

КЛЮЧОВІ КОМПОНЕНТИ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

к.т.н., Желанов О.О., студент Примаєв Є.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра
медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем,
e-mail: oleksii.zhelanov@nure.ua, yevhen.prymak@nure.ua

Abstract.

Robotic mobile systems are rapidly evolving and becoming increasingly complex to support autonomous operation. Today, mobile robots are widely used in various sectors of the economy. Robots are actively replacing people in various industries in order to reduce the “human” factor. Despite the growing complexity of their designs, the basic elements upon which robotic systems are built can be identified. This presents the structure of key components of mobile robots and briefly describes them.

Ключові слова: Мобільний робот, сенсорика, навігація, системи керування

Вступ. Мобільна робототехніка — це галузь, що швидко розвивається, знаходить застосування в різних галузях, таких як важка промисловість, сільське господарство, аерокосмічна і гірничодобувна промисловість, медицина, а також, військова промисловість.

Мобільні роботи - це напівавтономні або повністю автономні пристрої, здатні переміщуватися по заданій місцевості, виконуючи різні завдання. У той час як стаціонарні роботи переміщують об'єкти у фіксованому положенні, мобільні роботи переміщуються у просторі, використовуючи складні датчики та програмні технології для навігації у динамічному середовищі. Мобільні роботи широко використовуються в різних галузях, від виробництва до складування, фармацевтики, товарів повсякденного попиту та багатьох інших. Мобільні роботи також можуть бути розроблені для дослідження та роботи в областях, недоступних чи небезпечних для людини.

Основна частина. Для розробки мобільних робототехнічних систем необхідно опрацювати питання, пов'язані з основними компонентами роботів (рис. 1). Розглянемо їх детально.

Сенсорика. Мобільні роботи використовують набір датчиків для сприйняття та взаємодії з навколишнім середовищем [1, 2]. До них відносяться:

- лідар: для точного картографування та виявлення перешкод;
- оптичні датчики: для розпізнавання об'єктів та інтерпретації візуальних даних;
- ультразвукові та інфрачервоні датчики: використовуються для виявлення зближення та запобігання зіткненням;
- звукові датчики: для орієнтації та сприйняття навколишнього звукового середовища та відтворення звукової інформації.

Ці технології дозволяють роботам бачити, чути та відповідати, а також

виконувати операції у різних умовах.

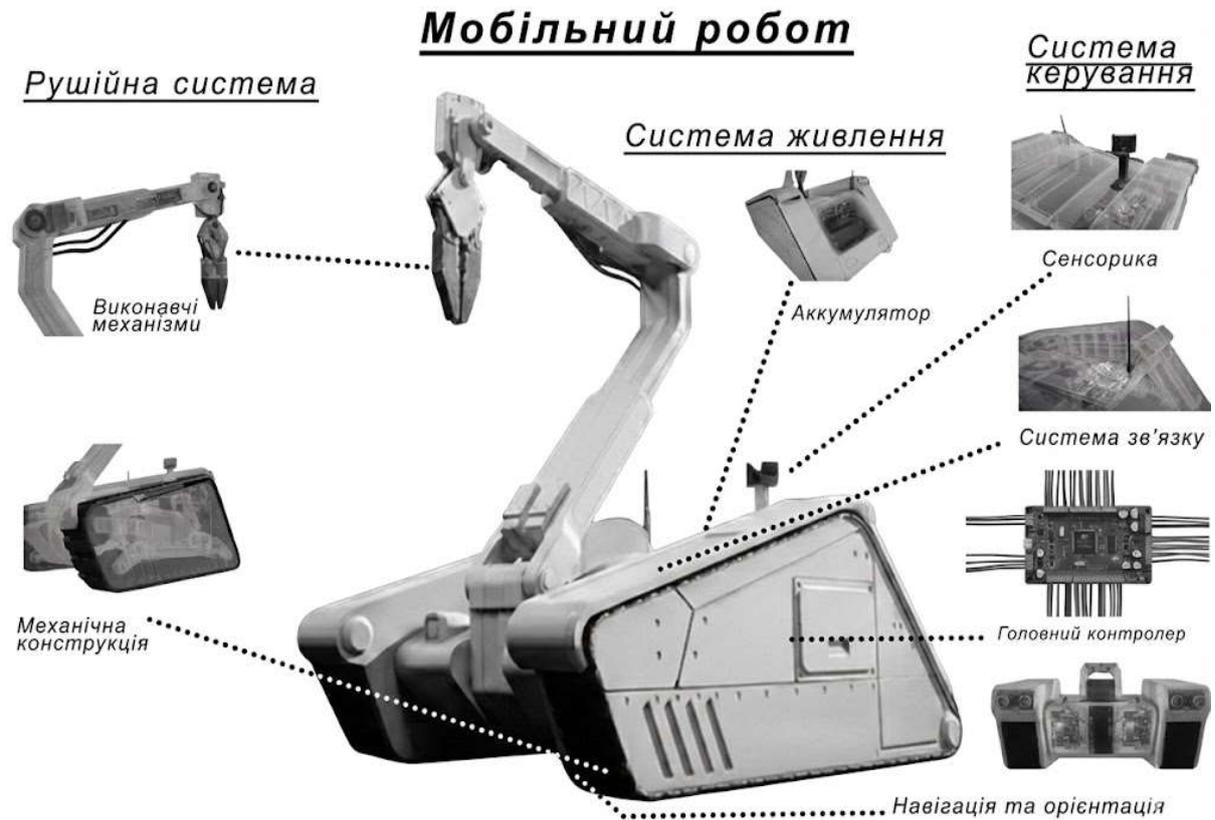


Рисунок 1 – Ключові компоненти мобільного робота

Просторова орієнтація. Для ефективного функціонування мобільні роботи повинні знати своє місце в навколишньому середовищі. Такі методи, як SLAM, Visual SLAM, LDS, LiDAR, LDS+AI (одночасна локалізація та картографування) [1-3], дозволяють роботам:

- складати докладні карти навколишнього простору;
- визначати своє місце розташування на цих картах;
- динамічно змінювати маршрути відповідно до змін на карті.

Навігація та планування маршруту. Планування маршруту важливе для ефективної навігації. Завдяки таким алгоритмам, як A* та Дейкстри, Rapidly exploring Random Tree (RRT) мобільні роботи можуть [1, 2]:

- розраховувати оптимальні маршрути до місця призначення;
- обходити перешкоди у режимі реального часу;
- переміщатися в динамічних середовищах із мінімальним втручанням людини.

Системи керування. Системи керування виконують функції інтелекту мобільних роботів [4]. У їх функції входять:

- збір даних з датчиків;
- взаємодія з основними та допоміжними вузлами;
- формування послідовності команд;

- контроль виконання команд;
- контроль допоміжних систем.

Таким чином, система управління – це «мозок» робота, який здійснює керування всіма вузлами. Може бути реалізований на основі мікроконтролера, одно- або багатоядерного мікропроцесора. Для забезпечення швидкості процесів використовуються операційні системи реального часу.

Системи зв'язку. Для реалізації обміну інформації всередині системи робота та взаємодії із зовнішніми джерелами інформації необхідно опрацювати систему зв'язку між вузлами.

Всередині роботів використовуються низькорівневі протоколи обміну даними, такі як UART, SPI, I2C, CAN для зв'язку між мікроконтролерами та датчиками. Для обміну даними між складними компонентами системи використовують високорівневі протоколи ROS, MQTT, Profinet. Вибір протоколу залежить від вимог до швидкості, надійності та архітектури робота. Бездротові протоколи Wi-Fi та Bluetooth, що використовуються для взаємодії із зовнішніми віддаленими джерелами даних, і рідко застосовуються для зв'язку між внутрішніми компонентами робота через потенційні проблеми з надійністю та затримками.

Системи живлення. Основним завданням системи живлення є забезпечення робота енергією для руху та виконання завдань, з урахуванням виконання вимоги ефективності (оптимізація енергоспоживання вузлів, управління зарядом), безпеки (вибухова та пожежна безпека елементів) та тривалості автономної роботи [1-2]. Мобільні роботи живляться від різних джерел енергії, включаючи:

- акумулятори: літій-іонні або літій-залізо-фосфатні володіють високою щільністю енергії та тривалим часом роботи.
- паливні елементи: забезпечують більшу автономність для певних цілей (ядерні малогабаритні пристрої живлення, двигуни внутрішнього згорання).

Енергопостачання мобільних роботів залишається складним завданням: батареї ускладнюють пристрій, а альтернативні джерела живлення поки не дозволяють замінити існуючі. Проте, у цьому напрямі ведуться активні пошуки та розробки [1-2,5].

Рушійна система. Завданням даної системи є переміщення робота чи його окремих вузлів у просторі. За виконання цього завдання відповідають приводи, актуатори, гідравлічні та пневматичні системи. Залежно від умов роботи і виконуваних функцій на платформі робота може бути реалізовано кілька систем здійснення приводу елементів.

Висновки. Розглянуто ключові компоненти побудови мобільних роботів. Стисло наведено функції, які виконує кожна підсистема. Розробка мобільних роботизованих систем на сьогодні є актуальним завданням, а складність та можливості даних систем зростають з кожним днем.

Наведена структура є узагальненою і може не відповідати структурі при деталізації умов використання робота, але дає уявлення про будову подібних систем.

Список використаних джерел

1. Siegwart R and Nourbakhsh IR. Introduction to autonomous mobile robots. Massachusetts London, England: A Bradford Book, The MIT Press Cambridge, 2004. ISBN 0-262-19502-X
2. Innovations and applications of industrial mobile robots [Електронний ресурс] <https://robotnik.eu/innovations-and-applications-of-industrial-mobile-robots/>
3. T. Bailey and H. F. Durrant-Whyte, Simultaneous localization and mapping (SLAM): part II," IEEE Robotics & Automation Magazine, vol. 13, no. 3, pp. 108-117, 2006, doi: 10.1109/MRA.2006.1678144.
4. What is Robotic Control: The Intelligence Behind Autonomous Machines [Електронний ресурс] <https://www.articsledge.com/post/robotic-control>
5. Alissa C. Johnson, Alice S. Fontaine, Emily A. Beeman, William J. Townsend, James H. Pikul, Emulsions that store oxygen for fast ORR kinetics and multifunctional robotic and mobility systems, Matter, Volume 7, Issue 11, 2024, Pages 4059-4075, ISSN 2590-2385