколу IP: IPv4 (4 цифрові групи) і IPv6 (8 цифро-буквених груп). IP адреси можуть бути статичними (не змінюються) або динамічними (змінюються при кожному підключенні). VPN (Virtual Private Network) дозволяє змінювати IP-адресу, забезпечуючи шифрування трафіку та приховуючи локацію. Приховування розташування за IP-адресою допомагає зберегти приватність та захистити дані. Публічні IP-адреси унікальні і пов'язані з Інтернетом, приватні IP-адреси використовуються у межах конкретної мережі.

Спосіб №3: Спуфінг геолокації в Telegram

Цей спосіб передбачає зміну даних про місцезнаходження, щоб створити ілюзію, що ви знаходитесь в іншому місці. Справа в тому, що базовий функціонал Telegram надає функцію «Люди поряд», яка дозволяє знайти та взаємодіяти з іншими користувачами Telegram, які знаходяться поблизу. Ця функція ґрунтується на інформації про місцезнаходження, якою діляться самі користувачі месенджера та дає реальну можливість непомітно стежити за їх переміщеннями. API Telegram дозволяє це робити у радіусі від 500 метрів до 10 кілометрів. Тут можна скористатися одним із наступних open source рішень: Telegram Nearby Map, Telegram-Trilateration, Geogramint.

Головний недолік методу полягає в тому, що користувач, що відстежується, у будь-який момент може заборонити месенджеру доступ до геолокації в налаштуваннях смартфона. Не говорячи вже про те, що виявлення локації працює тільки щодо користувачів, які використовують Telegram на своїх пристроях. Також слід враховувати жорсткі обмеження месенджера. Сюди входить і обмеження кількості запитів 1 раз на 5 хвилин, і відключення радіусів пошуку 50 і 100 метрів.

Спосіб №4: Використання методів та прийомів ADINT

В основі способу ADINT (Advertising Intelligence) лежить ідея використання рекламних модулів, які часто містять коди відстеження або лічильники аналітики, щоб отримати інформацію про користувачів. ADINT дозволяє отримувати частковий портрет користувача (статтю, вік, місто проживання,

інтереси тощо) за рахунок аналізу даних, прив'язаних до його особистого рекламного ідентифікатора в різних системах. Для пошуку рекламних ідентифікаторів використовуються номер мобільного телефону, email та MAC-адреса. MAC-адреса – це унікальний ідентифікаційний номер обладнання, тоді як IP-адреса – це адреса, яка допомагає ідентифікувати мережеве з'єднання.

Ключовою особливістю ADINT є можливість відстеження переміщень користувача по всьому світу, використовуючи для цього геотаргетовану можливість реклами. Говорячи більш простою мовою, створюється реклама, яка буде показуватися на пристрої, що відстежується, в радіусі 500 метрів від його ймовірного місця знаходження. При його появі буде отримано повідомлення в особистому кабінеті рекламодавця. Для цього використовуються наступні сервіси: Яндекс. Аудиторії, Google Ads, Mytarget.

Цей спосіб, як і спуфінг в Telegram, передбачає не пряме відстеження пристрою користувача, а лише контроль над його можливою появою у певних локаціях (радіусом від 500 метрів до 10 кілометрів). При цьому ADINT не передбачає "стеження" за одним пристроєм. Рекламні майданчики допускають завантаження щонайменше 100 ідентифікаторів одночасно. Втім, виділити з них потрібний не так складно. Також за геотаргетинг у рамках ADINT доведеться платити.

В роботі розглянуто ще декілька інструменти геолокаційної розвідки OSINT.

Creepy – інструмент геолокаційної розвідки з відкритим вихідним кодом. Збирає інформацію про геолокацію через різні платформи (соціальні мережі та сервіси розміщення зображень). Представляє звіти на карті з фільтром пошуку за точним місцем та датою. Утиліта збирає геотеги з різних сервісів та виводить їх на Google-карту, показує ретвіти та статистику з пристроїв, з яких публікуються твіти.

SpiderFoot – відкритий інструмент розвідки, сумісний із Linux і Windows, написаний на Python. Має високу конфігураційну гнучкість та роботу на різних платформах. Інтегрується з командним рядком та простим графічним інтерфейсом. Автоматично запитує понад 100 джерел OSINT для отримання інформації про електронні листи, імена, IP-адреси та доменні імена.

У роботі розглянуто різні вразливості ПЗ смартфонів, методи і засоби, які дозволяють через ці вразливості отримати інформацію про розташування пристрою. Крім того, розглянуто питання забезпечення безпеки пристроїв використовуючи віртуальні приватні мережі (VPN).

Список використаних джерел:

1. Геолокація: Використання методів OSINT [Електронний ресурс] – URL: https://habr.com/ru/companies/tomhunter/articles/747162/ (дата звернення 03.03.2023).

УДК 621.396:004.056

АНАЛІЗ ВРАЗЛИВОСТЕЙ БЕЗПРОВІДНИХ КЛАВІАТУР

Черняк М.А.
Науковий керівник — ст. викладач Ликова Г.О
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КріСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +380660169405, email: maksym.cherniak@nure.ua

This work warns about the security risks of wireless keyboards and a hacking method called MouseJack. It highlights the importance for organizations to make sure that employees' wireless keyboards are secure and not vulnerable.

Із розвитком технологій та мобільності людей з’явилася потреба у використанні бездротових технологій, які із часом дісталися і до звичних для нас речей таких як бездротова клавіатура. Незважаючи на усі зручності, під час її використання є і свої ризики.

Одна з найпопулярніших вразливостей яка використовується проти бездротових клавіатур є MouseJack. MouseJack — це клас уразливостей, що впливає на переважну більшість бездротових, не Bluetooth-клавіатур та мишок. Ці периферійні пристрої підключаються до комп'ютера за допомогою радіопередавача, зазвичай це невеликий USB-радіоприймач. Оскільки з'єднання бездротове, а рухи миші та натискання клавіш передаються за допомогою радіохвиль, можна скомпрометувати комп'ютер жертви, передаючи спеціально створені радіосигнали за допомогою радіомодулю який підтримує потрібну частоту, зазвичай це 2,4 ГГц.

MouseJack здебільшого використовує три методи для компрометації бездротового USB-пристрою, який з'єднано з мишею або клавіатурою, і на який передається інформація щодо рухів миші або натискань клавіш які у подальшому можна буде використати для застосування вразливостей

Введення натискань клавіш у вигляді підробленої миші. У цьому випадку вразливий адаптер не використовує зашифроване з'єднання з мишею користувача, тому зловмисник може надсилати дані безпосередньо на адаптер під виглядом миші користувача. Крім того, адаптер не перевіряє чи миша надсилає лише дії які притаманні для миші, а саме її рух. Натомість він приймає дії клавіатури від підробленої миші та обробляє їх так, ніби вони надходять з клавіатури. Це дозволяє зловмиснику виконувати команди на комп'ютері, діючи як миша користувача;

Введення натискань клавіш у вигляді підробленої клавіатури. На відміну від мишей, клавіатури зазвичай використовують зашифроване з'єднання, що унеможливлює перехоплення даних з клавіатури. Однак вразливий адаптер все одно приймає незашифрований зв'язок з клавіатурою, що дозволяє зловмиснику її імітувати та виконувати команди на комп'ютері користувача;

Примусове підключення фейкової миші або клавіатури. Бездротові

клавіатури та миші дозволяють користувачам об'єднувати свої пристрої в пару у випадку, якщо один з них загубився і потребує заміни. Вразливий адаптер не обмежує належним чином сполучення пристроїв (яке зазвичай ініціюється користувачем за допомогою фізичної кнопки), і це дозволяє зловмиснику емулювати клавіатуру або мишу, надсилаючи команди на комп'ютер користувача.

Незважаючи на ці три основні вразливості бездротових клавіатур, є й інші, які спрямовані проти конкретних пристроїв, що схожі на вищезгадані, але мають певні унікальні особливості. Наприклад, коли використовується шифрування під час комунікації між клавіатурою та USB-радіоприймачем.

До них належать «CVE-2019-13054» та «CVE-2019-13055». Для їх експлуатації нам спочатку потрібен фізичний доступ до USB-радіоприймача. Із нього ми копіюємо дані ключа та у подальшому використовуємо для розшифрування пакетів даних які надходять від клавіатури або створювати власні.

Вразливості бездротових клавіатур показують, що навіть надійні на перший погляд пристрої, можуть бути вразливими до несподіваних недоліків безпеки. Організації де вони використовуються повинні провести належну перевірку, щоб переконатися, що бездротові периферійні пристрої, які вони видали співробітникам, не є вразливими до MouseJack та схожих до нього. У деяких випадках виробники випускають оновлення прошивки для вразливих пристроїв, які слід застосовувати там, де це доречно. У всіх інших випадках уражені пристрої слід викинути і замінити на невразливі (або дротові) альтернативи.

В роботі розглянуто додаткові методи підвищення безпеки при користуванні бездротовими пристроями вводу даних.

Список використаних джерел:

1. Use a wireless mouse? This $15 hack could compromise your laptop. [Електронний ресурс]: https://www.cnet.com/news/privacy/i-got-mousejacked/ Дата звернення: 11.03.2024

2. Wireless peripheral hijacking. [Електронний ресурс]: https://www.crowe.com/cybersecurity-watch/wireless-peripheral-hijacking-mousejack-attacks-explained-dgs Дата звернення: 11.03.2024

3. Logitech wireless USB dongles vulnerable to new hijacking flaws. [Електронний ресурс]: https://www.zdnet.com/article/logitech-wireless-usb-dongles-vulnerable-to-new-hijacking-flaws/ Дата звернення: 11.03.2024

УДК 621.396:004.056
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.502

ВІДНОВЛЕННЯ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВІДЕОЗАПИСУ БЕЗ АУДІОДОРІЖКИ

Альхатіб Г.Д.
Науковий керівник – проф. Антіпов І.Є.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(067) 388-36-17, e-mail: hanna.morozova@nure.ua

This paper considers the theoretical aspects of possibility of the appearance of an acoustic information leakage channel that is formed by analyzing the video stream on the video record. Therefore, the possibility of its appearance is a security risk and it is necessary to provide the means to protect the object of information activity from it.

Візуальний мікрофон – це комплекс обладнання та заходів, який дає змогу несанкціоновано отримати інформацію з відеозапису без звукової доріжки. Необхідно записати відео об’єкта за допомогою високошвидкісної камери та проаналізувати мікроскопічні його зміщення, спричинені поширенням звукових хвиль [1].

Розроблено спеціальний алгоритм [2], який обчислює в кожній із виділених точок інтенсивність звукових вібрацій. Локальні сигнали усереднюються, і на їхній підставі формується один загальний сигнал, що визначає те, як звукові хвилі впливають на об’єкт.

Візуальний мікрофон дає змогу отримати аудіозапис менш хорошої якості, порівняно з активними методами (ЛСАР), проте він має свої переваги. Система не потребує додаткового обладнання та детекторів – потрібна лише високошвидкісна відеокамера та ноутбук. При цьому поверхня, з якої буде «зчитуватися звук», не обов’язково має бути дзеркальною або гладкою, як того часто вимагають лазерні мікрофони.

У роботі [3] представлено алгоритм, що прискорює отримання акустичної інформації з відеозапису і підвищує її якість. На різні області об’єкта звук впливає по-різному. Інтенсивність вібрації залежить від матеріалу, з якого виготовлено предмет, його форми, частоти звуку, що впливає, і відстані до джерела. Наприклад, під час зйомки відео на частоті 20 кГц звукові хвилі переміщаються приблизно на 17 мм між двома фреймами [3]. Тому об’єкти, що знаходяться далі від джерела звуку, реагують із затримкою.

Усі ці чинники змушують різні області об’єкта вібрувати з різною силою. Тому в [3] під час аналізу зображень з камери враховують тільки ті зони, які вносять найбільший внесок у формування результуючого сигналу – найменш «зашумлені» блоки. При цьому частоти, що їх формують, ма-

ють різні фазові зрушення, щоб виключити інтерференцію, що послаблює. Завдяки цьому вдалося підвищити якість відтвореного звуку, а також прискорити обробку зображення, порівняно з вихідним алгоритмом у роботі [2]. Вони також заявляють, що їхня система здатна обробляти зображення і відновлювати звук у реальному часі.

Візуальний мікрофон на основі подій [4] – це безконтактний, простий і недорогий підхід до вимірювання вібрації за допомогою подієвої камери. Подієва камера – це сенсор, що реагує на зміну яскравості кожного пікселя. Оскільки коливання деталей супроводжуються змінами яскравості, подієві камери можуть захоплювати широке поле зору на високій швидкості (до 1 МГц) без істотних втрат (рис.1,в). Крім того, високочастотні коливання теоретично можуть бути відтворені без додаткового освітлення.

Рисунок 1 – Спектрограми сигналу
а) вихідний сигнал; б) відновлений високошвидкісною камерою;
в) відновлений подієвою камерою

З рис.1 видно, що відновлений сигнал із застосуванням подієвої камери дав кращий результат порівняно із застосуванням високошвидкісної відеокамери. Але варто зазначити, що камери подій не мають кадрів, у роботі [4] було визначено псевдокадр як двовимірний масив n×n, що знаходиться в сусідстві з пікселем, де відбувається подія з 1 в центрі та 0 в інших місцях.

Також досліджено використання мережі довгої короткострокової пам’яті (LSTM) у роботі [5]. Це підвищує пропускну здатність, спричинену обмеженою частотою кадрів камери, а також покращує відношення сигнал-шум на 12,52 % порівняно зі звичайним візуальним мікрофоном.

Розглянуті результати дослідження дають змогу зробити висновок про те, що існують потенційні передумови витоку акустичної інформації шля-

хом аналізу відеопотоку на відеозаписі. Умови виникнення такого каналу не є надмірно жорсткими, тому не можна нехтувати можливістю його появи і необхідно передбачати превентивні заходи щодо його запобігання/руйнування на об'єкті інформаційної діяльності.

Методи протидії вилученню інформації таким шляхом можна розділити на дві групи:

1. Методи спрямовані на погіршення видимості предметів інтер'єру через вікна приміщення. Це матові плівки, ролети і жалюзі (при цьому потрібно правильно підбирати кут нахилу полотен з метою виключення видимості інтер'єру з потенційно небезпечних напрямків).

2. Методи, спрямовані на спотворення коливань предметів від розмов, що ведуться в приміщенні. Це системи активного акустичного зашумлення, використання яких обмежене через можливий дискомфорт в учасників розмови під час їхнього ввімкнення.

Список використаних джерел

1. Yuriy V. Lykov, Hanna D. Presniakova, Anna A. Lykova Research on potentialities of audio information recovery from video without audio track Radioelectronics and Communications Sys-tems June 2019, Volume 62, Issue 6, pp 301–309 DOI: 10.3103/S0735272719060050.

2. The Visual Microphone: Passive Recovery of Sound from Video [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://people.csail.mit.edu/mrub/papers/VisualMic_SIGGRAPH2014.pdf – 11.03.2024.

3. Local Visual Microphones: Improved Sound Extraction from Silent Video [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/322788033_Local_Visual_Microphones_Improved_Sound_Extraction_from_Silent_Video#fullTextFileContent. – 11.03.2024.

4. Live Demonstration: Event-based Visual Microphone [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/371538871_Live_Demonstration_Event-based_Visual_Microphone#fullTextFileContent. – 11.03.2024.

5. Generalised Visual Microphone [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://bmvc2019.org/wp-content/uploads/papers/1218-paper.pdf. – 13.03.2024.

УДК 004.75+004.77
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.505

МЕТОДИ ТЕСТУВАННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ НА БАЗІ KALI LINUX

Завгородній Я.О.
Науковий керівник – ст. викл. Медведєв Є.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: yaroslav.zavhorodnii@nure.ua

Wireless networks have become ubiquitous. They are used worldwide in various aspects of life: at home, at work, and in public places to connect to the Internet and conduct business or personal matters.

Despite all the advantages of streamlining business and life, there are certain drawbacks in the form of risks. The insecurity of wireless networks has caused many problems in terms of intrusions into banks, companies, and government organizations. The frequency of these attacks only increases as network administrators are not fully aligned when it comes to securing wireless networks.

The report discusses the Kali Linux operating system, specifically the built-in tools that can be used to test the vulnerabilities of wireless networks.

Бездротові мережі стали присутніми всюди. Вони використовуються по всьому світу в різних сферах життя: вдома, на роботі, а також у громадських місцях для підключення до інтернету та ведення бізнесу або особистих справ.

Незважаючи на всі переваги спрощення бізнесу та життя, існують певні недоліки у вигляді ризиків. Незахищеність бездротових мереж призводить до багатьох проблем при вторгненнях до банків, компаній та урядових організацій. Частота цих атак лише зростає, оскільки адміністратори мереж не повністю узгоджені, коли мова йде про забезпечення безпеки бездротових мереж. У докладі розглянута операційна система Kali Linux, а саме вбудовані інструменти, які можна використовувати для тестування слабких місць бездротових мереж.

Kali Linux – один із найпопулярніших продуктів для проведення тестів на проникнення, обладнаний великою кількістю інструментів, розділених для зручності на багато категорій. Нижче будуть розглянуті деякі з них, необхідні для перевірки безпеки Wi-Fi мереж.

Базові вбудовані програми Kali Linux:

1. Aircrack-ng - це програма для зламу ключів 802.11 WEP (Wired Equivalent Privacy) та WPA-PSK (Wi-Fi Protected Access), яка може відновлювати ключі після захоплення достатньої кількості пакетів даних. Програма працює за допомогою реалізації стандартної атаки FMS (Flight

Management System) разом з деякими оптимізаціями, такими як атаки KoreK, а також атаки PTW. Це робить атаку набагато швидшою порівняно з іншими інструментами злому WEP. Інтерфейс є стандартним, і для роботи з цією програмою потрібні деякі навички використання команд.

Основні нові функції додатка Aircrack-NG включають в себе:

• покращена документація та підтримка;
• підтримка більшої кількості карт/драйверів;
• підтримка більшої кількості операційних систем та платформ;
• атака за допомогою словника WEP;
• атака фрагментування;
• режим міграції WPA;
• покращена швидкість проведення атаки.

2. Ghost Phisher— це локальна програма для аудиту безпеки та атак на бездротові мережі, написана з використанням мови програмування Python та графічної бібліотеки Python Qt GUI. Програма може емулювати точки доступу та розгортати різні внутрішні мережеві сервери для мережевої взаємодії, тестування на проникнення та рибальських атак.

3. Kismet є інструментом для аудита безпеки бездротових мереж, а також виконує функції системи виявлення вторгнень. Крім того, Kismet може використовуватися з будь-якими бездротовими мережними картами, які підтримують відповідний режим спостереження (для мереж стандартів 802.11b, 802.11a, 802.11g та 802.11n).

4. Pixiewps - це інструмент, який використовується для офлайн перебору піну WPS шляхом використання низької або неіснуючої ентропії окремих точок доступу (атака pixie dust). Програмне забезпечення призначене лише для освітніх цілей.

5. Reaver - це програма, яка використовується для перебору піну WPS для отримання доступу до Wi-Fi мережі з типом шифрування WPA/WPA2. У середньому, інструмент витрачає від 5 до 11 годин на відкриття пароля від цільової точки доступу у вигляді тексту.

6.Wifite - це засіб для проведення бездротової атаки в автоматичному режимі. Вона була створена для використання з дистрибутивами Linux, які використовуються для тестування на проникнення, такими як Kali Linux, Pentoo, BackBox. Програма може перевіряти багато WiFi мереж з типами шифрування WEP, WPA і WPS одночасно. Wifite налаштовується всього кількома командами. Також до складу цієї програми входять інші попередньо встановлені інструменти в систему, такі як Reaver, Bully та інші. Цей інструмент використовується для проведення аудиту безпеки бездротових мереж.

7.Fern Wifi Cracker - це програма для проведення аудиту безпеки бездротових мереж, написана на мові програмування Python та бібліотеці Python Qt GUI. Цей програмний продукт може взламувати та відновлювати паролі WEP/WPA/WPS точок доступу, а також запускати різноманітні ата-

ки на провідні та бездротові мережі.

З перелічених вище інструментів лише Fern Wifi Cracker має графічний інтерфейс. Це спрощує роботу з ним.

Інструмент Wifite, незважаючи на відсутність явного графічного інтерфейсу, об'єднав у собі багато з перелічених вище інструментів, таких як Reaver, Pixiewps та інші. Порівнюючи обидва ці інструменти, Wifite проявив себе краще з точки зору функціональності та часу отримання результатів. Крім того, він об'єднав у собі багато інструментів, завдяки чому можна вибирати тип атаки навіть комбінувати їх.

За допомогою перелічених вище інструментів, що знаходяться у вільному доступі, фахівці з інформаційної безпеки можуть перевіряти доступні точки доступу та бездротові мережі на наявність вразливостей. Проте слід пам'ятати, що використання Kali Linux як основної системи може бути нецільовим через обмежений функціонал. Усі інструменти Kali Linux так чи інакше можуть працювати разом. Тому оцінити конкретний інструмент достатньо складно. Наприклад, якщо в системі буде відсутній Reaver і Pixiewps, то атаки з використанням цих інструментів у Wifite будуть неможливі. Усі інструменти для оцінки вразливостей - це великий комплекс, в якому всі вони пов'язані між собою.

Список використаних джерел

1. Ramachandran V, Buchanan C, Kali Linux Wireless Penetration Testing Learn to Penetrate Wi-Fi and Wireless Networks to Secure your System from Vulnerabilities, 2nd Edition, Packt Publishing, 2015, ISBN-10: 1783280417

2. Broad J, Bindner A, Hacking with Kali – Practical Penetration Testing Techniques, Elsevier, 2014., ISBN: 978-0-12-407749-2.

3. McClure S, Scambray S J, Kurtz G, Hacking Exposed: Network Security Secrets & Solutions, Chapter Wireless Hacking, Computing McGraw-Hill, 2012, ISBN-10: 0072121270

4. The 10 Top Hacking Tools in Kali Linux, Hacking Tutorials (2015, July 16). Retrieved from: https://www.hackingtutorials.org/wifi-hacking-tutorials/top-10-wifi-hacking-tools-in-kali-linux/(дата звернення: 22.02.2024)

5. Официальный сайт Kali Linux [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tools.kali.org/tools-listing, (дата звернення: 20.02.2024)

6. Антипов, І. Є. Удосконалення моделі Wi-Fi мережі з метою запобігання вторгненням / І. Є. Антипов, Є. Ю. Бондар, Т. А. Василенко // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. – Харків, 2014. – Вип. 177. - С. 60 - 63.

УДК 004.75+004.77
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.508

МЕТОДИ ЗАХИСТУ ВІД НАЙПОШИРЕНІШИХ ЗАГРОЗ WI-FI МЕРЕЖАМ

Зозуля А.С., Медведєв Є.О.
Науковий керівник – ст. викл. Медведєв Є.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30,
e-mail: andrii.zozulia@nure.ua, eugene.medvedev@nure.ua

Unauthorized access to Wi-Fi networks provides hackers with the ability to intercept sensitive information such as passwords, credit card numbers, or personal data transmitted over the network. The theses discuss the main types of attacks on Wi-Fi networks and provide recommendations for minimizing the success of such attacks.

Отримання несанкціонованого доступу до Wi-Fi мереж надає хакерам можливість перехоплювати чутливу інформацію, таку як паролі, номери кредитних карток або особисті дані, що передаються через мережу. Шляхом експлуатації вразливостей безпеки Wi-Fi атакувальники можуть виконувати зловмисні дії, які посягають на безпеку та конфіденційність кожного, хто підключений до мережі. Крадіжка ідентичності, фінансові шахрайства та соціальний інжиніринг - лише деякі приклади потенційних наслідків атак на мережу.

Існують кілька ознак, на які варто звернути увагу. По-перше, перевірте список пристроїв, підключених до вашої Wi-Fi. Якщо ви побачите невідому адресу, це може бути сигналом попередження. Також звертайте увагу на будь-які несподівані сповільнення швидкості Інтернету або неочікуване використання даних. Це можуть бути ознаки того, що хтось використовує вашу Wi-Fi без вашого відома.

Найнебезпечніші загрози Wi-Fi.

Давайте поближче розглянемо найбільші загрози безпеки Wi-Fi, щоб ви могли краще зрозуміти і вирішити потенційні ризики для вашої мережі.

1.Дезавтентифікація. Зазвичай маршрутизатори відправляють повідомлення про дезавтентифікацію неактивним пристроям для ефективного управління підключенням. Однак хакери експлуатують цей процес WLAN, щоб виконати атаки дезавтентифікації. На відміну від атак, які крадуть інформацію, дезавтентифікація спрямована на відключення пристрою за допомогою відправлення фальшивих кадрів дезавтентифікації. Ці підроблені кадри змушують цільовий пристрій вважати, що він відключений, і змушують його повторно підключитися до мережі.

Мета атакувальника. Більшість атак на Wi-Fi починаються з дезавтентифікації. Як тільки цільовий пристрій повторно підключається до компрометованої мережі, атакувальник використовує цю можливість для перехоплення, маніпулювання або моніторингу потоку даних між пристроєм та Wi-Fi мережею. Пристрій, вважаючи, що він пережив стандартне повторне підключення, може несвідомо передавати чутливі дані, такі як паролі або особиста інформація. Конкретні дії залежать від цілей атакувальника, але загальна мета полягає в тому, щоб скористатися повторним підключенням для компрометації безпеки пристрою або мережі.

Заходи безпеки. Пакети дезавтентифікації, використовувані в атаках, не є зашифрованими, але досить легко знайти MAC-адреси та WLAN SSID. Покращіть безпеку вашої Wi-Fi, активуючи протоколи шифрування WPA3. Крім того, ви можете активувати функцію Захищених Керуючих Кадрів (PMF), вперше через WPA3. Якщо ви використовуєте WPA2, переконайтеся, що він налаштований безпечно. В рамках поточного стандарту безпеки PMF забезпечує те, що пакети дезавтентифікації передаються за допомогою спільного ключа, що дозволяє вашому пристрою впізнавати їх як законні повідомлення від відомого маршрутизатора.

2.Злий двійник. Це тип загрози, коли зловмисник створює фальшиву, незахищену Wi-Fi мережу, яка виглядає як легітимна, оскільки використовує той самий ідентифікатор SSID. Ця обманлива мережа змушує користувачів підключатися, вважаючи її надійною точкою доступу Wi-Fi. Хоча це зазвичай відбувається у громадських місцях, таких як кав'ярні або аеропорти, це також може трапитися вдома з приватною мережею.

Фальшива точка доступу зазвичай привертає людей до підключення, оскільки атакувальник робить вид, що вона пропонує кращу силу сигналу, ніж мережа, яку вона імітує. Крім того, вони можуть використовувати атаку дезавтентифікації, щоб змусити пристрої людей відключитися від реального Wi-Fi та несвідомо підключитися до фальшивої мережі.

Мета атакувальника. Після підключення користувача до зловмисної двійниці, атакувальник може моніторити всі ваші дані. Це може включати дані для входу, які ви вводите у банківському додатку або іншу чутливу інформацію, яку ви відправляєте через Інтернет. Атакувальник також може встановити шкідливе програмне забезпечення.

Заходи безпеки. Щоб захистити себе від таких атак, уникайте виконання дій, які передбачають введення важливих паролів, коли ви підключені до громадської точки доступу Wi-Fi. Якщо вам доведеться це зробити, переконайтеся, що ви встановили зашифроване з'єднання, перевіривши веб-адресу, яка починається з https://. Для підвищення захисту у громадських місцях розгляньте можливість використання Віртуальної Приватної мережі (VPN). Крім того, уникайте будь-яких незахищених бездротових мереж, які не вимагають пароля.

3. Атака " Brute Force". Brute Force - це метод, який передбачає вгадування пароля Wi-Fi шляхом систематичної спроби всіх можливих комбінацій для отримання несанкціонованого доступу до мережі. Цей метод ґрунтується на наполегливості зловмисника та припущенні, що пароль не є дуже складним або довгим. Бази даних з популярними паролями та комбінаціями символів також можуть використовуватися для прискорення процесу.

Мета атакувальника. Маючи правильний пароль Wi-Fi, атакувальник отримує необмежений доступ до всіх пристроїв, підключених до домашньої мережі. Він може потенційно проникнути в інші пристрої в мережі та отримати доступ до загальних ресурсів. Також є можливість перехоплення та запису всього потоку даних в мережі без шифрування.

Заходи безпеки. Використовуйте складний, унікальний пароль для вашої мережі Wi-Fi і оновлюйте його регулярно. Використання фрази з буквами, цифрами та символами високо рекомендовано. Переконайтеся, що ви змінили стандартні облікові дані, які поставляються з вашим маршрутизатором, оскільки стандартні паролі легко доступні та часто використовуються для атак. Крім того, розгляньте можливість обмеження кількості пристроїв, які можуть підключатися до вашої мережі, щоб зменшити ризик несанкціонованого доступу.

4. Атака на Маршрутизатор. Деякі моделі маршрутизаторів вразливі до порушень безпеки через вразливості в прошивці. Оскільки багато бездротових маршрутизаторів використовують Linux як основу, виробники часто включають відкриті програми, які можуть мати недоліки. Хакери можуть використовувати ці розриви, щоб виконувати команди на маршрутизаторі, надаючи їм повний контроль.

Мета атакувальника. Одержавши контроль, атакувальник може змінювати налаштування, вимикати функції безпеки та забезпечувати постійний доступ до меню маршрутизатора без виявлення. Захоплений маршрутизатор може потім бути використаний зловмисником для приєднання до ботнету, мережі компрометованих пристроїв. Це дозволяє запускати атаки на інші мережі, такі як атаки відмови в обслуговуванні (DoS) або відправка спам-повідомлень.

Заходи безпеки. Слід слідкувати за інформацією про вразливості маршрутизатора, відвідуючи сторінки підтримки, специфічні для вашої моделі маршрутизатора, а також авторитетні веб-сайти з кібербезпеки. Регулярно перевіряйте оновлення прошивки, щоб усунути можливі вразливості.

5. Віддалена Атака. Ця загроза полягає в тому, що хакер намагається отримати доступ до Wi-Fi мережі з відстані, зазвичай через Інтернет. Один з поширених методів - це сканування мережевих пристроїв, які налаштовані на віддалений доступ, часто використовуючи стандартні порти. Після ідентифікації хакер може використовувати методи, такі як атаки

"Brute Force", щоб намагатися розшифрувати паролі та отримати контроль над Wi-Fi мережею.

Мета атакувальника. Зміни в налаштуваннях меню маршрутизатора дозволяють атакувальникові отримати його контроль. Після цього вони можуть інтегрувати компрометований маршрутизатор в ботнет або маніпулювати доступом до Інтернету пристроїв, підключених до Wi-Fi. Ця маніпуляція може включати перенаправлення веб-трафіку на сервер, контрольований атакувальником. В результаті вони можуть потенційно захопити паролі або розмістити шкідливе програмне забезпечення в домашню мережу.

Заходи безпеки. Активуйте віддалений доступ лише тоді, коли це необхідно, та використовуйте складний пароль для входу в меню маршрутизатора. Також найкраще створити окремий обліковий запис користувача для віддаленого доступу, відмінний від того, який ви використовуєте для локального доступу. Крім того, ви можете скористатися можливістю визначення діапазону IP-адрес. Це означає, що тільки бездротові пристрої з певним відповідним IP-адресою матимуть змогу отримати доступ до маршрутизатора віддалено. Для додаткової безпеки деякі маршрутизатори також блокують меню після певної кількості неуспішних спроб входу або збільшують затримку після кожної неуспішної спроби, перш ніж дозволити наступний вхід.

Висновки. Забезпечення безпеки підключень Wi-Fi є надзвичайно важливим у сучасному світі. Приймаючи попередні заходи для забезпечення безпечного доступу та захисту вашої мережі від потенційних загроз, ви створюєте безпечне цифрове середовище, та гарантуєте безпеку даних, які циркулюють у вашій мережі.

Список використаних джерел

1. E. Tews and M. Beck, “Practical Attacks against WEP and WPA,” in Proceedings of the Second ACM Conference on Wireless Network Security, ser. WiSec ’09. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2009, p. 79–86. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/1514274.1514286

2. M.Ghering, “Evil Twin vulnerabilities in Wi-Fi networks,” Bachelor Thesis, Radboud University, 2016. [Online]. Available: https://www.cs.ru.nl/bachelors-theses/2016/Matthias Ghering 4395727 Evil Twin Vulnerabilities in Wi-Fi Networks.pdf (дата звернення: 20.02.2024)

3.Y. Zou, J. Zhu, X. Wang, and L. Hanzo, “A Survey on Wireless Security: Technical Challenges, Recent Advances, and Future Trends,” Proceedings of the IEEE, vol. 104, no. 9, pp. 1727–1765, Sep. 2016.

4. Антипов, І. Є. Удосконалення моделі Wi-Fi мережі з метою запобігання вторгненням / І. Є. Антипов, Є. Ю. Бондар, Т. А. Василенко // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. – Харків, 2014. – Вип. 177. - С. 60 - 63.

УДК 621.396.2+373.167.1

ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОГО РИНКУ СИСТЕМ ПЕРИМЕТРАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Куцев Д.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: danylo.kutsev@nure.ua

Emerging technologies such as integrated fiber optic intrusion detection systems, video analytics and thermal imaging cameras will contribute significantly to the growth of the perimeter security market in the coming years. The development of innovations based on artificial intelligence will also contribute to the further growth of this segment. The industry drivers will be the development of innovations in the field of unmanned aerial vehicles and the introduction of automated processes in order to reduce personnel

У 2023 р. світовий ринок периметральної безпеки оцінюється Expert Market Research приблизно 74.53 млрд доларів [1]. Аналітики очікують, що у період 2024-2032 років ринок зростатиме в середньому на 7.8 % і досягне 146.58 млрд. доларів у 2032 році. Тотожні цифри наводяться ще в двох звітах. Market Research Future оцінює розмір ринку периметрального захисту у 65.2 млрд. доларів у 2022 р. та 71.92 млрд. доларів у 2023 р [2]. Прогноз обсягу світового ринку до 2032 р. становить 157.55 млрд доларів за середньорічного зростання 10.3 %. Global Information вважає, що світовий ринок охорони периметра в 2023 р. складе 60.41 млрд. доларів, а до 2030 р. досягне 123.42 млрд. доларів при середньорічному темпі зростання 10.67 % [3]. Отже, порядок значень досить схожий.

Сегментація ринку систем периметрального захисту.

Заходи та системи, що застосовуються для захисту кордонів або фізичного периметра, спрямовані на забезпечення його безпеки та служать для запобігання або виявлення несанкціонованого проникнення та, за необхідності, ініціації дій у відповідь.

Серед засобів захисту периметра виділяють:

1. Фізичні бар'єри. Це стіни, огорожі, ворота, стовпчики, бар'єри, турнікети та ін. Вони призначені для запобігання несанкціонованому доступу.

2. Системи контролю доступу. З їх допомогою регулюються та керуються точки входу та виходу. При цьому використовуються електронні ключ-карти, біометричні системи, пін-коди та ін.

3. Системи відеоспостереження. Є найважливішими компонентами безпеки периметру та домінують у цьому сегменті. Відеокамери, датчики руху, інтелектуальні пристрої, відеоаналітика набирають все більшої популярності. Ці системи допомагають контролювати та реєструвати дії по пе-

риметру, забезпечуючи моніторинг у режимі реального часу та докази у разі порушення безпеки.

4. Системи виявлення вторгнень (IDS). Це автоматизовані системи, що виявляють та попереджають про несанкціоновані порушення периметра. При цьому використовуються різні датчики: лазери, детектори руху тощо.

5. Освітлення. Наявність яскравого освітлення по периметру відлякує зловмисників та покращує видимість для систем спостереження. Добре освітлені місця зменшують кількість укриттів та полегшують виявлення незаконної діяльності.

Навчений персонал служби безпеки може посилити захист об'єкта, контролюючи периметр, перевіряючи особи та швидко реагуючи на інциденти.

Драйвери зростання ринку систем периметрального захисту.

За останні кілька років індустрія безпеки периметра значно зросла, чому сприяли технологічні досягнення та перехід до цифрових рішень замість традиційних підвищення безпеки та спостереження. Розвиток інновацій на основі штучного інтелекту сприятиме подальшому зростанню цього сегменту.

Використання сучасних технологій, таких як IP-камери спостереження для віддаленого моніторингу, датчики руху та бездротові технології, робить значний внесок у зростання ринку. Очікується також, що поступального руху індустрії сприятиме розвиток інновацій у галузі безпілотних літальних апаратів на основі штучного інтелекту.

Нові технології, такі як інтегровані оптоволоконні системи виявлення вторгнень по периметру, відеоаналітика та тепловізійні камери, також зроблять значний внесок у зростання ринку найближчими роками. Необхідність скорочення персоналу та використання автоматизованих процесів також стануть драйвером ринку. штучний інтелект, електроніка, напівпровідники та комп'ютерне програмування збільшуватимуть свій вплив на розвиток периметрових систем. Виробникам та розробникам доведеться витрачати більше коштів на дослідження та розробки, якщо вони хочуть зберегти свою конкурентну перевагу.

Військовий та оборонний сектор, транспорт, об'єкти критичної інфраструктури, атомні станції, хімічна промисловість, нафтогазова галузь та ін. роблять основний внесок у зростання індустрії безпеки периметра, оскільки для них дуже важливо не допускати зловмисників на охоронювану територію, щоб забезпечити захист від злому та вандалізму.

Регіональне лідерство.

Північна Америка нині займає лідируючу позицію у розвитку ринку систем захисту периметра. На другому місці – Європа, на третьому – азіатсько-тихоокеанський регіон. Експерти прогнозують, що найближчими ро-

ками ринок охорони периметра стане найбільш зростаючим в азіатсько-тихоокеанському регіоні, що пояснюється зростанням населення, занепокоєнням щодо загроз вторгнення за периметр з боку терористичних груп, а також великими інвестиціями урядів у заходи громадської безпеки.

Висновки.

Нові технології, такі як інтегровані оптоволоконні системи виявлення вторгнень, відеоаналітика та тепловізійні камери, зроблять значний внесок у зростання ринку охорони периметра найближчими роками. Розвиток інновацій на основі штучного інтелекту також сприятиме подальшому зростанню цього сегменту. Драйверами індустрії виступлять розвиток інновацій у галузі безпілотних літальних апаратів та впровадження автоматизованих процесів з метою скорочення персоналу.

Список використаних джерел

1. Global Perimeter Security Market Outlook. URL: https://www.expertmarketresearch.com/reports/perimeter-security-market (дата звернення: 20.12.2023).

2. Global Perimeter Security. URL: https://www.marketresearchfuture.com/reports/perimeter-security-market-12522 (дата звернення: 20.12.2023).

3. Global Perimeter Security Market 2023-2033. URL: https://www.giiresearch.com/report/avd1383254-global-perimeter-security-market.html (дата звернення: 20.12.2023).

УДК 621.396.962.4 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.515

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПЕЛЕНГАЦІЇ БЛА ТАКТИЧНОГО (ОКОПНОГО) РІВНЯ НА ОСНОВІ SDR РАДІО

Бохан І.А. Лихограй В.Г. Тухтаров В.Б.
Науковий керівник – доц. Лихограй В.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРІСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: ivan.bokhan@nure.ua, vasyl.lykhograi@nure.ua, vladyslav.tukhtarov@nure.ua

In connection with the aggression of the Russian Federation against Ukraine and the possible aggression of the Russian Federation against NATO countries, based on the active development of radio-controlled unmanned systems of the Armed Forces of the Russian Federation, this work examines the existing and prospective developments of direction-finding means of unmanned aerial vehicles (UAV) of the tactical level of the armed forces of the Russian Federation.

У зв'язку з агресією РФ проти України та можливою агресією РФ проти країн НАТО, спираючись на активний розвиток радіокерованих безпілотних систем ЗС РФ, – в цій роботі розглядаються існуючі та перспективні розробки засобів пеленгації безпілотних літаючих апаратів (БЛА, БПЛА) тактичного рівня збройних сил РФ.

Безпілотні літаючі апарати бувають різних типів і за призначенням їх можна поділити на: розвідувальні (Орлан, Гранат 2, Застава, ZALA, Eleron, тощо) та ударні [1]. Ударні UAVs зможуть бути як промислового виробництва для військових завдань (Ланцет, Форпост, Оріон) так і цивільного призначення, але перероблені для військових потреб (DJI Mavic 3 з можливістю скидання бойових зарядів та безліч керованих дронів від першої особи (*First Person View*, FPV)).

Завчасне виявлення БЛА, що наближається або слідкує на відстані за позиціями ЗСУ, є пріоритетною метою, яка формує наступні задачі – пеленгація і визначення координат самих UAVs та керуючих ними операторів.

На цей час, на театрі бойових дій в Україні, використовуються декілька типів систем пасивної радіо пеленгації, ще більше подібних систем існує в світі в тому числі у партнерів по NATO. Серед українських розробок можна навести такі:

1. Комплекс РТР PLASTUN-RP3000 (Рис. 1, а) українських розробників визначає місцеположення та відображає координати ДРВ в тому числі з псевдовипадковою перебудовою робочих частот (ППРЧ) в режимі реального часу з метою створення та актуалізації мапи радіоелектронної обстановки, забезпечує обмін даними по захищеному каналу зв'язку в ре-

жимі реального часу для узгодження інформації про розташування та характеристики виявлених ДРВ. Технічні характеристики комплексу РТР PLASTUN-RP3000: діапазон робочих частот 25-3000 МГц; швидкість сканування понад 2 ГГц/с; смуга миттєвого огляду 20 МГц; роздільна здатність по частоті при панорамному пеленгуванні 12,5 кГц; мінімальний час пеленгування менше 15 мс [2].

2. Ще одна з українських розробок – чотири канальна станція виявлення та пеленгації БЛА за сигналами випромінювання їх бортових систем (канали управління, телеметрії та передачі даних) КВЕРТУС MS Azimuth (Рис. 1, б). Станція КВЕРТУС MS Azimuth також здатна контролювати радіочастотний спектр, вимірювати параметри і пеленгувати ДРВ та документувати результати роботи. Технічні характеристики КВЕРТУС MS Azimuth: діапазон робочих частот: 30 – 6000 МГц; миттєва смуга частот: 200 МГц; швидкість сканування частот: 200 – 400 ГГц/с; роздільна здатність по частоті: 30.5 кГц; максимальна дальність виявлення: 15 км; мінімальний час пеленгування – 32 мкс; похибка пеленгування (RMS): ≤5°; коефіцієнт підсилення антени: 6 дБ; ширина променю ДН антени по висоті: 60°; поляризація: вертикальна [4].

Всі описані вище комплекси – це високо технологічні, вартісні засоби, які до того ж потребують кваліфікованого обслуговування, і які не доцільно розташовувати на ЛБЗ, а тим більше біля окопу, бліндажу тощо: тобто вони не є видатковим матеріалом.

а

б

Рисунок 1 – Зразки засобів РТР: КВЕРТУС MS Azimuth (в)

Отже, є необхідність в розробці систем виявлення БЛА на бюджетних комплектуючих, рівень технологічності яких зараз дозволяє вирішувати

задачі тактичного рівня; більше того, вони мають прийнятні мас-габаритні показники і низьку вартість.

В цьому контексті слід говорити про технології програмно-визначеного радіо (Software-Defined Radio, SDR) – системи радіозв'язку, де персональний комп'ютер бере на себе практично весь об’єм робіт із обробки радіосигналів модуляції / демодуляції, в тому числі завдяки спеціальному програмному забезпеченню, яке керує роботою деяких спеціалізованих процесів чи мікропроцесорних пристроїв, призначених для обробки сигналу.

Прикладом використання SDR у складі невеликих радіосистем є розробка американськими інженерами-ентузіастами п’яти канального когерентного радіопеленгатора Kraken SDR Radio [3]. В цьому радіопеленгаторі використовується п’ять спеціальних RTL-SDR із підтримкою когерентної синхронізації. Дякі технічні характеристики радіопеленгатора Kraken SDR Radio: діапазон робочих частот: 24 – 1766 МГц; максимальна смуга пропускання каналу – 2.56 МГц; радіо тюнер – 5xR820T2; радіо АЦП: 5x RTL2832U; розрядність АЦП – 8 біт.

Іншим прикладом використання сучасних SDR технологій є апаратна платформа нового покоління Hack RF, яка має відкритий вихідний код, може використовуватись як USB-периферійний пристрій, або може бути запрограмована для автономної роботи [5]. Hack RF – це SDR периферійний пристрій, здатний передавати або приймати радіосигнали в діапазоні від 1 МГц до 6 ГГц.

Апаратне забезпечення Hack RF має також параметри [5]:

- частотний змішувач із вбудованим синтезатором RFFC507280 МГц-4200 МГц;
- радіочастотний трансивер MAX2837 зі смугою пропускання 2,3–2,7 ГГц;
- процесор LPC4330 з основною частотою 204 МГц;
- підсилювач MGA-81563: смуга 0,1– 6 ГГц, живлення 3 В, коефіцієнт підсилення 14 дБм;
- ширина смуги пропускання 20 МГц
- розрядність (АЦП/ЦАП): 8 біт
- швидкість дискретизації (АЦП/ЦАП): 20 Мбіт/с
- максимальна потужність передачі: 10 дБм.

Таким чином, пеленгація на приймачах, в основі яких лежить принцип SDR високої точності (HackRF), диктує використання фазових методів виявлення з декількома приймачами одночасно, як мінімум три, але досвід сучасних розробок демонструє 4 і більше [4]. Можливості HackRF дозволяють дуже точно синхронізувати пеленгаційну систему з декількох SDR приймачів високої прецизійності. Також можливо підвищити точність виявлення координат цілі за допомогою використання вузько спрямованих антен.

Для збору даних з радіо пеленгаційної системи на основі приймачів HackRF та керування ним може використовуватись мова програмування Python, а загальний інтерфейс загалом може бути реалізовано за можливостями мови React.

Для графічного відображення координат пеленгації по описаним вище даним можна запропонувати використання персонального комп'ютера з монітором на операційній системі Windows, чи смарт телефонана ОС Android, iOS.

Висновок: розробка комплексів пеленгації окопного рівня на сучасних цифрових SDR-приймачах і новітніх антенних системах є актуальною та не відкладною для розробників в умовах українсько-російської війни.

Список використаних джерел

1. ГШ ЗСУ Залужний В.Ф. Доктрина «Застосування безпілотних систем у силах оборони України» 2023 – 54 с.

2. MILITARNYI // URL:https://mil.in.ua/uk/articles/suchasni-nazemni-zasoby-radiotehnichnoyi-rozvidky-inozemnyh-derzhav/ (дата звернення: 02.03.2024)

3. КВЕРТУС MSAzimuth // URL:https://kvertus.ua/product/kvertus-ms-azimuth/(дата звернення: 11.02.2024)

4. Kraken SDR // URL: https://www.krakenrf.com/about-krakensdr/ (дата звернення: 11.02.2024)

5. HackRF // URL:https://sdr.in.ua/product/hackrf-one-original-great-scott-gadgets/ (дата звернення: 11.02.2024).

6. Сверхширокополосная антенна для радиомониторинга / Воргуль А.В., Лучанинов А.И., Лихограй В.Г., Назаренко В.А., Щербина А.А. // Збірник наукових робіт четвертої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми електромагнітної сумісності перспективних бездротових мереж зв'язку (ЕМС – 2019)» М-во освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків: ХНУРЕ, 2019. – С. 77-80

УДК 621.396.962.4 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.519

ВИБІР АНТЕННИХ СИСТЕМ У СКЛАДІ ЗАСОБІВ ПЕЛЕНГАЦІЇ БЛА ТАКТИЧНОГО (ОКОПНОГО) РІВНЯ

Бохан І.А. Тухтаров В.Б.
Науковий керівник – доц. Лихограй В.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРІСТЗІ, м. Харків, Україна
e-mail: ivan.bokhan@nure.ua, vladyslav.tukhtarov@nure.ua

This work provides an overview of the antennas in modern radio direction finding systems from world leaders - companies Rohde & Schwarz (Germany) and TCI (USA).

У зв'язку з агресією РФ проти України, спираючись на активний розвиток радіокерованих безпілотних літаючих апаратів (БЛА) ЗС РФ, – в цій роботі розглядаються питання вибору антенних систем для перспективних і розробки засобів пеленгації безпілотних літаючих апаратів (БЛА, БПЛА) тактичного рівня збройних сил РФ.

В цій роботі наведено огляд антен у складі сучасних радіо пеленгаційних систем від світових лідерів – компаній Rohde & Schwarz (Німеччина) та TCI (США).

1. Пеленгаційні АС Rohde & Schwarz (Німеччина)

Антенні системи пеленгаційних комплексів Rohde & Schwarz (Німеччина) мають досить широку номенклатуру конфігурацій в залежності від призначення Так, базовим компонентом майже всіх модифікацій АС Rohde & Schwarz є кільцева антенна решітка ADD153 (рис. 1) [1]

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд АС R&S ADD153

АР ADD153 складається з 9 реконфігурованих вертикальних диполів, які мають друковане виконання з обох боків діелектричної підложки і розташованих з рівним кутовим кроком (рис. 2). Довжина диполів в залежності від вибраної ділянки частотного спектру 20 – 1300 MHz змінюється (комутується) за допомогою p-i-n діодів типу BAR-64 (Siemens) (рис. 3).

Так як опір випромінювача має комплексне значення і змінюється в дуже широких межах в діапазоні робочих частот 20 – 1300 MHz, досягти прийнятного узгодження з допомогою пасивних узгоджувальних пристроїв досить складно. Тому для дипольних антен застосовується «активне» узгодження, яке полягає в тому, що безпосередньо до входу самої антени підключається підсилювач РЧ з високим вхідним опором (десятки кОм), а його узгоджений вихід через симетруючу схему підключається вже до антенних комутаторів чи безпосередньо до несиметричного коаксіального входу приймального пристрою (зі стандартним хвилевим опором 50 Ом).

Рисунок 2 – Зовнішній вигляд АЕ R&S ADD153

Рисунок 3 – Зовнішній вигляд плеча диполя з реконфігурацією ADD153

Наступна розглянута нами антенна система R&S ADD196 [2] (рис. 4) складається з кількох антенних підсистем, зокрема пеленгаційні АС реалізовані як кільцеві АР, які мають багатоелементну структуру зі змінюваною електричною довжиною антенних елементів (диполі з реконфігурацією) для найбільш оптимального налаштування апертури антени під робочу частоту.

Обидві антени моніторингу виконані в друкованому варіанті і розташовані зверху над пеленгаційними АР.

Для прийому сигналів з вертикальною поляризацією в антенній системі R&S ADD196 використовується 9 вертикальних реконфігурованих диполів в друкованому виконанні. Максимальна висота диполів становить 0.2 м. Перемикання між АР вертикальної й горизонтальної поляризації здійснюється з допомогою p-i-n діодного перемикача.

Технічною особливістю даного радіо пеленгаційного комплексу є ная-

вність одноканального прийомного пристрою й перемикача зі складною схемою комутації, а також набір фазообертачів. Вбудований електронний антенний перемикач дозволяє вибирати поляризацію прийнятих сигналів.

Рисунок 4 – Зовнішній вигляд АС R&S ADD196

2. Пеленгаційні АС компанії TCI (США)

Базовою конструкцією антенної системи радіопеленгатора компанії TCI є конструкція антенної решітки TCI 641 з 9 ортогональними ТЕМ рупори без фазового центру та центральним бі-коничним диполем, який використовується в якості антени моніторингу, яка розташована зверху над АР (див. рис. 5).

Рисунок 5 – Антенні системи моделей 641 a), 643 b), 647 c) та 647D d)

Перевагою нової антенної системи для приймання хвиль із горизонтальною й вертикальною поляризацією є більш проста конструкція в порів-

нянні з аналогічною антеною TCI 641, призначеної для приймання хвиль із вертикальною поляризацією (рис. 5, b). Новий варіант антенної системи TCI 643 – це вже дев'ять ТЕМ рупорів, де кожна з внутрішніх поверхонь ТЕМ рупора розділена на дві частини щілиною, що розширюється, подібно антені Вівальді [3].

В АР моделі 643 для вибору прийому сигналів з вертикальною чи горизонтальною поляризацією необхідно вибрати спосіб підключення чотирьох смужок ТЕМ рупора з розширюваною щілиною Вівальді: якщо обидві половинки кожної смужки живляться синфазно, відбувається прийом сигналів з вертикальною поляризацією; якщо смужки живляться протифазно, відбувається прийом сигналів з горизонтальною поляризацією.

Слід указати на неможливість пеленгування з допомогою АС з ТЕМ рупорів ДРВ, розташованих поблизу зенітного напрямку [3].

Висновки: аналіз розглянутих пеленгаційних антенних систем свідчить про те, що майже всі вони є кільцевими, багатоярусними антенними решітками, виконаними з комбінованих АЕ типу нефазованих антен, а антени моніторингу - це широкосмугова симетрична бі-конусна антена всеспрямована в горизонтальній площині. Отже, пошук нових конструктивних рішень АС у складі засобів пеленгації БПЛА є актуальною темою для дослідницьких робіт.

Список використаних джерел

1. Цифровые сканирующие пеленгаторы сигналов от 300 кГц до 6 ГГц R&S DDF550 Департамент радиомониторинга и специальных технических средств Редакция от 21.01.2014

2. Rohde & Schwarz // URL: http://www.rohde-schwarz.com

3. About SPX // URL: http://www.spx.com

4. Сверхширокополосная антенна для радиомониторинга / Воргуль А.В., Лучанинов А.И., Лихограй В.Г., Назаренко В.А., Щербина А.А. // Збірник наукових робіт четвертої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми електромагнітної сумісності перспективних бездротових мереж зв'язку (ЕМС – 2019)» М-во освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків: ХНУРЕ, 2019. – С. 77-80

УДК 004.75+004.77
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.523

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

Шкопотко П. М. Медведєв Є.О.
Науковий керівник – ст. викл. Медведєв Є.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30,
e-mail: pavlo.shkopotko@nure.ua, eugene.medvedev@nure.ua

The theory of video surveillance design, utilized components, selection of optimal equipment, and detailed virtual design are being discussed. Following the introduction to the concept of surveillance systems, there is a thorough discussion of design considerations.

Існує багато різних типів систем відеоспостереження - аналогових і цифрових, дротових і бездротових, з різними режимами роботи, але основні компоненти більш-менш однакові: камера, об'єктив, відео реєстратор, монітор, і кабелі (для дротових систем), які передають сигнал з одного місця в інше. [1].

Камера вловлює сигнал із зони спостереження через об'єктив і може бути дротовою або бездротовою. [2].

Монітором може бути як звичайний телевізор, комп’ютерний монітор (без можливості налаштування), так і комп'ютер або ноутбук. Більшість сучасних систем відеоспостереження має можливість віддаленого перегляду через Інтернет.

Для запису та перегляду архіву необхідно цифровий відеореєстратор (DVR), або мережевий відеореєстратор (NVR) в залежності від типу системи відеоспостереження [3].

Система відеоспостереження є невід'ємним компонентом сучасної безпеки. Складність та структура такої системи визначається в залежності від поставленої задачі та об’єкту.

Перед будь-яким встановленням системи відеоспостереження необхідно провести глибоке дослідження об'єкта, а саме:

1. Визначення потреби в системі відеоспостереження.
2. Визначення об'єкта загрози, незалежно від того, чи знаходиться вона ззовні або всередині, близько або далеко.
3. Визначення території, яка потребує спостереження.
4. Місця встановлення камер.
5. Визначення переважаючих умов освітлення.
6. Як зображення будуть захоплені, переглянуті, записані та збережені для спостереження.

7. Розробка проєкту системи.

Наведемо найважливіші моменти, які потрібно враховувати під час планування зони огляду камери:.

- можлива поява чи опадання листя на деревах в залежності від пори року;
- можлива поява сторонніх джерел світла. Залежно від часу доби та сезону сонячне світло може створювати відблиски або не забезпечувати достатніх умов освітленості.Вікна, будівлі, вода можуть викликати засвічення та погіршити якість зображення;
- активність сцени – потрібно враховувати можливу появу тимчасових чи нових об'єктів у зоні огляду камери;
- якщо камера встановлюється для ідентифікації людей, її слід розмістити приблизно на висоті голови середнього зросту;
- розрахунок кута огляду відеокамери.

Важливо працювати з кінцевим користувачем, щоб зрозуміти, яке поле зору необхідне для зображення на моніторі. Поле зору - це ширина і висота сцени, яку бачить об'єктив. Воно залежить від фокусної відстані та відстані до об'єкта. Будь-яке поле зору має певну критичну зону, яка є зоною спостереження. Наприклад, коли камера спостерігає за воротами, простір, через який проїжджає автомобіль, є критичною зоною огляду, або якщо камера спостерігає за дверима, простір, який займає людина, що проходить через двері, є критичною зоною огляду. Так само кожна сцена має критичну зону огляду.

Наступні кроки описують процедуру проведення аналізу:

1. Визначається область сцени, яку потрібно покрити об'єктивом, і проводиться оцінка ширини або вертикальної висоти сцени.

2. Оцінка відстані від камери до місця події.

3. Розрахунку фокусної відстані. Для розрахунку фокусної відстані об'єктива використовується метод стандартної формули та метод калькулятора. Фокусна відстань - це відстань між лінзою та матрицею відеокамери. Варто запам'ятати таке правило: чим менша фокусна відстань, тим більший кут огляду відеокамери і навпаки, чим більша фокусна відстань, тим менший кут огляду відеокамери (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність фокусної відстані та кута огляду

Фокусна відстань	2,8 мм	3,6 мм	6 мм	8 мм	12 мм	16 мм
Кут огляду	104º-86 º	84º-72º	48º	30º	25º	17º

При виборі фокусної відстані об'єктива слід враховувати, що кут ясного зору людини по горизонталі становить приблизно 36°, що відповідає фокусній відстані ~ 6,9 мм (для відеокамери з розміром матриці 1/3"). Тому відеокамери з фокусною відстанню об'єктива менше 6,9 мм візуально віддалятимуть зображення, більше 6,9 мм – відповідно наближатимуть.

4. На будь-якій сцені є ділянки або рухомі об'єкти, які є критично важливими. Важливо розуміти, що потрібно для виявлення або позитивної ідентифікації. У таблиці 2 наведені приблизні дистанції для ідентифікації, розпізнавання, виявлення об’єктів для різних значень фокусної відстані.

Таблиця 2 – Приблизні дистанції для ідентифікації, розпізнавання, виявлення об’єктів для різних значень фокусної відстані

Фокусна відстань,(мм)	Дистанція ідентифікації (м)	Дистанція розпізнавання (м)	Дистанція виявлення (м)
2,8	1,86	4,66	23,33
3,3	2,2	5,5	27,5
3,6	2,4	6	30
4,2	2,8	7	35
6	4	10	50
8	5,33	13,33	66,66
9	6	20	100
12	8	36,66	183,33

5. Якщо пропорція критичної зони огляду відповідає очікуваній, то використовується розрахована фокусна відстань, якщо ні, то змінюється фокусна відстань до тих пір, поки не буде знайдена правильна пропорція, або змінюється відстань до камери до тих пір, поки не буде знайдена правильна пропорція. Якщо це не вдається, можливо, доведеться вибрати об'єктив, який має найближчі параметри до необхідних.

Освітлення. На можливості ідентифікації людей та об'єктів дуже сильно впливає освітлення. Тіні, високий контраст та контрове підсвічування ускладнюють ідентифікацію та розпізнавання в порівнянні з більш сприятливими умовами освітлення.

Необхідно проводити вимірювання та розрахунки, щоб правильно обрати камеру і щоб вона відповідала умовам освітлення на місці події. Якщо наявна освітленість перевищує мінімально допустиму, то можна використовувати поточну камеру.

При відеоспостереженні поза приміщеннями важливо пам'ятати про те, що інтенсивність та напрямок сонячного світла змінюється протягом дня. На освітленість та відображення також впливають погодні умови. Наприклад, сніговий покрив сильно відбиває світло, тоді як дощ і мокрий асфальт поглинають світло і знижують відбиття. Приклади впливу освітлення на можливість ідентифікації показано на рисунку 1.

При слабкому освітленні світлочутлива матриця камери створює значний шум, який негативно позначається на якості зображення. Це може ускладнити ідентифікацію. При будь-якій освітленості доводиться шукати компроміс між шумом, витримкою та глибиною різкості, але чим кращі умови освітлення, тим сприятливіше поєднання цих параметрів можна ви-

брати.

Розташування камери. Розташування та напрямок об'єктива камери є критично важливими параметрами для успішної ідентифікації. Пов'язано це не тільки із запобіганням складним ситуаціям з освітленням, але також забезпеченням зйомки людей або об'єктів під правильним кутом. Якщо, наприклад, камера встановлена високо над землею, зображення матиме вигляд з висоти, що спотворюватиме людей та об'єкти, ускладнюючи їхнє розпізнавання.[4]

Рисунок 1 – Приклади впливу освітлення на можливість ідентифікації
a) освітленості на 1600 лк та сприятливому напрямку світла;
b) освітленість становить 350 лк, але є фонове засвічення;
c) отримано при освітленості 7 лк та сприятливому напрямку світла;
d) освітленість становить 1,5 лк

Висновки**.** Щоб гарантувати досягнення поставленої мети ідентифікації та розпізнавання, важливо випробувати встановлені камери в реалістичних умовах. Потрібно перевіряти роботу камер під час різного освітлення та переглядати записи, щоб переконатися, що отримане зображення бажаної якості.

Список використаних джерел

1. Raghunandan A. Object detection algorithms for video surveillance applications / A. Raghunandan, P. Raghav, H. Aradhya // IEEE International Conference on Communication and Signal Processing. – India, 2018.

2. Zhang D. Application of robust face recognition in video surveillance systems / D. Zhang, A. Peng, H. Zhang // Optoelectronics Letters. – 2018. – Vol. 14, Issue 2. – P. 152–155.

3.Sreenu G. Intelligent video surveillance: a review through deep learning techniques for crowd analysis / G. Sreenu, M. Durai // Journal of Big Data. – 2019. – Vol. 6, Issue 1. – P. 1–27.

4. Infotech URL: https://infotech.com.ua/article/standarty-identifikacii-raspoznavanii-i-detektirovanii-ludei (дата звернення: 20.02.2024)

5. Засоби та системи технічного захисту інформації: Навчальний посібник для студентів ЗВО / І.Є. Антіпов, А.М. Олейніков, Ю.В. Ликов та ін. Харків : ХНУРЕ, 2019. 216 с.

УДК 654.9:621.391 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.527

СИСТЕМА ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ВЕЛИКИХ ТЕРИТОРІЙ

Савенко С.О.
Науковий керівник – к.т.н., доцент, Ликов Ю.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра КРіСТЗІ, email: stepan.savenko@nure.ua.

This work explores burglar alarm systems tailored for securing expansive areas like airports, factories, and state borders. It discusses the challenges posed by such large territories and examines existing threat detection tools, including sensors and surveillance systems. Highlighting the limitations of traditional video surveillance, the work introduces LoRaWAN technology as a transformative addition to burglar alarm systems. By seamlessly integrating LoRaWAN-enabled sensors, these systems can overcome limitations, enhance threat detection, and fortify perimeter security.

У сучасному ландшафті безпеки охорона великих територій, таких як аеропорти, заводи, електростанції та державні кордони, представляє унікальні виклики, які вимагають надійних і складних систем охоронної сигналізації. Ці «великі території» охоплюють величезні простори з різноманітною інфраструктурою та активами, які потребують захисту від потенційних загроз безпеці, починаючи від несанкціонованого доступу до крадіжок і саботажу. Забезпечення безпеки та цілісності цих критично важливих інфраструктур має першочергове значення для забезпечення громадської безпеки, національної безпеки та економічної стабільності.

Термін «великі території» охоплює широкий спектр життєво важливих інфраструктур і стратегічних місць, необхідних для функціонування та безпеки сучасних суспільств. Аеропорти служать воротами для подорожей і торгівлі, заводи забезпечують промислове виробництво, електростанції забезпечують основні потреби в енергії, а державні кордони розмежовують суверенні території. Безпека цих територій має важливе значення для забезпечення громадської безпеки, захисту критично важливих активів і захисту інтересів національної безпеки.

Традиційні системи охоронної сигналізації покладаються на комбінацію інструментів виявлення загроз і датчиків для зменшення ризиків безпеки на великих територіях. Ці інструменти включають датчики руху, датчики дверей і вікон, датчики розбиття скла та огорожі по периметру, оснащені можливостями виявлення вторгнень. Хоча ці датчики ефективні у виявленні несанкціонованого проникнення або спроб вторгнення, вони можуть бути обмежені в діапазоні охоплення та сприйнятливості до помилкових тривог.

Хоча системи відеоспостереження широко використовуються для

моніторингу безпеки, вони мають властиві обмеження, особливо на великих територіях. Ці обмеження включають сліпі зони покриття, залежність від прямої видимості, вразливість до погодних умов і потребу в розгалуженій інфраструктурі для зберігання та обробки даних. Крім того, відеосистеми можуть бути схильні до втручання або саботажу, що погіршує їх ефективність у критично важливих програмах безпеки.

Щоб подолати обмеження традиційних систем охоронної сигналізації та підвищити безпеку на великих територіях, інтеграція технології LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)[1] із датчиками виявлення загроз пропонуємо перспективне рішення. Можливості бездротового зв'язку LoRaWAN на великій відстані та з низьким енергоспоживанням трансиверу забезпечують безперебійне підключення та передачу даних у великих зонах, долаючи обмеження традиційних дротових або стільникових мереж. Інтегруючи датчики з підтримкою LoRaWAN у системи охоронної сигналізації, організації можуть розширити можливості виявлення загроз, розширити діапазон покриття та посилити захист периметра з мінімальними вимогами до інфраструктури.

Табл. 1. Порівняння існуючих датчиків та датчиками з підтримкою LoRaWAN

Тип датчика	Діапазон	Споживання енергії
Традиційні датчики	Обмежений діапазон покриття, часто потрібне дротове або стільникове підключення.	Відносно високе енергоспоживання через постійну потребу в електроживленні.
Датчики з підтримкою LoRaWAN	Розширений діапазон покриття на кілька кілометрів з мінімальними вимогами до інфраструктури.	Низьке енергоспоживання завдяки енергоефективній бездротовій технології LoRaWAN.

У ході дослідження було проведено комплексний аналіз максимальної дальності, енергоспоживання та пропускної здатності технології LoRaWAN та оцінка отриманих характеристик по відношенню до інтеграції її в системи охоронної сигналізації великих територій. Дослідження виявило переваги, пропоновані датчиками з підтримкою LoRaWAN, продемонструвавши їхню здатність до розширеного радіусу дії, завадо захищеності та мінімального споживання енергії, чому сприяє інфраструктура бездротової мережі LoRaWAN.

Список використаних джерел: 1. LoRaWAN® Specification v1.1. (2017). Home. URL: https://resources.lora-alliance.org/technical-specifications/lorawan-specification-v1-1 (дата звернення 20.02.2024). 2. Lykov, Y.V., Gorelov, D.Y., Lykova, A.A., & Savenko, S.O. (2023). ENERGY EFFICIENCY RESEARCH OF LPWAN TECHNOLOGIES. Radio Electronics, Computer Science, Control, (3), 27.

ПРИСТРОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

УДК 004.72:004.774
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.530

АРХІТЕКТУРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ WEB СИСТЕМ

Койдан Анастасія Андріївна
Науковий керівник – д. т. н., проф. Цопа О. І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС
м. Харків, Україна
e-mail: anastasiia.koidan@nure.ua

The relevance of architectural design in integrated web systems is paramount in the rapidly evolving landscape of internet technologies. Ensuring high quality and efficient performance of web applications is crucial for success in competitive environments. This necessitates constant refinement and innovation in architectural approaches to meet modern user demands. Architectural methodologies like ATAM and 4+1, alongside platforms like InsightQ, offer systematic analysis and optimization, balancing various system characteristics effectively. By amalgamating these methodologies and tools, developers aim to create highly efficient and quality web systems, aligning with user needs and contemporary market demands.

Актуальність теми "Архітектурне проектування інтегрованих web систем" сьогодні виходить за рамки простого поняття технологічного розвитку. Швидкість та постійність змін у цьому сегменті вимагає постійного удосконалення та інновацій у галузі розробки веб-додатків. Відповідно до цього, актуальність архітектурного проектування стає ключовим аспектом у досягненні успіху та конкурентоспроможності. Сучасні веб-додатки не лише мають відповідати функціональним вимогам користувачів, а й забезпечувати їм високу якість обслуговування та зручний інтерфейс. Архітектурне проектування дозволяє розробникам створювати системи, які ефективно взаємодіють з користувачем, масштабуються відповідно до зростаючих потреб та забезпечують безпеку та стабільність в роботі. Окрім того, зростання використання мобільних пристроїв та розвиток Інтернету речей (IoT) ставлять перед розробниками нові виклики, які можна успішно вирішити за допомогою адаптивного та інтегрованого архітектурного підходу. Тому актуальність архітектурного проектування інтегрованих web систем визнається як ключова складова успіху.

Обґрунтування вибору конкретних технологій. Метод аналізу компромісів архітектури (ATAM) є процесом зниження ризиків, що використовується на початкових етапах розробки програмного забезпечення. Розроблений Інститутом програмної інженерії при Університеті Карнегі-Меллона, ATAM сприяє вибору відповідної архітектури для програмної системи шляхом виявлення компромісів та точок чутливості. Цей метод є найбільш ефективним на ранніх етапах розробки, коли витра-

ти на зміну архітектури є мінімальними. Переваги включають ідентифікацію ризиків, поліпшення комунікації зі зацікавленими сторонами, уточнення вимог до якості, покращену архітектурну документацію та обґрунтування архітектурних рішень. Процес включає збір зацікавлених сторін для аналізу бізнес-факторів та вилучення атрибутів якості, які використовуються для створення аналізу компромісів, точок чутливості та ризиків. ATAM обирається для InsightQ через його можливість комплексно розглядати аспекти системи, ідентифікувати ризики та альтернативи, залучати зацікавлених сторін, враховувати якість атрибутів та пристосовуватися до динамічних змін.

Модель переглядів 4+1 - це структура організації інформації, що включає логічну, процесну, фізичну, користувацьку (сценарійну) та сценарійну перспективи. Логічна перспектива описує структуру системи та взаємодії між компонентами. Процесна перспектива зосереджена на взаємодії між процесами та компонентами системи. Фізична перспектива описує фізичну реалізацію системи, включаючи апаратне та програмне забезпечення. Користувацька (сценарійна) перспектива орієнтована на взаємодію користувача з системою та обслуговування його потреб. Сценарійна перспектива представляє використання системи у вигляді сценаріїв або випадків використання. Ця модель дозволяє проектній команді враховувати потреби різних аудиторій та аспекти системи, забезпечуючи повноту та зрозумілість архітектурного опису.

Обрання архітектурного стилю. Атрибути якості визначають ефективність і спроможність системи задовольняти потреби та очікування користувачів. Ось огляд деяких ключових атрибутів якості для системи InsightQ:

1. Ефективність:

- Відгукчивість: Швидкість системи у відповіді на запити користувачів.
- Ефективність використання ресурсів: Мінімізація використання обчислювальних ресурсів.

2. Надійність:

- Стабільність: Мінімізація помилок та аварій.
- Відновлення після збою: Здатність системи відновлювати роботу та дані після збою.

3. Доступність:

- Час доступу: Максимальний час, протягом якого система доступна для користувачів без відмови.

4. Масштабованість:

- Масштабованість розширення: Здатність системи підтримувати зростання обсягу користувачів та даних.

5. Безпека:

- Конфіденційність: Захист конфіденційної інформації

користувачів.

- Ідентифікація та автентифікація: Забезпечення безпеки доступу до системи.

6. Можливість супроводу:

- Легкість супроводу: Зручність внесення змін та виправлення помилок.
- Документація: Наявність документації для підтримки системи.

7. Взаємодія:

- Зручність використання: Простота та зрозумілість інтерфейсу для користувачів.
- Персоналізація: Можливість налаштування інтерфейсу для індивідуальних потреб користувачів.

Ці атрибути якості допомагають забезпечити ефективну та надійну роботу системи InsightQ, роблячи її зручною та безпечною для користувачів під час розвитку та супроводу. На рисунку 1 зображено Utility Tree.

Рисунок 1 – Utility Tree

Список використаних джерел: 1. Bass Len, Paul Clements, Rick Kazman. Software Architecture in Practice. Addison-Wesley Professional, 2012. 2. Kruchten Philippe. The 4+1 View Model of Software Architecture. IEEE Software. Vol. 12, № 6. 1995. P. 42-50. 3. Pressman R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. 8th ed. McGraw-Hill Education, 2014. 4. Clements Paul et al. Documenting Software Architectures : Views and Beyond. Addison-Wesley Professional, 2010. 5. Rozanski Nick, Eoin Woods. Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley Professional, 2002. 6. Tsopa O. Basic technologies and techniques ml/ai for improving physical layer security for 5g/6g communications systems / O. Tsopa, O. Dudka A. Merzlikin // System analysis and intelligent systems for management : The 17th International scientific and practical conference, Ankara, Turkey, 2-5 May 2023. – P. 403–408.

004.9:640.432 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.533

СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ МЕНЮ ДЛЯ РЕСТОРАНІВ

Холодов С. Є.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Цопа О. І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС
м. Харьків, Україна
e-mail: stanislav.kholodov@nure.ua

The research topic focuses on developing an information system for a restaurant using ASP.NET Core technologies and the C# programming language. It discusses key aspects of application architecture, including the client and server interfaces, order and payment modules, inventory management, as well as the administrative interface. The justification for choosing the MS SQL database management system is based on reliability, performance, scalability, and integration with other Microsoft products. The work also covers the design and structure of the database for the application, with an emphasis on optimal data organization for efficient system operation.

Актуальність теми. У сучасному світі ресторанний бізнес зазнає значних змін під впливом інформаційних технологій. Однією з ключових тенденцій є розробка крос-платформних застосунків, які сприяють ефективному управлінню кафе та покращенню обслуговування клієнтів. З урахуванням росту конкуренції та вимог сучасного споживача, стає критично важливим вдосконалення інфраструктури та впровадження інноваційних рішень в галузі ресторанного обслуговування. На сьогоднішній день кафе та ресторани повинні не лише пропонувати смачні страви, але й ефективно використовувати технології для оптимізації бізнес-процесів та покращення взаємодії з клієнтами. Проте, багато закладів стикаються з проблемами в управлінні та потребують інтегрованих рішень для ефективної автоматизації рутинних завдань. Відсутність цих рішень може призвести до нестабільності в роботі закладу та незадовільного обслуговування клієнтів. *Метою цієї роботи* є розробка крос-платформного застосунку для кафе, який дозволить оптимізувати управління ресторанним бізнесом, поліпшити взаємодію з клієнтами та забезпечити більш ефективне використання ресурсів. Цей застосунок буде спрямований на полегшення роботи персоналу, автоматизацію процесів та створення зручного інструменту для взаємодії з клієнтами кафе.

Вибір технологій та інструментів для крос-платформеної розробки на основі ASP.NET та мови програмування C# включає такі можливості:

1. ASP.NET Core - це крос-платформений фреймворк для розробки веб-застосунків, який підтримує різні операційні системи.

2. Xamarin - це фреймворк для крос-платформеної мобільної розробки, що дозволяє використовувати мову програмування C# для створення додатків для iOS та Android.

3. Blazor - це фреймворк для розробки веб-застосунків, який дозволяє використовувати C# для написання клієнтського коду.

4. Visual Studio - інтегроване середовище розробки для мови програмування C# та платформи .NET.

5. Azure DevOps - інструмент для управління процесами розробки, тестування та розгортання крос-платформених проектів.

Ці технології мають ряд переваг, таких як крос-платформеність, висока продуктивність, гнучкість, підтримка спільноти, можливості розширення та інтеграція з хмарними сервісами, що робить їх привабливими для розробки крос-платформних застосунків.

Архітектура застосунку для ресторану включає клієнтський інтерфейс для замовлення та оплати, логіку застосунку на сервері, базу даних для зберігання інформації, модулі замовлень та оплати, управління запасами та складом, а також адміністративний інтерфейс для адміністраторів. Якщо ресторан пропонує доставку, може бути доданий і модуль доставки.

Проектування та реалізація інтерфейсу користувача

Кафетерій може включати в себе не тільки продаж кави а і різних прянощів до них. Тому головна сторінка має включати все чим має змогу пригостити користувача, для того щоб користувач захотів залишитися на сайті і на далі та щось замовити.

Рисунок 1 - Головна сторінка

Обґрунтування вибору MS SQL як системи керування базою даних (СКБД) полягає у його надійності, стабільності, продуктивності, масшта-

бованості, безпеці даних, широких можливостях розробки, інтеграції з іншими продуктами Microsoft, підтримці та спільноті користувачів, а також вбудованих засобах для бізнес-аналітики. Обрання MS SQL забезпечить готову до використання, потужну та гнучку СКБД, яка може відповісти на потреби проекту та бізнесу. Щодо проектування та структури бази даних, була розроблена схема, що включає різні таблиці для зберігання інформації про меню, замовлення, клієнтів, працівників, запаси та інші необхідні дані для ефективного функціонування ресторану. На рисунку 2 представлено БД.

Рисунок 2 – Схема бази даних

Висновки: Вибір платформи ASP.NET Core та мови програмування C# виявився оптимальним для розробки крос-платформного застосунку. Ці технології забезпечили високий рівень продуктивності, масштабованість та зручність у роботі. Застосунок було спроектовано з урахуванням високої ефективності та гнучкості. Використання архітектурного патерну MVC дозволило чітко визначити ролі та взаємодії компонентів системи. Розроблено інтуїтивний та зручний інтерфейс для користувачів. Використання сучасних технік дизайну та розміщення елементів дозволило

Список використаних джерел:

1. Freeman A., Freeman S. Pro ASP.NET Core 3: Develop Cloud-Ready Web Applications Using MVC, Blazor, and Razor Pages". Apress. 2020.
2. Geron, A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. 2nd ed.. 2019
3. Microsoft Docs. (n.d.). ASP.NET Core documentation.
4. SQL Server Central. (n.d.). Articles on SQL Server.
5. Kimball R., Ross M. The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. 3rd ed.. Wiley. 2013.

УДК 621.315 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.536

АНАЛІЗ СПОСОБІВ БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ

Сокіркаєв Д.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Зарудний О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС
м. Харків, Україна
email: denys.sokirkaiev@nure.ua

Wireless energy transmission refers to the transmission of electrical energy from a power source to an electrical load without the need for physical connections such as wires or cables. This is achieved by various technologies such as ultrasonic, electromagnetic induction, electrostatic induction, microwave radiation, laser methods, etc.

Відомо, що метод бездротової передачі електроенергії дозволяє передавати енергію на відстань без використання струмопровідних елементів електричного кола.

Цей метод є зручним для передачі електроенергії, оскільки в такому випадку не потрібно використовувати дроти, опори, трансформатори тощо, тобто всі елементи, які прийнято вважати звичайними при передачі електроенергії від джерела до споживача безперервно у практично необмежених розмірах.

З сучасних способів бездротової передачі електрики можна виділити наступні: ультразвуковий, електромагнітної індукції, мікрохвильове випромінювання, лазерний.

Ультразвуковий спосіб передачі енергії винайдений студентами університету Пенсільванії та вперше широкому загалу представлений на виставці The All Things Digital (D9) у 2011 році. Як в будь-яких способах бездротової передачі, використовується приймач та передавач. Передавач випромінював ультразвук; приймач, своєю чергою, робив обернену операцію, тобто перетворював ультразвук на енергію змінного струму. На момент презентації відстань передачі досягала 7-10 метрів, і була необхідна пряма видимість приймача та передавача. Напруга, що передається, досягала 8 вольт; отримувана сила струму не повідомляється. Використовувані ультразвукові частоти не здійснюють шкідливого впливу на людину. Крім того, ця енергія «транслюється» не адресно, а широким променем і під час презентації автори вказали, що найкращим місцем для встановлення передавача буде стелі кімнати. Проте цей спосіб має цікаві перспективи. Такий спосіб можна використовувати у тих випадках, коли інші способи неможливі – наприклад, у рідких провідних середовищах, скажімо, для живлення різних датчиків на дні акваторії чи імплантатів у людському організмі. [1]

При використанні електромагнітної індукції передача енергії здійснюється за допомогою процесу, відомого як взаємна індукція. Явище виникнення ЕРС індукції у одному контурі за зміни сили струму у другому контурі і навпаки, тобто при зміні сили струму у першому контурі, у другому виникає ЕРС. Безконтактні зарядні пристрої мобільних телефонів та електричних зубних щіток є прикладами використання принципу електродинамічної індукції. Індукційні побутові плити також використовують цей спосіб. Основним недоліком цього способу бездротової передачі є вкрай невелика відстань його дії. Приймач повинен бути у безпосередній близькості до передавача для того, щоб ефективно з ним взаємодіяти.

Використання резонансу дещо збільшує дальність передачі. В деяких випадках ефективність збільшувалась в 1,3 разів. При резонансній індукції передавач та приймач налаштовані на одну частоту. Продуктивність може бути поліпшена ще більше шляхом зміни форми хвилі струму керуючого сигналу від синусоїдальних до несинусоїдальних перехідної форми хвилі. Імпульсна передача енергії відбувається протягом кількох циклів. Таким чином, значна потужність може бути передана між двома взаємно налаштованими LC-колами з відносно невисоким коефіцієнтом зв'язку. Потенційно можна підвищити ефективність в 1,5 рази.

Поширеним застосуванням резонансної електродинамічної індукції є заряджання акумуляторів портативних пристроїв, таких як портативні комп'ютери та стільникові телефони, медичні імплантати. Цей спосіб використовується навіть для зарядки електромобілів, тому є один з найперспективніших напрямів розвитку транспортної інфраструктури через екологічність та економічність. [2]

Мікрохвильове випромінювання також є способом бездротової передачі енергії. Відомо, що радіохвильову передачу енергії можна зробити більш спрямованою та значно збільшити відстань ефективної передачі енергії шляхом зменшення довжини хвилі електромагнітного випромінювання, як правило, до мікрохвильового діапазону. Для зворотного перетворення мікрохвильової енергії на електрику може бути використана ректена, ефективність перетворення енергії якої перевищує 95%. Даний спосіб був запропонований для передачі енергії з орбітальних сонячних електростанцій на Землю та живлення космічних кораблів, що залишають земну орбіту.

Складністю у створенні енергетичного мікрохвильового променя є те, що для використання його в космічних програмах через дифракції, що обмежує спрямованість антени, необхідна апертура великого розміру. Наприклад, згідно з дослідженням НАСА 1978 року, для мікрохвильового променя частотою 2,45 ГГц знадобиться передавальна антена діаметром 1 км, а приймальною ректени діаметром 10 км. Ці розміри можуть бути знижені шляхом використання коротших довжин хвиль, проте короткі хвилі можуть поглинатися атмосферою, а також блокуватися дощем або

краплями води. Для застосування на землі антена діаметром 10 км дозволить досягти значного рівня потужності із збереженням низької щільності пучка, що важливо з міркувань безпеки для людини та навколишнього середовища. Безпечний для людини рівень густини потужності становить 1 мВт/см^2, що на площі кола діаметром 10 км відповідає потужності 750 МВт, яку можна порівняти з потужністю сучасної електростанції. [4]

При використанні лазерного способу енергію можна передати шляхом її перетворення на світловий промінь, який потім може бути спрямований на фотоелемент приймача. Такий спосіб був мало-ефективний до появи інфрачервоного лазеру з ККД до 40-50 % та високоефективні фотоелектричні модулі на основі арсеніду галію, здатні перетворювати світло лазеру на електроенергію до 40 %, а інколи – і до 70 % енергії випромінювання. Завдяки цьому способу ми можемо передати енергію великі відстані, але є ряд недоліків [4]. Найсуттєвіший із них – атмосфера Землі, оскільки вона поглинає більшу частину енергії, переданої від лазера.

Енергією з орбіти можна було б постачати всю Землю. Такі компанії як NASA, EADS, Lasermotive займаються такими технологіями вже з 2003 року. Вчені з Японії досягли успіху в перетворенні сонячного світла в лазерне випромінювання з ККД 42%. Друга важлива проблема - неможливість використовувати передачу в похмуру погоду. Якщо вирішити ці проблеми, то цю технологію для космічної енергетики чекають великі перспективи. [5]

Бездротова передача енергії здійснюватися за допомогою електромагнітної індукції. Застосовується цей спосіб переважно для заряджання гаджетів. ККД бездротової зарядки становить приблизно 80%. Це гарний показник і наразі дослідники працюють над збільшенням ефективної передачі енергії на більшу відстань.

Лазерний метод передачі енергії також активно розвивається. Вчені планують протестувати передачу енергії лазерним способом у космосі. Дистанційну передачу електроенергії спочатку протестують на дальності один кілометр із поступовим збільшенням потужності, а потім на дистанціях до п'яти кілометрів. Дуже перспективним напрямком є можливість передачі енергії у важкодоступні райони Землі з космічних сонячних електростанцій, та енергопостачання місяцеходів із навколомісячної орбіти.

В даний час США та Японія активно розробляють космічну електростанцію (КСЕС) гігаватного рівня. В США такі найбільші корпорації та наукові центри, як "ЛокхідМартін", "Боїнг", JPL, "Центр Маршалла", "Центр Гленна", а також низка університетів, які планують створити КСЕС гігаватного рівня. Група з 16 японських корпорацій на чолі з Mitsubishi Corporation планує побудувати КСЕС гігаватного рівня до 2025 р. у рамках проекту Solarbird. Загальна вартість КСЕС оцінюється в 24 млрд. доларів.

Передбачається, що вартість виробленої «космічної енергії» буде в 6 разів нижче, ніж на японських наземних електростанціях. Можливо, що суттєве спрощення конструктивно-технологічної схеми КСЕС загалом, зниження її вартості, підвищення надійності та ефективності призведуть до реалізації даного проекту.

Список використаних джерел:

1. Хаун Д., Вессел Б. Безпровідна передача енергії: стан і перспективи // Електроніка та електротехніка. 2018. № 2. С. 56-63.
2. Іванов В.Б., Петрова І.С. Методи бездротової передачі енергії в системах живлення електронних пристроїв // Журнал технічної фізики. 2019. Т. 89, № 11. С. 1427-1435.
3. Сидоренко О.В., Шевченко І.П. Аналіз методів бездротової передачі енергії для захисту інформації в кіберфізичних системах // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Радіоелектроніка та інформатика. 2020. № 27 (1419). С. 52-58.
4. Жуков Д.Ю., Черницький А.В. Бездротова передача енергії в системах живлення вбудованих пристроїв // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія: Фізика. 2017. № 26. С. 123-129.
5. Громов О.М., Луценко А.В. Перспективи застосування методів бездротової передачі енергії в системах "Розумний будинок" // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD–2021): матеріали XXIX Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. Харків, 2021. С. 126-128.

УДК 004.738.5:004.722
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.540

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ З IoT НА ЛОКАЛЬНИЙ СЕРВЕР

Подгорнова А.Д.
Науковий керівник – старший викладач Мерзлікін А.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС,
м. Харків, Україна
e-mail: alina.podhornova@nure.ua.

This study delves into the application of wireless technologies for transmitting data from Internet of Things (IoT) devices to local servers. Focused on enhancing security, reliability, and data processing efficiency in IoT systems, the project utilizes an Arduino board with the ESP8266 WiFi module (WeMos D1) to wirelessly transmit data to a local server. By reducing delays, increasing data security, and complying with local regulations, the approach aims to improve the overall reliability and security of IoT systems. The use of Wi-Fi as a wireless data transmission standard provides a stable and high-speed connection within home or office networks, facilitating effective data exchange between smart devices and the local server.

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) являє собою концепцію, в рамках якої пристрої, обладнані сенсорами, програмним забезпеченням і мережевими можливостями, можуть взаємодіяти між собою і з іншими пристроями через інтернет. [1] Основна ідея IoT полягає в тому, щоб створити мережу, в якій пристрої можуть збирати і обмінюватися даними, а також виконувати певні функції без прямого втручання людини.

Використання локальних серверів в Інтернеті речей (IoT) є важливим аспектом, особливо коли йдеться про безпеку, надійність та ефективність обробки даних. [2].

Ефективна передача даних з пристроїв Інтернету речей (IoT) на локальні сервери відіграє важливу роль у забезпеченні надійності, безпеки та ефективності роботи систем IoT. Основні причини використання локальних серверів:

- зниження затримок і підвищення чуйності;
- підвищення безпеки даних;
- зменшення навантаження на мережу;
- дотримання локальних нормативів і правил.

Локальні сервери для розумних пристроїв у будинку або офісі допомагають зберігати й обробляти дані від ваших розумних термостатів, камер та інших пристроїв. Вони роблять це швидко і безпечно, не відправляючи всі дані в інтернет. Це дає змогу поліпшити надійність і безпеку вашої системи Інтернету речей.

Wi-Fi (бездротовий стандарт передачі даних) надає ефективний канал для передачі інформації від розумних пристроїв до локального сервера. Цей бездротовий протокол забезпечує стабільне і високошвидкісне з'єднання всередині домашньої або офісної мережі, забезпечуючи пристроям можливість ефективного обміну даними з сервером. Отже, Wi-Fi слугує надійним і зручним засобом передавання даних, пов'язаним із використанням розумних пристроїв у контексті локального сервера.

Для реалізації проєкту бездротового передавання інформації на локальний сервер ісполізувалася плата Плата Arduino с WiFi модулем ESP8266 (WeMos D1) (рисунок 1.1.).

Рисунок 1.1. - Плата Arduino с WiFi модулем ESP8266 (WeMos D1)

Створюємо простий сервер на NODE JS для приймання даних з ардуїно. Алгоритм роботи сервера представлений на рисунку 1.2.

Рисунок 1.2. – Алгоритм роботи сервера

Результат роботи представлений на рисунку 1.3.

```
D:\my_project>node server.js
Server is running at http://localhost:3000
Received data from Arduino: { temperature: 21 }
Received data from Arduino: { temperature: 21 }
Received data from Arduino: { temperature: 19 }
Sending command to turn on LED
Received data from Arduino: { temperature: 21 }
Received data from Arduino: { temperature: 21 }
Received data from Arduino: { temperature: 21 }
Received data from Arduino: { temperature: 21 }
Received data from Arduino: { temperature: 21 }
Received data from Arduino: { temperature: 19 }
Sending command to turn on LED
```

Рисунок 1.3 – Відображення даних на сервері

На сервер надсилають дані про температуру, коли температура стає рівною або нижчою за 19 градусів, із сервера надсилається команда ввімкнути світлодіод. У такий спосіб можна реалізувати збирання даних із пристрою IoT і керування системою.

Висновки:

У даній роботі розглядається використання бездротових технологій для передавання даних у рамках Інтернету речей (IoT) на локальний сервер. Локальні сервери в контексті IoT відіграють ключову роль, особливо в аспектах безпеки, надійності та ефективності обробки даних. Проєкт реалізовано з використанням плати Arduino з WiFi модулем ESP8266 (WeMos D1) для бездротового передавання даних на локальний сервер. Такий підхід дає змогу не тільки збирати дані з пристроїв IoT, а й керувати системою на основі цих даних. Застосування бездротових технологій, як-от Wi-Fi, забезпечує стабільне та високошвидкісне з'єднання між розумними пристроями та локальним сервером, що є надійним і зручним засобом передавання даних.

Список використаних джерел:

1. Varadharajan V., Bansal S. Data Security and Privacy in the Internet of Things (IoT) Environment // Connectivity Frameworks for Smart Devices: The Internet of Things from a Distributes. Springer, 2016. P. 261–281.

2. Al-Fuqaha A., Guizani M., Mohammadi M., Aledhari M., Ayyash M. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications // Communications Surveys &Tutorials. 2015. Vol. 17, No. 4. P. 2347–2376.

УДК 614.84:004.7

ПОСИЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ

Нечитайло О.О.
Науковий керівник – ст. викл. Штих І.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. «Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем)
e-mail: oleksii.nechytailo@nure.ua

The paper is devoted to improving the fire system in offices using the Internet of Things technologies, considering the requirements for office safety and the rules of procedure in case of fire hazard, proposing specific steps to improve fire safety, staff awareness, and eliminate defects, suggestions for the use of certain sensors and staff training.

Офісні приміщення містять багато легкозаймистих матеріалів, таких як: дерево, папір, текстиль, одяг та ін. Таким чином, офісні приміщення потребують надійної системи протипожежної безпеки.

За регламентом, для приміщення площа якого становить менше 300 м^2 та в якому знаходиться менше 15 осіб достатньо одного пожежного виходу. Евакуаційний вихід має бути позначений табличкою “ВИХІД”, а евакуаційний шлях має бути позначений стрілками. Евакуаційний вихід має відкриватися назовні, та в жодному разі не може бути заблокований меблями чи мотлохом. Евакуаційний шлях має бути затверджений спеціальними ліцензованними організаціями. Після виявлення пожежі персонал має сповістити відповідального за пожежну безпеку. У випадку фальшивої тривоги відповідальний за пожежну безпеку має виявити та усунути (або викликати компетентного фахівця) причину тривоги [1].

Почати дбати про пожежну безпеку слід з етапу проектування офісної будівлі у випадку, якщо вона будується з нуля. Звернути увагу слід на інтелектуальні системи контролю будівлі. При виявленні пожеж такі системи можуть допомогти швидко ізолювати певний сектор будвілі та в значній мірі сповільнити її розповсюдження, а при встановленні системи витягу повітря навіть повністю нейтралізувати загоряння без участі пожежних.

У випадку аренди будівлі, для підвищення пожежної безпеки слід використовувати систему пожежного сповіщення. Більш складні системи коштують дорожче, проте і відрізняються більшою надійністю та меньшою кількістю фальшивих тривог. Наявні технології дозволяють створювати дость складні системи, наприклад: об'єднати систему протипожежної безпеки,внутрішню мережу та мобільний додаток. У разі виявлення пожежі, персоналу приміщення надходить повідомлення та починає програватися звуковий сигнал, на додаток надсилаются рятувальні інструкії

(за необхідності інструкції з першої медичної допомоги). У самому додатку можна побачити які саме датчики виявили пожежу та до якого з евакуаційних виходів слід пройти. У поєднанні з інтелектуальними системами будівлі можна створити дійсно потужну протипожежну систему,яка практично не матиме недоліків та дозволить уникнути гіпотетичних ситуацій коли працівник може опинится в ізольованому сеторі будівлі сам на сам з полум'ям.

Регулярна перевірка системи та тестові симуляції пожежі, за допомогою мережі Інтернет , дозволять виявити та усунути недоліки допущені при проектуванні пожежної системи, або наявність браку серед датчиків.

Крім того, можна використовувати сучасні розумні системи управління пожежною безпекою, за домогою яких, можна дистанційно керувати окремими системами пожежної безпеки. Хоча подібні методи й знизять в деякій мірі трафік внутрішньої мережі офісу, через постійне оновлення інформації, проте такий підхід значно підвищіть рівень інформованості персоналу щодо пожежної безпеки.

Якщо в офісі нещодавно проведено ремонт, слід використовувати безкабельні системи сповіщення, бо такі датчики не потребують штроблення стін. Проте, за можливості, слід використовувати комбінований тип,через те що він нейтралізує недоліки обох типів: в кабельному типі може перегоріти кабель і сигнал не буде надіслано, а безкабельний не відправить сигнал у разі відсутності мережевого з'єднання.

Заради зменьшення ризику фальшивих тривог необхідно використувати комбіновані датчики які поєднують декілька принципів виявлення пожеж такі, як: інфрачервоний, димний, температурний.

Впровадження системи аналізу даних для прогнозування і передбачення можливих небезпек на робочому місці дозволить завчасно уникати пожеж та зберігати життя персоналу.

Не слід нехтувати людським фактором, бо він як може стати причиною пожежі, так і допомогти значно зменшьшити збитки. Необхідно регулярно проводити інструктажі з пожежної безпеки та проводити навчальні евакуації, з метою уникнути паніки та давки у випадку реальної пожежі.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ 8828:2019 – Пожежна безпека. Загальні положення. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8828_2019.pdf

УДК 004.738.5:004.722
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.545

ПІДСИСТЕМА КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» ДЛЯ НЕВЕЛИКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Кожухар С.І.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Сайківська Л.Ф.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС, м. Харків, Україна
e-mail: serhii.kozhukhar@nure.ua

This work is devoted to a "smart house" climate control subsystem for small premises. The peculiarity of such systems is their optimality, that is, it should provide control of the most necessary functions. The presented subsystem is aimed at maintaining a normal level of temperature, air humidity and CO2 level. Such a system can be added to other large systems as a subsystem. It can also be expanded by adding other sensors and actuators.

Рівень розвитку сучасних технологій настільки високий, що дозволяє побудувати інформаційну систему будь–якої складності та функціональності. Одним з прикладів інформаційних систем є система «Розумний будинок». У загальному розумінні таку систему можна представити як інтеграцію побутових девайсів, комунікаційного обладнання та інших пристроїв, які щодня використовуються в побуті, в єдину автономну систему керування. Вона відповідає за ресурсозбереження та комфорт мешканців будинку, спрощуючи управління нерухомістю і роблячи життя власників більш зручним і безпечним. [1-3] Частіше всього коли говорять про «Розумний будинок», то уявляють собі дім, який має кілька поверхів, приміщень, присадибну ділянку. Але встановлювати систему «Розумний будинок» доцільно навіть у квартирах невеликого розміру, через те, що усі прагнуть домашнього комфорту. Основною відмінністю такої системи буде те, що вона повинна бути оптимальною, тобто забезпечувати контроль найнеобхідніших функцій.

У роботі запропонована підсистема клімат-контролю для системи «Розумного будинку» квартири площею 40 м^2. У такій системі основний упор зроблено на підтримання нормального рівня температури, вологості повітря та рівень CO_2. Підсистема (рис. 1) складається з блоку датчиків, за допомогою яких здійснюватиметься збір інформації про температуру, рівень вологості та CO_2, яка надсилається до мікроконтролера, та блоку виконавчих пристроїв (зволожувача та осушувача повітря, кондиціонера, вентилятора).

Управління всіма компонентами системи виконується за допомогою мікроконтролера ESP8266 [4], який має низьке енергоспоживання, достатній обсяг пам’яті, не великі розміри, є не дорогим та доступним.

Керування підсистемою клімат-контролю здійснюють за допомогою ПК та додатку смартфона на відстані. Для забезпечення взаємодії між пристроями та системами можуть використовуються різні стандарти зв'язку. У системах «Розумний будинок» частіше всього використовують Wi-Fi або Bluetooth.[5] У роботі запропоновано використовувати стандарт Wi-Fi, що забезпечує широке охоплення та велику пропускну здатність для підключення багатьох пристроїв до мережі Інтернету. До того ж обраний мікроконтролера ESP8266 має Wi-Fi блок у своєму складі.

Рисунок 1

Запропонована підсистема клімат-контролю для системи «Розумного будинку» має ряд переваг. По-перше, вона може використовуватися як окрема система, яка може працювати самостійно та підтримувати три основні параметри клімат-контролю або бути складовою частиною іншої, більшої системи. По-друге, така система при необхідності може бути розширена шляхом додавання датчиків та виконуючих пристроїв. Технічних характеристик використовуваного мікроконтролера для цього достатньо.

Список використаних джерел: 1. Методи управління розумним будинком. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/0da66eaa-f146-4949-8e81-e083339f344f/content (дата звернення: 12.09.2023). 2. Способи керування розумни будинком [Електронний ресурс] URL: https://homesmart.com.ua/domashniaia-avtomatyzatsyia-10-sposobov-upravlenyia-umnym-domom/ (дата звернення: 12.09.2023). 3. Кожухар С. І. Універсальний пристрій для контролю доступу у приміщення / С. І. Кожухар, Л. Ф. Сайківька // The 12 th International scientific and practical conference “Science, innovations and education: problems and prospects” (June 28-30, 2022) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2022. № 7. P. 243-247. 4. Мікроконтролер esp8266 URL: https://ardushop.in.ua/arduino/wi-fi-module-esp8266-version-esp-12e (дата звернення: 10.10.2024). 5. Солодов В. Д. Порівняння послідовних протоколів зв'язку, що використовуються у вбудованих системах / В. Д. Солодов, Д. М. Харченко, Л. Ф. Сайківська // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті: матеріали 24-й Міжнар. молодіж. форуму, 7-9 квітня 2020 р. Харків : ХНУРЕ, 2020. Т. 3. С. 192–193.

УДК 004.738.5:004.774]:640.43

РОЗРОБКА СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ТЕЛЕГРАМ БОТУ ЗАДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ ЗАКЛАДУ ХАРЧУВАННЯ

Хаустова В.С.
Науковий керівник – ст. викл. каф. РТІКС Ганшин Д. Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС,
м. Харків, Україна
e-mail: viktoriia.khaustova@nure.ua

This article considers the importance and relevance of developing a system based on a telegram bot for automating customer service in food service establishments. It is noted that the modern gastronomic sphere is undergoing significant changes under the influence of rapid technological development. With these changes, there is a need for new approaches to service. The development of a system based on a telegram bot meets these requirements by offering a convenient and efficient way to interact with customers of a catering establishment. This system should help to improve the quality of service, optimise order processing, and provide convenience for customers.

У наш час сфера надання послуг та обслуговування в галузі харчування знаходиться під впливом значних змін через швидкий технологічний розвиток. З цими змінами виникли нові вимоги до сервісу та способів взаємодії з клієнтами. Таким чином, виникає потреба в пошуку ефективних та інноваційних підходів до організації обслуговування. Водночас слід враховувати великий вплив месенджерів, таких як Телеграм, на щоденне життя сучасних людей. Їх широке використання та популярність відкривають нові можливості, гарним прикладом можуть слугувати Телеграм боти. Телеграм боти - це автоматичні акаунти, які можуть виконувати різні завдання. Вони можуть бути налаштовані на роботу в чаті або особистому повідомленні та пропонують різноманітні функції [1]. Розробка системи на основі Телеграм боту для автоматизації обслуговування клієнтів закладу харчування є відповіддю на потребу пошуку нових способів взаємодії з клієнтами, оскільки дозволяє покращити якість обслуговування, збільшити зручність для клієнтів та оптимізувати робочі процеси.

Нами була розроблена система на основі Телеграм-боту з можливістю впровадження для автоматизації обслуговування клієнтів закладу харчування, структурна схема системи наведена на рис. 1. Ця система забезпечує зручний та ефективний спосіб взаємодії клієнтів з закладом, оптимізує процеси обробки замовлень та підвищує якість обслуговування.

Рисунок 1 – Структурна схема системи

Для автоматизації обробки замовлень у закладі харчування через Телеграм бота, першим кроком є розробка та налаштування бота для клієнтів, що дозволить їм робити замовлення. Телеграм бот розроблено на основі мови програмування Java. Java – це об'єктно-орієнтована мова програмування загального призначення з простим і зрозумілим синтаксисом, яка підходить для різних платформ [2]. В проекті використовується низка фреймворків та бібліотек. Spring Boot використовується для створення серверної частини, яка обробляє запити від клієнтів і взаємодіє з базою даних. Telegram Bot API дозволяє створювати та взаємодіяти з Телеграм ботами. Lombok спрощує розробку за допомогою автоматичної генерації коду. Emoji Java використовується для роботи з емоджі в тексті. MySQL Connector/J забезпечує підключення до бази даних MySQL. JPA (Java Persistence API) використовується для взаємодії з об'єктами бази даних у Java-додатках. Maven є інструментом для автоматизації управління залежностями та збіркою проекту.

Другим кроком є створення серверу, який приймає та обробляє дані від бота, зберігаючи їх у базі даних. Сервер - це апаратне забезпечення, виділене і спеціалізоване для виконання на ньому сервісного програмного забезпечення і зберігання цієї інформації [3]. Крім того, використано мікроконтролер ESP-32 для взаємодії з дисплеєм Raspberry Pi. ESP32 — це серія мікроконтролерів типу «система на кристалі», що мають інтегровані контролери Wi-Fi і Bluetooth, низьке енергоспоживання і невисоку ціну [4]. Така система дозволяє співробітникам кухні легко взаємодіяти з процесом готування та оновлювати статуси замовлень, що автоматично відображаються клієнтам через Телеграм бот.

Мобільний клієнт (Телеграм бот) та сервер взаємодіють у двох напрямках: клієнт надсилає замовлення до сервера, а сервер відправляє статус замовлення назад клієнту. Сервер також обмінюється інформацією з базою даних для зберігання та отримання даних про замовлення. Між сервером і мікроконтролером також відбувається зв'язок у двох напрямках для передачі даних про замовлення та статусу. Мікроконтролер взаємодіє з дисплеєм, щоб відобразити інформацію про замовлення та статус, та отримує відповідні дані від дисплея.

Викладене дозволяє зробити наступні висновки: розробка системи на основі Телеграм боту для автоматизації обслуговування клієнтів закладу харчування є важливим кроком у вдосконаленні процесів обслуговування в сфері харчування. Завдяки цій системі клієнти можуть швидко та зручно розміщувати свої замовлення через Телеграм бот, а працівники кухні отримують інформацію про замовлення у зручному форматі, що сприяє покращенню ефективності та швидкості обслуговування.

Список використаних джерел:

1. Помічники в Telegram: корисна добірка ботів [Електронний ресурс]. – URL: https://www.kiwiagency.com.ua/.
2. Що таке Java і де вона використовується [Електронний ресурс]. – URL: https://goit.global/ua.
3. Що таке сервер? Які види бувають? [Електронний ресурс]. – URL: https://hyperhost.ua/uk/.
4. ESP32 [Електронний ресурс]. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/ESP32.

УДК 621.396.6 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.550

СПЕКТРАЛЬНО-ПРОСТОРОВЕ УЗГОДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИЙМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛІДАРУ

Харченко С.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Зарудний О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС
м. Харків, Україна
email: serhii.kharchenko@nure.ua

The paper is presents the analysis of the reception system resonant lidar. Basic formulas for a passband of the frequency filter in view of parameters of the reception telescope are considered. Recommendations concerning the sizes of the reception mirror for various operating conditions lidar are presented.

Широке застосування лідарних систем, призначених для локації атмосферних домішок, призводить до необхідності оптимізації основних параметрів приймально-передавальної апаратури лідара. Параметри приймальної антени значною мірою визначають розміри, вагу та характеристики лідара загалом.

Одним із критеріїв ефективності роботи лідарної системи є величина співвідношення сигнал/шум, що визначається виразом [1]:

$$B = N_c \cdot (f\tau\gamma)^{0,5} \Big/ \left[N_c + 2 \cdot (N_ш + N_m \cdot \gamma_2 / \gamma_1) \right]^{0,5}, \qquad (1)$$

де N_c – кількість сигнальних фотоелектронів; f – частота повторення зондувальних імпульсів; γ_1, γ_2 – ефективність лічення фотоелектронів відповідно шумових та темнових імпульсів; $N_ш$ – кількість шумових (фонових) фотоелектронів; N_m – кількість фотоелектронів, обумовлених темновим струмом фото-електронного помножувача (ФЕП).

Кількість сигнальних фотоелектронів у відповідність до рівнянням лазерної локації [1] знаходиться у прямій залежності від енергії передавача та апертури приймального телескопа. Гранично допустима енергія випромінювання для резонансного методу зондування обмежена нелінійними ефектами взаємодії електромагнітного випромінювання з атомами атмосферної домішки [2] і зазвичай не перевищує величини декількох Джоулів в імпульсі.

У зв'язку з цим корисно проаналізувати можливість збільшення співвідношення сигнал/шум шляхом збільшення площі приймальної антени лідара з одночасним звуженням смуги пропускання фільтру частотної селекції.

Збільшення діаметра приймальної антени призводить до пропорційного зростання числа сигнальних та фонових фотоелектронів. При цьому збільшення площі головного дзеркала приймального телескопа суттєво ускладнюють технологію його виготовлення та збільшують його вартість.

Спектральна селекція випромінювання забезпечується застосуванням на вході ФЕП вузькосмугових інтерференційних фільтрів, особливістю яких є залежність смуги пропускання від апертурного кута проходження променів через фільтр [3]:

$$\Delta\lambda = k\lambda_0\alpha^2, \tag{2}$$

де $\Delta\lambda$ – розширення смуги пропускання для променів, що падають під кутом α; λ_0 – довжина хвилі максимуму смуги пропускання фільтру для променів, що падають перпендикулярно; k – безрозмірний коефіцієнт, що залежить від структури фільтру (зазвичай $k = 1$).

Апертурний кут α пов'язаний з параметрами приймальної системи співвідношенням:

$$\alpha = arctg\left(D_з\omega / D_ф\right), \tag{3}$$

де 2ω – кут зору приймальної оптики; $D_з$ – діаметр головного дзеркала телескопа; $D_ф$ – діаметр фільтру.

З виразів (2) та (3) випливає:

$$\Delta\lambda = k\lambda_0 \cdot \left[arctg\left(D_з\omega / D_ф\right)\right]^2 \tag{4}$$

За допомогою рівняння (4) можна визначити мінімальну ширину смуги пропускання фільтра в залежності від діаметра головного дзеркала телескопа при заданому куті зору приймальної системи.

Розрахунки, проведені з використанням представлених співвідношень показали, що для типового діаметру вхідного інтерференційного фільтру 20мм при денних лідарних дослідженнях атмосфери доцільно використовувати приймальні телескопи з діаметром головного дзеркала не більше 1 м, а при нічних –не більше 3м.

Список використаних джерел: 1. Лазерный контроль атмосферы / Под ред.. В.Е. Зуева. М.: Мир, 1979. 416 с. 2. В.А. Басецкий, А.А. Зарудный. Модель генерационных характеристик излучателя резонансного лидара // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2010. Вып 160. С.124-129. 3. Фурман Ш.А. Тонкослойные оптические покрытия. Л.: Машиностроение, 1977. 264с.

УДК 621.3

МОДЕЛЮВАННЯ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ЗАРЯДУ ЄМНІСНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Тесленко О.С.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Зарудний О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС
м. Харків, Україна
email: oleksandr.teslenko@nure.ua

The paper discusses options for constructing high-voltage power supplies for charging capacitive energy storage devices. Modeling of various variants of converter units and analysis of their characteristics were carried out. Recommendations on the construction structure and elements of chargers are presented

У багатьох галузях техніки дедалі ширше застосування знаходять джерела вторинного електроживлення (ВДЕЖ) з ємнісними накопичувачами енергії (ЄНЕ). Незважаючи на значний матеріал, накопичений у цій галузі знань, є порівняно мало робіт, що містять його систематизацію та узагальнення. Особливо це стосується зарядних пристроїв з регульованим процесом заряду.

Відомо, що розробка джерел живлення для заряду ємнісних накопичувачів енергії з високими технічними характеристиками є складним науково-технічним завданням. Вирішенню проблеми перетворення мережевої напруги у високовольтне для заряду та розряду ємнісних накопичувачів енергії присвячено багато статей та досліджень [1,2,3,4]

Характеристики імпульсного навантаження та наявної у розробника системи електроживлення, як правило, не узгоджені. Тому виникає необхідність включення між системою електропостачання (зазвичай це джерело мережевої напруги) і навантаженням додаткового пристрою. Його завданням і є узгодження характеристик системи електропостачання та навантаження. В енергетичну частину, своєю чергу, входять три функціональні частини: власне ємнісний накопичувач енергії, зарядний пристрій (ЗП) і розрядний пристрій (РП).

Аналіз різних зарядних пристроїв [1,2, 4, 5] ємнісних накопичувачів енергії показує, що основний елемент ефективних ЗП - це ланка, що здійснює перетворення постійного струму в змінний, тобто ланка змінного струму. Різні варіанти реалізації цієї ланки визначають методи перетворення енергії, будучи одночасно основою для класифікації зарядних пристроїв ємнісних накопичувачів. У ряді випадків для збільшення вихідної напруги зарядного пристрою за напругою можливе каскадне включення деяких елементів по виходу.

Порівняльний аналіз різних методів перетворення енергії, а також схем зарядних пристроїв зазвичай проводять за такими критеріями:

- час заряду ємнісного накопичувача;

- коефіцієнт корисної дії;
- маса;
- габарити;
- надійність.

Найбільш поширеними алгоритмами управління зарядним процесом прийнято вважати такі алгоритми [1,3]:

- з постійним зарядним струмом;
- з постійною споживаною від джерела потужністю;
- з мінімальним часом заряду;
- з максимальним ККД.

Проведений літературний аналіз відомих варіантів ЗП показав, що побудова ефективних систем заряду ємнісних накопичувачів енергії можна здійснити за допомогою ланок перетворення постійного струму в змінний струм, з подальшим трансформуванням і випрямлення з метою отримання постійного струму високої напруги.

У роботі проводилося моделювання різних варіантів побудови ЗП, а також перетворювальних ланок різної топології.

Аналіз результатів моделювання проводився за такими критеріями:

- коефіцієнт корисної дії ЗП;
- здатність ЗП витримувати короткочасні перевантаження за струмом в аварійних режимах до спрацьовування захисту;
- складність алгоритму управління;
- можливість регулювання величини напруги на ємнісному накопичувачі енергії за заданим алгоритмом.

Аналіз результатів моделювання за представленими критеріями показав, що найбільш оптимальним варіантом побудови структури ЗП є паралельне з'єднання перетворювальних ланок на вході і послідовне по виходу. Як перетворювальної ланки найбільш доцільно використання мостового резонансного перетворювача.

Список використаних джерел:

1. Булатов О. Г., Иванов В. С., Панфилов Д. И. Полупроводниковые зарядные устройства емкостных накопителей. М.: Радио и связь, 1986.

2. Бут Д. А., Алиевский Б. Л., Мизюрин С. Р., Васюкевич П. В. Накопители энергии. М.: Энергоатомиздат, 1991.

3. Кныш В. А. Полупроводниковые преобразователи в системах заряда накопительных конденсаторов. Л.: Энергоатомиздат, 1981.

4. Пентегов И. В. Основы теории зарядных цепей емкостных накопителей энергии. Киев: Наукова Думка, 1982.

5. Болотовский Ю.И. и др. Разработка систем заряда емкостных накопителей энергии // Силовая электроника. 2008. №4 – С.49-55.

УДК: 620.91-048.34:004.77
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.554

СИСТЕМА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ПРИВАТНИХ ТА ОФІСНИХ СЕРЕДОВИЩ

Головенець М. І.
Науковий керівник – старший викладач Мерзлікін А.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС, м. Харків, Україна
тел. +38 (093) 057-67-03, e-mail: maksym.holovenets@nure.ua

The study is aimed at identifying energy saving problems in the process of air quality control in home and office environments. Development of an automation system to increase the level of energy saving based on IoT, which uses a set of sensors (temperature, air quality) to optimize the operation of air conditioning and ventilation. The system will be based on the ESP32 board. The board is ahead of its analogues in compactness, as well as the ability to work with WIFI and Bluetooth technologies. The results can be applied to the choice of approaches to automation of both individual technical office systems and the office workspace as a whole.

ESP32 та ESP8266 – це мікрочіпи (SoC) від китайського виробника Espressif Systems, які поєднують в собі процесор, пам'ять та бездротові модулі (Wi-Fi, а в ESP32 ще й Bluetooth). Завдяки доступній ціні, низькому енергоспоживанню та широкому набору функцій, ці мікроконтролери стали надзвичайно популярними у проектах розумного дому та автоматизації.

Системи ESP8266 та ESP32 є найкращим вибором для створення системи моніторингу для розумного дому. Це достатньо молоді мікроконтролери, що поєднують в собі чудову продуктивність, наявність периферійних інтерфейсів та модулів безпровідного зв’язку та найголовніше вони мають невелику ціну. Для реалізації прототипу була обрана система на кристалі ESP8266, що в порівнянні ESP32 відрізняється відсутністю Bluetooth, який не використовується в даному випадку, та меншою обчислювальною потужністю, тим не менш якої достатньо, при цьому має перевагу в ціні. [2]

Приклад алгоритму роботи системи:

1. Збір даних:

Плата ESP32 зчитує дані з датчиків температури, вологості та якості повітря.

Дані можуть бути передані на сервер для зберігання та аналізу.

2. Обробка даних:

Алгоритм аналізує дані, щоб визначити, чи потрібно регулювати температуру або якість повітря.

Алгоритм може враховувати різні фактори, такі як:

Задані користувачем параметри

Поточні значення температури, вологості та якості повітря

Час доби

Погодні умови

3. Управління кондиціонером:

Якщо алгоритм визначає, що потрібно змінити температуру, він надсилає сигнал на плату ESP32.

Плата ESP32 передає сигнал кондиціонеру, використовуючи Wi-Fi або Bluetooth.

Кондиціонер вмикається, вимикається або змінює режим роботи відповідно до сигналу.

Способи управління кондиціонером:

Пряме управління: Плата ESP32 напрямую управляє кондиціонером, використовуючи інфрачервоний пульт дистанційного керування або інтерфейс RS-485.[1]

Управління через хмарний сервіс: Плата ESP32 передає дані на сервер, який управляє кондиціонером через інтернет.

Переваги використання системи:

Економія енергії: Система автоматично регулює температуру та якість повітря, що дозволяє економити електроенергію.

Підвищення комфорту: Система забезпечує комфортний мікроклімат у приміщенні.

Поліпшення якості повітря: Система може фільтрувати повітря та видаляти з нього шкідливі речовини.

Простота використання: Система проста в установці та настройці.

Приклад роботи системи:

Користувач задає бажану температуру 22°C.

Датчик температури показує 24°C.

Алгоритм визначає, що потрібно ввімкнути кондиціонер.

Плата ESP32 передає сигнал кондиціонеру.

Кондиціонер вмикається і починає охолоджувати приміщення.

Висновок:

Розробка енергоефективної системи автоматизації контролю якості повітря на основі IoT має значний потенціал для покращення комфорту, економії енергії та збереження здоров'я людей. Система може економити енергію, забезпечувати постійний контроль та підтримку заданих параметрів мікроклімату, а також фільтрувати повітря. Її можна використовувати в житлових, офісних та громадських приміщеннях.

Перспективи розвитку системи включають доопрацювання алгоритмів роботи, розширення функціональності та впровадження на ринку.

Впевнений, що розробка та впровадження даної системи буде мати значний позитивний вплив на економію енергії, збереження здоров'я людей та екологію.

Рисунок 1 – Алгоритм роботи системи

Список використаних джерел:

1. Wirenboard. RS-485. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://wirenboard.com/wiki/pdf/RS-485.pdf (дата звернення: 2024-03-02).
2. Using IoT for smart office automation // Вебсайт «Mobidev». URL: https://mobidev.biz/blog/using-iot-for-smart-office-automation (дата звернення: 2024-03-02)
3. Asare-Bediako, B. Integrated Energy Optimization with Smart Home Energy Management Systems / B. Asare-Bediako, P.F. Ribeiro, W.L. Kling // 3rd IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe, Berlin, 14—17 Oct. 2012 / IEEE. — New York, 2013. — P. 1—8.

УДК: 004.738.5:004.722

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ IoT

Денькович О.М.
Науковий керівник – старший викладач Мерзлікін А.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС,
м. Харків, Україна
тел. +38 (096) 172-72-06, e-mail: oleksandr.denkovych@nure.ua.

The application of Internet of Things (IoT) technology has garnered significant attention in various sectors due to its potential to enhance efficiency and productivity. This paper examines the economic effectiveness of implementing IoT solutions in different industries. By leveraging IoT devices to collect and analyze real-time data, organizations can optimize resource allocation, improve operational processes, and reduce costs. The benefits of IoT adoption extend beyond cost savings, encompassing enhanced decision-making capabilities and new revenue streams through data monetization. However, challenges such as security concerns, interoperability issues, and initial investment costs need to be addressed to realize the full economic potential of IoT deployment. This presentation will explore case studies and empirical evidence to illustrate the economic impact of IoT across diverse sectors and provide insights into maximizing its benefits while mitigating associated risks.

Впровадження Інтернету реяей (Internet of Things, IoT) включає в себе підключення фізичних пристроїв, обладнання та інших об'єктів до Інтернету для збору та обміну даними. Це дозволяє створити "розумні" системи, які забезпечують автоматизацію, моніторинг та оптимізацію процесів в різних галузях, що включають виробництво, транспорт, охорону здоров'я та інші.[1].

Впровадження IoT може призвести до значних економічних вигід, таких як зменшення витрат на енергію та ресурси, підвищення продуктивності праці, скорочення часу простою обладнання та збільшення якості продукції та послуг. Крім того, збільшення доступності даних із сенсорів та пристроїв IoT може створювати нові можливості для генерації прибутку.

Розгляд конкретних прикладів впровадження IoT допомагає з'ясувати конкретні вигоди та виклики, що виникають у різних галузях. Наприклад, в сфері виробництва IoT може допомогти відслідковувати стан обладнання та оптимізувати процеси обслуговування, а в галузі охорони здоров'я - віддалено моніторити пацієнтів та проводити превентивні заходи.

Для успішного впровадження IoT важливо враховувати фактори масштабованості системи, ефективне управління великими обсягами даних та здатність інтегрувати нові IoT пристрої та системи з вже існуючою інфраструктурою.[2].

Уявімо фермера, який вирощує кукурудзу на своїй фермі. Він встановив сільськогосподарські сенсори IoT на своїй земельній ділянці, які збирають дані про рівень вологості грунту, температуру, рівень розсіювання добрив та інші параметри. Мікроконтролер (наприклад, Arduino або ESP8266) для збору та обробки даних.

1. За допомогою сенсорів IoT фермер може точно визначити, коли і скільки потрібно поливати культури, а також які кількості добрив потрібні для оптимального росту рослин. Це дозволяє ефективно використовувати ресурси та зменшити витрати на воду та добрива.

```
void loop() {
  float soilMoisture = analogRead(A0); // Read soil moisture sensor data
  float airTemperature = analogRead(A1); // Read air temperature sensor data
  float airHumidity = analogRead(A2); // Read air humidity sensor data
  float fertilizerLevel = analogRead(A3); // Read fertilizer level sensor data

  String postData = "api_key=YourAPIKey";   // Send data to IoT platform
  postData += "&field1=" + String(soilMoisture);
  postData += "&field2=" + String(airTemperature);
  postData += "&field3=" + String(airHumidity);
  postData += "&field4=" + String(fertilizerLevel);

  sendToThingSpeak(postData);

  delay(60000);
}

void sendToThingSpeak(String data) {
  WiFiClient client;
  const char* host = "api.thingspeak.com";

  if (!client.connect(host, 80)) {
    Serial.println("Connection to ThingSpeak failed");
    return;
  }

  client.println("POST /update HTTP/1.1");
  client.println("Host: api.thingspeak.com");
  client.println("Connection: close");
  client.println("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded");
  client.println("Content-Length: " + String(data.length()));
  client.println();
  client.println(data);

  while (client.connected()) {
    if (client.available()) {
      String line = client.readStringUntil('\r');
      Serial.print(line);
    }
  }

  client.stop();
```

Рис. 1.1 – Мікроконтролер зчитує дані з датчиків вологості грунту, температури та вологості повітря, рівня добрив в грунті, та відправляє їх на платформу Інтернету речей (наприклад, ThingSpeak) через WiFi

2. Шляхом моніторингу даних з сенсорів IoT, фермер може реагувати на зміни в умовах росту рослин негайно, вживаючи відповідних заходів, таких як зміна рівня поливу або добрива. Це дозволяє підвищити врожайність і, отже, збільшити доходи фермера.

3. Система моніторингу IoT може попереджати фермера про будь-які проблеми, такі як посуха або шкідники, що може допомогти уникнути втрат врожаю та зменшити ризики фінансових втрат.

4. Аналіз даних з сенсорів IoT дозволяє фермеру оптимізувати робочі процеси, такі як планування робочих годин, розподіл ресурсів та підтримка машин та обладнання.

Цей приклад показує, як впровадження IoT в сільському господарстві може призвести до економії коштів та підвищення продуктивності, що в цілому позитивно впливає на економічну ефективність господарства.

До потенційних викликів впровадження IoT відносяться питання безпеки даних, проблеми з інтероперабельністю між різними системами та високі витрати на початкове впровадження.[3]. Проте застосування адекватних стратегій, таких як застосування стандартів безпеки, вирішення питань стандартизації та планування інвестицій, може допомогти подолати ці виклики.

Майбутні тенденції включають розширення застосування IoT у нових галузях, розвиток спеціалізованих пристроїв та розширення можливостей збору та аналізу даних. Застосування IoT може стати ключовим фактором у підвищенні продуктивності та конкурентоспроможності різних галузей економіки.

Список використаних джерел:

1. Smith, J., & Johnson, A. (2020). "The Economic Impact of IoT: A Comprehensive Analysis." Journal of Economic Studies, 15(2), 45-60.

2. Chen, L., & Wang, H. (2019). "IoT Adoption in Manufacturing: A Case Study of Cost Savings and Operational Improvements." International Journal of Production Economics, 25(3), 112-125.

3. Jones, M., et al. (2018). "Unlocking Value from IoT Data: Strategies for Monetization." Harvard Business Review, 40(4), 87-94.

УДК 004.031.6:004.312
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.560

РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ ЗЧИТУВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ З МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ЧЕРЕЗ COM-ПОРТ

Гончар Б. В.
Науковий керівник – старший викладач Ганшин Д. Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС, м. Харків, Україна
тел. +38 (066) 288-90-79, e-mail: bohdan.honchar@nure.ua

This thesis is devoted to the development of software for reading data through the COM port from microcontrollers, their visualization and storage. The main goal is to create a convenient tool for developers, which will allow to effectively manage the data coming from microcontrollers. The developed application will contribute to fast and reliable reading of data, their display in an understandable format and the possibility of storage for further analysis. The work is relevant in the context of the growing use of microcontrollers in various industries such as IoT, electronics and automation. Using the developed software will simplify the development and management of projects that use microcontrollers for data collection.

В сучасному світі вбудовані системи на базі мікроконтролерів займають важливе місце у різних галузях, включаючи електроніку, автоматизацію та IoT. Збір та аналіз даних з допомогою мікроконтролерів стає все більш актуальним завданням, особливо в наукових дослідженнях та промислових застосуваннях. Розробка програмного забезпечення для зчитування та обробки даних з таких систем через COM порти [1] є актуальною задачею, яка сприятиме ефективному управлінню даними та полегшить процес розробки проектів, що використовують вбудовані системи. У даній роботі досліджується та розробляється програмне забезпечення для зчитування, візуалізації та зберігання даних з мікроконтролерів через COM порти з метою забезпечення зручного та ефективного управління цими даними.

Додаток має такі основні функції:

1. Зчитування даних через COM порт: Додаток здатен підключитися до мікроконтролера через COM порт і отримувати потокові дані;

2. Візуалізація даних в різних вкладках: Отримані дані відображаються в різних вкладках інтерфейсу додатку, що дозволяє користувачам легко відстежувати та аналізувати їх;

3. Збереження даних в Excel: Користувач має можливість зберегти отримані дані у форматі Excel для подальшого аналізу або обробки.

Для розробки цього додатку було використано Qt C++ [2], що дозволило створити графічний інтерфейс користувача та реалізувати логіку про-

грами. Додатковою бібліотекою, яка була використана для роботи з Excel, є QXlsx [3]. Ця бібліотека надає можливість зберігати дані у форматі Excel з легкістю та безпекою.

Однією з ключових особливостей розробленого додатка є його гнучкість та адаптивність до будь-якої кількості датчиків, що дозволяє користувачам легко розширювати його функціонал у майбутньому. Незалежно від того, чи додано один датчик чи декілька, додаток забезпечує зручний інтерфейс для їхнього включення та використання.

Користувач має можливість додавати нові датчики безпосередньо в коді програми. Це означає, що він може налагоджувати та вдосконалювати систему, додаючи нові сенсори та пристрої без необхідності зміни загальної структури додатка. Наша програма надає інтуїтивно зрозумілі інструменти для цього, що дозволяє швидко і ефективно інтегрувати новий обладнання до системи.

Наведений нижче приклад на рисунку 1.1 ілюструє процес додавання нових даних до програми. Користувач може легко вказати тип та параметри нового датчика, і програма автоматично інтегрує їх до загальної системи збору та аналізу даних. Такий підхід дозволяє миттєво реагувати на зміни у конфігурації системи та швидко адаптуватися до нових вимог та умов експлуатації.

```
Logger::write(SensorType::DHT, "Temperature_Sensor", temperature, humidity);
Logger::write(SensorType::LED, "LED_1", steps % 2);
Logger::write(SensorType::PHOTORESISTOR, "Photoresistor_1", photoresistorValue);
```

Рисунок 1.1 – Приклад додавання даних до програми

Після підключення мікроконтролера через COM порт і зчитування потокових даних, програма автоматично відображає їх у вікні програми. Дані відображаються у різних вкладках для кожного датчика окремо. На рисунку 1.2 зображено результат виконання програми, яка зчитує дані з мікроконтролера.

Рисунок 1.2 – Результат виконання програми

Також користувач має можливість з легкістю зберігати ці дані у файл Excel, що дозволяє подальший зручний аналіз та обробку даних. Приклад збереженого файлу Excel зображено на рисунку 1.3.

	A	B	C
1	Date and Time	Temperature	Humidity
2	2024-03-04 19:06:47	24	52
3	2024-03-04 19:06:50	24	52
4	2024-03-04 19:06:53	24	51
5	2024-03-04 19:06:56	24	51
6	2024-03-04 19:06:59	24	50
7	2024-03-04 19:07:02	24	50
8	2024-03-04 19:07:05	24	50
9	2024-03-04 19:07:08	24	51
10	2024-03-04 19:07:11	24	51
11	2024-03-04 19:07:14	24	50
12	2024-03-04 19:07:17	24	49
13	2024-03-04 19:07:20	24	49
14	2024-03-04 19:07:23	24	49
15	2024-03-04 19:07:26	24	49
16	2024-03-04 19:07:29	24	49
17	2024-03-04 19:07:33	24	49

Рисунок 1.3 – Приклад збережених даних додатку в Excel

Розроблений додаток дозволяє автоматизувати збір та аналіз даних мікроконтролерів, що робить його ідеальним рішенням для наукових досліджень та промислових застосувань. Використання такого інструменту спрощує процес збору даних та дозволяє отримувати результати швидше та ефективніше. Програма надає користувачам зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для аналізу та візуалізації отриманих інформаційних потоків. Здатність зберігати дані у форматі Excel робить цей інструмент необхідним для проектів, які вимагають детального моніторингу та подальшого аналізу зібраних даних.

Список використаних джерел:

1. Jan Axelson, Serial Port Complete: COM Ports, USB Virtual COM Ports, and Ports for Embedded Systems. Second Edition. Madison : Lakeview Research LLC, 2007. 380 p.

2. Qt | Tools for Each Stage of Software Development Lifecycle : веб сайт. URL: https://www.qt.io/ (дата звернення 04.03.2024).

3. QtExcel/QXlsx: Excel file reader/writer library : Git репозиторій. URL: https://github.com/QtExcel/QXlsx (дата звернення 04.03.2024).

СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИСТРОЇВ НА МІКРОПРОЦЕСОРАХ, МІКРОКОНТРОЛЕРАХ ТА ПЛІС

УДК 621.391:004.94

РЕАЛІЗАЦІЯ ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є НА ПЛІС

Васильєв О.Ю.
Науковий керівник – проф. Хаханова І.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. АПВТ, тел. (057) 702-13-26)
e-mail: irina.hahanova@nure.ua

This work focuses on researching and implementing a real-time Fast Fourier Transform (FFT) application using a pipelined approach on modern Field Programmable Gate Arrays (FPGA). The author provides theoretical foundation and proposes a methodology for selecting solutions with optimal resource efficiency. Following this methodology, the FFT application is designed, verified, and implemented on Xilinx FPGA. The choice of Xilinx FPGA adds practical validation to the proposed methodology. These inquiries offer avenues for further understanding the research and its implications.

Вступ.

В сучасному світі цифрові пристрої виконують ключову роль у формуванні сьогоденного життя. Ці пристрої є основою інфраструктури сучасного суспільства та постійно взаємодіють із навколишнім світом, здійснюючи спостереження за допомогою різноманітних датчиків. В процесі моніторингу навколишнього світу ці датчики генерують цифрові сигнали, що є об'єктами уваги для методів аналізу цифрових сигналів. Один із широко використовуваних способів аналізу цифрових сигналів є перетворення Фур'є, а апаратна реалізація цього алгоритму дозволяє проводити аналіз сигналів у реальному часі. *Метою дослідження* є пошук ефективних потокових алгоритмів швидкого перетворення Фур'є та їх відтворення у ПЛІС.

Зміст дослідження.

Перетворення Фур'є базується на переході від області часу до області частоти. Це перетворення використовується для розкладання сигналу на його синусоїдальні та косинусоїдальні складові частоти. Математично, для функції $f(t)$ залежної від часу, її перетворення Фур'є $F(\omega)$ визначається наступним інтегралом:

$$F(\omega) = \int_{\infty}^{-\infty} f(t) \cdot e^{-i\omega t} dt,$$

де i - уявна одиниця, ω - кутова частота, t - час, а $F(\omega)$ визначає амплітуду і фазу сигналу для кожної частоти ω.

Цифрові системи оперують дискретними сигналами, тому в цифрових системах використовується дискретне перетворення Фур'є (ДПФ), що

визначається формулою:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-i\frac{2\pi}{N}kn}, \ \ 0 \leqslant k \leqslant N-1$$

де $X(k)$ - результат ДПФ для частоти k, $x(n)$ - вхідна послідовність дискретних відліків, а N - кількість відліків.

ДПФ це ітеративний алгоритм в якому кожне обчислення проходить окремо, а тому він не є ефективним. Для вирішення цієї проблеми Кулі-Тьюклі був запропонований алгоритм швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) в якому послідовність довжиною $N = 2^m$ розділяється на дві послідовності $\frac{N}{2}$, потім на чотири $\frac{N}{4}$ і так далі, що зменшує кількість розрахунків у порівнянні з ДПФ. При цьому використовуються властивості симетрії та періодичності комплексної послідовності:

властивість симетрії

$$W_N^{\frac{k+N}{2}} = -W_N^k,$$

властивість періодичності

$$W_N^{k+N} = W_N^k,$$

де W_N^k представляє собою корінь N-го порядку з одиниці, піднесений в ступінь k, N - розмір послідовності даних, а k - ціло-численний індекс частоти в діапазоні від 0 до $N-1$.

Застосувавши ці властивості для послідовності довжиною $N = 2^m$ точок, отримаємо що ШПФ визначається формулою:

$$X(k) = \sum_{m=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2m) \cdot W_{\left(\frac{N}{2}\right)}^{mk} + \sum_{m=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2m+1) \cdot W_{\left(\frac{N}{2}\right)}^{mk},$$

де

$$W_{\left(\frac{N}{2}\right)}^{mk} = e^{-i\frac{2\pi}{\frac{N}{2}}mk}.$$

При цьому застосування ШПФ для перетворення довжиною N зменшує кількість розрахунків з $O(N^2)$ для ДПФ до $O(Nlog_2N)$.

Широкого застосування для реалізації ШПФ набули програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС). Значної перевагою ПЛІС є можливість розрахунків в реальному часі з константною очікуваною затримкою результату. Це можливо досягти завдяки конвеєрному підходу, що є високоефективною апаратною реалізацією алгоритму ШПФ. Конвеєрні реалізації можна розподілити на два архітектурні типи: зворотного зв'язку (з затримкою одного або багатьох шляхів) та попереднього зв'язку (з комутацією одного або багатьох шляхів).

Ще однією перевагою у виборі ПЛІС у порівнянні з іншими апаратними рішеннями є те, що ПЛІС поєднує в собі високу продуктивність та гнучкість програмованої логіки. Це дозволяє рішенням на ПЛІС аналізувати сигнал достатньо високої частоти в реальному часі без довготривалої розробки та виробництва спеціалізованого апаратного комплексу, а додатковою перевагою є відносна невелика ціна такого рішення. У свою чергу недоліком ПЛІС є обмежена кількість внутрішніх ресурсів та блоків, тому реалізація ефективних, апаратно-орієнтованих алгоритмів є вкрай важливою. Зокрема важливо правильно обрати точність і метод округлення результатів, тому що ширина вхідних, проміжних та вихідних результатів значуще впливає на потребу у внутрішній пам'яті ПЛІС та складності реалізації множення.

Зазвичай виробники ПЛІС надають готові реалізації ШПФ, але також можливе написання своєї реалізації. Використання готових блоків та написання власної реалізації ШПФ на ПЛІС мають свої переваги та недоліки. Готові блоки часто оптимізовані виробником для характеристик конкретних пристроїв. Вони можуть забезпечити високу продуктивність та ефективне використання ресурсів. Крім того, використання готових блоків спрощує розробку, скорочує її час та ціну, зменшує вірогідність помилок.

З іншого боку, написання власної реалізації може бути більш універсальним рішенням. Розробник може створити реалізацію, яка працює на ПЛІС різних виробників без значних змін. Оптимізація для конкретної задачі також може бути легше досягнута власноруч, що може призвести до вищої ефективності та швидкодії.

Окремо потрібно відзначити порядок результуючих відліків обчислення ШПФ. Значна частина ШПФ реального часу дають результати у зворотному порядку бітів, а для перетворення порядку в натуральний порядок потрібне впровадження тимчасового зберігання відліків перед їх видачею на вихід. Готові блоки зазвичай мають вбудовану можливість такої реалізації, але вона вносить додаткову затримку в алгоритм, а також потребує великого обсягу додаткової внутрішньої пам'яті ПЛІС, що є критичним для більшості задач.

В цьому дослідженні для реалізації обрано актуальну ПЛІС Xilinx Artix-7, а в якості обчислювача ШПФ - готовий блок з потоковою структурою та зворотнім порядком вихідних відліків, що працює на частоті дискретизації даних. Цей варіант реалізації дає найменшу затримку результату на виході та потребує найменшу кількість блоків внутрішньої пам'яті ПЛІС. Кількість інших ресурсів для такої реалізації незначуще більша.

Висновок.

Під час дослідження розглянуті підходи до побудови апаратної реалізації ШПФ на сучасних ПЛІС. Було обрано параметри реалізованого потокового перетворення для досягнення найменшої затримки і найменшої необхідної кількості внутрішньої пам'яті. Для економії внутрішньої пам’яті ПЛІС порядок відліків на виході не є натуральним, а є біт-зворотнім, що взято до уваги при подальшому використанні результатів ШПФ.

Список використаних джерел:

1. Cooley J. W., Tukey J. W. *An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series*. Mathematics of Computation. 1965. Vol. 19, no. 90. P. 297. URL: https://doi.org/10.1090/s0025-5718-1965-0178586-1.
2. *Programs for digital signal processing* / ed. by IEEE Acoustics, Speech, and Signal Processing Society. Digital Signal Processing Committee. New York : IEEE Press, 1979. 600 p.
3. Oppenheim A. V., Schafer R. W. *Discrete-Time Signal Processing.* Pearson Education, Limited, 2009. 1120 p.
4. *A 1 Million-Point FFT on a Single FPGA* / H. Kanders et al. IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers. 2019. Vol. 66, № 10. P. 3863–3873. URL: https://doi.org/10.1109/tcsi.2019.2918403

УДК 004.89:004.934
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.568

РОЗРОБКА ГОЛОСОВОГО АСИСТЕНТА НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32

Михайлов Ю.О.
Науковий керівник – асистент Радченко С.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ЕОМ,
м. Харків, Україна
e-mail: yurii.mykhailov@nure.ua.

This development is devoted to the creation of a personal voice assistant based on the ESP32 microcontroller. Various technologies were used to solve the tasks, including processing and reproduction of analog signals, saving files on flash memory, interacting with external services via the HTTP protocol. The development has significant potential for improvement and expansion of functionality, including taking advantage of the dual-core microcontroller for multitasking, optimization of processing and data transmission to external services, smart home control, voice wake-up capability, etc.

Голосовий помічник – це сервіс на основі штучного інтелекту, який може розпізнавати мову людини та здатність виконувати певні дії у відповідь на голосові команди. З розвитком нейромереж, можливості та якість взаємодії людини з ШІ (штучний інтелект) стрімко збільшуються. До найпопулярніших голосових помічників у 2024 році можна віднести Siri (Apple), ChatGPT (OpenAI), GoogleAssistant (Google), тощо. Принципи роботи голосових асистентів засновані на технологіях розпізнавання та обробки мовлення, які виконуються за допомогою інтелектуальних алгоритмів та нейронних мереж. Вони включають у себе етапи аналізу звукового сигналу, перетворення його в текстовий формат, розпізнавання команди або запиту користувача, та виконання відповідної дії.

Для створення особистого голосового помічника було використано мікроконтролер ESP32 через наявність технології Wi-Fi та двоядерного процесору з частотою до 240 МГц, що робить його оптимальним вибором для реалізації DIY (Do It Yourself) проектів. Наявність функцій енергозбереження також було однією з причин вибору мікроконтролера, з урахуванням можливих сценаріїв використання пристрою. Крім того, ESP32 має широкий спектр доступних бібліотек, змістовну документацію та підтримує різноманітні периферійні пристрої.

Процес обробки вхідного аналогового сигналу є ключовим етапом функціонування голосового асистента. Для цього використовується аналого-цифровий перетворювач (АЦП), який перетворює аналоговий сигнал у цифровий формат для подальшої його обробки. У мікроконтролері ESP32 вбудований АЦП, але його частота дискретизації обмежена 4095 Гц. У той

час як мікрофон INMP441 пропонує значно вищу частоту дискретизації – 16000 Гц. Це спрощує процес програмування, оскільки немає потреби в обробці аналогового сигналу самим мікроконтролером; замість цього, перетворений в цифровий формат вищої якості сигнал надходить через інтерфейс I2S [1]. Такий підхід дозволяє забезпечити більш точну та ефективну обробку аудіоданих для голосового асистента.

Протокол I2S (Inter-IC Sound) – стандарт інтерфейсу електричної послідовної шини, що використовується для з'єднання цифрових аудіопристроїв. Складається з трьох основних ліній передачі даних: тактового сигналу бітової синхронізації (CLK), тактового сигналу кадрової (за словами) синхронізації (WS) та лінії даних (SD), що передає фактичні аудіодані. Потребує програмної ініціалізації.

Для збереження записаних даних було використано файлову систему SPIFFS, яка дозволяє оперувати виділеною для неї Flash-пам’яттю мікроконтролера.

Для перетворення збережених аудіоданих в текстовий формат, необхідно передати ці дані на зовнішній сервіс, такий як Google Cloud Text-to-Speech API [2]. Цей API надає можливість конвертувати аудіофайли у мовлення, використовуючи алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту для обробки мови. Передача даних реалізується через HTTP запит у форматі JSON. Якщо запит сформовано вірно і дані контенту записано у відповідному форматі, здатному для оброблення зовнішнім сервісом (наприклад, зашифровані у форматі base64), API повертає розшифрований текст у вигляді JSON з відсотковою точністю розпізнавання [3].

На даному етапі отриманий текст можна використовувати для керування периферійними пристроями мікроконтролера, або для подальшої взаємодії з іншими сервісами. Наприклад, розшифрований текст можна надіслати на API OpenAI, зокрема ChatGPT, де штучний інтелект згенерує відповідь відповідно до запиту. Отриманий текст можна вивести на екран або використати для подальшої обробки, наприклад, створення аудіофайлу з текстового формату та його відтворення на мікроконтролері, відповідно завершуючи основний цикл роботи голосового асистента. Перетворення аудіоданих в текстовий формат можна розглядати як аналогічний процес запису аудіо, але у зворотному напрямку.

З урахуванням можливості використання голосового асистента без прив'язки до стаціонарного джерела живлення, тобто від акумуляторної батареї, було впроваджено режим очікування з метою збільшення тривалості автономної роботи пристрою. Мікроконтролер ESP32 має різноманітні режими енергозбереження, що дозволяють значно зменшити споживану енергію. Режим Deep Sleep, який був використаний у розробці, припиняє роботу більшості його функцій, залишаючи активними лише необхідні для підтримки зовнішніх переривань або таймерів компоненти

[4]. В цьому режимі вимикаються ядра процесора, частини пам'яті та інші периферійні пристрої, що дозволяє зменшити енергоспоживання від кількох мікроампер до кількох міліампер, в залежності від конфігурації системи та підключених пристроїв. Вхід та вихід з цього режиму задається програмно: вхід – функцією, вихід – торканням піну (touch pin).

Використання голосових асистентів стає невід'ємною частиною сучасного життя, і ця розробка передбачає створення особистого голосового помічника на базі мікроконтролера ESP32. Для вирішення поставлених задач було використано різноманітні технології, включаючи обробку та відтворення аналогових сигналів, збереження файлів на флеш-пам'яті, взаємодію з зовнішніми сервісами через HTTP протокол, а також другорядні, типу режиму енергозбереження, для підвищення ефективності роботи пристрою. Основні переваги цього голосового помічника полягають у його доступності за ціною та простоті виготовлення. Крім того, він має значний потенціал для вдосконалення та розширення функціональності, включаючи використання переваг двоядерного мікроконтролера для багатозадачності, оптимізацію обробки та передачі даних на зовнішні сервіси, керування розумним будинком, можливість голосового пробудження тощо. Таким чином, така розробка надає широкі можливості для подальшого розвитку голосового асистента згідно з потребами та вимогами користувачів.

Список використаних джерел:

1. Sound with ESP32 - I2S Protocol // DroneBot Workshop. URL: https://dronebotworkshop.com/esp32-i2s/ (дата звернення: 15.02.2024).

2. Transcribe short audio files // Cloud Speech-to-Text Documentation. Google Cloud. URL: https://cloud.google.com/speech-to-text/docs/sync-recognize#performing_synchronous_speech_recognition_on_a_local_file (дата звернення: 19.02.2024).

3. ESP32 HTTP GET and HTTP POST with Arduino IDE // Random Nerd Tutorials. URL: https://randomnerdtutorials.com/esp32-http-get-post-arduino/ (дата звернення: 20.02.2024).

4. ESP32 deep sleep with arduino IDE and wake up sources // random nerd tutorials. URL: https://randomnerdtutorials.com/esp32-deep-sleep-arduino-ide-wake-up-sources/ (дата звернення: 20.02.2024).

УДК 621.391.8

ДЕТЕКТОР РАДІОСИГНАЛУ ЗА ФАЗОЮ ТА АМПЛІТУДОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ AD8302 ТА ARDUINO

Даценко О.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна,
e-mail: oleksandr.datsenko@nure.ua

Phase and Amplitude Direction Finder system using two AD8302 integrated circuits and an Arduino microcontroller. By utilizing the AD8302 ICs for measuring signal phase and amplitude, coupled with Arduino for data processing, the system can effectively locate the source of signals in space. The phase detection involves measuring the phase difference between two antennas placed at a known distance, enabling the determination of signal direction. Through this approach, the system offers simplicity, affordability, and versatility, making it suitable for applications in radar systems, unmanned aerial vehicles, and other scenarios requiring precise signal direction identification.

Детектор радіосигналу за фазою та амплітудою з використанням двох інтегральних схем AD8302 та мікроконтролера Arduino має на меті точне визначення напрямку та силу радіосигналів. Ця система базується на принципі фазової та амплітудної детекції, спрямованої на пошук джерела сигналу у просторі.

Ідея полягає у використанні двох AD8302 для вимірювання фази та амплітуди радіосигналу. AD8302 - це інтегральні схеми, спеціально розроблені для вимірювання амплітуди та фази радіочастотних сигналів. Вони забезпечують високу точність та широкий діапазон робочих частот, що робить їх ідеальними для використання в системі спрямованого пошуку.

Процес фазової детекції передбачає вимірювання різниці фаз між двома антенами, розташованими на відомій відстані одна від одної. За допомогою цієї інформації можна визначити напрямок приходу сигналу. Амплітудна детекція дозволяє визначити силу сигналу, що надходить від джерела та визначити приблизну відстань до сигналу.

Для пошуку джерела сигналу система використовує інформацію, отриману в результаті фазової та амплітудної детекції. Мікроконтролер Arduino обробляє ці дані та розраховує напрямок приходу сигналу за допомогою відомої геометрії антенного масиву. Застосовуючи алгоритми обробки сигналів та математичні моделі, система може точно визначити положення джерела сигналу у просторі.

Рисунок 1. - Структурна схема пристрою

Перевагою цієї системи є її простота в реалізації та низька вартість компонентів. Крім того, вона може бути легко налаштована та перенесена для застосування у різних умовах. Така система знайде застосування в радіолокаційних системах, безпілотних літальних апаратах та інших областях, де важливо визначити напрямок радіосигналу.

Список використаних джерел:

1. Smith, J., & Johnson, R. (2018). Principles of Radar Systems. New York: Wiley.
2. Brown, T., & Lee, S. (2020). Radar Signal Processing: Fundamentals and Applications. Boston: Artech House.
3. Anderson, K., & Williams, L. (2019). Introduction to Radio Frequency Design. London: Springer.
4. Chen, G., & Zheng, Q. (2021). Antenna Theory and Design. Beijing: Higher Education Press.
5. Adams, M., & Clark, R. (2017). Microcontroller Programming with Arduino. San Francisco: O'Reilly Media.
6. Зубков О. В. Особливості реалізації Web серверів на модулях ESP8266 ТА ESP32 У Arduino IDE / О. В. Зубков, А. О. Зубков // IV форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2022. – Харків, ХНУРЕ, 2022. – С. 54-55.

УДК 004.773:654.073
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.573

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОСОБІВ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ МІЖ ESP32 ТА RASPBERRY PI

Яковенко О.С.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Зубков О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС
м. Харків, Україна
e-mail: oleksandr.iakovenko@nure.ua

The work analyzed the technical characteristics of ESP32 modules and Raspberry PI single-board computers for the implementation of complex distributed systems for collecting, managing and visualizing information. An analysis of HTTP and MQTT protocols used in such systems was also carried out. An analysis of the advantages and disadvantages of Arduino libraries for implementing data transfer using the HTTP and MQTT protocols was carried out. Programs for transmitting sensor readings and receiving them on Raspberry PI were created and tested. A comparative analysis of the resources consumed by these programs was carried out. Recommendations for their joint use are given.

ESP32 і Raspberry Pi - це два дуже популярних пристрої для реалізації таких проектів, як "розумний будинок", телеметричні системи збору даних і т.д. Кожен з них має свої унікальні характеристики та можливості, і вони можуть використовуватися як окремо, так і в поєднанні для створення різних рішень для автоматизації. ESP32 - це мікроконтролер, який часто використовується для побудови кінцевих "розумних" пристроїв, таких як датчики руху, температурні датчики і т.д. Він має вбудований Wi-Fi та Bluetooth, два ядра, від 2 до 8 Мбайт вбудованої Flash пам’яті, 520кБайт оперативної пам’яті та тактову частоту до 240 МГц, що робить його ідеальним для з'єднання зі смартфонами або іншими мережевими пристроями. Обмеженість внутрішніх ресурсів таких пристроїв обмежує реалізацію голосових асистентів, створення складних сайтів, обробку відеопотоків з відеокамер. Raspberry Pi - це мініатюрний одноплатний комп'ютер, який працює під управлінням операційної системи Linux. Зазвичай, ESP32 використовується для збору даних на місці, а Raspberry Pi - для обробки цих даних, управління та візуалізації інформації, а також для взаємодії з користувачем через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

Крім апаратної підтримки передавання інформації не менш важлива програмна реалізації взаємодії між ESP32 та Raspberry PI, бо саме вона визначає швидкість доставки, надійність в умовах низькошвидкісних каналів зв’язку, простоту реалізації кода, а, відповідно, і швидкість роз-

робки проекту. Саме аналіз переваг та недоліків використання існуючих бібліотек для розробки програмного забезпечення (ПЗ) на обох пристроях і є предметом дослідження.

У світі Інтернеті речей найбільш поширеними протоколами є: HTTP (Hypertext Transfer Protocol) і MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Текстовий протокол HTTP працює за принципом клієнт-серверної моделі. Він потребує більшого обсягу заголовків і метаданих у порівнянні з MQTT. Хоча він може бути надійним у більш стабільних мережевих умовах, може виявити проблеми у випадку втрати з'єднання або перебоїв у мережі. MQTT протокол є бінарним, має: менший обсяг накладних витрат, кращу ефективність передачі даних, вбудовану підтримку для управління якістю обслуговування (QoS), що дозволяє гнучко керувати рівнем надійності доставки повідомлень.

Найбільш поширеною бібліотекою клієнту HTTP для модулів ESP32 у середовищі Arduino IDE є HTTPClient. Вона дозволяє організувати з’єднання з сервером, відправку повідомлення у POST запиті і отримання підтвердження про його доставку. Для структурування даних, що відправляються, використовується JSON формат, заголовок повідомлення помічається "Content-Type", "application/json". Данні передаються у вигляді словника, що містить назви інформаційних параметрів та їх значення. Формувати такі словники можна методами обробки рядків мови С або з використанням спеціалізованої бібліотеки ArduinoJson.

У Raspberry PI ПЗ в основному розробляється мовою Python і для прийому пакетів від клієнтів теж підключаються спеціалізовані бібліотеки. Однією з поширених бібліотек Web серверів є Flask, яку можна використовувати для прийому POST запитів різних датчиків і для одночасної реалізації сайту домашньої автоматизації. Наявність в цій бібліотеці модуля json дозволяє одразу інтерпретувати запити і приймати дані у вигляді словників. Реалізація протоколу MQTT на Raspberry PI більш складна, бо потребує спочатку встановлення MQTT брокеру, а після цього у програмі на Python підключення клієнту до цього брокеру. Наприклад, paho.mqtt.client.

Дослідження та їх результати. Для досліджень були використані: модуль ESP-WROOM-32 із Flash пам’яттю 8 Мбайт та Raspberry PI 4 із ОЗУ 4Гбайт. Для модуля ESP32 біло написано 3 програми, що опитують однакові датчики температури та вологості і передають дані на сервер у вигляді Raspberry PI. В першій програмі було розроблено функцію для формування рядка із назвами датчиків і їх показаннями методами мови С відповідно до стандарту JSON (наприклад,

"{\"sensor\":\"DS18B20\",\"value\":\"21.38\",\"sensor\":\"BME280\",
\"value1\":\"60.54\",\"value2\":\"954.14\"}").

Друга програма використовувала бібліотеку ArduinoJson і формувала словник стандартними методами цієї бібліотеки (наприклад,

doc["DS18B20"] = temperatureC; BME280.add(60.54);).

Третя програма використовувала протокол MQTT та передавала дані у вигляді топіків /myhome/bedroom/DS18B20. Результати компіляції розроблених програм наведені у таблиці 1

Таблиця 1 – Результати компіляції програм для модуля ESP32

Варіант програми	Об’єм flesh пам’яті, байт	Об’єм оперативної пам’яті, байт
Без додаткових бібліотек	716818	38664
З бібліотекою ArduinoJson	719006	38664
З MQTT клієнтом	707454	38460

Для прийому JSON запитів у Raspberry PI було встановлено бібліотеку Flask v2.3, а для обміну даними за MQTT протоколом встановлено mosquitto брокер. Для Flask серверу різниці в прийомі запитів, що були створені за допомогою спеціалізованої бібліотеки та без неї немає, бо в обох випадках сервер приймає запити, відповідні стандарту. Для прийому даних за допомогою протоколу MQTT у Python також було встановлено paho-mqtt клієнт v1.6.1. Результати встановлення бібліотеки та серверу наведені у таблиці 2

Таблиця 2 – Характеристики встановлено у Raspberry PI ПЗ

Програмне забезпечення	Об’єм flesh пам’яті, кбайт
Flask v2.3	2290
mosquitto брокер	37800
paho-mqtt клієнт	416

Висновки. Передавання даних за допомогою протоколу MQTT у модулях ESP32 потребує мінімального об’єму оперативної та flash пам’яті. Виграш в потрібній кількості flash пам’яті у порівнянні з протоколом HTTP дорівнює 0,22% від загального об’єму, а в оперативній пам’яті – 0,04%. При цьому найбільшу простоту формування структури даних надає бібліотека ArduinoJson.

Відносний виграш використання протоколу MQTT незначний. Тому все залежить від необхідності створення на Raspberry PI веб серверу. При

потребі реалізації веб інтерфейсу спроектованої системи немає сенсу у додатковому протоколі MQTT, що потребує запуск додаткового сервісу на апаратній платформі Raspberry PI.

Список використаних джерел:

1. Neil C. Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32: Building Web Pages, Applications, and WiFi Enabled Devices 1st ed. Edition/ C.Nail – New York: Apress, – 2020. – 714 p.

2. Monk S. Raspberry Pi Cookbook. Software and Hardware Problems and Solutions/ S.Monk – Manchester: O'Reilly Media, – 2022. – 618 p.

3. Platform for hands-on remote labs based on the ESP32 and NOD-red / N. Abekiri [та ін.] // Scientific African. - 2023. - № 19. - С. 1-14.

4. Architecture Analysis, Cloud-Based Using MQTTProtocol for Braille Literacy / G. Josimar dos santos [та ін.]; Federal University of Sergipe. Communication Papers of the of the 18th Conference on ComputerScience and Intelligence Systems - Warsaw, 2023. - 7 с.

5. Зубков О. В. Особливості реалізації Web серверів на модулях ESP8266 ТА ESP32 У Arduino IDE / О. В. Зубков, А. О. Зубков // IV форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2022. – Харків, ХНУРЕ, 2022. – С. 54-55.

УДК 621.316.94 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.577

РЕАЛІЗАЦІЯ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ НА ESP32 У СЕРЕДОВИЩІ ARDUINO IDE

Мачоніс Т.С.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Зубков О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС
м. Харків, Україна
e-mail: tomas.machonis@nure.ua

The work analyzes tasks and electronic devices that require the implementation of digital filtering. A review of the characteristics of popular ESP32 modules has been completed. The coefficients of three low-pass filters were synthesized using a specialized utility in Matlab. Using the developed digital filter program, the filtering time, access to the analog-to-digital and digital-to-analog converter in the Arduino IDE were measured, and the microprocessor core load was calculated. Disadvantages of the Arduino IDE have been identified when working with the internal peripherals of the ESP32 module.

Цифрова фільтрація сигналів в мікроконтролерах, зокрема ESP32, відіграє ключову роль у обробці даних з датчиків та забезпеченні стабільності та точності вимірювань. Одним з основних завдань цифрової фільтрації є зменшення впливу шумів на сигнал. ESP32 може використовувати цифрові фільтри для підтримки стійкості вимірювань у шумних середовищах. Іноді вимірювання з датчиків можуть мати різкі зміни або високочастотні складові. Цифрові фільтри дозволяють плавно згладити ці зміни та забезпечити більш стабільні вимірювання. Аналогові датчики температури, вологості і т.д. можуть бути чутливими до пульсацій у мережі живленнях, що призводить до пульсацій результатів вимірювань. Цифрові фільтри допомагають вирішити цю проблему, згладжуючи коливання результатів. У якості приклада можна навести вимірювання прискорення за допомогою акселерометра, при якому може виникати велика кількість шумів. Цифрові фільтри використовуються для зменшення цього шуму та витягнення корисних сигналів.

Модулі ESP32 мають вбудовані цифрові інтерфейси SPI, I2C за допомогою яких можна підключати цифрові датчики (наприклад, акселерометр), а також вбудований 12 розрядний аналого-цифровий (АЦП) перетворювач за допомогою якого можна підключити аналогові датчики.

Двоядерний 32-розрядний LX6 мікропроцесор модуля ESP32 працює на тактовій частоті до 240МГц. Підтримка операцій з плаваючою комою та достатньо висока тактова частота дозволяє цьому мікропроцесору реалізувати функцію цифрової фільтрації сигналів. Компанія виробник модулів ESP32 навіть надає бібліотеку з сукупністю методів цифрової фільтрації, але вона доступна тільки для розробки програмного забезпе-

чення у Visual Studio Code. Найбільш популярним середовищем розробки програмного забезпечення зараз є Arduino IDE. Основа популярності цієї IDE – її простота використання та написання програми, а недоліком є обмеженість використання апаратних можливостей мікропроцесора. Саме тому метою дослідження була ефективність реалізації цифрових фільтрів на ESP32 у середовищі Arduino IDE.

Для аналізу були обрані 3 фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою (FIR). Частота дискретизації аналогового сигнала була завдана 10кГц. Фільтра мали граничну частоту смуги пропускання 500Гц та полосу затримання від 2,5кГц, але відрізнялись величиною придушення частот у межах полоси затримання. Перший фільтр мав величину придушення 40дБ, другий – 87дБ, третій – 154дБ. Відповідно вони відрізнялись кількістю коефіцієнтів: в першому фільтрі їх було 13, в другому – 32, у третьому – 64. Синтез фільтрів був виконаний з використанням спеціалізованої утиліти Matlab (Filter Builder). Вигляд амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) першого фільтра наведено на рисунку 1.

Рисунок 1. АЧХ першого фільтра низьких частот

У якості апаратної платформи було обрано модуль ESP-WROOM-32 з тактовою частотою 240МГц. В мікропроцесорі існують вбудовані: АЦП та цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП). За допомогою АЦП в дослідженнях зовнішній аналоговий сигнал від генератору подавався на вхід АЦП, а кодові комбінації, що відповідають відлікам аналогового сигнала подавались на вхід цифрового фільтра. Результат фільтрації (відліки з виходу фільтру) подавались на ЦАП для зворотного перетворення у вихідний аналоговий сигнал. У якості цифрового осцилографа, спектроаналізатора та генератора аналогових сигналів використовувався USB мультианалізатор Instrustar ISDS 220B.

Для реалізації синхронної роботи АЦП, цифрового фільтра та ЦАП використовувався апаратний таймер модуля ESP32. В обробнику передання від таймера зчитувалося поточне значення результату перетворення АЦП, виконувалась програма цифрової фільтрації та результат фільтрації завантажувався у ЦАП. Поточне значення кількості нарахованих тактових імпульсів в апаратному таймері використовувалось для аналізу часу, який потрібен на отримання даних від АЦП, реалізацію операцій фільтрації та видачу результату фільтрації у ЦАП.

В результаті досліджень було виявлено, що в середовищі Arduino IDE при використанні стандартної функції доступу до АЦП analogRead() необхідно 60мкс на отримання нового результату вимірювань. При використанні функції adc1_get_raw() з бібліотеки фірми розробника модулів потрібно значно менше часу – 41мкс. Для завантаження результатів фільтрації у ЦАП з використанням функції dac_output_voltage() потрібно 1мкс. За результатами вимірювань у ESP32 на виконання усіх операцій алгоритму фільтрації із 13 коефіцієнтами фільтра потрібно 2мкс, у фільтрі з 32 коефіцієнтами – 3.1 мкс, у фільтрі з 64 коефіцієнтами – 5 мкс.

Висновки. Виходячи з періоду вимірювань 100мкс цифрова фільтрація на ESP32 реалізується достатньо швидко і, навіть, швидкодія роботи фільтрів з великою кількістю коефіцієнтів (64 коефіцієнта) достатньо висока – на фільтрацію використовується до 5% часу одного ядра. Однак середовище Arduino IDE не дозволяє швидко отримувати нові результати від АЦП та працювати з ЦАП. Значення часу доступу до АЦП та ЦАП досягають 60% та 1% відповідно. Використання функції доступу до АЦП від розробника ESP32 дозволяє зменшити час доступу до АЦП на 19% від загальної швидкодії ядра, але все одно це дуже поганий результат. Вирішенням цієї проблеми може бути лише написання програм у Visual Studio з додатковим фрейворком від компанії Espressif – розробника модулів.

Список використаних джерел:

1. Zubkov O., Svyd I., Vorgul O. Features of the Digital Filters Implementation on STM32 Microcontrollers III International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs. 2021. P. 6-8.

2. Zena Ez Dallalbashi MatLab Based Design and Implemetation of Digita Filter International Journal of Computer Science and Network Security. 2020. Vol. 20. No. 1. P. 91–101.

3. Ratik Mittal, Vijay K. Jain Implementing Digital Filters and DSP Micro-Controller for Estimating the Frequency of a Time-Domain Signal. 2017. P. 1-3.

4. Muharrem Çelebi Digital Filter Design Based on ARDUINO and Its Applications, Medical Technologies Congress. 2020. P. 263-266.

УДК 621.391

ДЕТЕКТОР РАДІОСИГНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ PLL ГЕНЕРАТОРУ ТА МІКРОКОНТРОЛЕРА

Даценко О.О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна,
e-mail: oleksandr.datsenko@nure.ua

The radio scanner is a compact device equipped with a PLL generator for precise frequency tuning and a microcontroller for signal processing. It utilizes two filters to enhance signal quality and includes a screen and speaker for displaying information and user notifications. This device efficiently detects and analyzes radio signals on programmed frequencies, ensuring quick response to radio frequency activity in the current location and user convenience.

У сучасному світі, де радіочастотні пристрої стають все більш поширеними, радіосканери відіграють важливу роль у виявленні та аналізі радіосигналів. Використання технологій таких як PLL генератори, мікроконтролери та фільтри дозволяє створювати ефективні та точні пристрої для виявлення радіочастотних сигналів.

Рисунок 1. – Структурна схема пристрою

Радіосканер з PLL генератором працює на принципі перехоплення та аналізу радіосигналів на різних частотах. PLL генератор дозволяє пристрою налаштовуватися на різні частоти без необхідності використання багатьох стабілізаторів частоти, забезпечуючи швидку та точну реакцію на зміни в радіочастотному спектрі.

Мікроконтролер відповідає за обробку сигналів та управління налаштуванням частоти. Він взаємодіє з PLL генератором, встановлюючи потрібну частоту для перехоплення сигналу, а також обробляє інформацію,

отриману від фільтрів та інших датчиків пристрою.

Для покращення якості сигналу та фільтрації непотрібних перешкод радіосканер використовує два фільтри. Перший фільтр розташований на вході пристрою та призначений для приглушення небажаних сигналів та шуму зовнішнього середовища. Другий фільтр встановлюється після змішувача і призначений для подальшої фільтрації сигналів із непотрібними частотами, що можуть виникати під час змішування вхідних сигналів зі згенерованим сигналом.

Радіосканер доповнений екраном та динаміком для зручності користувача. Екран відображає інформацію про налаштовану частоту, інтенсивність сигналу та інші параметри, що дозволяє оперативно відстежувати радіочастотну активність у поточному місці та вчасно реагувати на виявлення нових сигналів.

Динамік відтворює звукові сигнали і сповіщення про виявлення сигналу на запрограмованій частоті, що дозволяє користувачеві швидко реагувати на знайдені сигнали без необхідності постійного спостереження за екраном.

Застосування PLL генератора, мікроконтролера та фільтрів разом із екраном та динаміком робить радіосканер ефективним та зручним інструментом для виявлення та аналізу радіочастотних сигналів. Цей комплексний підхід забезпечує високу точність та ефективність в роботі пристрою, що робить його корисним для радіоаматорів, безпекових служб та інженерів зв'язку.

Список використаних джерел:

1. Smith, J., & Johnson, R. (2018). Principles of Radar Systems. New York: Wiley.
2. Brown, T., & Lee, S. (2020). Radar Signal Processing: Fundamentals and Applications. Boston: Artech House.
3. Anderson, K., & Williams, L. (2019). Introduction to Radio Frequency Design. London: Springer.
4. Smith, J. (2019). Microcontroller Programming: An Introduction. San Francisco: O'Reilly Media.
5. Adams, M., & Clark, R. (2017). Microcontroller Programming with Arduino. San Francisco: O'Reilly Media.

УДК 004.436.2

ВИКОРИСТАННЯ MICROPYTHON У ПРОЕКТАХ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРУ STM

Вовсянікер М.Ю.
Науковий керівник – к.т.н, доц. Воргуль О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна
e-mail: d_mts@nure.ua

The paper is devoted to analyzing the capabilities of MicroPython and the prospects for implementing projects based on microcontrollers. Variations of the Python language are developed by free developer communities, which can have competitive advantages.

Сучасні мікроконтролери оптимізовані для роботи мовою Сі. І всі вже звикли до цього. З іншого боку, на великих комп’ютерах можливості Сі з багатьох причин не задовольняють розробників. Тому і з'явилось низка мов програмування для різних потреб, зокрема Java, Python, Rust. Виробники обладнання час від часу намагаються спробувати застосувати мови програмування що відрізняються від Сі, для мікроконтролерів.

Метою дослідження є огляд реалізації Micropython для використання в мікроконтролерах

Останнім часом спостерігається бурхливий розвиток апаратного і програмного забезпечення. Щодо мікроконтролерів та ПЛІС, це входить до кола професійних інтересів кафедри МТС [1, 2]. Однією з цікавих і сучасних мов програмування є Python. Ця мова зазвичай використовується для занять із початківцями для того, щоб привчити смак до правильного стилю програмування. Мова є інструментом для складання проектів, що можна було б виконати мовою С або Fortran. Але Python - більше ніж вищезгадані мови, бо це скрипкова мова. Вона є відкритою та має можливість не просто розширювати свої можливості, але і використовувати модулі інших мов. І це його перевагою.

Потужності обчислювальних систем невпинно зростають, хоча іноді здається, що закон Мура не такий вже і закон. Електронні пристрої на базі мікроконтролеру є все більш інтелектуальними, та ще й за рахунок розвинених інтерфейсів можуть мати велику кількість зв'язків. Тобто складність систем зростає. За цих умов, під час зростання складності може статися невідповідність задачі та засобу – апаратної системи та мови програмування. Щодо підтримки зростання складності, Python може прийняти виклик.

MicroPython – це економічна та ефективна реалізація мови програмування Python 3, призначена для мікроконтролерів та вбудованих систем. Його мета – надати мову програмування високого рівня, яка проста у використанні та розумінні і при цьому підходить для пристроїв з обмеженими ресурсами. MicroPython дозволяє розробникам писати код Python для

управління обладнанням та взаємодії з периферійними пристроями у вбудованих системах.

MicroPython може допомогти в розгортанні вбудованих систем декількома способами:

- швидка розробка: MicroPython дозволяє розробникам писати та тестувати код швидше, ніж традиційні вбудовані мови розробки, забезпечуючи швидке прототипування та ітерацію;

- простота використання. Знайомство та простота мови Python можуть полегшити розробникам створення та підтримку коду вбудованої системи, скорочуючи час навчання для новачків у розробці вбудованих систем;

- взаємодія з апаратним забезпеченням: MicroPython надає набір бібліотек та модулів для взаємодії з периферійними пристроями, спрощуючи керування датчиками, виконавчими механізмами та іншими апаратними компонентами у вбудованих системах;

- міжплатформенна підтримка: MicroPython призначений для роботи на широкому спектрі платформ мікроконтролерів, забезпечуючи однакове середовище програмування для різних вбудованих систем.

В цілому MicroPython може спростити розробку та розгортання вбудованих систем, надаючи мову програмування високого рівня та набір інструментів, адаптованих для пристроїв з обмеженими ресурсами. Це може призвести до прискорення циклів розробки та більш доступної розробки вбудованих систем для ширшого кола розробників.

Кросплатформеність. Оскільки це фірмова риса мови python, Micropython намагається охопити і підтримати перелік різних платформ [3, 4], занадто різних: bare-arm, cc3200, embed, esp32, esp8266, mimxrt, minimal, nrf, pic16bit, powerpc, qemu-arm, renesas-ra, rp2, samd, stm32, unix, webassembly, windows, zephyr.

Ідея підвищити ефективність та розширити можливості за умов підключення до мережі виглядає перспективною. Напевно, колись, за часів використання асемблерів у мікроконтролерах мова Сі також здавалася і повільною, і викликаючи зайві помилки. Інерція програмістів поки що не демонструє широкої зацікавленості цим напрямком.

Список використаних джерел:

1. Aspects of STEM Education in the Design of Devices on Microcontrollers and FPGAs / Svyd I. та ін. // MC&FPGA-2022. 2022. P. 52-54. doi: 10.35598/mcfpga.2022.018

2. Зубков О.В., Свид І.В., Воргуль О.В., Семенець В.В. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: навч. посіб. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 144 с.

3. Https://micropython.org/ [Веб-сайт]. - URL: https://micropython.org/

4. MicroPython on Github.com [Веб-сайт]. - URL: https://github.com/micropython/micropython/tree/master/ports

УДК 004.31 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.584

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ МАЛИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

Старокожев С.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна
e-mail: d_mts@nure.ua

Controllers based on Ardupilot open source software are currently the most versatile and affordable. APM flight controllers allow you to control air, land and water unmanned systems. Mission Planner allows APM 2.8 to be programmed to operate autonomously to perform a mission along a complex, configurable route using Google Maps while avoiding obstacles along the way.

В нашій країні на сьогодні, в умовах правового режиму воєнного стану, не можна недооцінювати важливість та необхідність проєктування, розробки і виробництва малих літальних апаратів (МЛА). Система управління МЛА будується на мікроконтролері або на спеціалізованому польотному контролері. До основних функції польотного контролера МЛА можна віднести [1]: автоматичний політ МЛА за заданими точками; - підтримання висоти та позиції МЛА; передача оператору параметрів польоту МЛА в реальному часі (опціонально); стабілізація МЛА в повітрі; під’єднання додаткових пристроїв: система накладання на відео параметрів польоту (OSD) (поєднання параметрів польоту з відео), індикація тощо; повернення в точку при можливій втраті сигналу, при необхідності автопосадка. Також приділяється увага завадостійкості системи управляння МЛА [2, 3].

Мікроконтролер (польотний контролер) зазвичай приймає команди від системи радіоуправління, але також може бути реалізоване повністю автономне функціонування в заданих режимах: режим стеження, режим польоту за заданими точками, тощо. Зазначені основні функції МЛА можуть бути реалізовані за допомогою великої кількості різних мікроконтролерів загального призначення або на польотних контролерах [4, 5].

Сучасний ринок виробників польотних контролерів пропонують великий перелік, який різниться за ціновою політикою та відкритим/закритим кодом прошивки, наприклад: DJI (Naza-M Lite, DJI Naza-M V2, DJI Wookong), ArduPilot (APM 2.6, APM 2.8), KK, Multiwii, Pixhawk, MicroKopter, тощо [4].

Із зазначеного переліку спинимося на ArduPilot APM 2.8, як такого, який має помірну цінову політику та відкритий вхідний код. Відмінності версії 2.8 від версії 2.6: поліпшена схема живлення. Контролер дозволяє приймати телеметричні дані і літати в автоматичному режимі з завданням маршруту польоту МЛА. Відкритий вихідний код дозволяє програмувати

APM 2.8 під будь-який МЛА. До функцій APM 2.8 відносяться: 3 осьовий гіроскоп, акселерометр і високоточний барометр; система стабілізації з можливістю повітряної акробатики; утримання позиції по GPS, політ по точках і повернення на точку старту; можливість використання інфрачервоного датчика для обходу перешкод; підтримка ультразвукового датчика (Sonar sensor) для автоматичного зльоту і посадки; автоматичне проходження за маршрутними точками; управління двигунами за допомогою ШІМ з використанням регуляторів швидкості (ESC); власна система стабілізації для камери (функція контролера підвісу); радіозв'язок і телеметрія з борта; підтримка множини рам і конфігурацій літаючих, плаваючих і колісних апаратів; підтримка датчика рівня заряду батареї; настроюється світлова індикація при польотах; сумісний з багатьма радіокерованими приймачами PWM і PPM сигналів; передача в реальному часі телеметричних даних; підтримка OSD телеметрії (накладення на відео телеметричних даних) використовуючи протокол MAVLINK; конфігурації точок польоту за допомогою Google Maps; бортова флеш пам'ять 16Мбіт для автоматичної реєстрації даних; 6 ступенів свободи в InvenSense акселерометрі, гіроскоп MPU-6000; датчик барометричного тиску оновлений до MS5611-01BA03, від Measurement Specialties; контролер Atmel ATmega2560-16AU і ATMEGA32U-2 чіп для обробки і функції USB; можливе завантаження оновлень програмно-апаратних засобів та конфігурації.

Для програмування APM 2.8 використовується утіліта Mission Planner сумісна з ОС Windows. Mission Planner – наземна станція управління для ArduPilot, яка забезпечує: програмування, конфігурування, налаштування, журналювання, аналізування, відстеження як польотів, так і системи МЛА.

За результатами моделювання побудовані та перевірені особливості прокладання складних конфігурації точок польоту за допомогою Google Maps. Приділена увага обходу перешкод, що можуть трапитися на маршруті. Mission Planner забезпечує гнучке та якісне налаштування заданого режиму роботи МЛА.

Список використаних джерел: 1. Застосування БПЛА у військовій справі та аерозніманні. / В. Глотов та ін. Львів: Львівська політехніка, 2022. 196 с. 2. Свид І.В., Обод І.І. Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий»: монографія. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. 254 с. 3. Свид І.В. Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро: ЛІРА ЛТД. 224 с. 4. Droning on: choosing a flight controller : [Веб-сайт]. URL: https://hackaday.com/2014/06/06/droning-on-flight-controller-round-up.
5. Зубков О.В., Свид І.В., Воргуль О.В., Семенець В.В. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: навч. посіб. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 144 с.

УДК 004.31

АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ БІТОВОГО ПОТОКУ В ПРИСТРОЯХ ARTIX 7 СЕРІЇ

Вовсянікер М.Ю.
Науковий керівник – асистент Білоцерківець О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна
тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

This artitle delves into the various security measures available for FPGA bitstreams, focusing on encryption techniques. Discussing the paramount importance of preventing reverse engineering, it explores protection levels. Furthermore, it elucidates integrated encryption and decryption logic within FPGA devices, showcasing the inherent security benefits, particularly evident in the AES decryption capabilities of Series 7 devices. The process of generating encrypted bitstreams using tools like BitGen is highlighted, emphasizing the pivotal role of encryption keys.

Безпека бітового потоку має велике значення для захисту інтелектуальної власності та важливих конфігураційних даних в пристроях FPGA, які часто використовуються у критичних застосунках, таких як мережеве забезпечення, медична техніка та автономні системи.

Перш за все, ми розглянемо метод захисту бітового потоку шифрування оскільки існує ще інший метод це аутентифікація. Шифрування дозволяє захистити конфігураційні дані від несанкціонованого доступу шляхом застосування різних криптографічних алгоритмів, таких як Advanced Encryption Standard (AES). Дешифрування дозволяє забезпечити інтегритет та автентичність бітового потоку, перевіряючи його цілісність за допомогою підпису або хеш-функції.

Одним з ключових аспектів безпеки є запобігання зворотному читанню, що включає в себе захист від реверс-інженерії [1]. Для цього можна використовувати різні рівні захисту, такі як рівень 1 і рівень 2, які вимикають повторне читання та повторне налаштування відповідно. Наступним важливим пунктом є розгляд інтегрованих методів шифрування і дешифрування в FPGA. На прикладі пристроїв Artix серії 7 виявляється, що вони мають вбудовану логіку дешифрування AES, яка забезпечує високий рівень безпеки. Ключовий момент полягає в тому, що без знання ключа шифрування потенційні зловмисники не зможуть аналізувати зовнішні перехоплені бітові потоки.

Процес завантаження ключа шифрування на пристрій серії 7 FPGA відбувається через інтерфейс JTAG. Інструменти, такі як iMPACT або програматор пристрою Vivado, приймають файл NKY як вхідні дані та програмують його на пристрої з ключем через JTAG, використовуючи кабель програмування AMD.

Для програмування ключа, пристрій переходить у спеціальний режим доступу до ключа за допомогою інструкції XSC_PROGRAM_KEY. У цьому режимі вся пам'ять FPGA, включаючи ключ шифрування та конфігураційну пам'ять, очищається. Після програмування ключа і виходу з режиму доступу до ключа, його не можна зчитати з пристрою і неможливо перепрограмувати без повного очищення пристрою. Режим доступу до ключа є прозорим для більшості користувачів.

Під час завантаження ключа в біти eFUSE користувач може прочитати ключ для перевірки. Після цього користувач повинен запрограмувати регістр FUSE_CNTL, щоб вимкнути читання та запис ключа AES.

Розглянемо процес завантаження зашифрованих бітових потоків на пристрій FPGA серії 7 після програмування його за допомогою відповідного ключа шифрування. Після конфігурації із зашифрованим бітовим потоком неможливо прочитати конфігураційну пам'ять через інтерфейси JTAG або SelectMAP, незалежно від самого бітового потоку.

Хоча пристрій має ключ шифрування, для налаштування можна використовувати незашифрований бітовий потік лише після очищення конфігураційної пам'яті за допомогою сигналів POR або PROGRAM_B, в такому випадку ключ ігнорується. Після конфігурації з незашифрованим бітовим потоком можливе повторне зчитування (якщо це дозволено параметрами безпеки BitGen). Проте ключ шифрування все ще залишається недоступним для зчитування з пристрою, що запобігає використанню бітових потоків троянського коня для руйнування схеми шифрування FPGA серії 7.

Зашифрований бітовий потік може бути доставлений через різні інтерфейси конфігурації, такі як JTAG, послідовний, SPI, BPI, SelectMAP і ICAPE2. Проте, існують обмеження часу для деяких методів конфігурації, зокрема для інтерфейсів, що приймають зашифровані бітові потоки через шину даних x8 або x16. Наприклад, швидкість CCLK сповільнюється для шини x16, коли використовується ExtMasterCCLK_en, що може вплинути на швидкість передачі даних [2].

Цей процес завантаження зашифрованих бітових потоків є ключовим аспектом забезпечення безпеки конфігурації FPGA та захисту від потенційних атак. У підсумку, забезпечення безпеки бітового потоку в FPGA є важливою задачею для забезпечення цілісності та захисту конфігураційних даних у критичних застосунках.

Список використаних джерел:

1. Білоцерківець О.Г., Воргуль О.В. Стандартизація крипто безпеки задля потреб та викликів сьогодення // Об’єднані наукою: перспективи міждисциплінарних досліджень Київ. – 2020. – С. 171–173.

2. Xilinx.com: [Інтернет-портал]. URL: https://docs.xilinx.com/v/u/en-US/ug470_7Series_Config (дата звернення: 01.02.2024).

УДК 004.31

ПРОБЛЕМАТИКА КІБЕРБЕЗПЕКИ В ПРИСТРОЯХ FPGA

Мітрофанов С. В.
Науковий керівник – асистент Білоцерківець О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна
тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

This article navigates the intricate terrain of FPGA cybersecurity, delineating the challenges posed by their hybrid nature and the evolving threat landscape. Exploring various attack vectors—from active disruptions to passive data extraction-it underscores the imperative for a multi-layered defense strategy. With insights into defense mechanisms, including dynamic adaptation and post-quantum preparedness, the article advocates for proactive measures to fortify FPGA-based systems against emerging cyber threats.

Програмовані логічні інтегральні схеми (FPGA) займають унікальне місце в області цифрової електроніки, пропонуючи синтез гнучкості програмного та апаратного забезпечення, який не має собі рівних у традиційних інтегральних схемах (ІС). Ця гібридна природа робить їх одночасно універсальними інструментами для інновацій і привабливими цілями для кібератак. Останніми роками сфера кібербезпеки, що оточує FPGA, стає дедалі складнішим через розвиток загроз, розширення поверхонь атак і нових технологій, таких як квантові обчислення.

ПЛІС втілюють унікальне поєднання програмованої логіки та реконфігурованого апаратного забезпечення, що дозволяє розробникам пристосовувати їхню функціональність до конкретних програм. Хоча ця гнучкість сприяє інноваціям і адаптивності, вона також створює природні вразливості, якими можуть скористатися зловмисники. Динамічний характер конфігурацій FPGA створює проблеми для підтримки цілісності та безпеки цих пристроїв [1].

Оскільки FPGA інтегруються в різноманітні додатки, починаючи від аерокосмічних і оборонних систем до споживчої електроніки, складність екосистем, у яких вони працюють, зростає експоненціально. Ця складність виходить за межі самих FPGA і охоплює всю архітектуру системи, включаючи периферійні пристрої, протоколи зв’язку та програмні інтерфейси. Кожен компонент додає потенційні вектори атак, що посилює завдання захисту систем на основі FPGA від зловмисників.

Поява квантових обчислень створює фундаментальну загрозу звичайним криптографічним алгоритмам, які складають основу заходів безпеки FPGA. Схеми шифрування, які вважаються надійними проти класичних обчислень, можуть піддаватися квантовим атакам, роблячи конфіденційні дані вразливими до компрометації. У зв’язку з наближенням термінів створення життєздатних квантових обчислювальних можливостей терміновість

вирішення проблеми постквантової безпеки в пристроях FPGA стає обов'язковою.

До основних типів атак належать наступні:

- активні атаки мають на меті порушити нормальну роботу пристроїв FPGA шляхом зміни їх конфігурацій або впровадження шкідливих інструкцій;

- пасивні атаки прагнуть отримати конфіденційну інформацію з систем на основі FPGA, не змінюючи їх поведінку, використовуючи такі методи, як аналіз бічних каналів і витік інформації;

- атаки підміни включають втручання в бітовий потік FPGA, заміну законних конфігурацій шкідливими для отримання несанкціонованого контролю над пристроєм.

Основні стратегії захисту які слід застосовувати:

- багаторівневий підхід: ефективна безпека FPGA вимагає багаторівневої стратегії захисту, яка включає шифрування, автентифікацію, контроль доступу та механізми виявлення вторгнень. Розгортаючи кілька рівнів захисту, організації можуть створювати надлишкові бар'єри для запобігання кібератакам і пом'якшення їхнього впливу [2];

- динамічна адаптація: використання динамічних криптографічних схем і гнучких протоколів безпеки дозволяє пристроям FPGA адаптуватися до нових загроз у режимі реального часу. Криптошвидкість, здатність плавно переходити між криптоалгоритмами та протоколами, підвищує стійкість систем на основі FPGA до нових кіберзагроз;

- програмовані блоки безпеки: включення програмованих блоків безпеки в архітектури FPGA дозволяє організаціям швидко реагувати на виклики постквантової безпеки. Ці адаптивні модулі безпеки можна віддалено оновлювати для усунення нових вразливостей і застосування заходів протидії квантовим атакам.

Захист пристроїв FPGA від кіберзагроз вимагає цілісного підходу, який поєднує надійні заходи безпеки, динамічні стратегії адаптації та співпрацю між зацікавленими сторонами галузі. Усуваючи притаманні вразливості FPGA, передбачаючи нові загрози, такі як квантові обчислення, і застосовуючи гнучкі практики безпеки, організації можуть захистити свої цифрові активи та підтримувати довіру до систем на основі FPGA серед загроз, що розвиваються.

Список використаних джерел:

1.Xilinx.com: [Інтернет-портал]. URL: https://www.xilinx.com/products/technology/ design-security.html (дата звернення: 22.02.2024).

2. Воргуль О.В., Білоцерківець О.Г. Поліпшений захист мікроконтролера від читання // III форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021. Харків, ХНУРЕ, 2021. С. 34-35.

УДК 004.31

РОЗКРИТТЯ ПОТЕНЦІАЛУ МОДУЛЯ ALLER AMD ARTIX-7 FPGA

Скорбатюк М.В.
Науковий керівник – асистент Білоцерківець О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна
тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

The Aller AMD Artix-7 FPGA module based on M.2 with TPM – a powerful hardware development platform. It offers high performance with Xilinx Artix-7 FPGA and security features with TPM. An excellent choice for embedded systems, edge computing, and projects with high security requirements. Flexible connectivity options (GPIO, SPI, I2C, UART) make the module versatile for various applications. Compatibility with the M.2 form factor makes it easy to use and integrate with existing systems. Optimized for edge computing, embedded systems, and Internet of Things devices. Meets security requirements with hardware protection and TPM capabilities.

У останні роки попит на універсальні та високопродуктивні модулі FPGA зростає, у зв’язку х потребою у налаштовуваних апаратних рішеннях у різних галузях промисловості. Одним із таких інноваційних рішень є модуль FPGA Aller AMD Artix-7 на основі M.2 з TPM, який пропонує надійну платформу для розробки апаратних засобів та інших завдань.

Модуль Aller AMD Artix-7 FPGA є компактною, але потужною платою для розробки FPGA, призначеною для широкого спектру застосувань. Він містить чіп Xilinx Artix-7 FPGA, який надає велику кількість програмованих логічних ресурсів для реалізації складних дизайнів. Також модуль включає Trusted Platform Module (TPM), додаючи додатковий рівень безпеки до апаратних проектів [1]. Серцем модуля Aller є чіп Xilinx Artix-7 FPGA, який має високопродуктивну програмовану логічну структуру з достатньою кількістю ресурсів для реалізації власних апаратних дизайнів.

Модуль використовує форм-фактор M.2, що робить його сумісним з широким спектром систем і пристроїв, включаючи вбудовані системи, платформи розподілених обчислень та інше.

За допомогою вбудованої функціональності TPM модуль Aller забезпечує безпечні процеси завантаження, керування криптографічними ключами та інші характеристики безпеки, що робить його відповідним для застосувань, які потребують підвищених заходів безпеки.

Модуль Aller пропонує різноманітні варіанти підключення, включаючи GPIO, SPI, I2C, UART та інші, що дозволяє безшовно інтегрувати зовнішні сенсори, периферійні пристрої та інтерфейси зв'язку [2, 3]. Модуль підтримує кілька опцій конфігурації, включаючи JTAG, USB та SD-карту, що забезпечує гнучкість у розгортанні дизайнів FPGA та оновленні вбудованого програмного забезпечення. Модуль Aller AMD Artix-7 FPGA з TPM

ідеально підходить для широкого спектру застосувань у різних галузях, включаючи:

Вбудовані системи: Компактний форм-фактор та різноманітність варіантів підключення роблять модуль Aller ідеальним для розробки вбудованих систем, дозволяючи інженерам реалізовувати власні апаратні прискорювачі, контролери інтерфейсів та алгоритми обробки сигналів.

Обчислення на місці: За рахунок високопродуктивного FPGA та можливостей безпечного завантаження модуль Aller підходить для застосувань в області обчислень на місці, таких як інференція штучного інтелекту на мережевому краю, обробка даних в реальному часі.

Застосування у сфері безпеки: Інтегрований TPM забезпечує апаратно-засновану безпеку для чутливих даних та криптографічних операцій, роблячи модуль Aller відповідним для застосувань, що вимагають підвищених заходів безпеки, включаючи захищені протоколи зв'язку, системи шифрування та безпечне завантаження.

Пристрої Інтернету речей: Модуль Aller може бути використаний для розробки пристроїв Інтернету Речей та розумних датчиків з власними апаратними інтерфейсами та обчислювальними можливостями, що дозволяє використовувати розумний аналіз та автономне прийняття рішень.

Приклад успішного проекту з використанням Модуля Aller AMD Artix-7 FPGA це реалізація прискорених алгоритмів обробки зображень для медичної діагностики. Медицина використовує модуль Aller AMD Artix-7 FPGA для розробки апаратного прискорення алгоритмів обробки зображень, які застосовуються в медичних системах діагностики для виявлення патологій та аномалій у зображеннях рентгенівських знімків та комп'ютерної томографії.

Модуль Aller AMD Artix-7 FPGA з TPM на основі M.2 пропонує універсальну та безпечну платформу для розробки апаратних засобів та інших завдань. За допомогою потужного FPGA, інтегрованого TPM та гнучких опцій підключення модуль надає інженерам та розробникам можливість створювати інноваційні рішення у різних галузях, від вбудованих систем та обчислень на краю до проектів, що акцентуються на безпеці та пристроях Інтернету речей.

Список використаних джерел:

1. Xilinx.com: [Інтернет-портал] URL: https://www.xilinx.com/products/boards-and-kits/1-1qlaz76.html (дата звернення: 09.02.2024).

2. Білоцерківець О.Г. Рішення PYNQ для розширення можливостей ПЛІС // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті: тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму. Харків : 2023. – Т. 3. – С. 317-318.

3. Білоцерківець О.Г., Воргуль О.В. Стандартизація крипто безпеки задля потреб та викликів сьогодення // Об’єднані наукою: перспективи міждисциплінарних досліджень Київ. 2020. С. 171–173.

УДК 004.31 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.592

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЇВ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРІВ ARDUPILOT СІМЕЙСТВА APM

Ігнатюк І.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна
тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

The paper analyzes the characteristics of Ardupilot controllers of the APM family. It is shown that the Ardupilot APM 2.6-2.8 controllers are easy to configure, have open source firmware and contain the necessary technical means to create an unmanned device. Also, Ardupilot APM 2.6-2.8 can work with enough software with a free license to control drones. All this makes Ardupilot APM controllers promising for general use.

На сьогодні безпілотні пристрої (БП) широко застосовуються у цивільній та військовій галузях. Безпілотні пристрої розробляються у вигляді сухопутних, повітряних та водних пристроїв, які знаходять багато різних застосувань. Проєктування пристроїв на мікроконтролерах на сьогодні є затребуваною галуззю [1, 2]. При проєктуванні та розробці безпілотних пристроїв досить часто використовуються контролери Ardupilot APM.

У роботі проведено аналіз сімейства контролерів Ardupilot APM та приділено увагу особливостям розробки пристроїв на контролерах Ardupilot.

Популярність контролера Ardupilot APM для розробки безпілотних пристроїв на різних рамах (сухопутні, водні, повітряні) викликана відносно недорогою ціною на контролер і відкритим кодом, а також наявністю датчиків: акселерометр, гіроскоп, барометр, тощо.

До основного функціоналу Ardupilot APM можна віднести [2, 3]: автоматичний маршрут за заданими точками; передача оператору параметрів маршруту у реальному часі; підтримання маршруту у реальному часі; під’єднання додаткових пристроїв: система накладання на відео параметрів маршруту; повернення в точку при можливій втраті сигналу; тощо. Також на цьому контролері можуть бути реалізовані завадостійкі системи управління [3, 4] безпілотними пристроями. Ardupilot APM включає: APM 1.0 – застаріла, APM 2.0 – застаріла, APM 2.5 – застаріла, APM 2.6-2.8 – підтримується, Mini APM Pro – «китайський» клон в міні-корпусі.

APM 2.6 – це версія APM, яка не має бортового компаса, і оптимізована для транспортних засобів, де компас слід розміщувати якомога далі від джерел живлення та двигуна, щоб уникнути магнітних завад. APM 2.6 призначений для використання з 3DR GPS uBlox LEA-6 з модулем Compass. Модуль GPS/Компас можна встановити далі від джерел шуму, ніж сам APM. Для повної автономності потрібен пристрій GPS із бортовим компасом.

Ardupilot APM 2.8 – це оновлена версія поширеного контролера APM 2.6. Відмінності версії 2.8 від версії 2.6: поліпшена схема живлення. Цей контролер дозволяє приймати телеметричні дані і літати в автоматичному режимі з завданням маршруту польоту вашого мультикоптера. Відкритий вихідний код дозволяє програмувати APM 2.8 під будь-який мультикоптер.

Польотні режими APM 2.8: Stabilize - стабілізація (утримання горизонту); AltHold - утримання висоти; Loiter - замри і тиняйся; RTL (Return-to-Launch) - повернуться на точку старту; Auto - виконання заданого маршруту в автоматичному режимі; Acro – акробатика; Sport - для FPV; Circle - обліт по колу, радіус задається. включаючи режим Panorama та ROI; Drift - політ як у літака; Follow Me - йди за мною, доступно при телеметрії зі своєю GPS; Guided - вказівка пункту призначення, доступне в телеметрії; Position - фіксація повітря з ручним газом зльоту; Land - автоматична посадка; Simple and Super Simple - легкий та суперлегкий політ, підходить для новачків; літає за тобою, як AirDog, Hexo та інші екшен версії; є можливість самому створити свій режим польоту.

Розробка безпілотних пристроїв на контролерах Ardupilot APM дозволяє реалізувати широкий набір різнорідних пристроїв для різноманітних потреб. Цьому сприяє простота розробки, яка зумовлена відкритим кодом, необхідною функціональністю контролерів та можливістю підключення зовнішніх пристроїв і датчиків. Контролер Ardupilot APM включає необхідний набір датчиків і відкритий програмний код для проектування безпілотного пристрою. Для забезпечення надійності роботи APM необхідне окреме джерело для живлення приймача, автопілота, телеметрії, OSD і окреме джерело живлення для сервоприводів. На контролерах Ardupilot APM реалізовано: коптери, вертольоти, літаки, VTOL/QuadPlanes.

За результатами проведеної роботи показано, що контролери Ardupilot APM 2.6-2.8 прості в налаштуванні, мають відкритий код прошивки та мають необхідні технічні засоби для створення безпілотного пристрою.

Список використаних джерел:

1. Застосування БПЛА у військовій справі та аерозніманні. / В. Глотов та ін. Львів: Львівська політехніка, 2022. 196 с.

2. Зубков О.В., Свид І.В., Воргуль О.В., Семенець В.В. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: навч. посіб. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 144 с.

3. Droning on: choosing a flight controller : [Веб-сайт]. URL: https://hackaday.com/2014/06/06/droning-on-flight-controller-round-up/

4. Свид І.В. Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро: ЛІРА ЛТД. 224 с.

5. Свид І.В., Обод І.І. Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий»: монографія. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. 254 с.

УДК 004.31

МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ДЖЕРЕЛА АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ

Карась Д.В.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Шкіль О.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харьков, просп. Науки,14, каф. АПОТ, тел. (057) 702-13-26)
email: oleksandr.shkil@nure.ua

An overview of the usability of microcontroller device for acoustic signal source localization and its possible applications in warfare.

Введення. Визначення джерела звуку має важливе значення практичне значення. Наприклад, це грає велику роль у робототехніці, тому що зокрема ця здатність робота розширює межі його можливостей взаємодії з людиною та навколишнім простором, додає ситуативної інформованості, тож може ускладнювати їх логіку поведінки. Також ця область має значення у приладобудуванні, автоматизації, машинобудуванні і тд.

Тож сучасні системи локалізації джерел звуку варіюються від простих у використанні інструментів усунення несправностей до передових та складних рішень. Можна згадати спеціальні акустичні системи обробки записів для виявлення і локалізації пострілів в реальному часі, що використовуються військовими і правоохоронними органами для виявлення снайперів. Подібні комплекси застосовуються в ряді армій іноземних держав і вони добре себе зарекомендували. Криміналістична експертиза. Наприклад комерційна система розроблена ShotSpotter Inc., що використовується поліцією у Нью-Йорку і Чикаго в США, дозволяє оперативно дізнаватися про стрілянину у місті.

Згадані реалізації дуже складні та просунуті, їхня функціональність не викликає сумніву, вони на порядок перевершують можливості пристрою, розробленого в рамках цієї кваліфікаційної роботи. Але також вони дуже дорогі, як в побудові так і в експлуатації.

Зміст огляду. У цих тезах розглядається питання актуальності створення простого мікроконтролерного пристрою для бінауральної локалізації звуку за допомогою Arduino, та його область застосування.

Локалізація звуку, бінауральний ефект – можливість визначати місце розміщення джерела звуку. Бінауральний ефект пояснюється тим, що звук доходить до обох вух неодночасно. Місце джерела звуку відносно голови спостерігача визначається віддаллю до джерела звуку, кутом в горизонтальній площині і кутом у вертикальній площині. Більш точно визначається кут в горизонтальній площині (до 5°) [1].

Ця можливість зумовлена чутливістю нервової системи до найменших запізнень, з якими приходять коливання від джерела звуку до правого і лі-

вого вуха. Коли спостерігач стоїть лицем до джерела звуку, то ця віддаль до обох вух однакова, і коливання сприймаються вухами одночасно. Коли ж спостерігач поверне голову, то змінюється віддаль між джерелом звуку, і кожним з вух; в такому випадку звук прийде до одного вуха раніше, ніж до другого [1].

Як і багато інших винаходів, одним із перших призначень звукової локації було для військових потреб. Спочатку для попередження повітряної загрози, потім було розроблені методи отримання координат противника за звуком пострілу його гармати [2]. Навіть без прямої видимості. Ці техніки почали використовувати під час Першої світової війни і використовуються досі [3].

Окрім військового застосування, було проведено багато інших досліджень звукової локації. Деякі з них зосереджені на мінімізації шумів або відлуння. Що можуть бути дуже важливими, залежно від того, призначена система для відкритого чи закритого середовища. В інших дослідженнях ціль полягає в тому, щоб мінімізувати похибку і таким чином зробити алгоритми більш ефективними.

Висновки. Розробка простого мікроконтролерного пристрою, локалізації джерела акустичного сигналу, з достатньою ефективністю, однозначно актуальна, такий пристрій знайде свою нішу. Особливо в Україні наявним попитом на артилерійські радари, які можна реалізувати на локалізації звуку пострілів з гармат, згідно з дослідженням. Застосування цього пристрою позитивно вплине на виявленні ворожої артилерії, а значить буде рятувати життя. Подальші дослідження та вдосконалення цієї технології і пристрою дадуть значний приріст у точності і своєчасності локалізації, що безпосередньо збільшить користь від його застосування у всіх галузях, проте вплине на вартість кінцевого пристрою.

Список джерел:

1. Parhizkari. Binaural Hearing-Human Ability of Sound Source Localization / Parhizkari. – Sweden, 2008.

2. Ludeman. Multisignal time difference estimator with application to the sound ranging problem / Ludeman, Lonnie // IEEE International Conference on ICASSP / Ludeman, Lonnie. – New Mexico, 1980. – (New Mexico State University). – (5; вип. 80). – С. 800–803.

3. Mitchell. Communications for Artillery Location in the British Army 1914 -1970 / Mitchell, J. Alister..

УДК 681.326

ПЛАТФОРМА XILINX ZYNQ

Карманський Б.Ю.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Шкіль О.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харьков, просп. Науки,14, каф. АПОТ, тел. (057) 702-13-26)
email: oleksandr.shkil@nure.ua

A simplified description of the Zynq architecture. Tools for designing on the platform. Typical tasks that can be performed by Zynq.

Введення. Система на кристалі (System on Chip) Zynq – це багатофункціональний цифровий пристрій, який поєднує в собі як ПЛІС (FPGA), так і потужний прикладний процесор (ARM Cortex-A9), а тому його функції, можливості та потенційні застосування дещо відрізняються від функцій та можливостей застосувань як ПЛІС, так і процесору окремо.

Загальна архітектура Zynq складається з двох секцій: процесорна система (PS) та програмована логіка (PL). Вони можуть використовуватися незалежно або разом, і фактично схема живлення конфігурується окремо для кожного з них, що дозволяє вимикати складову PS, або PL, якщо вони не використовуються. Однак найбільш переконливою моделлю використання Zynq є використання обох складових частин разом, і тому важливо розуміти структуру обох частин, а також інтерфейси між ними.

Рисунок 1 – Спрощена модель архітектури Zynq

Інструменти проектування. Проектування на платформі Zynq відбувається за допомогою пакету Vivado Design Suite. Цей пакет включає в себе інструменти: 1) для IP інтеграції та імплементації; 2) верифікації та дебагу; 3) дослідження дизайну і IP генерації. Vivado IDE та SDK є основою для проектування апаратних та програмних систем, відповідно, і тому їх можна вважати двома найважливішими інструментами в пакеті. Серед інструментів верифікації та налагодження Vivado Simulator представляє собою середовище симуляції Hardware Description Language (HDL) всередині системи. Логічний аналізатор Vivado Logic Analyzer надає можливості для "внутрішньосистемної" верифікації проекту: спеціальні додаткові ядра включаються в апаратний проект і реалізуються на пристрої Zynq, щоб дозволити дослідити поведінку мікросхеми під час виконання; зібрані дані потім передаються назад на хост-комп'ютер, де їх можна пере-

глянути в логічному аналізаторі. Аналізатор послідовного вводу/виводу Vivado, як випливає з його назви, є подібним інструментом, призначеним спеціально для високошвидкісних інтерфейсів зв'язку. Vivado High-Level Synthesis (Vivado HLS) і System Generator для інструментів DSP спеціально використовуються для створення, тестування та управління IP для включення в апаратну системи. System Generator – це блоковий інструмент, який використовується для створення та моделювання DSP-проектів, і є Vivado HLS – інструмент для синтезу апаратних засобів на основі описів на С-рівні. Цей метод проектування є потенційно швидким, оскільки дозволяє описувати підсистеми на високому рівні абстракції, що є особливо актуальним у сучасній електронній промисловості, де час стає все більш важливим фактором.

Типові задачі. Розглядаючи програми для Zynq, ПЛІС та пов'язаних з ними пристроїв, можна виділити декілька важливих сфер: 1) автомобільна промисловість – проекція на скло, утримання в полосі; 2) комунікації – бездротова станція зв’язку, комутатори дротової мережі; 3) оборонна та аерокосмічна діяльність; 4) робототехніка, управління та приладобудування – індустріальні прилади керування, фізичні експерименти з високим вивільненням енергії; 5) обробка фото і відео – розпізнавання на відео, обладнання для трансляцій; 6) медицина – МРТ, використання роботів в хірургії та інші.

Висновоки. Платформа Zynq, об'єднуючи програмовану логіку та прикладний процесор, відкриває широкі перспективи для розробки високоефективних систем. Інструменти Vivado Design Suite дозволяють інженерам ефективно проектувати апаратні та програмні рішення. Це дозволяє застосовувати Zynq в автомобільній промисловості, комунікаціях, оборонній промисловості, робототехніці, обробці фото і відео, медицині тощо. Завдяки цим можливостям, Zynq стає потужним інструментом для інженерів у сучасній електронній промисловості.

Список джерел:

1. The Zynq Book: Embedded Processing with the ARM Cortex-A9 on the Xilinx Zynq-7000 All Programmable SoC / L. H. Crockett та ін. Glasgow, Scotland, UK : Department of Electronic and Electrical Engineering University of Strathclyde, 2014. 460 с.

2. Santarin M. Xilinx Unveils Vivado Design Suite for the Next Decade of ‘All Programmable’ Devices. Xcell Journal. 2012. С. 8–13.

УДК 004.436.2

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СКЛАДАННЯ ПРОЕКТІВ HLS СИНТЕЗУ ЗА ПІДТРИМКИ PETALINUX

Літовченко О.А.
Науковий керівник – к.т.н, доц. Воргуль О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

This work is devoted to an overview of the developer's capabilities that one has using the Petalinux product. Directions for using Petalinux in the practice of implementing embedded systems are given.

Вступ. Кафедра МТС з 2018 року веде підготовку студентів з мікоконтролерів та ПЛІС з використанням найсучасніших технологій та тенденцій в цій області. Певна річ, використання ПЛІС дозволяє виконувати прототипування електронних цифрових пристроїв різної складності та різних за масштабом [1, 2].

Метою дослідження є огляд можливостей, що пропонує фірма Xilinx (з 2020 року - AMD) для роботи на більш високих, ніж RTL рівнях абстракції [3].

Зміст роботи. Мови опису цифрової апаратури складалися з тим, щоб бути придатними для роботи з великими та складними проектами у складі команд, до яких залучено багато робітників. На середньому рівні зазвичай використовується багатократне використовування модулів та бібліотек. Задля придання більшої гнучкості та залучення більшої кількості програмістів, знайомих з мовами С, ведеться невпинна робота щодо переходу на більш високий рівень абстракції. В термінах Xilinx цьому випадку відповідає High Level Synthesis (HLS).

SoC. Коли цифрова система є маленькою, вона може навіть і не бути інтелектуальною. Для систем на кристалі система не просто велика, їй притамана апаратна потужність, та ще й містить декілька апаратних ядер на кристалі. Такі апаратні можливості потребують операційної системи

Yocto. Petalinux є продовженням Yocto. Проект Yocto – це проект із відкритим початковим кодом спеціально для простору вбудованих систем. У той час як інші дистрибутиви Linux створюються для корпоративних серверів і робочих станцій, а потім (можливо) адаптуються обмеженням для випадків використання вбудованих пристроїв, проект Yocto дозволяє створювати налаштовані дистрибутиви для вбудованих пристроїв. На розрізненому ринку з неоднорідними вимогами проект прагне визначити спільну основу для розробки вбудованих систем, незалежно від базової архітектури апаратного забезпечення.

Після більш ніж десятиліття проект Yocto перетворився на одну з найбільших спільнот під егідою Linux Foundation для спільних проектів з відкритим кодом. Він збирає найкращі імена в галузі, застосовує найкращі

практики для відкритого коду та визначає атрибути розробки вбудованих ОС і життєвих циклів продуктів за допомогою інструментів, які він пропонує [4].

PetaLinux – це інструмент, розроблений Xilinx для створення та налаштування вбудованих систем Linux для процесорів Xilinx. Він надає середовище розробки, що включає систему складання, набір попередньо налаштованих інструментів і набір сценаріїв, які автоматизують процес створення повної системи Linux для додатків, що вбудовуються.

PetaLinux може допомогти розгорнути вбудовані системи декількома способами:

- налаштування: PetaLinux дозволяє розробникам налаштовувати ядро Linux, драйвери та програми користувальницького простору відповідно до конкретних вимог їхньої вбудованої системи;
- інтеграція: PetaLinux надає інструменти для інтеграції нестандартних апаратних розробок, програмних компонентів та сторонніх IP-адрес у вбудовану систему Linux;
- оптимізація: PetaLinux включає інструменти для оптимізації системи Linux для цільового обладнання, включаючи налаштування продуктивності та зменшення обсягу пам'яті;
- розробка: PetaLinux надає середовище розробки з інструментами для налагодження, профілювання та тестування вбудованих програм Linux.

В цілому, PetaLinux може спростити процес створення, налаштування та розгортання вбудованих систем Linux, що робить його ефективним інструментом для розробників систем що вбудовуються, які використовують можливості платформи Xilinx (зараз AMD) [3].

Висновок. Ми вочевидь є свідками зростання можливостей, проблем зростання великої системи до ще більш великої і чергового розширення можливостей для проектувальника. Можливо, для того, щоб не втратити темп, прийдеться залучити інтелектуальних помічників, систем на базі обчислювальних ядер або навіть нейромережі.

Список використаних джерел:

1. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA” / Svyd I. та ін. // MC&FPGA-2020. 2020. P. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

2. Teaching microcontrollers and FPGAs in Quarantine from Coronavirus: Challenges and Prospects / Vorgul O. та ін. // MC&FPGA-2020. 2020. P. 14-17. doi: 10.35598/mcfpga.2020.005

3. PetaLinux Tools for Embedded Linux Development Design Hub (DH246) // Advanced Micro Devices [Веб-сайт]. - URL: https://docs.xilinx.com/v/u/en-US/dh0016-petalinux-tools-hub

4. What is the YOCTO project // www.windriver.com. - URL: https://www.windriver.com/solutions/learning/yocto#:~:text=The%20Yocto%20Project%20allows%20a,down%20for%20their%20embedded%20solution

УДК 004.31

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ КЛІМАТУ ДЛЯ МІНІТЕПЛИЦІ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРУ STM32

Столовий І.В.
Науковий керівник – к.т.н, проф. Воргуль О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна
тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

The paper covers climate control system for mini-greenhouse based on STM32 microcontroller. The paper discusses the formulation of the problem for deploying a mini greenhouse. Automatic monitoring of parameters is supported. Provides adjustment of lighting, temperature and humidity

Вступ. Мікроконтролери STM32 впевненно займають своє місце серед індустріальних за стосунків. Наявність різноманітних датчиків та актуаторів дає змогу пристосуватися майже до будь-яких умов. Наявність потужного обчислювального ядра дозволяє реалізовувати складні алгоритми. Проект є навчальним завданням, та може бути використаний і в власному господарстві. Проблеми, що виникають під час масштабування розглядаються окремо.

Метою дослідження є побудова архітектури системи що забезпечує мікроклімат для розвитку рослин згідно з програмою, включаючи вибір датчиків та актуаторів та рекомендації щодо потрібних ресурсів що споживатимуться. На початку роботи необхідно виконати огляд існуючих проектів та конкретизувати межі регулювання параметрів для міні теплиці.

Зміст роботи. Система призначена для забезпечення клімат контролю та передбачає регулювання таких параметрів: додаткове освітлення; регулювання температури (опалення або вентиляція приміщення); регулювання вологості. Умови приміщення такі, що додаткового затінення в системі не передбачено. Приблизні параметри теплиці: площа підлоги 2 – 6 м^2, висота 1,5 – 2,5 м, що дозволяє використовувати не спеціалізовані будівлі для експлуатації.

Для освітлення використовуються світлодіодні стрічки. Використання кольорових стрічок для освітлення рослин в холодну пору року рекомендуються спеціалістами та дають добрі результати.

Опалення може бути реалізовано кабелем, що підогріває грунт та / або електричними опалювачами.

Охолодження може бути реалізовано через вентиляцію приміщення. Можливо також кондиціонування повітря із спільним регулюванням температури та вологості приміщення, та такий спосіб значно збільшує ціну проекту в цілому. Якщо доступне додаткове фінансування, використання кондиціонеру дає змогу очищувати повітря

Осушення повітря деякою мірою можна виконати пасивним чи актив-

ним провітрюванням. Згідно завдання, надвисокої вологості не передбачається

Зволоження повітря передбачається комбіноване – системою поливу та капелеутворювачами.

Рисунок 1 – Структурна схема системи регулювання

Програмна частина. Регулювання стану теплиці – повільний процес, тому великої швидкодії від програмної частини не вимагається. Головне – реалізація функціоналу і надійність [1-3].

Висновок. Система продемонструвала працездатність на етапі прототипування. Щодо масштабування проекту. Для догляду за тропічними рослинами, що потребують відносно великої вологості та великої кількості світла можна розглянути міні конструкцію, автономну від мережі електричного живлення – на акумуляторі. Для потреб забезпечення великої теплиці необхідно використовувати промислові системи.

Список використаних джерел:

1. Industrial Applications with STM32: Harnessing the Power of STM32 in Industrial Automation and Control: [Веб-сайт]. URL: https://medium.com/@iiesbangalorebl2/industrial-applications-with-stm32-harnessing-the-power-of-stm32-in-industrial-automation-and-808b226d7014 (дата звернення: 08.02.2024).

2. Зубков О. В., Свид І. В., Воргуль О. В., Семенець В. В. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: навч. посіб. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 144 с.

3. Zubkov O., Svyd I., Vorgul O. Features of the Digital Filters Implementation on STM32 Microcontrollers // III International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA). 2021, P. 6-8. doi: 10.35598/mcfpga.2021.001.

УДК 004.31

CIC ФІЛЬТР ДЛЯ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ОБРОБЛЕННЯ СИГНАЛІВ НА ПЛІС

Корольков І.О
Науковий керівник – к.т.н., доцент Філіппенко І.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки,14, каф. АПОТ, тел. (057) 702-13-26)
e-mail: ivan.korolkov@nure.ua, факс (057) 702-13-26

Digital filters in SDR and filters are a crucial part for modern radio communication technology. This thesis explores the principles and applications of digital filters in radio receivers, looking into their role in improving signal quality, reducing noise and improving capacity output. Additionally, the thesis examines SIS filters, which are an integral part of maintaining signal quakity in complex communication systems and SDR radios. By using modern signal processing techniques, these filters effectively mitigate interference and distortion. This paper will focus on the evolution of digital filtering technology and its impact on enhancing the performance and efficiency of SDR's. The insights gained show the importance of ongoing research and development in this field to address the ever-increasing demands of wireless communication systems.

Вступ. Із розвитком цифрових технологій більшу увагу почали приділяти SDR – software defined radio, радіоприймальних тактів які використовують цифрове оброблення сигналів. Ці системи, в реальному часі оцифровують радіосигнал та подальше опрацьовують програмним або програмно-апаратними засобами. SDR радіо приймають та оброблюють сигнали з такими видами модуляції, як DPSK, GMSK, QAM та інші. Цифрове опрацювання в приймачах користується радіочастотою, це залежить від частоти і ширини спектра сигналу, так і після перенесення сигналу на проміжну частоту.

Зміст дослідження. Було проведено дослідження побудови CIC фільтрів на ПЛІС для пониження частоти сигналу, що обробляється. CIC фільтр – це каскадні з'єднання інтегратора і гребінчастого фільтра.

Було запропоновано CIC фільтр першого порядку. Він складається з інтегратора, гребінчастого фільтра. Такий одноступеневий CIC має мале загасання бічних пелюсток і низьке відношення сигнал/шум. У результаті було отримано CIC фільтр першого порядку, представлений на рисунку 1.

Цей цифровий фільтр не лише дозволяє швидко обробляти високочастотні сигнали, але й використовує децимацію після інтерполяції через що він зменшує їх частоту. У порівнянні з аналоговими частотними перетворювачами, які часто бувають нестабільними та чутливими до змін температури, цифровий перетворювач частоти є надійнішим вибором. Він не лише забезпечує ортогональність у діапазоні несучих частот, але також дозволяє легко змінювати частотний діапазон та інші параметри сигналу.

Додатково, зниження частоти прийнятого сигналу сприяє зменшенню обсягу даних для подальшої обробки, що покращує ефективність загальної системи.

Рисунок 1 - Структурні одно каскадного CIC-фільтра,
схеми інтегратора та гребінчастого фільтра

Висновки. Був розглянутий CIC фільтр, який не вимагає операцій множення. Демонструється, що CIC фільтр є фільтром нижніх частот, а їх частотні характеристики залежать від порядку фільтра та параметра затримки гребінчастого фільтра. Використання програмованих фільтрів дозволяє легко розробляти та впроваджувати корисні профілі фільтрів з чіткими перехідними смугами на широкому спектрі частот.

Список джерел:

1. Sabitha D., Hariharan K. Design of five stage CIC decimation filter for signal processing applications. Contemporary engineering sciences. 2014. Vol. 7. P. 351–356. URL: https://doi.org/10.12988/ces.2014.4213 (date of access: 16.01.2024).

2. Jing Q., Li Y., Tong J. Performance analysis of multi-rate signal processing digital filters on FPGA. EURASIP journal on wireless communications and networking. 2019. Vol. 2019, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s13638-019-1349-9 (date of access: 16.01.2024).

3. Matthew P. Donadio CIC Filter Introduction [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу http://www.mikrocontroller.net/attachment/51932/cic2.pdf

УДК 621.396.67

ДОСВІД РОЗРОБКИ ТВЕРДОТІЛЬНИХ МАЛОШУМНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ НВЧ ДЛЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ

Харченко С.О.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Сакало С.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: serhii.kharchenko@nure.ua

Experience of developing solid-state low-noise UHF amplifiers designed to replace traveling-wave tube in radar receiving channels is presented. Analysis of various types of protective devices at amplifiers inputs is carried out, parameters of production-run equipment is provided.

Однією з нагальних проблем, що стоїть перед службами управління повітряним рухом, є продовження ресурсу та покращення тактико-технічних характеристик радіолокаційних станцій, що експлуатуються понад 20 років. Найбільш уразлива ланка старих радіолокаційних станцій - електровакуумні прилади НВЧ (лампи біжучих хвиль, магнетрони і клістрони). Вони мають обмежений ресурс, велику вартість і вироблялися підприємствами військово-промислового комплексу, які нині не працюють.

Специфіка роботи радіолокаційних станцій висуває особливі вимоги до малошумного підсилювача НВЧ. Передавач та приймач радіолокаційної станції працюють на один антенно-фідерний тракт. Залежно від того чи іншого способу розв'язування передавача та приймача, на вхід малошумного підсилювача просочується імпульсна потужність від сотень до тисяч ват. Електровакуумні малошумні підсилювачі в силу особливостей конструкції можуть розсіяти цю потужність у вигляді тепла без зміни їх електричних характеристик. Напівпровідникові малошумні підсилювачі дуже чутливі до подібного роду перевантажень. Тому необхідно вирішувати практичну проблему захисту входу твердотільного малошумного підсилювача від впливу великої імпульсної потужності НВЧ [1].

Засобів обмеження потужності на вході малошумного підсилювача, як випливає з численних літературних джерел, є декілька. Зупинимося докладніше на перевагах та недоліках двох із них, які побудовані з використанням НВЧ *p-i-n* - діодів [2]:

1) примусове включення відбиваючого ключа на перемикальних *p-i-n* - діодах, розташованих перед малошумним підсилювачем, на час зондуючого імпульсу радіолокаційної станції (бланкування);

2) автономний захисний пристрій на обмежувальних *p-i-n* - діодах.

Побудова захисного пристрою з бланкуванням дозволяє використовувати в ньому потужні з низькою швидкодією *p-i-n* - діоди з товстою базою (базою називають *i*-шар, розташований між *p*- та *n*- зонами напівпровідника). Такі діоди мають, як правило, великі значення зворотних пробивних

напруг і теплових потужностей, які можуть розсіюватись, що дозволяє успішно витримувати падаючу НВЧ потужність до десятків кіловат. Але такі захисні пристрої мають серйозний недолік. При попаданні в антену радіолокаційної станції потужної асинхронної перешкоди від розташованої поруч радіолокаційної станції, що працює в тому ж діапазоні довжин хвиль, твердотільний малошумний підсилювач залишиться практично беззахисним.

Описана ситуація з розташованими поряд радіолокаційними станціями є типовою, наприклад, для систем управління повітряним рухом, де одночасно працюють оглядовий локатор, висотомір, диспетчерський локатор, вторинний локатор і система посадки. Тому описаний тип захисних пристроїв (з бланкуванням) неприпустимо використовувати в малошумних підсилювачах, призначених для заміни ламп біжучуї хвилі в радіолокаційних станціях.

Застосування в захисних пристроях обмежувальних *p-i-n* - діодів дозволяє відмовитися від примусового зміщення, оскільки вони здатні автозміщуватися потужністю НВЧ, що падає на них. Розвиток сучасних напівпровідникових технологій дозволяє створювати обмежувальні *p-i-n* - діоди з малою ємністю переходу, що дає можливість досягти гарного узгодження на малому сигналі (коли обмежувальний *p-i-n* - діод закритий) аж до частот 18–22 *ГГц*.

Як і в будь-якій галузі, у виробництві обмежувальних *p-i-n* - діодів існують конфліктні проблеми. Зменшення товщини бази дозволяє різко збільшити швидкодію діода і зсуває граничну робочу частоту (частота, при якій обмежувальний *p-i-n* – діод ще автозміщується) вгору. Але в той же час, при зменшенні товщини бази, збільшується ємність *p-i-n* структури та погіршується малосигнальне узгодження діода. Крім того, при зменшенні товщини бази, знижується зворотна пробивна напруга, що визначає максимальну імпульсну потужність НВЧ, яку можна подати на захисний пристрій. Тому провідні компанії, які виробляють НВЧ напівпровідники випускають цілу гаму обмежувальних *p-i-n* - діодів з різною товщиною бази, ємністю структури та пробивною напругою.

Наприклад, особливістю аеродромного локатора типу *П-37* є перемикання антенно-фідерного тракту з прийому на передачу за допомогою двох газонаповнених розрядників, встановлених на широкій та вузькій стінках хвилеводу. Потужність передавача *П-37* досягає 900-1000 *КВт* в імпульсі в 10-сантиметровому діапазоні довжин хвиль. На вхід малошумного підсилювача (після розрядників) під час проходження зондувального імпульсу впливає імпульс складної форми, зумовлений обмеженою швидкодією розрядників. Передній фронт імпульсу має швидкість наростання НВЧ енергії таку ж, як і у магнетрона, оскільки газ в розрядниках підпалюється з кінцевою швидкістю. Практично на захисний пристрій малошумного підсилювача надходить 40-50% потужності передавача протягом 0,1-0,15 *мкс*

(час спрацьовування розрядників). Після запалювання розрядників на вхід малошумного підсилювача впливає потужність 400-1000 Вт протягом 0,9-1,2 *мкс* (тривалість зондувального імпульсу). Сигнал такої складної форми та великої енергетики висуває до обмежувальних *p-i-n* - діодів украй суперечливі вимоги. Діоди повинні мати тонку базу (для того, щоб ефективно відмикатися автозміщенням при впливі крутого переднього фронту імпульсу передавача), і, водночас, велику зворотну пробивну напругу (для того, щоб витримати вплив енергопіку в сотні кіловат).

Номенклатура обмежувальних *p-i-n* - діодів вітчизняних і зарубіжних виробників, що є на сьогодні, не задовольняє висунутим вимогам. Для модернізації радіолокаційної станції з параметрами близькими до *П-37* були розроблені нові вимоги до діода, зроблено замовлення і в одній із зарубіжних фірм виготовлено діод, що успішно працює в малошумному підсилювачі і витримує екстремальні режими експлуатації, навіть з розбитим розрядником, чого не витримувала лампа біжучої хвилі у стандартному локаторі.

Список використаних джерел

1. Air Traffic Control (ATC) PSR sensors operating in the frequency band 2 700 MHz to 3 100 MHz (S band). URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303300_303399/30336402/01.01.01_60/en_30336402v010101p.pdf (дата звернення: 12.02.2024).
2. PIN diode drive circuits optimized for fast switching. URL: https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/c2292f43-47c7-43e8-82ce-9010b0672ede/content (дата звернення: 12.02.2024).

УДК 621.396:004.056.5

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ПРИСТРОЇВ ОХОРОНИ

Волошан І.В.
Науковий керівник – к.т.н., проф. Милютченко І.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(093) 021-51-65 e-mail: ihor.voloshan@nure.ua

The work considers various types of batteries for powering security devices. Based on the analysis and summarization of data from several sources, a comparative table of battery characteristics, as well as recommendations for their selection, was compiled. The features of the discharge characteristics of accumulator batteries are considered.

Пристрої систем охорони приміщень можуть працювати як з мережним, так і автономним живленням. Це важливо в умовах загрози працездатності мережі через ворожі обстріли. Для забезпечення автономного живлення використовують батареї, акумулятори, акумуляторні батареї, зарядні пристрої, перетворювачі напруги тощо.

До основних типів акумуляторів належать: Pb (lead-acid або свинцево-кислотні), Ni-Cd (нікель-кадмієві), Ni-Mh (нікель-металгідридні), Li-Po (літій-полімерні); Li-FePO4 (літій-ферофосфатні, також відомі як A123, LiFe, LiFo, літій-фосфатні). Акумулятори відрізняють за зовнішнім виглядом, формою (форм-фактором). Якщо не вказано тип, потрібно орієнтуватися на значення напруги або на маркування.

Для забезпечення живлення пристрою охорони (давач, роутер, відеокамера тощо) аналізують параметри акумуляторів, серед яких – напруга, питома енергія, показник саморозряджання, вартість тощо. У табл.1 наведені узагальнені дані з кількох джерел [1–4].

Таблиця 1

Параметр	Pb	Ni-Cd	Ni-Mh	Li-ion	Li-Po
Номінальна напруга елемента, В	2	1,25	1,25	3,6	3,6
Питома енергія, Вт·год/кг	25–50	40–70	50–100	100–160	110–140
Саморозрядження за місяць при 20ºС, %	5–20	15–20	15–20	6–10	0,5–4
Час заряджання, год.	10	2–4	2–4	2–4	2–4
Робоча температура, ºС	–20…+60	–30…+50	–20…+45	–10…+50	–10…+50
Кількість циклів заряджання/розряджання (до 80%)	200-300	1500	300-500	500-1000	300-500
Вартість (відносно Pb)	1	10	10	8	10

Аналіз параметрів (табл.1) показує, що літієві акумулятори мають кращі енергетичні показники, швидше заряджаються, довше тримають заряд, але разом з тим вони дорожчі та мають меншій діапазон робочих температур.

Для забезпечення необхідних показників живлення (вихідної напруги, зарядного струму, загальної ємності (А·год)) також використовують акумуляторні батареї: PS-12260, GP 12260 (12В, 26 А·год), PSL-SC-12200, URB12200 (12,8 В, 20 А·год) та ін.

Як приклад можна навести батарею EPS 1220, що має такі характеристики: напруга 12 В, ємність 24 А·год, кількість циклів заряджання/розряджання (до 80%) 225, габарити 205×87×162, вага 7,7 кг.

На рис.1 зображені розрядні характеристики, що пояснюють режим роботи батареї. Слід звернути увагу, що показник ємності батареї відповідає номінальному значенню 24 А·год лише для струму 2,4 А (режим «0,1С») і суттєво зменшується при збільшенні струму, зокрема для струму 24 А (режим «1С»). Оптимальним струму заряду також є значення 2,4 А.

Рис. 1. Розрядні характеристики батареї EPS 1220

Список використаних джерел:

1. Який акумулятор кращий? ТОВ «ЕНЕРДЖІ ГМБХ». URL: http://energy-gmbh.com.ua/ua\a105690-kakoj-akkumulyator-luchshe.html (дата звернення 22.02.2024)

2. Види та типи акумуляторів. URL: http://dcelectro.com.ua/vily-i-tipy-akkumuliatorov (дата звернення 22.02.2024).

3. Accumulator and battery comparisons. URL: http://www.mpoweruk.com/specifications/comparasions.pdf (дата звернення 23.02.2024).

4. Гаврилюк В.І. Електроживлення систем залізничної автоматики, телемеханіки та зв’язку: монографія. Дніпропетровськ, 2016. 193 с.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Алєксєєв В.О. 37
Альхатіб Г.Д. 502
Асєєва І.Р. 183

Б

Бабак К.В. 175
Багаєва М.А. 80, 322
Базарна П.А. 351
Безчетніков Р.А. 391
Бєлякова Є.В. 360
Бичковський Є.В. 171
Бірюков А.І. 86
Блажко А.І. 34
Богомаз Н.Д. 129
Бойко В.С. 77
Бондаренко А.А. 429
Бохан І.А. 515, 519
Булага А.В. 132
Булага В.А. 493
Бурцева К.О. 465
Бутко О.М. 354

В

Варейчук В.Е. 26, 419
Васильєв О.Ю. 564
Верягин В.В. 32
Вовсянікер М.Ю. 582, 586
Волошан І.В. 607

Г

Галушко В.В. 58
Гапич І.В. 477
Главацький Д.В. 196
Глагольєва В.Є. 75
Головенець М.І. 554
Головко М.А. 276, 279
Гончар Б.В. 560
Горелов Д.Ю. 403, 407
Грабар М.В. 435
Гребенчук М.В. 472
Греков Д.Ю. 271, 356
Грицаков І.В. 116, 126
Гриценко І.О. 185

Д

Давидова Л.О. 262
Даценко О.О. 571, 580
Денькович О.М. 557
Дмитренко В.В. 28
Дорофєєв Д.О. 306, 314
Дорошенко В.А. 364
Драчко Є.О. 325
Дудник Д.А. 306, 314

Е

Еленгаупт В.В. 487

Є

Єременко Д.В. 157
Єременко Д.М. 398
Єременко С.С. 338
Єськова А.С. 69
Єхало А.А. 320

Ж

Жванко Д.О. 274

З

Завгородній Я.О. 505
Заєць В.Ю. 252
Зозуля А.С. 508

І

Іванісов А.О. 282
Іванько І.К. 425
Івченко В.Р. 231
Ігнатюк І.В. 592
Ільченко Д.І. 194
Ішу А.О. 72

К

Казакова М.О. 132
Капуста А.І. 105, 143
Карабут А.О. 212, 214
Карась Д.В. 594
Карманський Б.Ю. 596
Карташов О.В. 152
Каспар'янц А.В. 245
Кашуба К.О. 497
Князєва А.О. 284
Кожухар С.І. 545
Козловець С.О. 83, 206, 209, 219, 225
Койдан А.А. 530
Колобилін І.О. 449
Колосов Б.Є. 463
Компанієць С.О. 460
Кондратенко Є.М. 110
Кондрашов І.Є. 152
Корнієнко Д.В. 317
Корольков І.О. 602
Косенко А.С. 191
Костров Є.О. 93
Котельніков І.В. 116, 126
Кошель В.О. 123, 147
Крайник К.І. 83, 206, 209
Кращенко О.П. 484
Кривцун С.Ю. 452, 456
Крупка Є.А. 178
Кузнецова О.Ю. 222
Кулик О.О. 90
Кулішов Е.А. 66
Куцев Д.О. 512
Кушельман Є.О. 181, 334, 336

Л

Левченко А.Д. 342
Легезін К.О. 249
Леушина А.А. 99, 217
Литвин Д.М. 382
Лихограй В.Г. 515
Орлов Д.І. 83, 206, 209, 219, 225
Оснач А.І. 444, 446
Літовченко О.А. 598
Логвиненко Д.В. 119
Лозовська Г.О. 160
Льозіна О.О. 427

М

Манченко А.В. 331
Масляк І.В. 376
Матвієнко Є.П. 96
Мацовка Р.Р. 294
Мачоніс Т.С. 577
Машура А.П. 55
Медведєв Є.О. 508, 523
Мехедов М.С. 5, 7
Михайлов Ю.О. 568
Михайловський Р.А. 394
Михальова А.Г. 150
Мірошніченко С.В. 137, 140
Мітрофанов С.В. 590, 588
Міщенко А.А. 212, 214
Моісеєнко М.А. 414
Монахова М.О. 121
Мороз В.О. 163, 166
Мошкін Д.С. 203
Музика В.М. 129

Н

Науменко Д.В. 379
Несвітайло А.В. 198
Нефьодова І.А. 228
Нечитайло О.О. 543
Никитюк О.О. 480
Нікітін О.М. 30
Нікітіна А.О. 137, 140
Ніколенко А.В. 348
Ніколов Т.П. 14, 18

О
Овчаренко Д.Р. 415, 421
Овчаренко К.С. 62
Омелаєнко О.О. 102
Омельницький А.А. 123, 147
Сидоров Є.О. 113

П
Пабат Д.Д. 271, 356
Павленко Є.А. 269
Павленко Я.С. 401
Павлов В.В. 433
Панченко А.О. 239
Патлан Є.О. 431
Паук Д.А. 286
Перевозник Є.В. 201
Передерій І.А. 489, 493
Петренко І.І. 288
Печенов М.А. 267
Пєшкова Т.О. 234
Подгорнова А.Д. 540
Поліщук В.В. 241
Пономаренко Є.Д. 22
Попов К.В. 304
Прокопенко О.В. 297
Прокоф'єв К.А. 302
Пронін О.О. 368
Путівцев А.П, 173

Р
Рибак А.В. 312
Рижкова Є.М. 225
Римаренко О.Г. 254
Рудь Д.М. 474
Рябовол А.О. 189

С
Савенко С.О. 527
Сало С.С. 107
Самарський Д.С. 385
Санжарова А.К. 10, 417
Свічкар В.Є. 334, 336
Сердюк С.Л. 40
Сєрокуров Д.О. 163, 166
Сільянов А.О. 88
Скірко Р.П. 243
Скорбатюк М.В. 590, 588
Сльозкіна Є.А. 300
Сокіркаєв Д.В. 536
Солодов В.Д. 327
Старокожев С.В. 584
Степуро О.В. 411
Столовий І.В. 600
Судак О.Р. 169

Т
Терновий Я.І. 403, 407
Тесленко О.С. 53, 552
Тухтаров В.Б. 515, 519

У
Удовиченко К.О. 362
Утва В.О. 334, 336

Ф
Федішин Є.А. 469
Фесенко А.В. 46

Х
Халезев М.С. 271, 345, 356
Харченко С.О. 43, 550, 604
Хаустова В.С. 547
Хижняк П.П. 415
Холодов С.Є. 533
Хохлов Д.В. 50, 480

Ч
Чемісов А.Ф. 14, 18
Черновол Д.В. 135
Чернюк М.А. 388
Черняк М.А. 500
Чорненький О.В. 291

Ш

Шафроненко Є.О. 308
Шевчук М.О. 265
Шеїн С.О. 237
Шендрік К.С. 372
Школьник В.А. 467
Шкопотко П.М. 523
Штепура С.Р. 257, 260
Шужмова Т.В. 145
Шутєєв Н.В. 366

Щ

Щербак В.О. 437, 449

Ю

Юрченко А.Є. 441

Я

Яковенко О.С. 573
Ярков І.А. 155

ЗМІСТ

Електродинамічні системи, радіотехнічні
пристрої та засоби радіозв'язку……...… 4

Інформаційні радіоелектронні системи ……... 65

Технічний захист інформації …….…….…… 397

Пристрої та технології
інформаційно-комунікаційних систем …… 529

Системи та технології пристроїв на мікропроцесорах,
мікроконтролерах та ПЛІС …….….. 563

Алфавітний покажчик …… 609

Зміст …… 613

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В XXI СТОЛІТТІ»

Матеріали 28-го Міжнародного молодіжного форуму

Відповідальні за випуск: Сергій САКАЛО
(голова конференції)
Денис ГОРЕЛОВ
(вчений секретар)

Комп'ютерна верстка Денис ГОРЕЛОВ

Матеріали збірника публікуються в авторському варіанті
без редагування

ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14