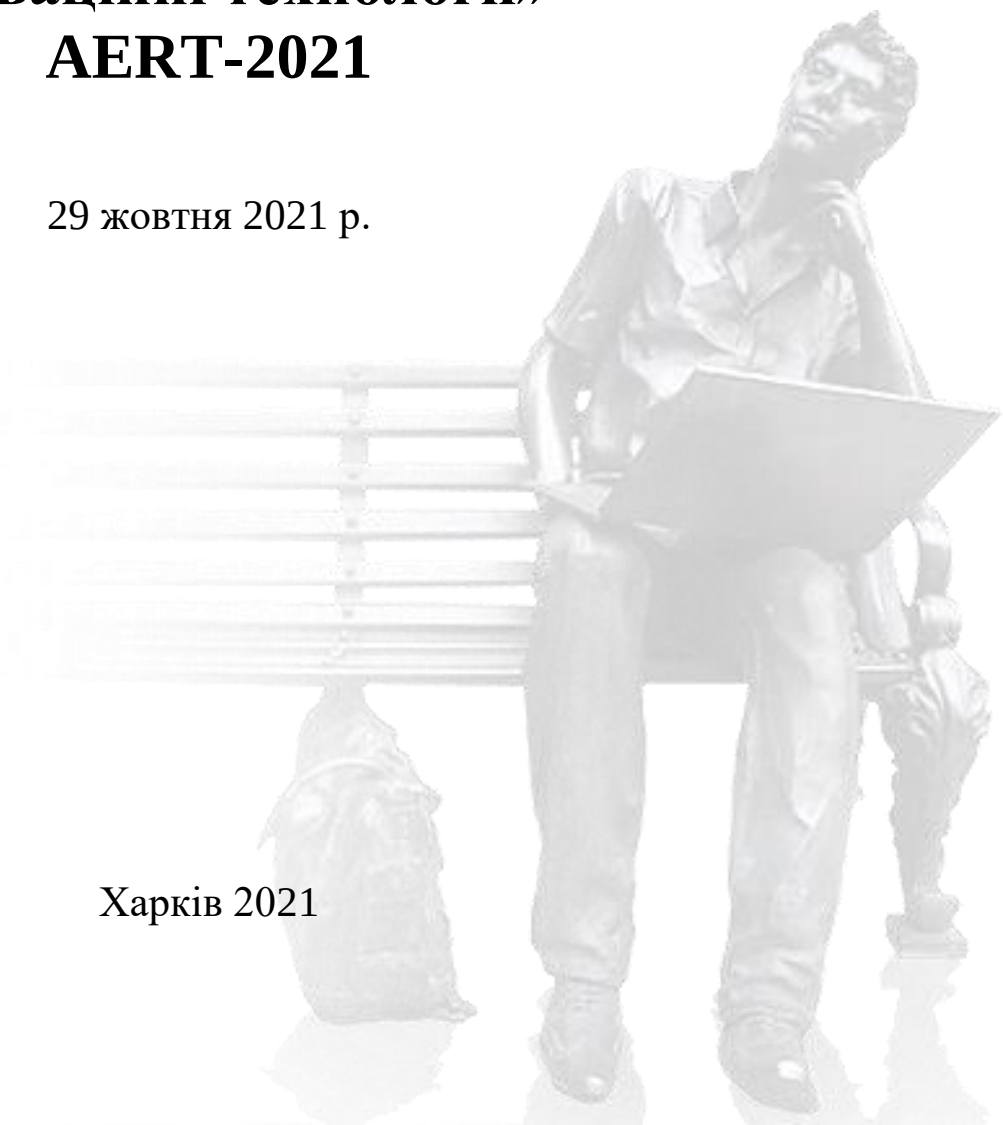
Харківський національний університет радіоелектроніки

МАТЕРІАЛИ
ІІІ ФОРУМУ
«Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології»
AERT-2021

29 жовтня 2021 р.



Харків 2021

Збірник матеріалів III форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021. – Харків, ХНУРЕ, 2021. – 65 с.

В збірник включені матеріали III форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021.

III форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021 проведено кафедрами:

- мікропроцесорних технологій і систем (МТС),
- комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ).

Видання підготоване
кафедрою мікропроцесорних технологій і систем (МТС)
Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ)

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
Тел. +38 (057) 755 0220
E-mail: iryna.svyd@nure.ua

© Харківський
національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2021

КОМІТЕТ ФОРУМУ

Голова комітету форуму:

Семенець В.В.	д.т.н., проф., ректор ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

Програмний комітет форуму:

Рубан І.В.	д.т.н., проф., перший проректор ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Свид І.В.	к.т.н., доц., зав. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Новоселов С.П.	к.т.н., доц., проф. каф. КІТАМ ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Обод І.І.	к.т.н., проф., проф. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Воргуль О.В.	к.т.н., доц., доц. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Зубков О.В.	к.т.н., доц., доц. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Горелов Д.Ю.	к.т.н., доц., доц. каф. КРіСТЗІ ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Сичова О.В.	к.т.н., старший викладач каф. КІТАМ ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

Секретаріат комітету форуму:

Теслюк С.І.	старший викладач каф. КІТАМ ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Чумак В.С.	асистент каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.
Бойко Н.В.	завідувач лабораторії каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО МАНІПУЛЯТОРА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

професор, к.т.н. Новоселов С.П., студент Кондратюк М.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматики і мехатроніки
e-mail: sergiy.novoselov@nure.ua, maksym.kondratiuk@nure.ua

Abstract. In this paper, a system of positioning of industrial manipulators has been developed to solve the problem of moving objects in the workspace to perform a given technological process. An analysis of the kinematic scheme of an industrial manipulator is carried out. The structural and functional schemes of positioning system has been developed, a description and analysis of the control object was conducted.

Вступ. Сучасна промисловість активно використовує роботи-маніпулятори різної модифікації і потужності. Особливо це актуально для впровадження концепції Industry 4.0. Промислові маніпулятори універсалізують, спрощують і виконують однотипні повторювані операції швидше і ефективніше ніж людина, при цьому мінімізують будь-яку похибку і виробничі ризики.

На сьогоднішній день все більшої популярності набувають системи комп'ютерного зору в якості пристроїв визначення положення координат корисного вантажу при роботі з маніпуляційними роботами.

Прості представники подібних систем дозволяють визначати декартові координати x і y, а також кут орієнтації R корисних вантажів, що знаходяться в одній площині робочого простору маніпуляційного робота. Більш складні рішення дозволяють визначити три координати x, y і z в робочому простору. Комплексні рішення дозволяють визначити всі шість координат x, y, z, φ, θ, ψ, але такі рішення вимагають особливих функціонування, тому їх область застосування сильно обмежена [1].

Функціональні завдання СТЗ, характерні для роботехнічних комплексів, умовно поділяються за рівнем їх відносної складності. До простих завдань можна віднести: виявлення наявності будь-якого об'єкта, вимір відстані до нього, обчислення його лінійних і кутових переміщень, швидкості; вимір геометричних параметрів об'єкта (лінійні і кутові розміри, площа), визначення фізичних характеристик випромінювання від об'єкта, підрахунок числа об'єктів в кадрі.

Більш складні задачі виконує система, яка надає маніпулятору інформацію, необхідну для переміщення невпорядкованих об'єктів. До цих задач відносять: огляд робочого простору для пошуку об'єкта, що цікавить, який може бути одиночним, або одним з декількох, або його місце розташування може бути ізольовано, перекриватися іншими об'єктами. При цьому об'єкти можуть відрізнятися не тільки формою і розміром, але й

кольором, текстурою і т.д., можуть знаходиться в русі або покоїться на місці.

Таким чином, використання можливостей комп'ютерного зору безпосередньо в процесі виробництва продукції збільшує точність виконання виробничих операцій, контролю якості виготовлення продукції, підвищення швидкості виконання операцій.

Метою даного дослідження є вибір методу визначення координат об’єктів маніпуляції та розробка алгоритмічних і програмних рішень для вирішення задачі використання системи комп’ютерного зору для позиціонування промислового маніпулятора в робочому просторі.

Основна частина. В якості об’єкту керування виступає учбовий макет робота маніпулятора. Маніпулятор має два рухомих суглоби, може обертатись навколо вертикальної вісі, та може переміщуватись на рельсах вліво та вправо. Також маніпулятор має схват для захвату та переміщення деталей в межах його робочої зони.

В основі конструкції лежать чотири крокових двигуна. Кожен кроковий двигун реалізує певну ступень свободи. Керуються двигуни від модуля управління, шо побудовано на основі контролера Arduino Mega.

Маніпулятор має кінцеві датчики по одному на кожну ступень свободи. На початку роботи виконується початкова ініціалізація системи керування. При цьому виконується тестовий запуск кожного крокового двигуна і відстежується спрацювання відповідного кінцевого датчика. Якщо всі датчики спрацювали, то пристрій переходить в режим очікування команд від користувача.

На рисунку 1 показано зовнішній вигляд маніпулятора та ескіз його конструкції.

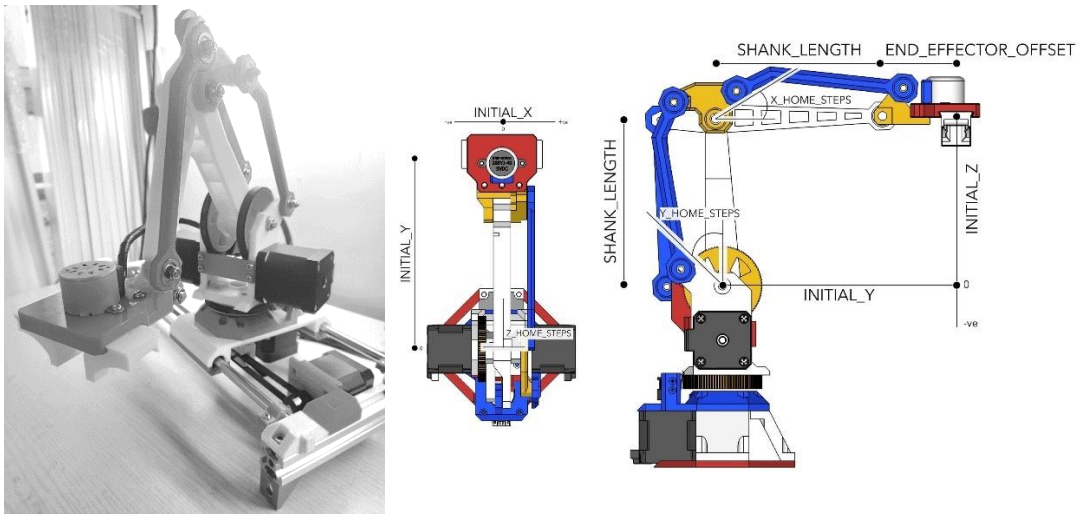


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд маніпулятора та ескіз його конструкції

Програма керування використовує в якості ядра модифіковану прошивку Marlin від 3D-принтеру. Прошивка значно спрощена по

відношенню до оригіналу та містить лише частину функцій керування пристроєм.

В якості команд керування використовуються стандартна для промислового обладнання мова G-code. Поєднання з персональним комп'ютером виконується за допомогою послідовного інтерфейсу RS-232.

Для того, щоб розробити програму керування маніпулятором та поєднати її з системою комп'ютерного зору, необхідно визначити кінематичну схему пристрою, розробити його математичну модель, визначити габаритні розміри конструкції та робочу область.

В розроблену систему позиціонування маніпулятора входять такі модулі [2]:

– центральний модуль керування;

– модуль керування маніпулятором;

– відеокамера;

– маніпулятор.

Структурна схема системи позиціонування маніпулятора показана на рисунку 2.

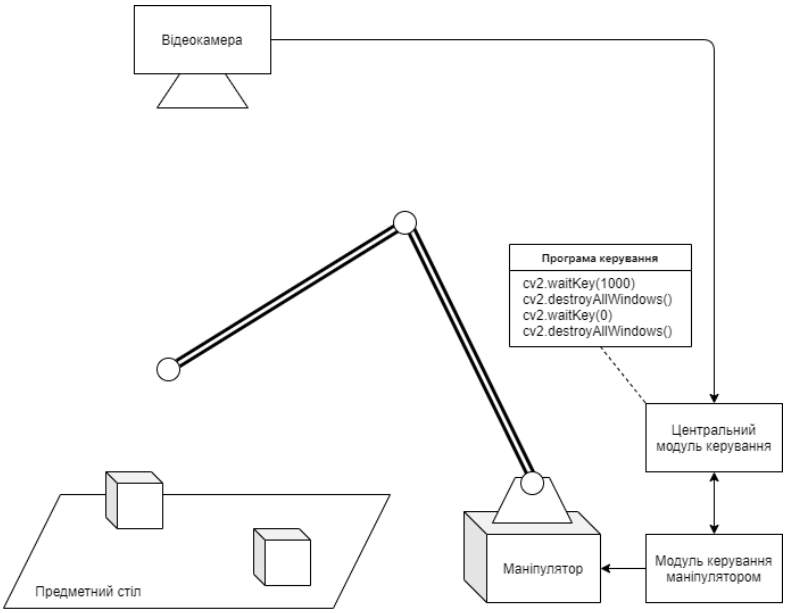


Рисунок 2 – Структурна схема системи позиціонування маніпулятора

В якості центрального модуля керування можна використовувати одноплатний комп'ютер Raspberry, або персональний комп'ютер. На даному модулі запускається розроблена програма, що виконує такі функції:

– отримання зображення з відеокамери;

– попередня обробка зображення;

– аналіз зображення;

– визначення координат розташування предметів на столі перед маніпулятором;

– формування команди управління маніпулятором;

– контроль за виконанням команд маніпулятором;

– формування звіту для користувача.

Модуль керування маніпулятором отримує команди від центрального модуля керування, визнає поточне положення рухомих компонентів та управляє механізмами пристрою.

На рисунку 3 показана функціональна схема системи позиціонування маніпулятора [3].

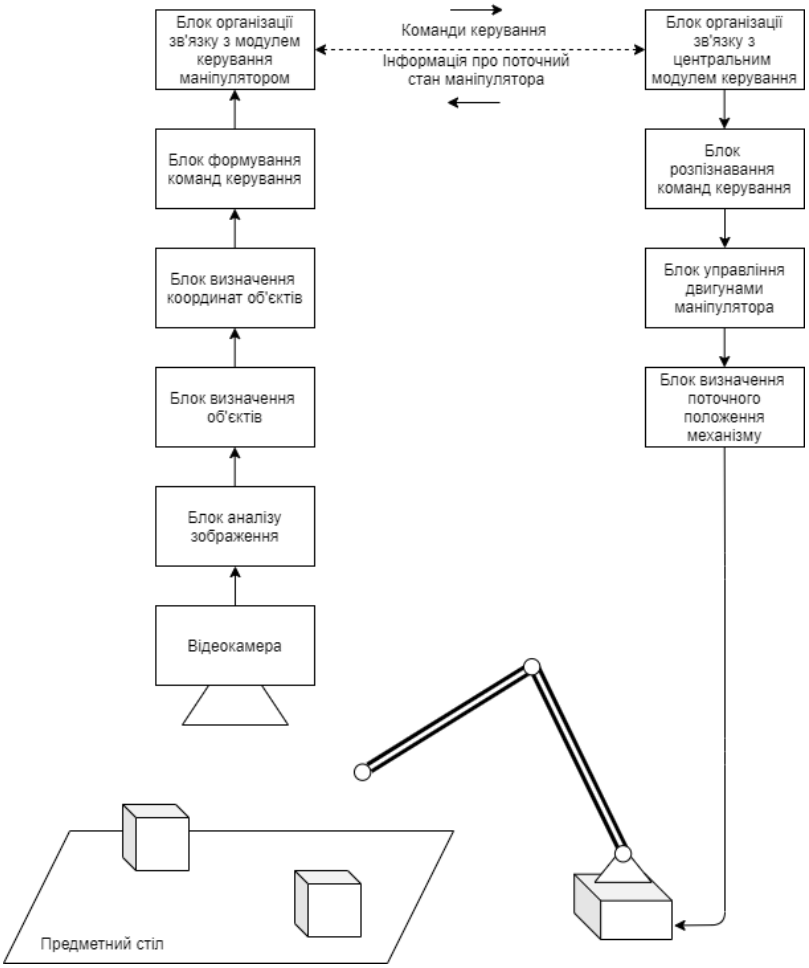


Рисунок 3 – Функціональна схема системи позиціонування маніпулятора

Блок визначення координат знаходить геометричні центри локалізованих на зображені об’єктів. Отримані координати становлять основу для блоку формування команд керування маніпулятором. Даний блок використовує в якості інструменту опису необхідних дій маніпулятора G-Code. Дана мова є стандартом для організації обміну даними між промисловим обладнанням.

Функцію організації зв’язку з блоком керування маніпулятором виконує відповідний блок. Від центрального модулю надходять команди керування маніпулятором. В зворотному напрямку поступає інформація про поточний стан пристрою.

Модуль керування маніпулятором виконує такі функції:

– отримання команд від центрального модуля керування;

– розбір команд та визначення траєкторії руху;

– управління кроковими двигунами для переміщення захвату в потрібне місце;

– визначення поточних координат робочого інструменту та передача цієї інформації на центральний модуль керування.

Всі функції системи позиціонування маніпулятора розподілені між двома пристроями: центральним модулем керування та модулем керування маніпулятором.

Центральний модуль керування безпосередньо взаємодіє з відеокамерою. Блок аналізу зображення виконує функції попередньої обробки отриманого зображення, фільтрації та бінарізації.

Блок визначення об’єктів на основі підготовленого для роботи зображення за обраним методом детектування виділяє контури об’єктів, що розташовані на предметному столі в зоні дії маніпулятора.

В даний час реалізація методів комп'ютерного зору ґрунтується на готових фреймворках, які представлені у вигляді набору бібліотек для програмного забезпечення. Найбільш відомою мовою програмування для реалізації комп'ютерного зору є Python. Ця мова поєднує в своїй структурі необхідні інструменти і засоби для реалізації системи комп’ютерного зору.

Для рішення задач розпізнавання об’єктів в розроблюваної системі використовується бібліотека OpenCV з великим набором вбудованих функцій обробки, детектування і розпізнавання зображень.

Висновки. Таким чином, в даній роботі представлена розроблена система позиціонування промислових маніпуляторів для вирішення задачі переміщення предметів в робочому просторі для виконання заданого технологічного процесу. Розроблена структурна та функціональні схеми системи позиціонування, проведено опис та аналіз об’єкта керування.

Список використаних джерел.

1. Md. Hazrat Ali, Aizat K., Yerkhan K., Zhandos T., Anuar O., Vision-based Robot Manipulator for Industrial Applications, Procedia Computer Science, Volume 133, 2018, Pages 205-212.

2. A. Djajadi, F. Laoda, R. Rusyadi, T. Prajogo and M. Sinaga, "A model vision of sorting system application using robotic manipulator", Journal.uad.ac.id, 2017. [Online]. Available: http://journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA /article/view/615/424. [Accessed: 21- Sep- 2021].

3. Chhaya Shambhavi Vijay, Sachin Khera, Pradeep Kumar. Basic geometric shape and primary color detection using image processing on Matlab IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, 4 (2015), pp. 1163-2319

РОЗРОБКА МОДУЛЯ ПРОКЛАДЕННЯ ШЛЯХУ МОБІЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ LIDAR

професор, к.т.н. Новоселов С.П., студент Д'яченко С.Ф.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматики і мехатроніки
e-mail: sergiy.novoselov@nure.ua, serhii.diachenko@nure.ua

Abstract. In this paper, the analysis of methods for determining the distance to objects (pulsed, frequency, phase) and selected the optical method of measuring the distance to interference with laser, as the most accessible for practical implementation in this paper. A structural scheme of a mobile robot control module is developed, the basic blocks that make up its design are determined. An algorithm for managing a mobile robot using the Lidar technology and the method of building a map of SLAM are developed.

Вступ. Рішення задачі навігації мобільного робота в просторі вимагає одночасного вирішення проблеми локалізації та побудови карти або її доповнення, виявленими за допомогою сенсорів, новими об'єктами. Існують методи локалізації за наявною карті, або методи побудови карти при відомій траєкторії руху мобільного робота. Актуальною є задача поєднання цих методів для управління рухом мобільної платформи із заданої точністю і незалежно від особливостей оточення, що існує на даний момент.

Як правило, інформацію про навколишній простір бортова система робота отримує за допомогою датчиків, таких як лазерні й ультразвукові далекоміри, одна, дві або відеокамери.

Лідар (LiDAR) – це технологія дистанційного зондування, яка використовує лазерний імпульс для збору даних вимірювання відстані до перешкод, які потім можна використовувати для створення 3D-моделей, карт об'єктів і навколишнього середовища.

Світло випускається з лідару і розповсюджується до цілі, де буде відбити від її поверхні і повернеться до приймача, розташованого поруч з випромінювачем. Оскільки швидкість світла є постійним значенням, лідар здатний розрахувати відстань до цілі за формулою:

$$Distance = (Speed\ of\ Light \times Time\ of\ Flight) / 2 \quad (1)$$

Знаючи позицію та орієнтацію датчика, координата XYZ перешкоди може бути розрахована та представлена конкретною точкою на карті. Повторюючи цей процес багато разів, пристрій створює карту оточення, яка складається з усіх точок, які збирає лідар.

Метою даного дослідження є вибір методу навігації та проектування модуля прокладення шляху мобільної платформи із застосуванням технології Lidar.

Актуальністю досліджень є необхідність вдосконалення методів локальної навігації та побудова модуля визначення поточного місцезнаходження робота в просторі за допомогою технології Lidar.

Основна частина. Об'єктом дослідження в даній роботі є система навігації для мобільного робота, призначеного для переміщення в просторі серед невизначених перешкод. Таким приміщенням може бути, наприклад, сховище та виробничі дільниці промислового підприємства. Проблема, що вирішується – це локальна навігація мобільних роботів та позиціонування їх в просторі при русі в динамічному недетермінованому середовищі.

Технологія SLAM (одночасне побудова карти і визначення місця розташування) на сьогоднішній день є передовою в питанні навігації мобільних роботів [1]. Дана технологія необхідна для успішного переміщення робота по невизначеній місцевості і полягає в побудові карти навколишнього середовища й відстеження його розташування в цьому середовищі, що здійснюється його бортовим комп'ютером.

Структурна схеми модуля керування мобільним роботом показана на рисунку 1.

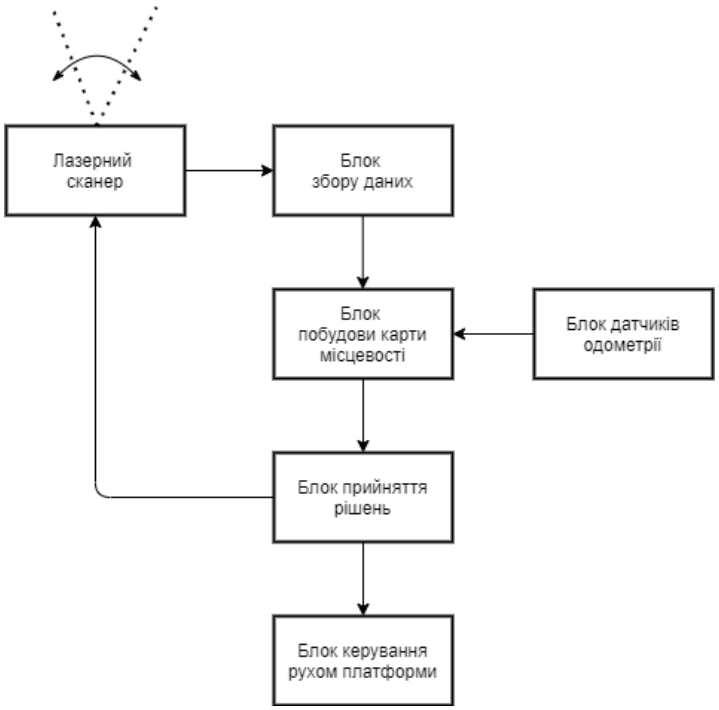


Рисунок 1 – Структурна схеми модуля керування мобільним роботом

Блок прийняття рішень запускає роботу лазерного сканеру для отримання інформації про оточення мобільного роботу. З кожним рухом голівки з датчиками, сканер надсилає на блок збору даних нову порцію інформації.

В кожному полі кадра передається така інформація:

– поточна виміряна відстань між обертовим датчиком і точкою на перешкоді;

– поточний кут оберту датчика вимірювання відстані;

– точність вимірювання;
– ознака початку нового сканування.
На рисунку 3 показана структурна схема лазерного сканеру LiDAR.

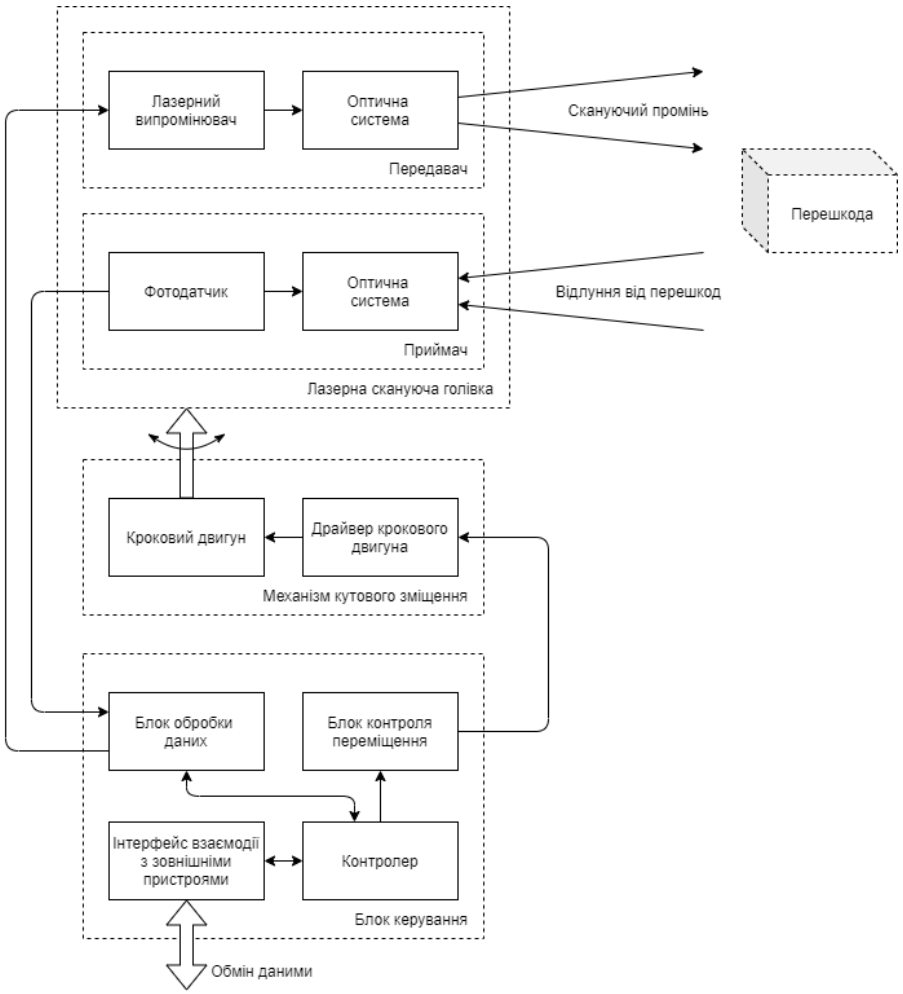


Рисунок 3 – Структурна схема LiDAR

Як можна бачити з наведеного рисунку, структура лазерного сканеру, що пропонується складається з трьох частин:
– лазерна скануюча голівка;
– механізм кутового зміщення;
– блок керування.
Лазерна скануюча голівка містить в своєму складі:
– передавач;
– приймач.
Передавач містить джерело випромінювання – лазер і оптичну систему для формування вихідного лазерного пучка, тобто для управління розміром вихідного плями і розбіжністю променю.
Періодичність проходження імпульсів або модулююча частота вибираються так, щоб пауза між двома послідовними імпульсами була не

меншою, ніж час відгуку від знайдених перешкод (які можуть фізично знаходитися далі, ніж розрахунковий радіус дії приладу).

Приймач складається з об'єктива, спектрального і чи просторового фільтра, поляризаційного елемента і фотоприймача. Випромінювання, відбите від досліджуваного об'єкта, концентрується приймальною оптикою, а потім проходить через аналізатор спектру. Аналізатор спектру служить для виділення інтервалу довжин хвиль, в якому проводяться спостереження, і, отже, для відсічення фонового випромінювання на інших довжинах хвиль.

Випромінювач і приймальний блок виконані в єдиному блоці та розміщуються в скануючій голівці. В нашому випадку в якості лазерного далекоміра використовується модуль VL53L0X.

Блок керування отримує з заданою періодичністю запускає процес сканування та отримую дані від скануючої голівки. Робота сканеру синхронізується з роботою механізму кутового зміщення [2].

Даний механізм побудовано на базі крокового двигуна для більш точного контролю за зміною поточного кута. Драйвер двигуна на основі керуючих імпульсів управляє роботою мехатронного пристрою, який в свою чергу змінює просторове розташування скануючої глівки. В конструкції, що пропонується, біло прийняте рішення відмовитись від безперервного обертання скануючої голівки, як це реалізовано в дешевих та популярних пристроях LiDAR.

Використання крокового двигуна дає можливість точно позиціонувати сканер та багато разів повторювати операцію сканування без втрати точності встановлення кута. Блок керування задає кут сканування, який може бути кратний 1/16 кроку двигуна, що складає 0,1125 градус. Повний кут обертання не може бути більше 360 градусів, після чого напрям обертання повинен бути змінений на протилежний. За цим стежить блок керування.

Висновки. Таким чином, в даній роботі розроблена структурна схема модуля керування мобільним роботом, визначені основні блоки, що складають його конструкцію. Для виконання навігації в локальному середовищі обрано метод одночасної навігації і побудови карти SLAM.

Розроблена структурна схема лазерного сканеру LiDAR та описано принцип його роботи.

Список використаних джерел.

1. Garrido-Jurado, S., Munos-Salinas R., Madrid-Cuevas F. J., Marin-Jimenez M. J. Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion // Pattern Recognition. 2014. Vol. 47, № 6. P. 2280–2292.

2. Pedrosa, E., L. Reis, C. M. D. Silva and H. S. Ferreira. Autonomous Navigation with Simultaneous Localization and Mapping in/outdoor. 2020.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ШЛІФУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗА РАХУНОК ПОЄДНАННЯ ОПЕРАЦІЙ КОНТРОЛЮ ШОРСТКОСТІ ТА ОПЕРАЦІЇ ШЛІФУВАННЯ

старший викладач Теслюк С.І., студент Синельник М.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматики і мехатроніки
e-mail: serhii.tesliuk@nure.ua

Abstract. In this paper, it is proposed to improve the method of grinding parts by combining roughness control operations and direct grinding operations. The general layout scheme for automation of grinding process is presented. The principle of the proposed method is described. The algorithm of the automated grinding process is developed.

Вступ. Шліфування – заключна операція виготовлення деталей, яка проводиться після чорнової обробки і гарту деталей і являє собою процес різання. Різання відбувається за допомогою абразивного інструменту, який за рахунок своєї пористої зернистої структури знімає тонку плівку з поверхні деталі. Це забезпечує високу точність і чистоту покриття оброблених шліфуванням виробів. Шліфуванням можна досягти значень до 1-2 мкм при дотриманні термічно стабільного мікроклімату середовища в приміщенні, в загальному випадку точність обробки складає близько 10 мкм.

Процес шліфування – це ітераційний процес, що складається з операцій: контроль шорсткості поверхні; оцінка якості поверхні; вибір та встановлення абразивного інструменту або порошку; виконання шліфування. Ці операцію можуть багато разів повторюватись до доведення якості поверхні деталі до бажаного рівня.

Автоматизація процесу шліфування дає можливість виконувати перелічені вище операції з мінімальною участю людини. Це дає змогу скоротити час обробки кожної деталі та підвищити якість кінцевої продукції завдяки повторюваності отриманих результатів [1].

Актуальною є задача створення махатронних пристроїв для поєднання технологічних операцій в одному просторі та досягнення повної автоматизації процесу шліфування деталей.

Основна частина. В даній роботі пропонується вдосконалення методу шліфування деталей за рахунок поєднання операцій контролю шорсткості та безпосередньо операції шліфування.

Загальна схема макету для автоматизації процесу шліфування показана на рисунку 1.

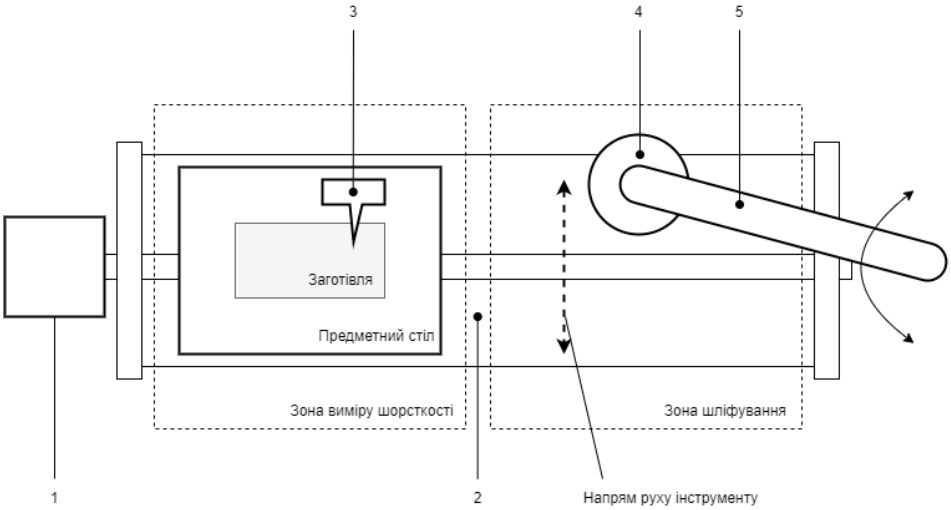


Рисунок 1 – Загальна схема макету для автоматизації процесу шліфування

Як можна бачити з наведеного рисунку, до складу макету входять:
– електричний привід модуля позиціонування (1);
– модуль точного позиціонування (2);
– модуль контролю шорсткості із зондом (3);
– інструмент для поліровки деталі (4);
– рухоме коромисло (5).

Принцип дії запропонованого методу наступний. На початку роботи на предметний стіл встановлюється деталь, що потребує обробки. За допомогою модуля точного позиціонування деталь переміщується відносно зонду модуля контролю шорсткості. Процес виміру шорсткості показано на рисунку 2.

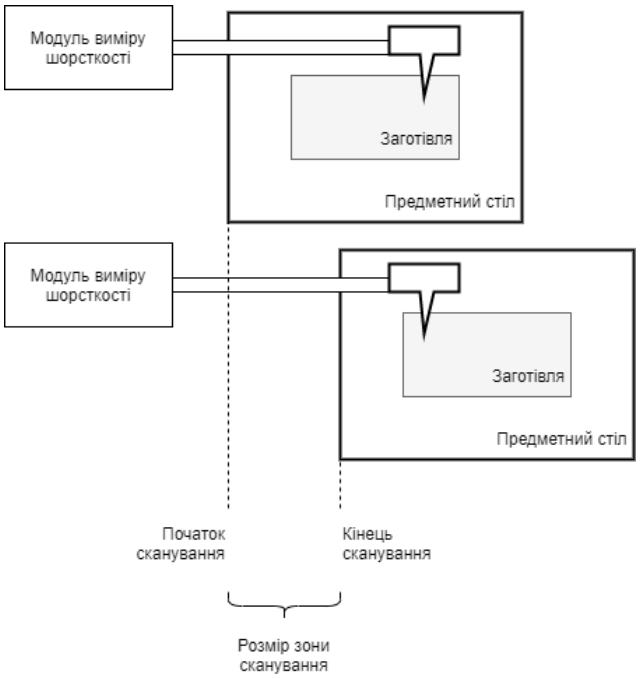


Рисунок 2 – Процес виміру шорсткості деталі

Процес виміру шорсткості починається, коли модуль позиціонування займає стартову позицію відносно зонду приладу. Ця позиція визначається для кожного типу деталі оператором на етапі калібровки макету та записується в базу даних програми керування. Якщо деталь буде повторюватись, то проводити етап калібровки вже не має необхідності завдяки використанню спеціальної оснастки (рисунок 3).

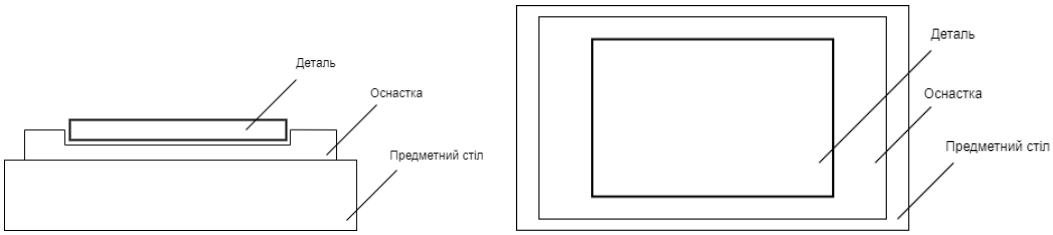


Рисунок 3 – Використання оснастки для утримання деталі

Оснастка дає можливість швидко кріпити деталь на предметному столі та підвищую коефіцієнт повторюваності операцій.

Оснастка проектується таким чином, щоб деталь, що розміщуються в ній виступала над її поверхнею не менш, ніж 50 мкм. Висота може змінюватись, тому, що вона залежить від товщини шару, що буде знято при шліфовці.

В результаті виконання першого етапу, модуль виміру параметрів шорсткості отримує чисельні показники шорсткості деталі. В залежності від отриманих даних обираються параметри роботи модуля шліфування:

– швидкість обертів інструменту;
– швидкість коливань рухомого коромисла;
– амплітуда руху інструмента;
– тип абразивного матеріалу;
– час виконання операції шліфування.

Враховуючи рекомендації [2], процес доведення деталі до потрібного значення шорсткості має декілька стадій.

Запропоновано таку послідовність циклів технології обробки поверхонь з малими значеннями параметрів шорсткості. Перший цикл обробки необхідно проводити алмазними мікропорошками крупною зернистістю із застосуванням поверхнево-активної речовини полівінілового спирту, який сприяє збільшенню швидкості знімання матеріалу до величини знімання, як і в разі застосування абразиву більшої зернистості, що зменшує тривалість протікання циклу обробки [2-3].

Другий цикл необхідно проводити з використанням алмазних мікропорошків середньою зернистістю з аналогічними умовами обробки, що і в першому циклі. На третьому циклі обробки рекомендується

використовувати алмазні мікропорошки з мінімальною зернистістю з умовами обробки першого і третього циклів.

У підсумку такий технологічний процес скорочує час обробки і витрати дорогих алмазних мікропорошків більшої зернистості. При цьому висотний параметр шорсткості поверхні зменшується до 0,025 мкм.

Контроль шорсткості поверхні рекомендується проводити після кожного етапу. За допомогою запропонованого методу, це можна робити в автоматичному режимі.

При моделюванні процесу полірування необхідно враховувати швидкість і траєкторію руху частинок, їх розміри і зернистість, механічні властивості матеріалу деталі.

На рисунку 4 показано алгоритм роботи макету для автоматизації процесу шліфування.

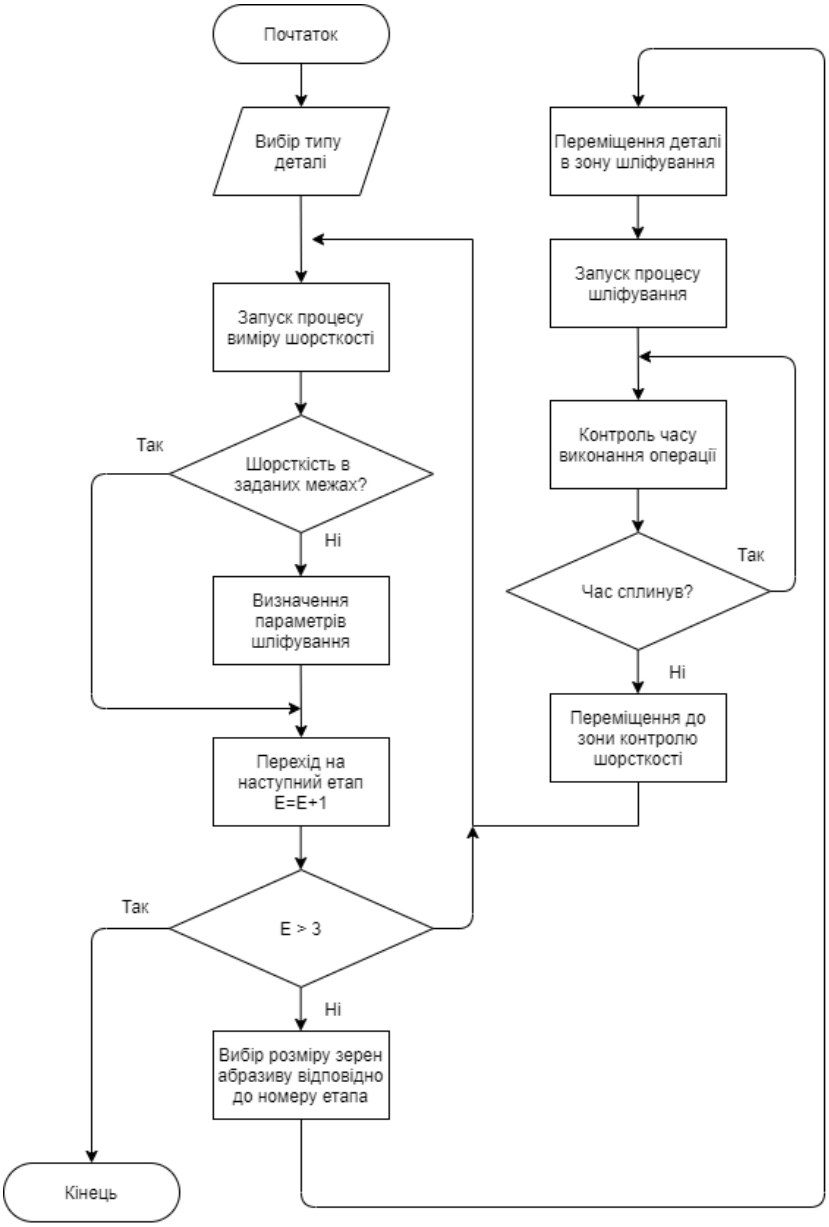


Рисунок 4 – Алгоритм роботи автоматизованого процесу шліфування

Відповідно запропонованого методу, на початку роботи необхідно обрати тип деталі, що обробляється. Після введення типу деталі з бази даних обираються заздалегідь підготовлені параметри обробки та граничні показники шорсткості деталі.

Для виміру поточної шорсткості деталі вона переміщується в зону виміру, де за допомогою зонду та виконання процесу послідовного зміщення будується графік отриманих значень, та визначається значення шорсткості.

Визначене значення впливає на вибір етапу обробки деталі. Для кожного етапу передбачено свій набір параметрів: розмір абразивних зерен та час виконання операції.

Для виконання операції шліфування деталь переміщується в відповідну зону.

При виконання операції шліфування контролюється час цієї операції. Після завершення заданого часу обробки деталь знову переміщується до зони контролю шорсткості. Якщо граничні параметри, що характерні для даного етапу обробки, досягнуті, то номер поточного етапу збільшується на одиницю. Якщо потрібна шорсткість не біла досягнута, то деталь повертається до зони обробки, але вже на скорегований час шліфування.

Якщо виконані всі етапи обробки (в даному прикладі їх три), то процес обробки вважається закінченим.

Висновки. Таким чином, в даній роботі пропонується вдосконалення методу шліфування деталей за рахунок поєднання операцій контролю шорсткості та безпосередньо операції шліфування. Представлена загальна схема макету для автоматизації процесу шліфування. Описано принцип дії запропонованого методу. Розроблено алгоритм роботи автоматизованого процесу шліфування.

Список використаних джерел.

1. Md Z.J. Pei, Graham R. Fisher, J. Liu, Grinding of silicon wafers: A review from historical perspectives, International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 48, Issues 12–13, 2008, Pages 1297-1307

2. Шкурупий В. Г. Технологическое обеспечение параметров качества обрабатываемых поверхностей деталей с оптическими характеристиками / В. Г. Шкурупий, Ф. В. Новиков // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем. Сборник научных трудов. – Краматорск, 2017. – Вып. №41 - С. 143–150.

3. J. Vasat, A. Stefanescu, T. Hanley, Semiconductor wafer manufacturing process, US Patent Application Publication, US 2002/0004305 A1, January 10, 2002.

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС «INTERNET OF THINGS DEVELOPMENT BOARD»

доцент, к.т.н. Смірнов В.В., доцент., к.т.н. Смірнова Н.В.,
доцент., к.т.н. Пархоменко Ю.М.
Центральноукраїнський національний технічний університет, кафедра Програмування комп'ютерних систем і мереж,
e-mail: swckntu@gmail.com, snvkntu@gmail.com, parhomenkoym@ukr.net

Abstract. This article describes the board for stady and research the Internet Of Things technology. The board provides data exchange between the local 2.4 GHz network objects and the Internet and GSM networks objects. The board includes modules: 2.4 GHz local wireless network module, Internet network module, GSM network module, BlueTooth module, Atmel 328P controller, wireless TTL interface controller, I^2C 128x64 display, potentiometer, buttons, toggle switches, LEDs. Using the board, it is possible to perform identification, measurements, data exchange, data processing and other operations. The hardware and software of the board have been developed.

Вступ. Internet Of Things (IoT) - це мережа фізичних об'єктів, які мають вбудовані технології, що дозволяють здійснювати взаємодію з зовнішнім середовищем, передавати відомості про свій стан, приймати дані ззовні і виконувати певні функції [1, 2].

Згідно з дослідженням Strategy Analytics, у 2018 році в світі налічувалося близько 28 млрд IoT пристроїв. За прогнозом компанії, у 2025 р. кількість IoT пристроїв складе 38,6 млрд, а у 2030 р. перевищить понад 50 млрд.

З цього випливає, що технології IoT і IIoT є дуже перспективними і затребуваними практично у всіх областях діяльності людини.

Ці технології вимагають великої кількості кваліфікованих і високооплачуваних фахівців з ґрунтовними знаннями електроніки, схемотехніки, мікропроцесорної техніки та програмування.

З огляду на величезний попит на таких фахівців, багато провідних закордонних університетів здійснюють підготовку фахівців в області IoT і IIoT.

Деякі ВНЗ України також почали підготовку таких фахівців, в тому числі і ЦНТУ.

З огляду на те, що основу технології IoT складають:

- засоби ідентифікації;
- засоби вимірювання;
- засоби передачі даних;
- засоби обробки даних;
- виконавчі пристрої,

стає очевидною потреба в спеціальних навчальних комплексах, що містять необхідні компоненти технології IoT.

Основна частина. З метою ефективного вивчення дисципліни «Internet Of Things» і підготовки фахівців в області технології IoT, викладачами кафедри “Програмування комп'ютерних систем і мереж” розроблений, виготовлений і впроваджений у навчальний процес спеціальний апаратно-програмний комплекс «Internet Of Things development board» (рис.1).

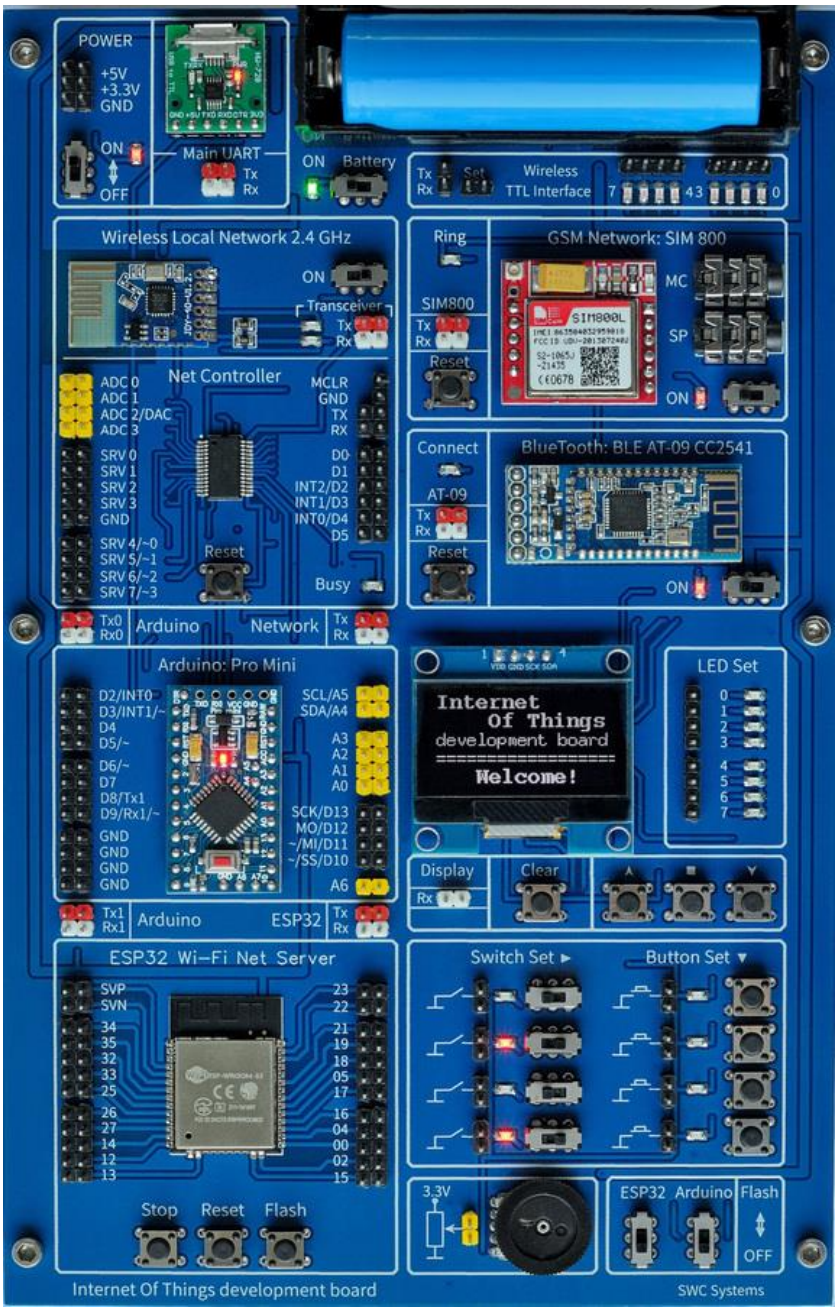


Рисунок 1 – Апаратно-програмний комплекс «Internet Of Things development board»

Склад навчального комплексу «Internet Of Things development board»:

1. Контролер / Координатор / адаптивної бездротової локальної мережі 2.4 GHz.
2. Контролер мережі Internet / Wi-Fi Access Point / Wi-Fi Station / Wi-Fi Server /: ESP-32.
3. Контролер мережі GSM / GPRS / DPMF / ...: SIM800L.
4. Контролер BlueTooth / BLE 4.0: AT-09 / HM-10.
5. Контролер загального призначення Atmel 328P (Arduino).
6. Контролер бездротового TTL інтерфейсу.
7. Контролер дисплея ESP8266 / Wi-Fi Direct / + Дисплей I^2C 128x64.
8. Набори допоміжних елементів: потенціометр, кнопки, тумблери, світлодіоди.

Програмне забезпечення (ПЗ) комплексу також розроблено викладачами кафедри ПКСМ і включає в себе:

1. ПЗ бездротової локальної мережі 2.4 GHz..
2. ПЗ сервера мережі на базі платформи NodeMCU для ESP-32 [4].
3. Драйвер контролера мережі GSM.
4. Драйвер контролера бездротового TTL інтерфейсу.
5. Драйвер контролера дисплея (мова програмування Lua).

У контролер загального призначення Atmel 328P завантажуються як готові скетчі, так і скетчі, створені студентами самостійно в рамках лабораторних робіт з різних дисциплін.

Виводи усіх контролерів доступні студентам для розробки і макетування різних IoT пристроїв і систем.

При необхідності до комплексу підключаються зовнішні макетні плати з набором необхідних модулів і компонентів.

Особливістю комплексу є вбудований модуль управління адаптивною локальною бездротовою мережею, розроблений на кафедрі ПКСМ в рамках науково-технічної теми № 0120U104088 «Створення мобільної мережі 2.4 GHz з адаптивною аморфною топологією для управління роями БПЛА і робототехнічних об'єктів» [3].

За допомогою навчального комплексу «Internet Of Things development board» студенти отримують реальну можливість створювати, моделювати, макетувати і програмувати різні IoT пристрої (в тому числі і робототехнічні пристрої та системи), а також пристрої для територіально-розподілених систем управління та збору інформації (рис. 2).

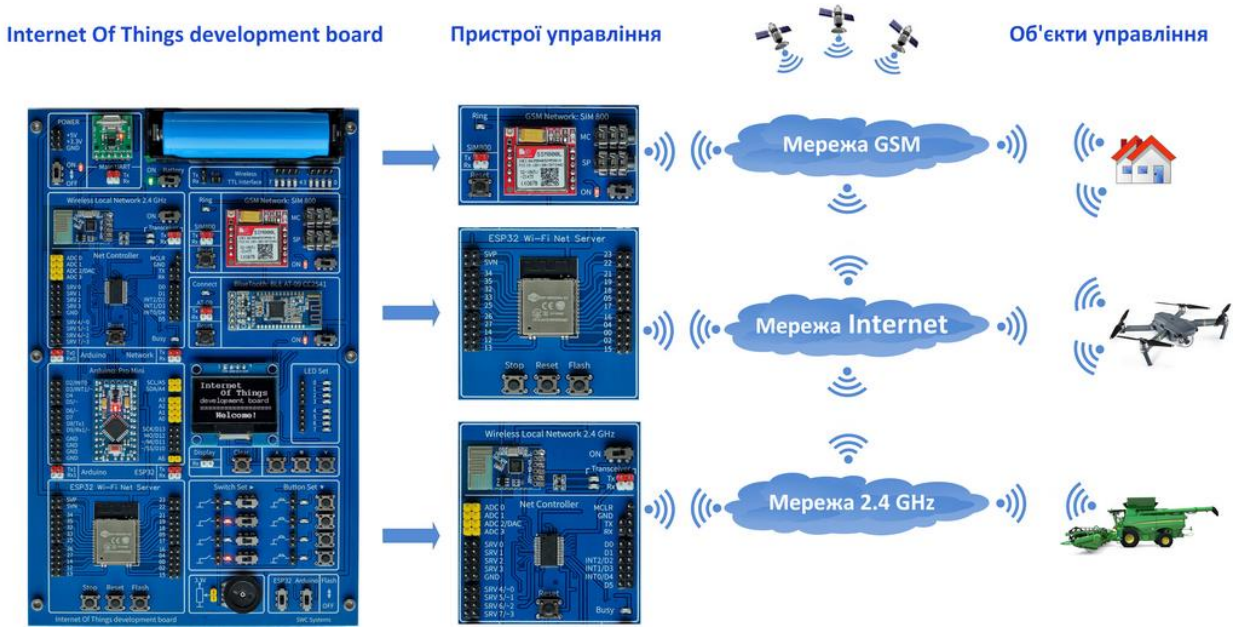


Рисунок 2 – Технологія IoT в навчальному процесі

Висновки. Розробка, створення та впровадження у навчальний процес спеціального навчального комплексу «Internet Of Things development board» дозволило підвищити ефективність вивчення дисципліни «Internet Of Things», а також ряду інших спеціальних дисциплін [5].

Студенти отримали можливість вивчати, макетувати і програмувати пристрої IoT на практиці.

Комплекс також може бути корисний для вивчення дисципліни IoT в інших ВНЗ України.

Список використаних джерел.

1. Интернет вещей (Internet of Things, IoT) https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/internet-veschej-internet-of-things-iot

2. Internet Of Things: все, что нужно знать об интернете вещей и о будущем современной цивилизации. https://www.everest.ua/ru/internet-of-things-vse-chto-nuzhno-znat-ob-ynternete-veshhej-y-o-budushhem-sovremennoj-czyvylyzaczyy/

3. Смірнов В.В., Смірнова Н.В. Архітектура адаптивної бездротової локальної мережі для управління об'єктами і пристроями. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. Вип. 50. С. 219-229 .

4. NodeMCU Documentation. https://nodemcu.readthedocs.io/en/release

5. Технології Internet Of Things у навчальному процесі ЦНТУ. http://pksm.kntu.kr.ua/DEVELOPMENTS_2.html

МЕДІАПОРТАЛ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ІНТЕРНЕТ-БАНКУ

ас. каф. ІУС, Кальницька А.Ю., ст. гр. ІТКН-18-6, Бурковська А.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра інформаційних управляючих систем,
e-mail: angelika.kalnitskaya@nure.ua , anna.burkovska@nure.ua

Abstract. Development of software that helps banks and financial companies interact effectively with customers, manage deposits, make loan decisions and analyze data. The lack of a single information system for publishing news about the bank reduces the loyalty of its customers, and therefore sales of banking products. The media portal will help to form a favorable image of the bank, will help users understand personal finances, attract new audiences, talk about new banking products and increase the loyalty of current customers of the bank. Such tools will allow banks to automate the management of useful solutions, increase the efficiency of current regulations, increase speed, reduce the burden on certain internal banking resources.

Вступ. За останні роки до різних галузей діяльності прийшли нові стандарти, підходи та технології. Не стала виключенням і сучасна банківська діяльність, яка висуває підвищені вимоги до засобів спілкування з клієнтами. Від сучасних банківських Web-додатків вимагається одночасна наявність тексту, графічних зображень, аудіовізуальних матеріалів, баз даних, що у свою чергу означає перетворення їх на медіапортали.

Основна частина. Під медіапорталом слід розуміти Internet-портал, що поєднує соціальну взаємодію, технології та можливості створення тексту, двовимірного і тривимірного зображення, аудіо та відео.

Розвиток технологій, збільшення кількості та якості сервісів, а, також, збільшення впливу соціальних мереж призводить до підвищення зацікавленості людей у застосуванні цих технологій. Таким чином, поняття медіапорталу полягає у поєднанні соціальної взаємодії, збільшенні якості технологій та у потребі повною мірою скористатися всіма можливостями подачі різних форматів інформації.

Також має великий вплив масовий перехід на віддалену роботу, що підвищило значущість подібних Web-сервісів.

Таким чином, розробка програмного забезпечення, яке допомагатиме банкам і фінансовим компаніям ефективно взаємодіяти з клієнтами, керувати внесками, приймати рішення щодо кредитів, працювати з заборгованостями та звітністю, аналізувати дані та виконувати інші завдання, є актуальною.

Зі свого боку клієнти банку отримають у режимі 24/7 усі доступні банківські продукти: використання карт, рахунків, депозитів, страховок, відкриття та погашення кредитів, швидкі перекази за номером телефону,

між картами будь-яких банків та ін. Клієнт матиме широкі можливості для керування власним рахунком, а, також, матиме доступ до електронної заяви на відкриття рахунку. Медіапортал дозволить налаштувати зовнішній вигляд усіх банківських продуктів на екрані, сканувати QR-коди у платіжних документах, надасть доступ до єдиної історії операцій з фільтрами та наскрізним пошуком.

Відсутність єдиної інформаційної системи для публікації новин про банк також зменшує лояльність його клієнтів, що призводить до зменшення продажів банківських продуктів. Крім того, інколи виникають проблеми, пов'язані з відсутністю фінансової обізнаності у клієнтів, що відштовхує потенційних клієнтів від банківського продукту або залишає негативний досвід від використання. Застосування медіапорталу дозволить вирішити ці проблеми за рахунок розміщення необхідної інформації у різних форматах, зручних для клієнтів.

Особливістю окремих банківських продуктів є те, що клієнти, зазвичай, довго приймають рішення щодо їх придбання. Медіапортал допоможе сформувати сприятливий імідж банку та підштовхнути клієнта у потрібному напрямку.

Також, медіапортал може слугувати засобом аналізу лояльності споживачів і показати банку, що дійсно хвилює клієнта, виявити його проблеми, складності та розробити на основі аналізу новий функціонал і вдосконалити старий.

Висновки. Таким чином, метою створення медіапорталу є допомога користувачам розібратися в особистих фінансах, привернути увагу нової аудиторії, розповість про нові банківські продукти і підвищить лояльність поточних клієнтів банку. Щодо самих банків, то такий інструментарій дозволить автоматизувати управління корисними рішеннями, підвищити ефективність поточного регламенту, підвищити швидкість роботи, знизити навантаження на окремі внутрішні банківські ресурси. А це, у свою чергу, підвищить якість роботи банку, оптимізує окремі процеси, зробить прозорою окрему звітність, дозволить оперативно вирішувати питання, підвищить клієнтоорієнтованість і виведе бізнес-стратегію банку на новий сучасний рівень.

Список використаних джерел.

1. Redefining Performance Management at DBS Bank [Електронний ресурс] / David Kirov and Barbara Spindel – Режим доступу до ресурсу: Redefining Performance Management at DBS Bank (mit.edu)

2. Critical IT Issues: The Next Ten Years [Електронний ресурс] / Benjamin R. I. and J. Blunt – Режим доступу до ресурсу: Critical IT Issues: The Next Ten Years (mit.edu)

3. Whose Responsibility is IT Management? [Електронний ресурс] / Andrew C. Boynton, Gerry C. Jacobs and Robert W. Zmud– Режим доступу до ресурсу: Whose Responsibility is IT Management? (mit.edu)

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОКУМЕНТООБІГУ СТОСОВНО СТАНУ РЕЙКОВИХ КОЛІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ас. каф. ІУС, Кальницька А.Ю., ст. гр. ІТКН-18-4 Наконечний А.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра інформаційних управляючих систем,
e-mail: artem.nakonechnyi@nure.ua

Abstract. The use of mobile technologies in document management reduces the cost of their design and further use, namely in monitoring the condition of railways and their repair. This is a very time consuming process that requires a lot of attention and responsibility from employees. However, employees who use the application receive information about damaged areas and try to fix them much faster, and fill out a document to repair the damage. The result of the program will facilitate the work with document management and accelerate the elimination of damage to the tracks, and thus improve the overall efficiency of the company's services.

Вступ. Сучасна залізнична мережа України забезпечує 82 % вантажних і майже 50 % пасажирських перевезень, які здійснюються усіма видами транспорту. За обсягами вантажних перевезень українська залізниця посідає четверте місце у світі, поступаючись лише залізницям Китаю, Росії та Індії [1].

Для забезпечення безперебійного та безпечного руху поїздів, а також своєчасного виявлення необхідності виконання колійних робіт, рейковий шлях і все його облаштування потрібно систематично оглядати.

Терміни та порядок цих оглядів призначаються таким чином, щоб було забезпечено їх сталість, регулярність і спадковість. Кожного місяця залізничними коліями проїжджає потяг з колієвимірювальним вагоном, котрий і перевіряє стан колії [2]. Також проводиться огляд стрілочних переводів, земляного полотна, штучних споруд та колійних пристроїв. Огляд колій і стрілочних переводів супроводжується їх промірами за шаблоном і рівнем.

Основна частина. Сучасні колієвимірювальні вагони призначені для швидкісного контролю стану рейкової колії під динамічним навантаженням та комп’ютеризовані. Вимірювання може відбуватися за допомогою вимірювальних роликів або з використанням безконтактних лазерних далекомірів. За одну зміну один колієвимірювальний вагон може перевірити близько 300 км колії. Таким чином щомісяця інспектують близько 45 тис. км колії.

Моніторинг стану рейкових колій за допомогою колієвимірювального вагону дозволяє:

- контролювати стан колії за основними геометричними параметрами (рівень, шаблон, рихтування, просідання) з підвищеною точністю;
- визначати паспортні характеристики залізничних шляхів;

- виконувати статичний аналіз стану рейкових колій (наприклад, повторюваність відступів і прогноз розвитку відступів);
- відображати у реальному часі дані попереднього проїзду, синхронізовані з результатами поточних вимірювань;
- виконувати фіксацію і розпізнавання рейкових перетинів (координата і тип);
- виконувати фіксацію і визначення мостів, тунелів, переїздів (координата);
- виконувати автоматизовану обробку всього обсягу контрольованих параметрів з формуванням і видачею звітних документів;
- виконувати самодіагностику апаратних і програмних засобів [3, 4, 5], тощо.

Після перевірки інформація, зібрана колієвимірювальним вагоном, сортується та передається на сервер Укрзалізниці для подальшого використання дистанціями та службами колії залізниці [6]. Працівники служб колії залізниці отримують звіти стосовно стану рейкових колій та йдуть усувати відхилення.

Після виконання ремонтних робіт складається звіт, який містить інформацію стосовно типу робіт, дати та місця проведення ремонту. Процедура отримання звітів стану колій та складання звіту з ремонтних робіт не автоматизована.

З огляду на розвиток мобільних технологій доцільно створити додаток, який дозволить працівникам служб колії залізниці отримувати звіти стосовно стану рейкових колій та створювати звіти з ремонтних робіт не у паперовому вигляді, а за допомогою мобільного додатка.

Можливість повноцінної комунікації, яку надають мобільні пристрої, дозволяє перебувати постійно на зв’язку. Ця перевага є суттєвою під час ремонтних робіт (повідомити про зміни у плані робіт або про їх виконання, повідомити про нестачу необхідних для ремонту матеріалів, тощо).

Таким чином, бригадир ремонтної бригади може отримувати дані про несправні рейкові колії перебуваючи безпосередньо на місці роботи, а не очікуючи на станції паперовий звіт від диспетчера. Так само працівники брегади отримають завдання до виконання і почнуть ремонтні роботи з початку робочої зміни, оскільки не доведеться витрачати час на очікування. Це дозволить більшу частину робочого часу приділити саме ремонтним роботам, а не передачі паперів.

Крім того, постійний розвиток програмного забезпечення для сучасних мобільних пристроїв надає у розпорядження користувачів функціонал, який раніше був притаманний тільки офісним версіям програмних додатків. З огляду на це мобільний додаток для автоматизації документообігу стану рейкових колій повинен також надавати можливість бригадиру ремонтної бригади складати звіт з ремонтних робіт і надсилати його за потрібною адресою.

Ще однією суттєвою перевагою використання подібного мобільного додатку є можливість відстежувати географічне розташування та пересування ремонтної бригади. Бригадир за допомогою мобільного додатку може повідомляти диспетчера, на якій дільниці знаходиться бригада.

Програмне забезпечення з подібним функціоналом дозволить зробити бізнес-процес з документообігу більш ефективним і скоротити час на передачу документації, а мобільний пристрій, на якому воно буде встановлене, перетвориться на ефективний бізнес-інструмент.

Висновки. Автоматизація документообігу дозволить скоротити час на оформлення паперів і усунути необхідність очікування видачі звіту про стан колії (ремонтна бригада може з початку робочої зміни вирушити на місце роботи, оскільки непотрібно чекати на паперовий звіт, його надішлють на мобільний додаток). Так само відповідне програмне забезпечення дозволить оформити звіт з виконання ремонтних робіт буквально за кілька хвили прямо на місці проведення ремонту – і всі документи відразу будуть відправлені на сервер Укрзалізниці.

Таким чином, підхід з використанням мобільних технологій під час виконання ремонтних робіт на залізничних коліях дозволить вирішити проблему, пов’язану з документообігом і скоротити час очікування документів, необхідних для початку ремонтних робіт.

Список використаних джерел.

1. Офіційний сайт Української залізниці: https://www.uz.gov.ua/about

2. Інформація про колієвимірювальний вагон: https://uk.wikipedia.org/wiki/Колієвимірювальний вагон

3. Інструкція з підготовки даних про колійну інфраструктуру для комп'ютеризованого колієвимірювального вагона. ЦП/0115 : Затв. наказом Укрзалізниці від 05.11.2004 р. №852-ЦЗ / М-во транспорту та зв'язку України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Головне управління колійного господарства. - К., 2005. - 45 с.

4. Положення про організацію роботи колієвимірювальних вагонів. ЦП-0130 : Затв. : Наказ Укрзалізниці від 11.01.05 р. № 004-ЦЗ / М-во транспорту України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Головне управління колійного господарства. - К. : [б. в.], 2005. – 35 с.

5. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів: Затв. наказом Укрзалізниці від 17.01.96р. №9-Ц. - К. : Тов. Імпрес, 2005. - 48 с.

6. Інструкція про порядок сортування та передачі інформації з вагонів КВЛ-П на сервер Укрзалізниці та використання її дистанціями і службами колії залізниць. ЦП-0198 : Затв. наказом Укрзалізниці 30.10.2008 №159-ЦЗ/ М-во транспорту та зв'язку України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця, Головне управління колійного господарства. - К., 2008. - 9 с.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

доцент, к.т.н. Янушкевич Д. А., доцент, к.т.н. Іванов Л. С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки,
e-mail: dmytro.ianushkevych@nure.ua, leonid.ivanov@nure.ua
пр. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61166, тел. +38 (057) 702-14-86

Abstract. The report addresses current issues regarding current trends in the creation and use of mobile robotic systems and systems for humanitarian demining. Detection of mines and explosive devices means their search and identification in accordance with their unmasking features. The world's leading technologically advanced countries are actively developing robotic systems and systems that are capable of searching and identifying explosive objects without human intervention with a high degree of autonomy. Therefore, the study of the creation and application of mobile robotic systems and systems for humanitarian demining is an urgent task.

Вступ. Для останнього десятиліття характерним є зростання уваги до проблем створення роботизованих систем військового (подвійного) призначення, включаючи застосування роботизованих систем для проведення гуманітарного розмінування. Це обумовлюється намаганням передових країн світу до збереження життя людей, як в бойових умовах (в контексті якого використання роботів дозволяє досягти позитивні результати), а також в процесі гуманітарного розмінування територій, на яких знаходяться вибухонебезпечні предмети (ВНП).

Стратегія воєнної безпеки України, яка затверджена Указом Президента від 25 березня 2021 року № 121/2021, передбачає розроблення, виробництво та оснащення Збройних Сил України та інших військових формувань сучасним озброєнням, військовою та спеціальною технікою, у тому числі роботизованими системами.

Згідно даних організації з гуманітарного розмінування HALO Trust, на сході України виявлено 297 мінних полів загальною площею понад 26 мільйонів кв. м., де знаходиться близько 3,3 мільйона мін та вибухових пристроїв. На розмінування цих територій на сході України знадобиться не менше 25–30 років. Роботи по створенню роботизованих систем військового (подвійного) призначення, включаючи роботизовані системи для проведення гуманітарного розмінування ведуться в Україні і за кордоном. В Україні та світі виконано значний обсяг досліджень теоретичного та експериментального характеру, які стосуються розробки мобільних роботів. Наявні окремі дослідження статичних характеристик, розроблені дослідні зразки робототехнічних засобів, мобільних роботів та проведена їх апробація [1].

Виявлення ВНП означає їх пошук та ідентифікацію у відповідності з їх демаскуючими ознаками. Провідні технологічно розвинені країни світу, активно розробляють робототехнічні комплекси та системи, які здатні з високим ступенем автономності здійснювати пошук та ідентифікацію вибухонебезпечних предметів без участі людини. У зв'язку з цим, актуальним є аналіз сучасного стану та перспектив розвитку робототехнічних комплексів, призначених для пошуку та ідентифікації вибухонебезпечних предметів без участі людини.

Основна частина. Однією з невирішених проблем, з якою людство увійшло в третє тисячоліття, є проблема «гуманітарного розмінування». Після закінчення другої світової війни у всіх регіонах світу продовжували виникати численні військові конфлікти, породжені національно–визвольними і громадянськими війнами, міжнародними і міжнаціональними протиборствами. Всі ці конфлікти неодмінно супроводжувалися широким застосуванням протиборчими сторонами наземних мін, причому з року в рік активність і масштаби їх застосування неухильно зростали.

Розмінування (гуманітарне розмінування) – комплекс заходів, які проводяться операторами протимінної діяльності з метою ліквідації небезпек, пов’язаних із вибухонебезпечними предметами, включаючи нетехнічне та технічне обстеження територій, складення карт, виявлення, знешкодження та (або) знищення вибухонебезпечних предметів, маркування, підготовку документації після розмінування, надання громадам інформації щодо протимінної діяльності та передачу очищеної території. Поняття виявлення ВНП означає пошук та ідентифікацію вибухонебезпечного предмета. Вибухонебезпечні предмети – вибухові матеріали промислового призначення та саморобного виготовлення, боєприпаси, що містять вибухові речовини, а також біологічні та хімічні речовини: бомби і боєголовки; керовані і балістичні ракети; артилерійські, мінометні, ракетні боєприпаси і боєприпаси до стрілецької зброї; усі міни, торпеди і глибинні бомби; піротехнічні вироби; касетні бомби і касети; електричні вибухові пристрої; саморобні вибухові пристрої та інші предмети, що є вибухонебезпечними за своєю природою.

Провідні технологічно розвинені країни світу активно розробляють робототехнічні комплекси, здатні з високим ступенем автономності здійснювати пошук та ідентифікацію ВНП без участі людини. Так, у Збройних силах США планується, що до 2030 р частка робототехнічних комплексів складе 30 % від загального складу бойових машин. За оцінками американських військових фахівців, бойові можливості підрозділів оснащеними робототехнічними комплексами зростуть в 2–2,5 рази.

Пошук та ідентифікація вибухонебезпечних предметів – головні завдання в проблемі гуманітарного розмінування. Демаскуючі ознаки ВНП зумовлені низкою чинників. До них можна віднести [2]:

– наявність вибухової речовини;

– наявність локально розташованої маси металу (навіть в так званих «неметалічних» югославських мінах є до 0,1 г алюмінію та металева пружина для спрацювання детонатора);

– характерна форма мін та ВНП;

– неоднорідності середовища, де розміщена міна або ВНП (порушення поверхні ґрунту, дорожнього покриття, стіни будівлі, порушення кольору рослинності або снігового покриву тощо).

Додаткові демаскуючі фактори, які можуть бути: наявність провідної лінії управління мінами та ВНП; наявність годинникового механізму або електронного таймера; наявність сейсмічного, магнітного або оптичного датчика цілі; наявність антени у радіоприймальних пристроях.

ВНП можуть бути виявлені за рахунок трьох факторів:

– наявності зосередженої маси вибухової речовини;

– характерна конструкція (форма, матеріал корпусу тощо);

– порушення однорідності навколишнього фону (кольору рослинності, щільності ґрунту тощо).

Міни та ВНП розташовуються, як правило, в середовищах, які їх маскують. Маскуючими середовищами можуть бути: ґрунти різного складу і вологості; вода річок, озер та морська вода; рослинність; сніг, лід; будівельні матеріали (цегла, бетон) тощо. Фізичними характеристиками можуть бути щільність, твердість, електрична провідність, діелектрична і магнітна проникності, коефіцієнти відображення і випромінювання у видимому (0,4 ... 0,76 мкм) і інфрачервоному (0,76...1000 мкм) діапазонах електромагнітних хвиль.

Виявлення ВНП здійснюється за двома напрямками:

– пошук окремих мін (характерні відстані тут від декількох сантиметрів до декількох метрів);

– розвідка мінних полів (характерні дальності від десятків метрів до декількох кілометрів).

В ідеальному варіанті бажано виявляти ВНП на безпечній відстані (70 ... 100 метрів від людей), а розвідку мінних полів бажано вести у будь-який час доби і у будь-яких метеорологічних умовах. При виявленні ВНП головна проблема полягає в ідентифікації ВНП на тлі численних перешкод від неоднорідностей навколишнього середовища і різних сторонніх предметів (гільзи та осколки від снарядів, зброї, металобрухт тощо). Тому, пошук та ідентифікація ВНП для гуманітарного розмінування з метою зменшення ризиків з питань безпеки людей, які його здійснюють, вимагають застосування роботизованих систем для проведення гуманітарного розмінування. Складові системи гуманітарного розмінування наведені на рис. 1.

Роботизовані системи для проведення гуманітарного розмінування повинні бути оснащені відповідними детекторами (сенсорами, датчиками),

засобами прийняття рішень та застосовуватись на етапах розвідки, пошуку, локації, маркування, ідентифікації, знешкодження та знищення ВНП.

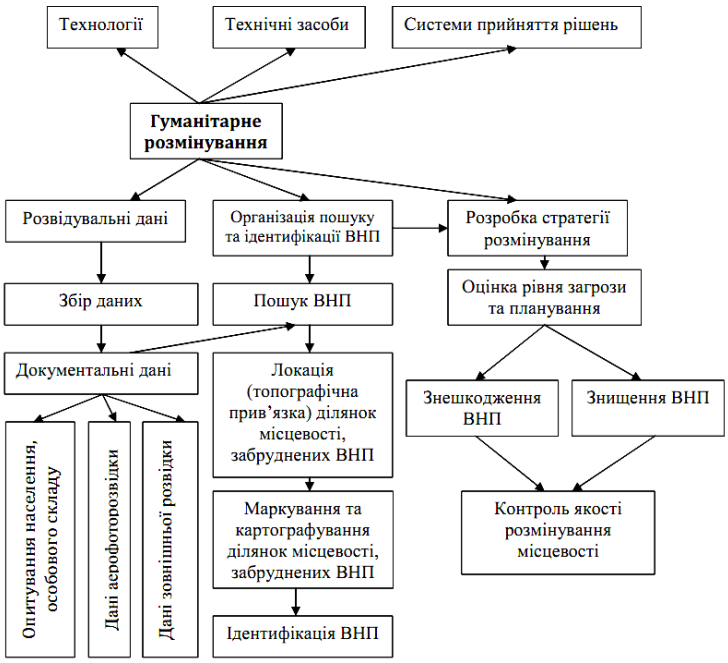


Рисунок 1 – Складові системи гуманітарного розмінування

Висновки. Таким чином, пошук та ідентифікація ВНП для гуманітарного розмінування з метою зменшення ризиків з питань безпеки людей, які його здійснюють, вимагають застосування роботизованих систем у відповідності з вимогами міжнародних стандартів [3]. При цьому, роботизовані системи для проведення гуманітарного розмінування повинні бути оснащені відповідними детекторами (сенсорами, датчиками), засобами прийняття рішень та застосовуватись на етапах розвідки, пошуку, локації, маркування, ідентифікації, знешкодження та знищення ВНП.

Список використаних джерел.

1. Струтинський В. Б. Розвиток основних положень проектування маніпуляторів мобільних роботів спеціального призначення адаптованих для роботи з небезпечними об'єктами / В. Б. Струтинський, О. Я. Юрчишин, О. М. Кравець // Матеріали XXII міжнародної НТК «Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта». – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2021.– С. 129–131.

2. Щербаков Г. Н. Методы обнаружения мин – применительно к проблеме гуманитарного разминирования актуальность проблемы [Електронний ресурс] / Г. Н. Щербаков // БНТИ. Техника для спецслужб. – Режим доступу: https://bit.ly/3cnP5w2. – Назва з екрана.

3. Янущкевич Д. Роботизовані засоби спеціального призначення: аналіз міжнародних нормативних документів / Д. Янушкевич, Л. Іванов // Виробництво & Мехатронні Системи 2021 // Матеріали V–ої Міжнародної конференції, Харків, 21–22 жовтня 2021 р. – Харків: ХНУРЕ, [електронний друк]. – 2021. – С. 176–179.

ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ І СХЕМО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ЗАПИСУ ЗВУКОЗАПИСНИМИ ПРИСТРОЯМИ

професор, к.т.н. Олейніков А.М., студент Білоцерківець О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра комп'ютерної радіоінженерії та систем технічного захисту інформації,
e-mail: oleksii.bilotserkivets @nure.ua

Abstract. When developing a system of protection against unauthorized recording by sound recording devices, there is a need to choose a microcontroller that meets the requirements for performance, reliability, application conditions, etc.

The main goal is to choose a microcontroller with a minimum price (to reduce the total cost of the system), but at the same time meets the system specifications, ie the requirements for performance, reliability, application conditions.

Вступ. При розробці системи захисту від несанкціонованого запису звукозаписними пристроями виникає необхідність у виборі мікроконтролера, що задовольняє вимогам по продуктивності, надійності, умовам застосування і т.д.

Основна мета - обрати мікроконтролер з мінімальною ціною (щоб знизити загальну вартість системи), але в той же час задовольняє системної специфікації, тобто вимогам по продуктивності, надійності, умовам застосування.

Основна частина. Наступний крок складається з кількох етапів, мета яких - звузити список прийнятних мікроконтролерів до одного. Ці етапи включають в себе аналіз ціни, доступності, засобів розробки, підтримки виробника, стабільності роботи.

Проведення системного аналізу проекту дозволяє визначити вимоги до мікроконтролера:розрядність обчислювального ядра, набір вбудованих периферійних пристроїв (таймери, АЦП і т.п.), наявність бітових операцій, апаратна організація обробки даних (структура машинного циклу, співвідношення тактів генератора і машинних циклів),[1]можливість роботи по перериваннях, за зовнішніми сигналами або по команді людини, кількість керованих портів введення /виводу, тип пристроїв введення /виводу, якими повинен керувати мікроконтролер в проектованої системі (термінали, вимикачі, реле, клавіші, датчики, цифрові пристрої візуальної індикації, аналого-цифрові й цифроаналогові перетворювачі, модулятори і т.д.), підтримувані способи завантаження програм в мікроконтроллер, можливість внутрішньосистемного програмування (ISP), використання при цьому стандартизованих інтерфейсів (SPI, I2C) [2], кількість і тип напруги живлення, відмовостійкість джерела живлення, масовогабаритні та естетичні обмеження, умови навколишнього середовища, необхідні для експлуатації.

Вибір прикладної мови програмування може сильно вплинути на продуктивність системи, яка потім може диктувати вибір 8 -, 16 - або 32-розрядної архітектури [3].

Тактова частота або, більш точно, швидкість шини визначає, скільки обчислень може бути виконана за одиницю часу. Деякі мікроконтролери мають вузький діапазон можливої тактової частоти, в той час як інші можуть працювати аж до нульової частоти.

В основному, обчислювальна потужність, споживана потужність і вартість системи збільшуються з підвищенням тактової частоти.

Щоб досягти більш високого рівня інтеграції та надійності при більш низькій ціні, все мікроконтролери мають вбудовані додаткові пристрої. Ці пристрої під керуванням мікропроцесорного ядра мікроконтролера виконують певні функції. Вбудовані пристрої підвищують надійність, тому що вони не вимагають ніяких зовнішніх електричних ланцюгів. Вони попередньо тестуються виробником і звільняють місце на платі, так як всі електричні з'єднувальні ланцюга виконані на кристалі в мікроконтролерів [4]. Деякими з найбільш популярних внутрісхемних пристроїв є пристрої пам'яті, таймери, системний годинник/генератор і порти вводу-виводу (I /O).

При виборі мікроконтролера для проекту системи захисту від несанкціонованого запису звукозаписними пристроями ми будемо обмежуватися трьома важливими факторами вибору, які являються головними виключно для цього проекту. Такими являються вартість мікроконтролера, технологія пайки та доступність програмного забезпечення.

Аналізуючи всі пункти пристрої повинні бути створенні на базі готових відлагоджувальних плат, це спрощує створення системи, оскільки на платі присутні всі компоненти для повного функціонування мікроконтролеру. Також перевагою відлагоджувальних плат буде простота в програмуванні та налагоджуванні системи. Однією з таких плат яка задовольняє всі вимоги до системи захисту від несанкціонованого запису звукозаписними пристроями являється Arduino Nano.

Arduino Nano - це невелика, повнофункціональна відлагоджувальна плата, адаптована для роботи як з макетною платою так і окремо, побудована на базі мікроконтролера ATmega328.

Arduino Nano може працювати через mini-B USB з'єднання, від зовнішнього нестабілізованого джерела живлення 6-20 В (вихід 30) або від стабілізованого джерела напруги 5В (вихід 27). Джерело живлення з найбільшою напругою вибирається автоматично.

ATmega328 володіє 32 кілобайтами флеш-пам'яті для зберігання коду програми (з яких 2 кілобайт також використовується завантажувачем). ATmega328 має 2 кілобайт SRAM і 1 кілобайт EEPROM, яка може бути зчитана і записана за допомогою бібліотеки EEPROM.

Кожен з 14 цифрових виходів Arduino Nano може бути використаний і як вхід, так і вихід, за допомогою функцій pinMode(), digitalWrite()і digitalRead. Вони працюють з напругою 5 вольт. Кожен вихід може пропускати максимальний струм 40 мА і має внутрішній підтягаючий резистор (за замовчуванням відключений) 20-50 кОм.

Arduino Nano має 8 аналогових входів, кожен з яких забезпечує 10-бітову розрядність (тобто 1024 різних значень). За замовчанням вони вимірюють напругу від 0 до 5 вольт, хоча можна змінити верхню межу їх діапазону, використовуючи функцію analogReference(). Аналогові виходи 6 і 7 не можуть бути використані в якості цифрових.

Плата Arduino Nano має низку можливостей для зв'язку з комп'ютером, з іншого платою Arduino / Genuino або з іншими мікроконтролерами. ATmega328 забезпечує апаратний UART порт для послідовної зв'язку з TTL рівнями (5 вольт). Для програмування контролера використовують програмне забеспечення Arduino IDE яке є в вільному доступі. Arduino IDE включає в себе монітор послідовного порту, який дозволяє здійснювати і отримувати від плати прості текстові дані.

ATmega328 також підтримує зв'язок через I2C (TWI) і SPI. Arduino IDE включає в себе бібліотеку Wire для спрощення використання шини I2C. Для зв'язку через SPI використовується бібліотека SPI.

ATmega328 на Arduino Nano поставляються з вже прошитим програматором, що дозволить вам завантажувати в контролер новий код без використання додаткових програматорів. Завантажувач працює з протоколом STK500.Також ви можете обійти завантажувач і прошити мікроконтролер через роз'єм ICSP, використовуючи Arduino ICSP або аналог [5].

Висновки. В результаті роботи були наведенні основні критерії вибору мікроконтролера для системи захисту від несанкціонованого запису звукозаписними пристроями. Дані критерії являються універсальними для вибору мікроконтролерів, користуючись якими можно підбирати мікроконтролери для різних пристроїв та систем . Проведено аналіз сучасного ринку, та на основі заданих параметрів підібрано оптимальний варіант мікроконтролера.

Список використаних джерел.

1. Основи мікропроцесорної техніки. Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Севастьянов В.М. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2006.

2. Мікропроцесорна техніка: Ткачов В.В., Грулер Г., Нойбергер М. та ін. навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2012.

3. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери: Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. та ін. Підручник. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004.

4. AVR: Introductory Course, John Morton Kidlington, England 2002.

5. Електронний ресурс – URL: https://www.arduino.cc/.

ПОЛІПШЕНИЙ ЗАХИСТ МІКРОКОНТРОЛЕРА ВІД ЧИТАННЯ

доцент, к.т.н. Воргуль О.В., студент Білоцерківець О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра мікропроцесорних технологій і систем,
e-mail: oleksii.bilotserkivets @nure.ua

Abstract. Embedded system designers need to regularly store confidential information, such as cryptographic keys, user data, proprietary algorithms, and other forms of intellectual property in the firmware of microcontrollers. To prevent the retrieval of confidential information stored in microcontrollers (MCUs), many MCUs implement functionality known as read protection. This limits the reading of the internal memory through debugging or software interfaces. But these methods of protection are not always reliable

Вступ. Проектувальникам вбудованих систем регулярно потрібно зберігати конфіденційну інформацію, таку як криптографічні ключі, дані користувача, власні алгоритми та інші форми інтелектуальної власності у прошивці мікроконтролерів . Для запобігання вилучення конфіденційної інформації, що зберігається в мікроконтролерах (MCU), багато MCU реалізують функціональні можливості, відомі як захист від від зчитування. Це обмежує читання внутрішньої пам'яті за допомогою налагоджувальних або програмних інтерфейсів.

Основна частина. Однак ці функції не є повністю надійними - багато MCU містять недоліки конструкції, які дозволяють обійти захист від читання. Розробники також часто неправильно налаштовують захист від читання, неправильно розуміють документацію постачальника або підривають захист читання через ненавмисно дозволену функціональність прошивки. Крім того, навіть при правильній реалізації та налаштуванні захист від читання часто може бути подоланий такими методами, як ін'єкція несправностей та інвазивні атаки кремнію. Для розробників важливо знати про ці обмеження, щоб точно оцінити ризик.

Однією з поширених помилок є вибір мікроконтролера, який забезпечує достатню безпеку для задоволення вимог до проектування. Це, як правило, виникає через нерозуміння функцій безпеки, пропонованих MCU, незнання дефектів функцій безпеки MCU або недостатнє визначення вимог безпеки на етапі вибору компонентів.

Спроби реалізувати захист від зчитування на мікроконтролерах, не призначених для забезпечення такого захисту, невдалі. Зазвичай вони включають спробу відключення налагоджувальних інтерфейсів (таких як JTAG або SWD) шляхом перепризначення виводів або відключення контактів на рівні друкованої плати. Як правило, ці методи не працюють.

Коли інтерфейси налагодження обмежуються, а не взагалі відключаються на все більш складних сучасних MCU, існує безліч способів, щоб постачальники мікроконтролерів ненавмисно добавили

вразливості кристалу, які дозволяють обійти захист від читання. Щороку нові атаки дозволяють обходити помилкові реалізації захисту від читання на мікроконтролерах. Зазвичай ці атаки можливі лише шляхом часткового обмеження налагоджувальних інтерфейсів, а не їх взагалі відключення.

Одним з таких випадків є функція PALL (Захистити всіх) популярної серії бездротових комунікаційних мереж nRF51. Якщо ця функція ввімкнена, вона запобігає доступу налагоджувача до адрес пам'яті флеш -пам'яті та оперативної пам'яті. Однак це не обмежує доступ до реєстру процесора. Захист від зчитування можна подолати, спостерігаючи за змінами в реєстраційних значеннях, одночасно змушуючи повторно виконувати інструкції завантаження, де адреса, що читається, є реєстром ЦП.

Інший резонансний недолік, опублікований Йоганнесом Обермайєром та Стефаном Тачнером, включає мікроконтролери серії STM32F0 у RDP (ReaDout Protection) рівня 1. У цьому режимі доступ до певних діапазонів пам'яті блокується, але інтерфейс налагодження залишається активним. Обмеження доступу до налагоджувача активуються лише після двох циклів синхронізації системної шини після початку першого доступу налагоджувача до шини.

У часи низького навантаження на системну шину одне слово даних можна прочитати через інтерфейс налагодження до того, як обмеження почнуть діяти. Повторно скидаючи налаштування процесора та читаючи одне слово за раз, можна прочитати весь вміст пам’яті мікроконтролера.

Подібні недоліки зазвичай зустрічаються у всіх основних брендах мікроконтролерів. Вибираючи компоненти та оцінюючи ефективність заходів захисту від зчитування, важливо дослідити атаки, які були опубліковані проти мікроконтролера. Більшість опублікованих логічних атак може бути зірвано повним вимкненням інтерфейсу налагодження, якщо це дозволено MCU. Навіть коли вразливості ще не були опубліковані щодо певного MCU, найкраще взагалі відключити налагоджувальні інтерфейси для поглибленого захисту, на випадок, якщо в майбутньому будуть виявлені логічні недоліки.

Висновки. Всім механізмам захисту від зчитування мікроконтролера можна запобігти за допомогою достатніх ресурсів і зусиль. Однак ретельний вибір компонентів, конфігурація та розробка прошивки можуть підвищити вартість атаки. Хоча жоден MCU не може повністю протистояти атакам, спеціально розроблені MCU високого рівня безпеки пропонують механізми для повного відключення інтерфейсів налагодження та запобігання зчитуванню.

Список використаних джерел.

1. AVR: Introductory Course, John Morton Kidlington, England 2002.

2. Microcontroller Readback Protection : Bypasses and Defensesi Sultan Qasim Khan, 2020

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ GREENPAK DIALOG SEMICONDUCTOR У ЯКОСТІ ЛАБОРАТОРНОЇ БАЗИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРИСТРОЇВ НА ПЛІС

проф., д.т.н. Семенець В.В., доц., к.т.н. Свид І.В.,
доц., к.т.н. Зубков О.В., доц., к.т.н. Воргуль О.В., ас. Чумак В.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра мікропроцесорних технологій і систем,
e-mail: iryna.svyd@nure.ua

Abstract. Peculiarities of modern higher technical education in the conditions of rapid flow of new scientific and technical solutions within the framework of industrial revolutions are considered. It is shown that the cooperation of higher education institutions and leading industry companies allows in modern conditions to provide training of highly qualified specialists. The substantiation of expediency of application of GreenPAK Dialog Semiconductor as a laboratory base on technical educational components for designing of devices on FPGA is given.

Вступ. Сучасна вища технічна освіта базується на стрімкому розвитку індустріальних революцій та вимагає від закладів вищої освіти (ЗВО) відповідного кадрового, матеріально-технічного, інформаційного і методичного забезпечення. На поточний момент забезпечення ЗВО належного рівня матеріально технічної бази можливе тільки за підтримки виробничих, науково-виробничих та промислових структур. Така співпраця дозволить ЗВО готувати фахівців на високому науково-технічному рівні, підприємствам отримати кваліфіковані кадри з необхідними навиками [1-3].

На кафедрі мікропроцесорних технологій і систем (МТС) Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) ведеться фундаментальна підготовка фахівців в області проектування пристроїв на мікроконтролерах і програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС) [1-4]. У співпраці з фірмою Dialog Semiconductor кафедрою МТС ведеться робота по розробці лабораторного практикуму на основі інтегральних мікросхем GreenPAK Dialog Semiconductor з використанням програмного забезпечення (ПЗ) GreenPAK Designer.

Інтегральні мікросхеми GreenPAK від Dialog Semiconductor – це сімейство конфігуруємих інтегральних мікросхем зі змішаними сигналами (CMIC), які забезпечують мініатюрні та персоналізовані рішення поширених проблем, з якими стикаються розробники схем системного рівня. GreenPAK надає засоби для значного зменшення розміру друкованої плати, вартості специфікації та часу розробки. Вмотивований розробник зможе використовувати GreenPAK практично в більшості галузей. Враховуючи широкий спектр вирішуваних практичних задач за допомогою

GreenPAK, доцільно запроваджувати це рішення у розбудові лабораторних практикумів з проектування пристроїв на програмованих логічних інтегральних схемах. Програмне забезпечення GreenPAK Designer має повністю графічний процес проектування, не вимагає мови програмування чи компілятора, та має відкриту ліцензію щодо поширення [9].

Основна частина. По кафедрі МТС викладається освітня компонента «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і програмованих логічних інтегральних схемах» модуль «ПЛІС» [4-8]. З огляду на можливості інтегральних схем GreenPAK Dialog Semiconductor, наявність програматора та програмне забезпечення GreenPAK Designer з відкритою ліцензію, – це дуже приваблива пропозиція для застосування у освітньому процесі для розвитку лабораторної бази.

Інтегральні мікросхеми GreenPAK™ – це економічно ефективний програмований пристрій енергонезалежної пам’яті, який дає можливість інтегрувати багато системних функцій, мінімізуючи кількість компонентів, простір на платі та енергоспоживання. Використовуючи програмне забезпечення GreenPAK Designer від Dialog та GreenPAK Development Kit, дизайнери можуть створити та запрограмувати власну схему за лічені хвилини [9-12].

GreenPAK надає наступні переваги перед дискретним дизайном:

- менша площа на друкованій платі - пластикові корпуси розміром всього 1,0 x 1,2 мм;
- менша кількість компонентів / менша вартість – типова реалізація GreenPAK дозволяє заощадити від десяти до тридцяти компонентів на кожен екземпляр;
- вища надійність – менша кількість міжз'єднань на друкованих платах підвищує надійність;
- прискорений дизайн – за допомогою повного циклу проектування з GreenPAK Designer;
- знижена потужність – використання компонентів з низьким енергоспоживанням та функції сну;
- безпека дизайну – значно ускладнює зворотне проектування, шляхом відключення зворотного зчитування конфігурації енергонезалежної пам’яті, що дозволяє приховати деталі дизайну;
- протестовані рішення – кожна IC GreenPAK тестується, тоді як дискретна схема не тестується перед остаточним тестом рівня плати.

GreenPAK може забезпечувати унікальні підмножини функцій [10]:

- подвійне живлення GreenPAK – гнучкий інтерфейс двох незалежних областей напруги;
- GreenPAK з перемикачами навантаження – конфігурація GreenPAK з одночасним керуванням перемикачами живлення високого струму приводу;

- GreenPAK з асинхронним кінцевим автоматом – дозволяє розробляти власні конструкції кінцевого автомата;
- GreenPAK з регуляторами з малою просадкою напруги;
- GreenPAK з внутрішньосистемним програмуванням;
- високовольтні GreenPAK – переваги комбінованої логіки змішаного сигналу та функціональності високовольтного мосту H-моста.
- автомобільні GreenPAKs – інтеграція багатьох системних функцій в одній інтегральній мікросхемй, яка відповідає стандарту AEC-Q100;
- аналогові GreenPAK – створення унікальних аналогових схем в поєднанні з налаштовуємою логікою GreenPAK.

На рис. 1 наведено зовнішній вигляд плати програматора та інтегральних схем. На рис. 2 наведено зовнішній вигляд плати програматора з представленням наявної периферії.

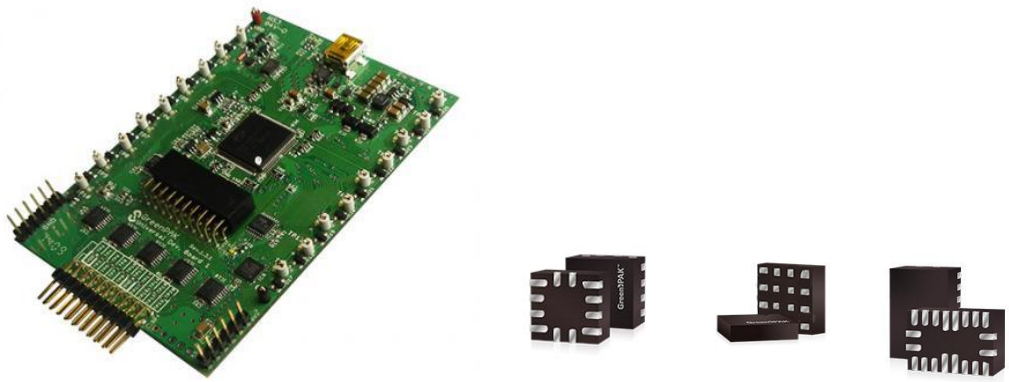


Рис. 1 – Зовнішній вигляд плати програматора та інтегральних схем

Блок живлення (Power Supply). Основним джерелом живлення GreenPAK Advanced Development Board є лінія живлення USB. Плата розробки може видавати напругу від 0 до 5,5 В. Для забезпечення цього діапазону потужності Плата розвитку оснащена підвищуваним перетворювачем. Генератор сигналів з буферизованим виходом керує шиною живлення чіпа GreenPAK.

USB-зв'язок (USB Communication). Плата має комунікаційний інтерфейс USB, який використовує роз’єм USB mini-B. Цей інтерфейс забезпечує зв’язок із програмним інструментом керування та подає живлення до платформи.

З'єднання GND (GND Connections). Є 6 контактів GND на лівій стороні, 6 контактів і 1 контакт на правій стороні. Їх можна використовувати для заземлення контрольного заземлення обладнання (осцилограф, мультиметра тощо) або для підключення зовнішньої тестової схеми заземлення.

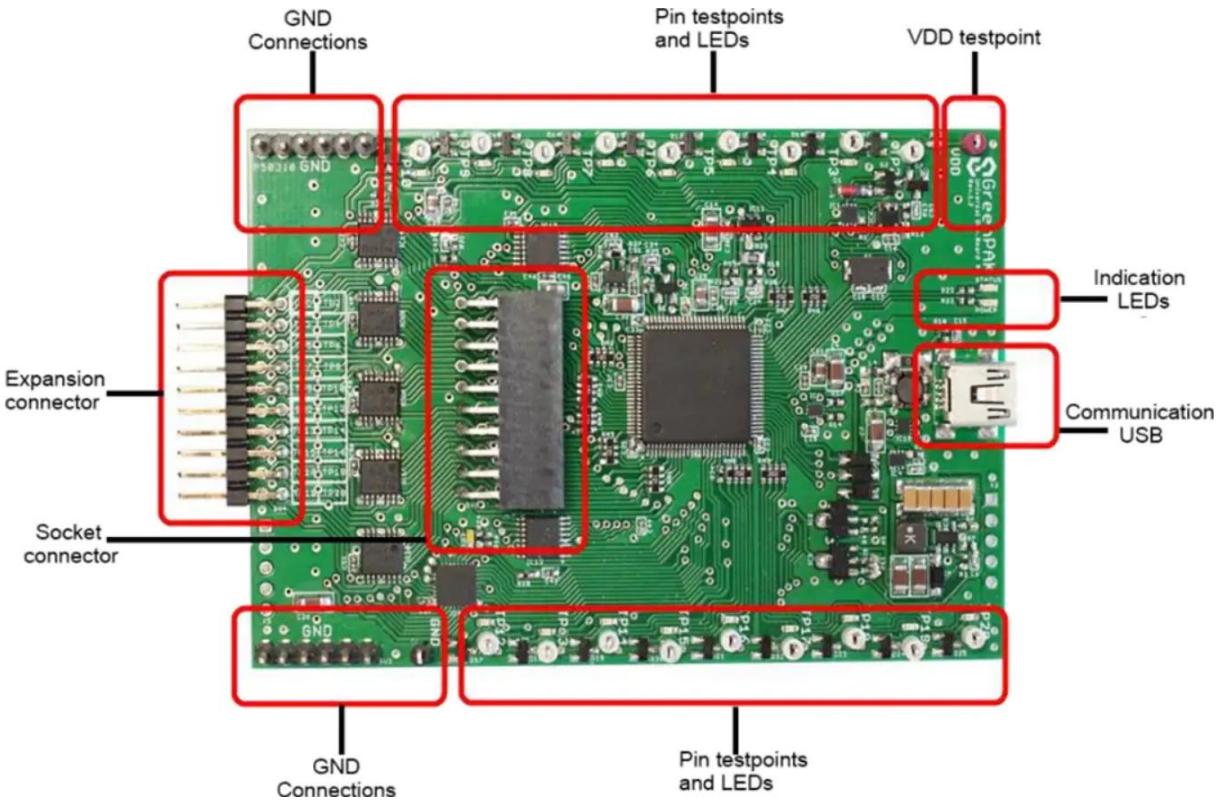


Рис. 2 – Плата програматора з представленням наявної периферії

Pin Test Points. Кожен контакт мікросхеми GreenPAK, включаючи VDD, має власну контрольну точку спостереження. Ці тестові точки призначені лише для спостереження. Для підключення зовнішнього джерела сигналу використовуйте програмно керований роз’єм розширення.

Світлодіоди (LEDs). Усі контакти, крім контакту 2, можна підключити до буферизованих світлодіодів. Ця опція дозволяє візуалізувати цифрові рівні на штифтах мікросхеми. Є два режими вибору:

- буферизований світлодіод (з високим вхідним опором);
- інвертований буферизований світлодіод (з високим вхідним опором).

Роз'єм (Socket Connector). Додаткову плату розробки GreenPAK слід використовувати зі знімною платою роз'ємів. Його головне призначення — підключити мікросхему GreenPAK до плати програматора. Легко використовувати запрограмований чіп у зовнішніх ланцюгах або вимірювати споживаний струм реалізуємому проєкті.

Роз'єм розширення (Expansion Connector). Цей порт був розроблений для підключення GreenPAK Advanced Development Board до зовнішніх схем і подачі зовнішнього живлення, джерел сигналу та навантаження. Його можна використовувати для застосування чіпа GreenPAK у вашому індивідуальному дизайні з мінімальною кількістю додаткових інструментів.

GreenPAK Designer – це повнофункціональне інтегроване середовище розробки (IDE), яке реалізує повний цикл наскрізного проектування, що включає етапи: створення вихідних описів проекту, синтезу, моделювання, розміщення і трасування на кристалі, конфігурації кристалів і внутрікристального апаратного налаштування. Це надає прямий доступ до всіх функцій пристрою GreenPAK і повний контроль над параметрами маршрутизації та конфігурації. GreenPAK Designer має інтегрований інструмент програмування, який дозволяє запрограмувати налаштований дизайн у вашому чіпі GreenPAK. За допомогою цього інструменту також можна прочитати вже запрограмований чіп та експортувати його дані до конструктора. Конструктор згенерує проект, який має ту ж конфігурацію, що і чіп. GreenPAK Designer призначений для роботи в середовищі операційних систем (ОС): Windows 7/8.1/10, MAC OS X (v10.8 or higher), Ubuntu 18.04 (32, 64-bit), Debian 11 (32, 64-bit) [11, 12].

Цифрові блоки є основними функціональними компонентами будь-якого GreenPAK. Вони включають: Look-Up Table (LUT); D Flip-Flop (DFF) / Latch; Counter / Delay (CNT/DLY); I2C (many devices); SPI (select devices); Pattern Generator (PGEN); Pipe Delay; Programmable delay (PDLY); Filter / Edge Detector (рис. 3) [9-12].

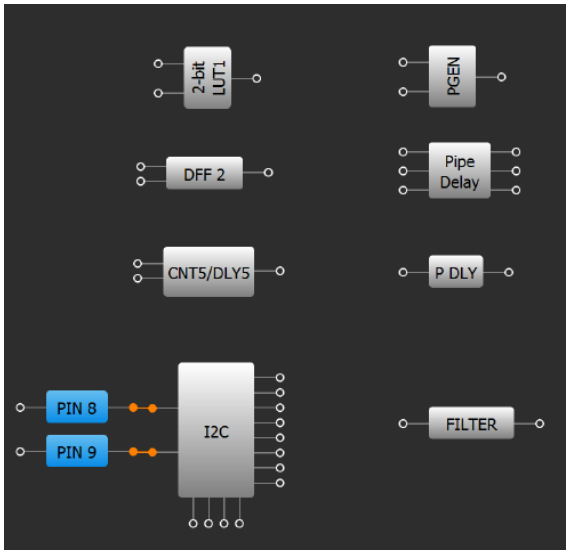


Рис. 3 – Цифрові блоки

Багато компонентів у GreenPAK Designer можна налаштувати як один із кількох типів блоків. На це вказує назва цифрового блока: наприклад, 2-бітовий LUT0/DFF/LATCH0 може бути, як видно з назви, LUT, DFF або Latch. Вибір типу блоку налаштовується за допомогою параметра «Тип» у вікні «Властивості».

Майже кожен GreenPAK оснащений двома або більше аналоговими компараторами [ACMPs], кожен з яких має два джерела входу; IN+ і IN-.

Джерело вхідного сигналу для кожного налаштовується у вікні «Властивості».

Входи/виходи в GreenPAK дуже гнучкі. Можливості введення/виведення варіюються від вивода до вивода та від деталі до деталі, тому перед вибором конкретного GreenPAK необхідно узгодити конструкцію з необхідною конфігурацією виводів. Виходи можна налаштувати як двотактні або з відкритим стоком у конфігурації NMOS чи PMOS. Коефіцієнт масштабування, наприклад, 2x, вказує, що вихідна потужність подвоєна. Крім того, на вихідних контактах доступні варіанти резисторів, що підтягують і знижують 10 кОм, 100 кОм і 1 МОм. акож доступні кілька варіантів входу, такі як: цифровий вхід, цифровий вхід із тригером Шмітта, цифровий вхід низької напруги та аналоговий вхід. Аналоговий вхід використовується як вхід ACMP.

Інтерфейс користувача GreenPAK наведено на рис. 4.

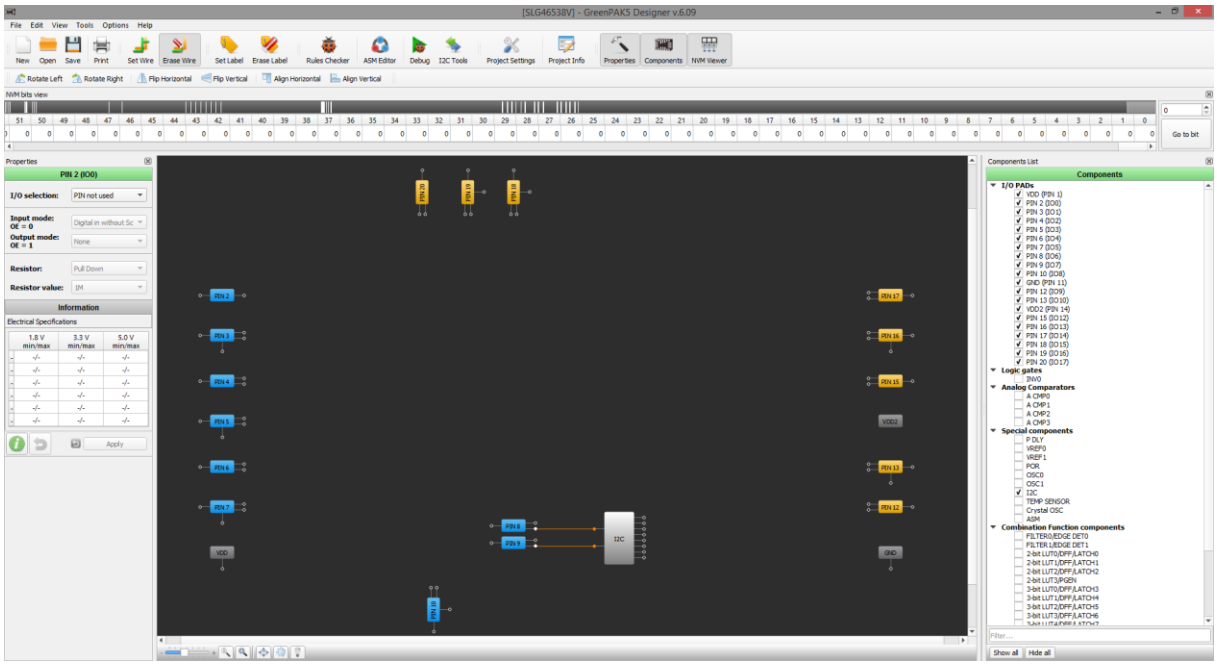


Рис. 4 – Інтерфейс користувача GreenPAK

Наведений опис GreenPAK Dialog Semiconductor, GreenPAK Designer та GreenPAK Development Kit демонструє повноцінні можливості провадження існуючого на кафедрі МТС лабораторного практикуму з освітньої компоненти «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і програмованих логічних інтегральних схемах» модуль «ПЛІС» [1]. І також дозволи реалізувати нові лабораторні роботи та проводити роботу студентський гуртків. GreenPAK Designer дозволить студентам навчатися повноцінно у дистанційному режимі при підтримці дистанційних лабораторій кафедри МТС [6, 7].

Висновки. Використання закладами вищої освіти у освітньому процесі вищої технічної освіти сучасного матеріально-технічного, інформаційного, методичного забезпечення при відповідному рівні підготовки науково-педагогічних працівників і учбово-допоміжного персоналу дозоляє забезпечити підготовку висококваліфікованого й затребуваного на ринку праці фахівця. Виконання таких вимог можливе тільки за консолідованої співпраці провідних галузевих підприємств і компаній з закладами вищої освіти.

Компанія Dialog Semiconductor є провідним світовим виробником, що створює високоінтегровані інтегральні схеми GreenPAK зі змішаними сигналами, оптимізовані для персональних портативних, низькоенергетичних бездротових, світлодіодних твердотільних освітлювальних приладів та автомобільних додатків. Компанія Dialog Semiconductor приймає активну участь у підтримці та розбудові вищої освіти щодо надання якісної технічної освіти. На прикладі лабораторних практикумів кафедри мікропроцесорних технологій і систем Харківського національного університету радіоелектроніки продемонстровано доцільність застосування GreenPAK Dialog Semiconductor у якості лабораторної бази на технічних освітніх компонентах.

Список використаних джерел.

1. Методика розробки та впровадження освітньої компоненти щодо проектування пристроїв / В. В. Семенець, І. В. Свид, О. В. Зубков, О. В. Воргуль // Збірник матеріалів II форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» до 90-річчя ХНУРЕ. – Харків, ХНУРЕ. – 2020. – С. 40–44.

2. В.В. Семенець, В.Г. Кобзєв, В.О. Філатов. Компоненти інформаційної системи моніторингу якості освіти у Харківському національному університеті радіоелектроніки. // Матеріали 7-ї Міжн. наук.-техн. конф. Інформаційні системи та технології (ICT-2018), 10-15 вересня 2018 р., Харків-Коблеве. – Х. : ХНУРЕ, 2018. – С. 51-54.

3. Свид І. В. Регіональний центр STEM-освіти технічного розвитку молоді / І. В. Свид, В. С. Чумак, Н. В. Бойко // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XII міжнародної науково-методичної конференції, 11–13 листопада 2020 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА. – 2020. – С. 151–152.

4. I. Svyd, O. Vorgul, V. Semenets, O. Zubkov, V. Chumak, N. Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

5. O. Vorgul, I. Svyd, O. Zubkov, V. Semenets. Teaching microcontrollers and FPGAs in Quarantine from Coronavirus: Challenges and Prospects. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 14-17. doi: 10.35598/mcfpga.2020.005

6. Методичні та технічні аспекти реалізації онлайн лабораторії з проектування пристроїв / В. В. Семенець, І. В. Свид, О. В. Зубков, О. В. Воргуль, Н. В. Бойко, В. С. Чумак. // Збірник матеріалів II форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» до 90-річчя ХНУРЕ. – Харків, ХНУРЕ, 2020. – С. 45-48.

7. Методика разработки и внедрение технической онлайн лаборатории в учебный процесс / В. В. Семенец, И. В. Свид, О. В. Зубков, А. В. Воргуль // Engineering education: challenges and developments : материалы X Междунар. науч.-метод. конф. (Республика Беларусь, Минск, 26 ноября 2020 года). – Минск : БГУИР, 2020. – С. 238–242.

8. Особенности разработки и внедрения образовательной компоненты технической направленности / В. В. Семенец, И. В. Свид, О. В. Зубков, А. В. Воргуль // Engineering education: challenges and developments : материалы X Междунар. науч.-метод. конф. (Республика Беларусь, Минск, 26 ноября 2020 года). – Минск : БГУИР. – 2020. – С. 242–247.

9. Dialog Semiconductor. [Access mode]: https://www.dialog-semiconductor.com/.

10. GreenPAK Programmable Mixed Signal Matrix. [Access mode]: https://www.dialog-semiconductor.com/products.

11. GreenPAK Cookbook. [Access mode]: https://www.dialog-semiconductor.com/greenpak-cookbook.

12. GreenPAK Designer User Guide. [Access mode]: https://www.dialog-semiconductor.com/sites/default/files/2021-07/GreenPAK_Designer_User_Guide.pdf.

СИСТЕМИ КООРДИНАТ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

доцент, к.т.н. Хрустальов К. Л., студент Іванов О. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки,
e-mail: kirill.khrustalev@nure.ua, oleh.ivanov@nure.ua

Abstract. The given work is devoted to modern research in the field of unmanned aerial vehicle devices, commonly known as a drone, their orientation in space and areas of use of this technology. The article describes the types of coordinate systems what used to describe the position and movement of unmanned aerial vehicles in space. Such as inertial reference systems, moving and static coordinate systems, as well as connected, speed, and trajectory coordinate systems. The concept of Euler angles of a general basis in 3-dimensional linear algebra, and their components as yaw angle, pitch angle, and roll angle is also described.

Вступ. Однією з головних цілей мехатроніки є створення автоматичних пристроїв, які мають усі шанси замінити людину-оператора в умовах, що загрожують життю. У зв'язку з цим значно зростає роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА) [1]. Це пояснюється успіхом їх впровадження для виконання складних технологічних процесів та операцій, таких як моніторинг небезпечних об'єктів, фотограмметрія фасадів, огляд мостів, важкодоступних місць. Для реалізації цих технологічних процесів необхідно контролювати політ, що є неможливим без впровадження опису положення та руху літальних апаратів на основі систем координат, що обумовлює актуальність дослідження.

Основна частина. Для опису положення та руху БПЛА у просторі використовують різні системи координат: інерційні, рухомі та нерухомі [2].

Інерційні системи відліку – це системи, де об'єкт, на який не діють жодні сили (або сили, що діють на нього компенсують одна одну, тобто рівнодійна сила дорівнює нулю), рухається рівномірно та прямолінійно. Нерухомі системи координат, у яких осі та початок координат фіксовані відносно землі, використовуються як системи відліку швидкостей, прискорень, переміщень літального апарата. Прикладом такої системи є земна система координат. Рухомі системи координат, початок яких розташовується в центрі мас літального апарата (звідси їх друга назва – ЛА-центричні системи координат), звичайно використовуються для запису рівнянь руху літального апарата. У якості рухомих систем частіше за все використовуються: нормальна, зв'язана, швидкісна та поточна системи координат.

Вибір системи координат зазвичай обумовлений поставленим завданням. В роботі розглянуто нормальну земну систему координат *E* та рухому систему *B*, що наведено на рисунку 1.

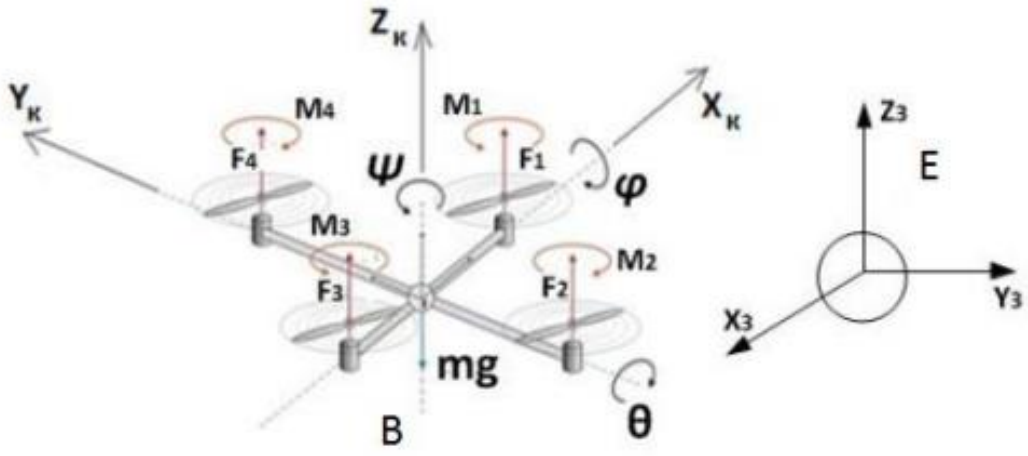


Рисунок 1 – Нормальна земна система координат БПЛА

Земна система координат лежить на поверхні землі та осі фіксовані щодо її початку. Вісь *Z* спрямована вгору прямою збігається з напрямом сили тяжіння. Осі *Y* та *X* лежать у горизонтальній площині, утворюючи праву прямокутну Декартову систему координат [3].

Рухома система координат *B* – це система координат осі якої збігаються з осями літального апарата. Її початок лежить у центрі маси ЛА, а осі повернуті на кути тангажу, крену та рискання, щодо осей земної системи координат. Орієнтація корпусу літального апарату в просторі задається обертанням від *R* до *E*, де *R* є ортогональною матрицею обертання.

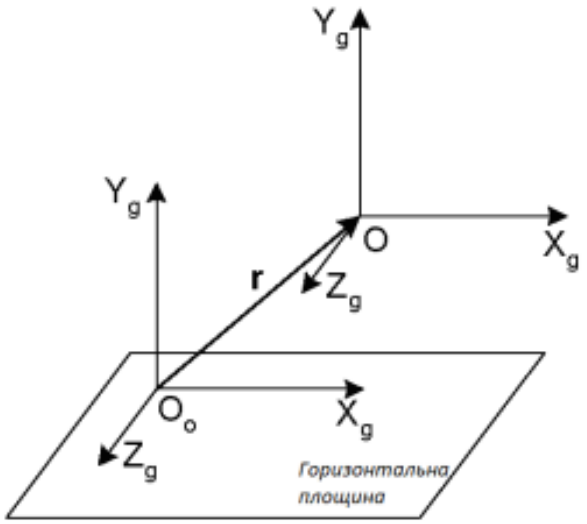


Рисунок 2 – Нормальна земна та зв’язана системи координат

Зв'язана система координат *OXYZ*. Початок координат розміщено в центрі мас БПЛА. Вісь *OX* лежить в площині симетрії і напрямлена уздовж лінії хорд крила до носової частини літального апарату. Вісь *OY* лежить в площині симетрії ЛА і спрямована вгору (при горизонтальному польоті), вісь *OZ* доповнює систему координат до правої системи координат.

Швидкісна система координат – це рухома система координат, швидкісна вісь OX_a якої збігається з напрямком вектору повітряної швидкості. Вісь підйомної сили OY_a розташована в площині симетрії та спрямована до верхньої частини ЛА, а бокова вісь OZ_a доповнює осі OX_a, OY_a до правої системи координат.

Система координат траєкторії $OX_кY_кZ_к$ – це рухома ЛА-центрична система координат, в якій напрямок вектору земної швидкості $V_к$ (швидкість ЛА відносно земної поверхні) збігається з віссю $OX_к$, а вісь $OY_к$ спрямована вгору відносно землі і знаходиться у вертикальній площині, що проходить через вісь $OX_к$. Осі $OX_к$ і $OY_к$ доповнює $OZ_к$, що до правої частини. Вісь $OX_к$ траєкторної системи координат співпадає з віссю OX_a швидкісної системи координат, за відсутності вітру.

Кутом атаки α називається кут між поздовжньою віссю БПЛА і проекцією швидкості на площину *OXY*. Кут позитивний якщо, проекція повітряної швидкості БПЛА на вісь *OY* негативна. Кутом ковзання β називається кут між повітряною швидкістю БПЛА і площиною *OXY* пов'язаної системи координат. Кут позитивний, якщо проекція повітряної швидкості на поперечну вісь позитивна.

Положення зв'язаної системи координат *OXYZ* відносно нормальної системи координат O $X_gY_gZ_g$ може бути повністю визначене трьома кутами: ψ, ϑ, γ, що називаються кутами Ейлера [4]. Послідовно обертаючи пов'язану систему координат на кожен із кутів Ейлера, можна прийти до будь-якого кутового положення пов'язаної системи відносно нормальної системи координат.

При дослідженні динаміки ЛА використовують такі поняття кутів Ейлера:

– кут рискання – ψ – кут між віссю OX_g, нормальної системи координат і проекцією пов'язаної осі OX БПЛА на горизонтальну площину. Кут позитивний, якщо вісь OX_g поєднується з проекцією 33 пов'язаної осі *OX* на горизонтальну площину поворотом навколо осі OY_g проти часової стрілки;

– кут тангажу – ϑ – кут між поздовжньою віссю БПЛА *OX* і місцевою горизонтальною площиною OX_gZ_g. Кут позитивний, якщо поздовжня вісь знаходиться вище горизонту;

– кут крену – γ – кут між місцевою вертикальною площиною, що проходить через вісь *OX*, і пов'язаною з нею віссю *OY* БПЛА. Кут

позитивний, якщо вісь *OY* БПЛА поєднується з місцевою вертикальною площиною обертом навколо осі *OX* за годинниковою стрілкою.

Висновки. На даний час управління польотом у БПЛА здійснюється в напівавтоматичному режимі за командами оператора з веденням навігації за опорними точками, або дистанційно за допомогою пульта управління. Поряд з цим значно зростає роль програмованого керування БПЛА, заснованого на використанні інтелектуальних автопілотів. Це пов'язано з загальносвітовою тенденцією що до підвищення автономності БПЛА при вирішенні завдань, таких як планування, автоматичне керування польотом на основі опорних точок та переслідування опорного об'єкта.

Наведені системи координат можна використовувати при аналізі стійкості і керованості безпілотного летального апарату. Перехід від однієї системи координат до іншої може бути здійснено за допомогою матриць косинусів напряму, за правилами сферичної тригонометрії, або за допомогою кватерніонів.

Список використаних джерел.

1. Беспилотный летательный аппарат БПЛА (дрон) [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.tadviser.ru/a/341580

2. Аэродинамика и динамика полета. Системы координат https://ozlib.com/978300/tehnika/skorostnaya_sistema_koordinat

3. Векторна алгебра та аналітична геометрія. Прямокутна декартова система координат [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://moodle.ipo.kpi.ua/moodle/mod/resource/view.php?id=10716

4. Лисенко О.І., Явіся В.С. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Аналіз методів отримання сигналів управління для систем орієнтації та стабілізації наносупутника [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2017/2_2017/10.pdf

АНАЛІЗ СТАНДАРТІВ РАДІОКАНАЛУ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ У МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ СИСТЕМАХ

доцент, к.т.н. Воргуль О.В., асистент Сєріков А.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра мікропроцесорних технологій і систем,
e-mail: oleksandr.vorgul@nure.ua, anton.sierikov1@nure.ua

Abstract. The standards developers created ideas and implemented them in the form of community documents. Hardware manufacturers have created microcircuits and demo boards for them. Also, software has been written that implements the functions of the upper layers of the protocols. Now you can build the system

Вступ. Проектуючи систему, розробник додає до неї все більше функцій та властивостей, навіть якщо така система і є мініатюрною, все більше систем мають властивості мереж. А в мережах суттєвою складовою стають лінії зв‘язку. До них висувається ціла низка вимог: технічно-інформаційних, електричних, фізичних, економічних тощо. Для придання захищеності та надійності зазвичай обирають провідні лінії. А безпроводовому зв‘язку притаманна більша гнучкість.

Основна частина. На сьогоднішній день, напевно можна побудувати наново безпровідний інтерфейс зв‘язку між складовими системи, розв‘язавши типову телекомунікаційну задачу. Але фірми – розробники виконали велику роботу та надали доступ до низки технологій безпровідних каналів. Наприклад, у ST.com в складі сімейства STM32 є суттєва підтримка таких технологій: BlueTooth, IEEE 802.15.4-2011, Node-RED, LoRa. Ці технології не є однорідними та суттєво відрізняються з технічного ґрунтування та призначення. Чи не єдиною спорідненістю цих технологій є економічність у використанні.

В обладнанні STM32 можливо використання протоколу BlueTooth 5 версії [1]. Зазвичай цей протокол використовується як заміна проводових ліній. Для версії BlueTooth Low Energy (BLE) притаманна висока економічність, що дозволяє довше використовувати батарею живлення. Та за допомогою BLE можна створювати розгалужені мережі із багатьма функціями.

Стандарт IEEE 802.15.4-2011 [2] було створено для безпровідної персональної мережі із низьким рівнем потужності сигналу та низкою швидкостей до 480 Мбіт.с Цей стандарт не містить опису рівнів вище MAC рівня. Хоча і за допомогою цього інструментарія можна багато чого створити.

Технологія ZigBee [3] є одним з варіантів побудови верхніх відносно до IEEE 802.15.4 рівнів мережевого стеку. Особливий наголос в цій

технології робиться на гарантуємій безпеці даних що передаються, що є нагальною потребою в системах, які відносяться до IOT та IIOT. Ця технологія дозволяє будувати мережі із різними топологіями, не тільки точка-точка, зірка та дерево, а навіть із сітчастими (mesh), що значно підвищує стійкість до відмов системи в цілому.

Технології IEEE 802.15.4 та ZigBee органічно доповнюють одна одну. В реалізаціях, наприклад, фірмою ST вони реалізовані на ґрунті як апаратного забезпечення так і пакетів розробленого програмного забезпечення, що додається до плати або завантажується з сайту розробника.

Здається, що LoRa названа із скорочення Long Range [4] тобто дальня відстань, і являє собою пропрієтарну технологію модуляції низько потужної мережі для роботи на великих відстанях. Заснована вона на методах модуляції із розширеним спектром та використовує без ліцензійні радіочастотні діапазони. Призначена для роботи в пристроях, що працюють від батарейок і цілком природно, що охоплює апаратні рівні. Задля реалізації покриття верхніх рівнів використовується LoRaWAN. Пристрої в такій мережі можуть навіть використовувати послуги позиціонування.

Щодо реалізації цих можливостей в апаратурі – як апаратна частина (мікросхеми або готові плати для експериментів) так і програмна частина (бібліотеки підпрограм та засоби для розробки) – готові для використання та чекають на розробників [5-11].

В платі STM32WB55, наприклад, розташована апаратна підтримка для Bluetooth Low Energy та IEEE 802.15.4, а STM32WL мають підтримку LoRaWAN. А про те, які в цих платах діапазони частот, методи модуляції і які вони підтримують протоколи безпеки передачі даних можна розповідати довго.

Висновки. На сьогоднішній день склалася досить вигідна ситуація для інтеграторів – розробників систем. Існує багатий вибір інтерфейсів та функцій, на базі яких можна створювати необхідні ефективні та захищені системи для цікавого існування.

Список використаних джерел.

1. Bluetooth SIG https://bluetooth.org
2. IEEE 802.15.4-2011 http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html
3. ZigBee Alliance http://zigbee.alliance.org
4. LoRa Alliance http://lora-alliance.org
5. Oleg Zubkov, Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev. Features of the use of PID controllers when controlling evaporators. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development

on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 6-7. doi: 10.35598/mcfpga.2020.001.

6. Oleksandr Vorgul, Iryna Svyd, Oleg Zubkov, Valerii Semenets. Teaching microcontrollers and FPGAs in Quarantine from Coronavirus: Challenges and Prospects. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 14-17. doi: 10.35598/mcfpga.2020.005.

7. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

8. В.С. Чумак, О.Г. Аврунін, Є.А. Чугуй, І.В. Свид. Аналіз принципів побудови телемедичних комплексів широкого призначення. // Автоматизовані системи та прилади автоматики : Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2021. Вип. 177. С. 80-85. doi:10.30837/0135-7110.2021.177.080.

9. Oleg Zubkov, Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul. 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), Kharkiv, Ukraine, 2021, pp. 6-8. doi: 10.35598/mcfpga.2021.001

10. Зубков О.В. Тенденции обучения проектированию электронных устройств на микроконтроллерах. // Спеціалізована виставка «KharkivProm Days. Виробництво і ефективність». Збірник матеріалів форуму секції «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології». – Харків, ХНУРЕ, Виставкова компанія ADT, 2019. – С. 40-42.

11. І.І. Обод, І.В. Свид, О.С. Мальцев. Оцінка пропускної спроможності мереж радіодоступу. // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2015 – Вип. 12 (137) – С. 145-147.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ПОМИЛКОВИХ ЗНАЧЕНЬ У ВИСОКОІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

проф. каф. КІТАМ Цимбал О.М., студент Запорожець В.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки,
e-mail: oleksandr.tsymbal@nure.ua, volodymyr.zaporozhets@nure.ua

Abstract. Today, the integration of sensors, transmission devices, guidance, calculations requires the creation of systems that will combine and realize all the potential available to these devices. And therefore the constant analysis of systems both in a development stage, and after system start after release is necessary. The analysis of already created intelligent systems allows revealing the basic systems on which the principle of functioning of all architecture is built, errors of systems superfluous elements of system, are not always appreciable in the general description. Due to them, there are ambiguities, erroneous logic performs erroneous actions and this can lead to erroneous operation of the entire designed system in the future. Therefore, the study of methods for forecasting and subsequent detection of errors is an urgent scientific task.

Вступ. На сьогодні об'єднання сенсорів, пристроїв передачі, наведення, розрахунків вимагає створення систем, які будуть поєднувати та реалізовувати весь потенціал, що доступний цим пристроям. І тому необхідний постійний аналіз систем як у стадії розробки, і після запуску системи після релізу. Проведення аналізу вже створених інтелектуальних систем дозволяє виявити основні системи, на яких збудовано принцип функціонування усієї архітектури, похибки систем, зайві елементи системи, не завжди помітно у загальному описі. Завдяки ним з'являються нечіткості, помилкова логіка, виконуються помилкові дії, і це у майбутньому може призвести до помилковості роботи усі спроектованої системи. Тому дослідження методів прогнозування та подальшого виявлення помилок є актуальним науковим завданням.

Основна частина. Раніше у робото-технічній галузі у Японії центральне місце займали роботи промислового і медичного призначення, але виникнення всесвітньої пандемії в робото будуванні в Японії сприяло зміні акцентів. Останнім часом, за оцінками експертів, на перший план вийшла індустрія зі створення інтелектуальних роботів-асистентів, помічників у домашніх справах та роботів-друзів. У зв'язку з цим, як зазначають фахівці, до порядку денного входить завдання широкомасштабного дослідження проблеми співіснування людини і робота-помічника, включаючи її психологічні та соціальні аспекти особливо під час всесвітньої кризи у охороні здоров'я. Але динамічну

логіку поведінки людини, неможливо інтегрувати у статичний сценарій робота-прибиральника чи хірургічного-робота. Саме через це дослідження систем та їх атрибутів отримало новий імпульс. Для вирішення проблем взаємодії роботів та людей багато можливостей надають технології віртуальної реальності для тривимірної візуалізації результатів моделювання в миварному (віртуальному) просторі, що дозволяє узагальнити людські знання у формі динамічної бібліотеки знань або програмного редактора двигуна. Іншим прикладом можна навести, науково область де вже існують рішення (АСУ ТП), де вже показані практичні можливості створення віртуального АСУ ТП для з можливістю паралельної обробки потоків інформації на основі віртуальних потокових баз даних. Але помилкові значення у роботі інтелектуальних системах, які комбінують усі атрибути з систем створюють помилки у кожній ланці.

По-перше, виявити їх не завжди можливо на етапі планування та проектування, а лише на етапі реалізації та безпосереднього використання інтелектуальної системи у її робочій площині, використовуючи різні методи тестування системи або моделювання, через не властиві їй задачі або навпаки задачі та атрибути які були прогнозовані у системі, але не грають головної ролі у постійних розрахунках основних розробників інтелектуальних систем та їх постійних користувачів.

По-друге, усі етапи побудови сучасних багатофункціональних систем, як: людиноподібні роботи, безпілотних літальних апаратів (БПЛА), систем наведення транспорту, спочатку мають справу з інженерно-практичними задачами, а потім проблемами вже прийнятих рішень. Тобто постійні компромісні програмно-апаратні рішення, як здається на перший погляд, призводять до екстремізму у роботі самої системі під час її експлуатації у сучасних реаліях. Це можуть бути хибні значення на вході в системи, наприклад під час простого прямолінійного руху транспортних засобів, що рухаються один за одним з різною швидкістю, або складнощі під час стикування на космічній орбіті.

Наведемо приклад проблеми ідентифікації нелінійних динамічних систем, що пов'язана з надзвичайною складністю вибору структури моделі. Але завдяки властивості багатошарових нейронних мереж моделювати довільні нелінійні безперервні функції в результаті навчання на безліч прикладів дозволяє ефективно вирішувати дана проблема може бути ефективно вирішена.

Реалізація методу можливо через модельну структуру двошарової нейронної мережі, і має наступний математичний вигляд:

$$g(\varphi(t,\theta),\theta) = \hat{y}(t|\theta) = \hat{y}_i(t|w,W)) = \\ = F\left(\sum_{j=l}^{n_k} W_j f\left(\sum_{j=l}^{n_k} W_{jt}\varphi_l + w_{j0}\right) + W_0\right), \quad (1)$$

враховуючи:

$f(x) = th(x)$ - активаційна функція нейронів скритого шару;
F(x) = *kx*; k=*const* - активаційна функція нейронів вихідного шару;
n_φ - розмірність регресивного вектора;
n_k - число нейронів у скритому шарі.

Висновки. Дослідження методів виявлення та рішення помилок для робото-технічних комплексів, що вирішують поставленні завдання, необхідно постійне застосовування високоточних технологій. Для цього необхідно задіяти альтернативні способи постійного навчання та оптимізації під час функціонування у нетипових середовищах, де необхідно постійно змінювати алгоритми поведінки. Як приклад віртуальна реальність для дистанційного навчання різних предметів, включаючи управління інноваційними ресурсами, як нейро та біо-мережі .

Список використаних джерел.

1. Цимбал О., Мордик О. Інтелектуальне маніпуляційне керування робототехнікою // Матеріали 4-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерні та інформаційні системи та технології». 22-23 квітня 2020 р., Харків. – С. 52.

2. Пупков К.А. Єгупов Н.Д. Методи робастного, нейро-нечіткого і адаптивного управління - 1997. – 735.

3. Офіційний сайт. Режим доступу : [http://raai.org/].

4. Офіційний сайт. Режим доступу : [http://roboticslib.com/].

5. Алтунин А.Е., Семухін М.В. Моделі і алгоритми прийняття рішень в нечітких умовах. Тюмень: Вид-во Тюменського державного університету, 2000. - 352 с.

6. Невлюдов І., Цимбал О., Бронников А., Мордик О. Інтернет речей для роботизованих проектів / Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2020. № 3 (13). – С. 58-64.

7. Олександр Цимбал, Артем Бронников, Паоло Меркореллі. Моделі прийняття рішень для роботизованого складу // Матеріали Міжнародного симпозіуму 2020 року з силової електроніки, електроприводів, автоматизації та руху, віртуальна зустріч, 24-26 червня, P. 546-551.

8. Малишев Н.Г. Нечіткі моделі для експертних систем в САПР - 1991. - 146с.

ПОТОЧНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ДВІЙКОВОГО ЛОГАРИФМУ ДЛЯ ПЛІС ARTIX-7 ТА СИНТЕЗАТОРА VIVADO

доц., к.т.н. Свид І.В., асистент Чумак В.С.,
завідувач лабораторії Бойко Н.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра мікропроцесорних технологій і систем
e-mail: valeriia.chumak@nure.ua

Abstract. Variants of the implementation of stream calculation of the binary logarithm are considered, the results of measuring the accuracy and resource intensity for the FPGA Artix-7 are presented. A couple of calculation algorithms have been tested. Selected the most efficient in terms of resources and speed

Вступ. Обробка даних в складних системах вимагає рішення задач цифрової обробки сигналів (ЦОС) і великої кількості каналів, з чим справляються Spartan-7, Artix-7, Kintex-7, Virtex-7. ПЛІС Xilinx 7 серії, які мають високошвидкісну смугу пропускання, велику кількість логічних елементів, низьке енергоспоживання і високу продуктивність за низькою ціною [1-3].

У математичних обчисленнях та цифровій обробці сигналів на ПЛІС часто доводиться вдаватися до обчислення логарифму. Наприклад, для перетворення потужності з мВт в дБм потрібно обчислення логарифму за основою 10:

$$\mathrm{PdBm} = 10 * \log10(\text{РмВт} \ / \ 1\text{мВт}).$$

Обчислення логарифму є досить актуальним завданням, розробники застосовують різні методи обчислення [4]:

- табличний метод;
- ітераційний метод;
- CORDIC метод;
- метод на основі рядів Тейлора.

Усі алгоритми ґрунтуються на тому, що:

$$\log2(x * 2^n) = \log2(x) + n.$$

Тобто завдання обчислення двійкового логарифму зводиться до приведення аргументу до інтервалу [1..2) (нормалізація) множенням/розподілом на 2 або двійковим зсувом, та обчислення дробової частини. Цілою частиною логарифму буде кількість множень/поділів (зсувів), необхідні нормалізації. Алгоритми, що показані, виконують обчислення дробової частини.

Основна частина.

1. Табличний метод. У табличному способі дробова частина логарифму береться із заздалегідь створеної таблиці значень log2(x) в інтервалі [1..2). У ПЛІС таблиця реалізується у вигляді ROM з адресацією по дробовій частині нормалізованого числа. Розрядність ROM (довжина таблиці) вибирається з необхідної точності обчислень.

Поліпшити точність табличного алгоритму можна за допомогою лінійної інтерполяції між точками табличних значень. Для цього беруться біти дробової частини нормалізованого числа, що залишилися після адреси ROM, і множаться на коефіцієнт, що дорівнює різниці наступного і поточного значень з таблиці. Так як в потокової реалізації ми можемо двічі прочитати значення з ROM, доцільно створити ще одну ROM з обчисленими значеннями коефіцієнтів кожної точки. Помилка обчислення становить 0,00001534.

2. Алгоритм з лінійною інтерполяцією дробової частини. Для обчислення логарифму береться дробова частина нормалізованого числа та конкатенується з цілою частиною логарифму.

Наприклад:

Візьмемо 16-бітне число x = 16'b0000.0000_0101_0001, Його десяткове представлення та значення функції log2(x):

$$x = 16'b0000.0000_{0101_{0001}} \approx 0.019775390625,$$
$$log2(0.019775390625) \approx -5.660149997.$$

Після нормалізації з'єднуємо e та дробову частину нормалізованого x. При такому обчислені помилка становить 0.0742, а в значенні децибел (20 * log10 (x)) помилка становитиме приблизно 0,45 dB. Якщо додати суматор – точність покращиться удвічі.

3. Алгоритм CORDIC. Спочатку CORDIC-алгоритм був придуманий для повороту вектора на площині за допомогою операцій "зсув регістру вправо" і "складання регістрів". Іншими словами - для реалізації повороту вектора апаратно (за допомогою цифрової схемотехніки) [4]. Щодо рішення завдання з логарифмом, то алгоритм заснований на послідовному наближенні аргументу функції log2(x) до одиниці з одночасним перерахуванням результату функції шляхом додавання або віднімання заздалегідь обчислених значень log2(x), що відповідають множнику аргументу. Щоб не використовувати множення, у методі CORDIC застосовується бітовий зсув, який еквівалентний множенню/поділу на 2.

В основі алгоритму наступна формула [5]:

$$log(a * (1 \pm k)) = log(a) + log(1 \pm k) = y + log(1 \pm k).$$

При деяких початкових значеннях x недостатньо наближається до одиниці, через що падає точність обчислень. Поліпшити збіжність допомагає повторне обчислення кроку з тим самим значенням k. Це можна

робити на кожному кроці, але найкращий результат дає вибіркове повторення кроків.

Висновки.

Алгоритм лінійної інтерполяції, незважаючи на його простоту, виявився не найкращим з погляду ресурсів. Однак, можливо, показану реалізацію можна оптимізувати.

Найефективнішим з погляду ресурсів та швидкості виявився табличний алгоритм з інтерполяцією. А його варіант без інтерполяції та з розміром таблиці до 512 не потребує використання BRAM або помножувача та показує прийнятні результати точності, при цьому вмістивши все в 100-150 LUT. Крім того, кількість тригерів помітно менша, ніж в алгоритмі з лінійною інтерполяцією.

Через повільну збіжність наближення в алгоритмі CORDIC необхідно збільшувати кількість кроків наближення, що з урахуванням потокової реалізації вимагає великої кількості ресурсів. Незважаючи на це, ітераційна реалізація може показати хороші результати як за точністю, так і за ресурсами. Крім того, цей метод має саму рівномірну помилку обчислення, що може бути важливим у деяких випадках. Ще одна перевага алгоритму в тому, що він не використовує помножувачів.

Список використаних джерел.

1. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. // XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (19–22 листопада 2019 року): матеріали конференції. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – С. 288-289.

2. Oleg Zubkov, Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska. In-circuit Signal Analysis in the Development of Digital Devices in Vivado 2018. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 12-13. DOI: 10.35598/mcfpga.2019.003/.

3. Чумак В.С. Особливості реалізації вузла швидкого перетворення фур'є на ПЛІС архітектури FPGA / В. С. Чумак, І. В. Свид // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : материалы 25-го Междунар. молодеж. форума, 20–22 апр. 2021 г. – Харьков : ХНУРЭ, 2021. – Т. 3. – С. 187–188.

4. A.M. Mansour. A New Hardware Implementation of Base 2 Logarithm for FPGA, 2015.

5. Дайнеко Д. Реализация CORDIC-алгоритма на ПЛИС // Компоненты и Технологии. 2011. №12 (125).

К ВОПРОСУ НАХОЖДЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ И ТЕКУЩЕЙ ПОЗИЦИИ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ НА ПРИМЕРЕ СОМАТОСЕНСОРНОЙ ПЕРЧАТКИ

аспирант Старокожев С.В., доц., к.т.н. Свид И.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
кафедра микропроцессорных технологий и систем,
e-mail: sviatoslav.starokozhev@nure.ua

Abstract. The paper considers the problem of finding the orientation and current position of an object in space using the example of a somatosensory glove. A variant of finding the spatial position of an object is also presented and a variant of visualization in 3D using hardware and software is proposed.

Введение. Задача нахождения ориентации и текущей позиции объекта в пространстве на примере соматосенсорной перчатки может быть актуальна для управления игровыми объектами, малыми БПЛА, образовательные проекты и многое другое.

Используя соматосенсорную перчатку на базе Arduino UNO R3, к которой подключены инерциальные датчики акселерометр и гироскоп, можно найти текущее положение объекта и его пространственную ориентацию. Были использованы методы каллмановской фильтрации с учетом дрейфа нуля для калибровки датчиков. Данный проект был реализован в среде математического моделирования MATLAB и имеет хорошие перспективы для дальнейшего развития.

Основная часть.

Для оценки пути пройденного телом используется датчик акселерометра MPU6050 в соматосенсорной перчатке при следующих допущениях [1, 2]:

- для того, что бы найти путь необходимо дважды проинтегрировать ускорение, что измерено акселерометром [2].
- точно так же производная функции положения по времени является функцией скорости;
- исходя из предыдущего допущения, можно использовать одни и те же математические преобразования для нахождения скорости и перемещения.

После математических преобразований получаем следующее выражение для нахождения скорости и перемещения:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \quad (1)$$

где $v_0 = (0)$ – начальная скорость: a – константа.

Для определения углов наклона устройства в пространстве будут использоваться такие программные среды как MATLAB и Arduino Studio.

В среде моделирования MATLAB, пакет Sensor Fusion and Tracking Toolbox ™ позволяет объединить данные, считанные с инерциального измерительного блока (IMU), для оценки ориентации и угловой скорости:

Можно использовать разные связки инерционных датчиков: ecompass – объединение показаний акселерометра и магнитометра; imufilter – объединение показания акселерометра и гироскопа; ahrsfilter – объединение показаний акселерометра, гироскопа и магнитометра.

Больше датчиков на IMU приводит к более надежной оценке ориентации. Данные датчиков могут быть проверены перекрестно, а информация, которую передают датчики, является ортогональной [1].

Используя 6-осевые алгоритмы слияния для вычисления ориентации можно описать ориентацию объекта описывая его вращение относительно некоторой системы координат, иногда называемой родительской системой координат, в трех измерениях.

Для оценки ориентации обычно используются три типа датчиков: акселерометры, гироскопы и магнитометры. Акселерометры измеряют правильное ускорение. Гироскопы измеряют угловую скорость. Магнитометры измеряют местное магнитное поле. Различные алгоритмы используются для объединения различных комбинаций датчиков для оценки ориентации.

Данные датчика акселерометра, гироскопа считываться в реальном времени и выводиться на график, пока устройство вращается вокруг трех разных осей.

На рис. 1 показана работа программы с нахождением ориентации датчика в пространстве и показания инерциальных датчиков при использования фильтра Каллмана [3].

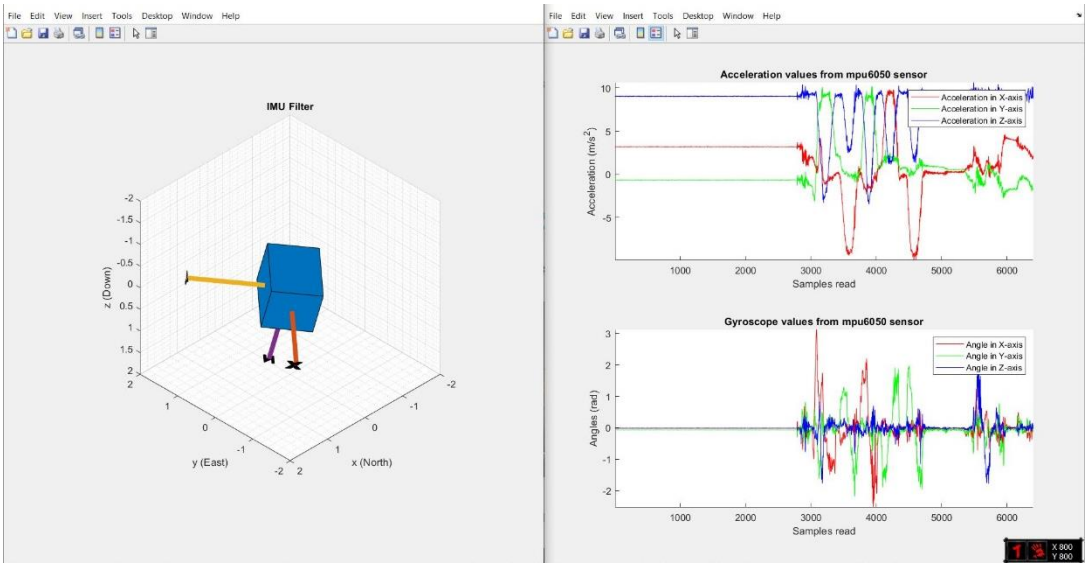


Рис. 1 – Нахождение ориентации датчика в пространстве и показания инерциальных датчиков, акселерометра и гироскопа

Есть несколько проблем, которые нужно решить для правильной оценки пройденного пути, используя показания ускорений с акселерометра [2]: показания датчика акселерометра «сырые» и их нужно преобразовать в

нормальное представление в m/s^2; когда датчик наклонен просто по одной из осей, то он показывает ускорение свободного падения на этой оси; у датчика есть «дрейф нуля» и необходимо его вычитать, что бы показания были правдоподобными; во время прекращения движения тело как бы не движется, так как при равномерной скорости ускорение нулевое [4]. Поэтому в данном опыте введено такое допущение, что при нулевом ускорении тело не движется, а значит, пройденный текущий путь будет нулевым [5].

При испытании использовались неоткалиброванные и откалиброванные датчики, а также фильтрация полученных результатов проводилась фильтром Каллмана [6]. Также был измерить дрейф нуля и дисперсия ошибки датчиков для корректной настройки фильтра Каллмана. Датчик калибровался простым методом. Для этого нужно соматосенсорную перчатку с датчиком положить на ровную поверхность включить и подождать 30 секунд, пока запишутся средние значения ошибки по всем трем осям ориентации, потом устройством можно пользоваться.

Выводы. В ходе данной работы показано, что можно определить ориентацию объекта и его положение с помощью инерциальных датчиков, таких как акселерометр и гироскоп. Показания их будут намного точнее, если их откалибровать перед использованием. Фильтрация фильтром Кальмана дает более плавную отрисовку и позиционирование. Наработки этого проекта можно использовать как для дополненной реальности, так и для работы с БПЛА.

Перечень использованных ссылок.

1. І.І. Обод, І.В. Свид, І.В. Рубан, Г.Е. Заволодько. Математичне моделювання інформаційних систем: навчальний посібник. – Харків : Друкарня Мадрид, 2019. – 270 с.

2. Determine Orientation Using Inertial Sensors. [Access mode]: https://ch.mathworks.com/help/fusion/gs/determine-orientation-through-sensor-fusion.html.

3. Finding Velocity and Displacement from Acceleration. [Access mode]: https://openstax.org/books/university-physics-volume-1/pages/3-6-finding-velocity-and-displacement-from-acceleration.

4. Pose Estimation From Asynchronous Sensors. [Access mode]: https://ch.mathworks.com/help/fusion/ug/pose-estimation-from-asynchronous-sensors.html.

5. EstimateDistanceIntegration.m demo example. [Access mode]: https://www.mathworks.com/matlabcentral/mlc-downloads/downloads/submissions/53872/versions/4/previews/help/html/Example/estimateDistanceIntegration.html#5

6. Definite and indefinite integrals. [Access mode]: https://ch.mathworks.com/help/symbolic/sym.int.html?s_tid=srchtitle.

7. Estimating Orientation Using Inertial Sensor Fusion and MPU-9250. [Access mode]: https://ch.mathworks.com/help/fusion/ug/Estimating-Orientation-Using-Inertial-Sensor-Fusion-and-MPU-9250.html?s_eid=PSM_15028#EstimateOrientationUsingInertialSensorFusionAndMPU9250Example-9.

ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

студентка Берчук Діна, студентка Артемук Тетяна,
доц., к.т.н. Онищук О.О.,
Волинський національний університет імені Лесі Українки,
кафедра хімії та технології,
e-mail: dina.berchuk@gmail.com

Abstract. Among the main scientific and technical problems of food industry development an important place belongs to the automation of chemical-technological processes and production.

The purpose of the work is to study and investigate the main directions of automation of chemical-technological production processes.

In the work is represented the main types of automation of chemical-technological processes and also the thesis considers the process of automation of sugar production.

Вступ. Серед основних науково-технічних проблем розвитку харчової промисловості важливе місце належить автоматизації хіміко-технологічних процесів та виробництв, тобто процесу розвитку машинного виробництва, у якому керування і контроль процесами перекладаються на автоматизоване обладнання.

Основна частина. Існує 3 напрямки розвитку автоматизації підприємств:

1 – розробка приладів та засобів автоматизації;

2 – створення систем автоматичного керування та регулювання, в тому числі з використанням мікропроцесорів та мікро-ЕОМ;

3 – створення автоматизованих систем керування технологічними процесами з використанням керуючих міні- та мікро-ЕОМ.

Кожен вид керування включає наступні етапи:

- збір інформації про стан об’єкта, який потребує автоматизації;
- аналіз інформації про стан об’єкта і формування рішень щодо необхідності і характеру впливу на об’єкт автоматизації;
- зміна матеріальних і енергетичних ресурсів для впровадження рішення.

У залежності від функцій, які виконуються спеціальними автоматичними пристроями, розрізняють наступні основні види автоматизації: автоматичний контроль, автоматичну захист, автоматичне і дистанційне керування, телемеханічне керування [2].

Автоматичний контроль включає автоматичну сигналізацію (повідомляє персонал про відхилення до ≥ граничних значень параметрів), збір інформації (включає основні дані про хід процесу, якість продукції і її

кількість), сортування (слідкує за розподілом продукту за різними показниками), вимір (вимірює і передає значення на вказівні прилади).

Автоматичний захист – засоби, які при відхиленні віід допустимих значень припиняють процес або усувають режими, які сприяють відхиленням.

Алгоритм – послідовність операцій для отримання необхідного результату.

Керування – процес впливу на технологічний процес з метою втановлення чи збереження певного параметру. Дистанційне керування виконується за допомогою обслуговуючого персоналу на відстані, автоматичне не потребує втручання персоналу.

Сукупність пристроїв керування з об'єктом, який потребує контролю, називають *системою автоматичного керування*.

Цілеспрямоване керування складними системами автоматичного керування, що розвиваються, та процесами, які контролюються цими системами, вивчає наука *кібернетика.*

У сучасному обладнанні на виробництвах використовуються часткова, комплексна та повна автоматизація процесу. Часткова автоматизація має вплив лише на деякі апарати виробництва, комплексна забезпечує автоматизацію всього технологічного процесу, але потребує втручання персоналу для зміни режиму роботи і досягнення необхідних параметрів для інтенсифікації процесу, а повна автоматизація включає роботу в автоматизованому режимі тривалий час і передбачає лише періодичний огляд обслуговуючим персоналом.

Розглянемо автоматизацію процесу виробництва цукру за допомогою системи автоматичного контролю.

Утфель – густа в'язка маса, що складається з кристалів цукру і міжкристальної рідини з вмістом сухих речовин ≥90%. Вона утворюється в наслідок уварювання перенасиченого сиропу у вакуум-апараті, а розділяється за допомогою процесу центрифугування. На ефективність процесу впливає хімічний склад сиропу, вміст у ньому домішок, перенасичення розчину, а також умов, таких як температура пари, рівня розчину в апараті і розрідження.

Для регулювання температури у вакуум-апараті встановлюють термометр опору, сигнал з якого поступає на мікропроцесорний регулятор, де формується керуючий вплив, що через перетворювач змінює кількість пари в апараті і нормалізує температуру.

Для регулювання рівня інформація з первинного перетворювача надходить на регулятор, перетворюється в пневматичний сигнал і переміщує виконавчий механізм для зміни кількості вхідного продукту, а в наслідок цього – зміни рівня.

Для регулювання розрідження перетворювач подає сигнал на регулятор, формує вплив на виконавчий механізм [1].

Висновок. У сучасній промисловості для оптимізації процесів, збільшення якості і зростання економічної вигоди впроваджують автоматизацію хіміко-технологічних процесів. Сукупність пристроїв керування з об’єктом, який потребує контролю – система автоматичного керування.

Перевага використання автоматизації виробництва полягає у інтенсифікації виробництв, скорочення числа технологічних переходів, впровадження безперервного виробництва, виконання масштабних задач, які неможливо здійснити лише за допомогою праці людини.

Список використаних джерел.

1. Технічні засоби автоматизації: Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів спеціальностей 6.092502 всіх форм навчання/ Уклад. С.А. Киричук; Ю.Б. Бєляєв. – К.: НУХТ, 2005

2. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування / О. В.Барало, П. Г. Самойленко, С. Є. Гранат, В. О. Ковальов. – Київ: "Аграрна освіта", 2010.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Артемук Т. 60

Б

Берчук Д. 60
Білоцерківець О.Г. 31, 34
Бойко Н.В. 54
Бурковська А.С. 22

В

Воргуль О.В. 34, 36, 48

Д

Д'яченко С.Ф. 9

З

Запорожець В.А. 51
Зубков О.В. 36

І

Іванов Л.С. 27
Іванов О.В. 44

К

Кальницька А.Ю. 22, 24
Кондратюк М.В. 4

Н

Наконечний А.В. 24
Новоселов С.П. 4, 9

О

Олейніков А.М. 31
Онищук О.О. 60

П

Пархоменко Ю.М. 18

С

Свид І.В. 36, 54, 57
Семенець В.В. 36
Сєріков А.О. 48
Синельник М.Д. 13
Смірнов В.В. 18
Смірнова Н.В. 18
Старокожев С.В. 57

Т

Теслюк С.І. 13

Х

Хрустальов К.Л. 44

Ц

Цимбал О.М. 51

Ч

Чумак В.С. 36, 54

Я

Янушкевич Д.А. 27

ЗМІСТ

Новоселов С.П., Кондратюк М.В. *Позиціонування промислового маніпулятора із застосуванням системи комп'ютерного зору* 4

Новоселов С.П., Д'яченко С.Ф.. *Розробка модуля прокладення шляху мобільної платформи із застосуванням технології Lidar*..... 9

Теслюк С.І., Синельник М.Д. *Вдосконалення методу шліфування деталей за рахунок поєднання операцій контролю шорсткості та операції шліфування*..... 13

Смірнов В.В., Смірнова Н.В., Пархоменко Ю.М. *Апаратно-програмний комплекс «Internet Of Things Development Board»* 18

Кальницька А.Ю., Бурковська А.С. *Медіапортал як засіб розвитку системи інтернет-банку*..... 22

Кальницька А.Ю., Наконечний А.В. *Автоматизація документообігу стосовно стану рейкових колій за допомогою мобільних технологій* 24

Янушкевич Д.А., Іванов Л.С. *Сучасні тенденції застосування роботизованих систем для гуманітарного розмінування* 27

Олейніков А.М., Білоцерківець О.Г. *Вибір технічних параметрів і схемо-технічних рішень системи захисту від несанкціонованого запису звукозаписними пристроями*..... 31

Воргуль О.В., Білоцерківець О.Г. *Поліпшений захист мікроконтролера від читання* 34

Семенець В.В., Свид І.В., Зубков О.В., Воргуль О.В., Чумак В.С. *Особливості застосування GreenPAK Dialog Semiconductor у якості лабораторної бази при проектуванні пристроїв на ПЛІС*..... 36

Хрустальов К.Л., Іванов О.В. *Системи координат безпілотних літальних апаратів* 44

Воргуль О.В., Сєріков А.О. *Аналіз стандартів радіоканалу щодо застосування у мікроконтролерних системах* 48

Цимбал О.М., Запорожець В.А. *Методи виявлення помилкових значень у високоінтелектуальних системах*..... 51

Чумак В.С., Свид І.В., Бойко Н.В. *Поточне обчислення двійкового логарифму для ПЛІС Artix-7 та синтезатора Vivado* 54

Старокожев С.В., Свид І.В. *До питання знаходження орієнтації та поточної позиції об'єкта у просторі на прикладі саматосенсорної перчатки* 57

Берчук Д., Артемук Т., Онищук О.О. *Основи автоматизації хіміко-технологічних процесів*..... 60

МАТЕРІАЛИ

III ФОРУМУ
«Автоматизація, електроніка та робототехніка.
Стратегії розвитку та інноваційні технології»
AERT-2021

Відповідальний за випуск: Свид І.В.

Комп’ютерна верстка Свид І.В.

Матеріали збірника публікуються в авторському варіанті
без редагування

ХНУРЕ 61166, Харків, просп. Науки, 14
Тел. +38 (057) 755 0220, e-mail: iryna.svyd@nure.ua