

## ОСОБЛИВОСТІ ТА РІЗНОВИДИ СУЧАСНИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ

**I. С. Зарубін**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: ihor.zarubin@nure.ua

**Анотація:** У даній статті було розглянуто та проведено аналіз особливостей сучасних робототехнічних платформ (колісних, на гусеницях, підводних, крокуючих та безпілотних) та їх типів, у результаті аналізу було виявлено переваги та недоліки кожної з перелічених конструкцій.

**Ключові слова:** аналіз, роботи, робототехнічні, платформи, переваги, недоліки

## ANALYSIS OF MODERN STRUCTURAL FEATURES OF CATERPILLARS

**I. Zarubin**

Kharkiv Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: ihor.zarubin@nure.ua

**Abstract:** In this article, modern platforms for robots and their types were considered and analyzed, as a result of the analysis there was the advantages and disadvantages of each of the listed structures are revealed.

**Keywords:** platforms, robots, analysis

Роботи – hi-tech, що використовується практично в усіх галузях, наприклад, в сільському господарстві, на підприємствах, в медицині та в сфері обслуговування [1 - 4].

На сьогодні достатня кількість робіт по робототехніці, яка містить розробки в галузі проектування конструкції, траєкторії руху, та методів переміщення роботів [5 - 8].

Мобільний робот – це машинний пристрій, який виконує роботу автоматично. Вони можуть керуватися людиною, виконувати заздалегідь запрограмовані програми або діяти відповідно до програми принципів, розроблених за допомогою технології штучного інтелекту. Його завдання – допомогти людині або замінити її працю, наприклад, на виробництві, у будівництві чи на небезпечних роботах [9].

Найбільш поширеними роботами даного класу є чотириколісні та гусеничні роботи.

Якщо розглядати мобільні роботи на колесах, то колеса можуть бути будь-якого розміру, від кількох сантиметрів до 30 см і більше.

Настільні роботи, як правило, мають маленькі колеса, зазвичай близько 5 см у діаметрі. Роботи можуть мати будь-яку кількість коліс, хоча 3 та 4 є найбільш поширеними.

Зазвичай триколісний робот використовує два колеса та кульову опору на іншому кінці. Більш складні двоколісні платформи для роботи можуть використовувати гіроскопічну стабілізацію. Це рідко зустрічається, оскільки колісний робот неспроможна для поворотів використовувати нічого, крім управління заносом (як і танка). Рейкове кермо, наприклад, як у автомобіля вимагає занадто багато деталей, складність і витрати переважають переваги.

Чотирьох (рис. 1) та шести колісні роботи мають перевагу при використанні кількох приводних двигунів. Кожен із яких підключений до одного колеса, що зменшує ковзання. Також колеса можуть дати роботу значну перевагу у мобільності. Зробивши аналіз можна виділити їх переваги: низька вартість у порівнянні з іншими методами пересування, простий дизайн та конструювання.

Також можна вибрати – шість коліс чи більше, які можуть конкурувати із системою на гусеницях – відмінний вибір. Серед недоліків відмічається схильність до ковзання через малу площу контакту з поверхнею.

Актуальність використання гусеничних стрічок для пересування роботів полягає в тому, що у сучасності функціонал робототехнічних систем може бути потрібен не тільки у зонах стійких та горизонтально плоских поверхонь (де для пересування достатньо звичайних колісних шасі), а й в умовах типу складної території змішаного типу з перешкодами та нестандартним ґрунтом, де гусеничне шасі має найоптимальніший баланс між ціною обслуговування, енергоспоживанням, нескладністю введення у робототехнічну систему та змогою підкорювати велику кількість різних типів місцевості.



Рисунок 1 – Колісний робот Venrobot

Так як гусенична («танкова») стрічка – це тип конструкції для рушійної системи, то її область використання – це мобільні роботи, що пересуваються по поверхням або крізь воду. Конструкційно гусеничні стрічки у танкових рушіях дещо схожі на конвеєри, шліфувальні станки тощо, але вони розглядаються окремо. З недоліків відмічаємо зношення гусениць при поворотах через бічне зусилля. Варіанти конструкцій гусеничних роботів (ГР) на рис. 2 [10, 11].

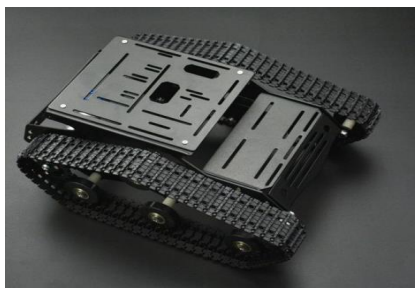


Рисунок 2 – Гусеничний робот Yuewalker.

Ходьба є динамічною та складною для вирішення завданням робототехніки, особливо у випадках руху сходами та подолання перешкод. У світі були зроблено кілька роботів, які можуть ходити на двох ногах, проте вони за якістю ходіння не наблизилися до руху людини. У світовій практиці розробниками було проведено багато досліджень на кшталт руху людини.

Розглянемо деякі з методів, що застосовуються розробниками.

Команда CSIRO Data61 розгорнула набір різнорідних наземних і повітряних роботів, з однорідними зондування корисних навантажень.

Верхній ряд (рис. 3): модульне зондування корисних навантажень CatPack і Hovermap, обидва з використанням обертового лідара система для hexapod UGV та БПЛА [10].

Середній ряд (рис. 3): CSIRO Hexapod, Ghost Robotics Vision60 чотириногий, і БПЛА Emesent з корисним навантаженням на Hovermap [10].

Нижній ряд (рис. 3): BIA5 Робот на всій місцевості (ATR), SuperDroid LT2-F та динамічний гусеничний робот CSIRO (DTR) [10].

Техніка ZMP або точки нульового моменту. Zero Point момент (ZMP) є алгоритмом, який використовується роботами, зокрема таким, як Honda – ASIMO. Бортовий комп'ютер робота намагається регулювати суму всіх сил, які діють робота, нейтралізуючи залишкові моменти, викликають обертання та падіння робота. Тим не менш, ця хода не схожа на те, як зазвичай

ходить людина, ця різниця добре помітна для спостерігача, робот (ASIMO) ходив навприсядки.

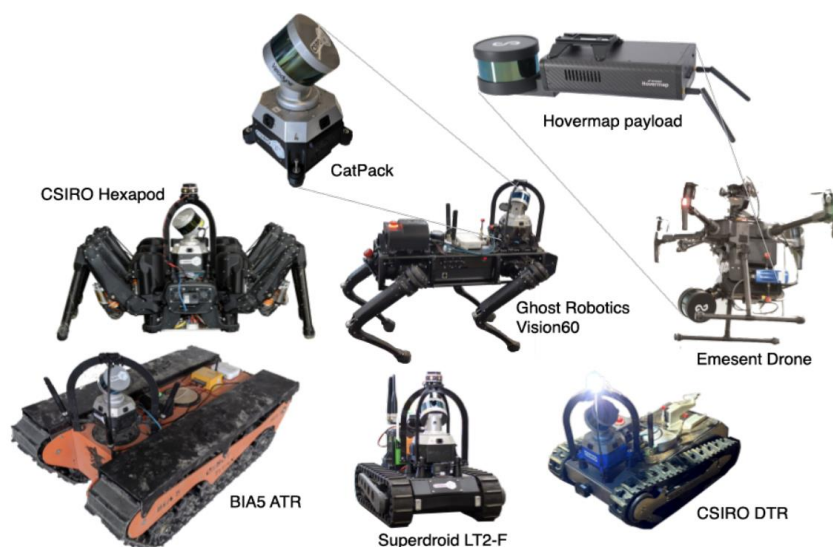


Рисунок 3 – Приклади різнорідних наземних і повітряних роботів

Декілька роботів, побудованих у Массачусетському технологічному інституті в лабораторії ніг, успішно продемонстрували динамічну ходьбу. Початкова конструкція робота, з однією дуже невеликою ногою, може залишатися у вертикальному положенні, використовуючи просто стрибки. Коли робот падає в одну зі сторін, щоб вирівняти своє падіння, він рухається стрибками в тому ж напрямку, що й падіння. Динамічне балансування. Більш просунутим способом ходіння робота є використання алгоритму динамічного балансу, який є потенційно надійнішим, ніж техніка нульової точки моменту (ZMP), оскільки ця технологія постійно контролює рухи робота і ставить ноги так, щоб зберегти стабільність положення корпусу [12]. Серед переваг – ближче до природних рухів, але має істотні недоліки, такі як висока вартість та складність у конструюванні.

Інший МР, який розглянемо – автономний безпілотний літальний апарат є дуже цікавим та повністю відповідає можливостям багатьох конструкторів. Від крихітних роботів до важких ударних машин дрони стали звичним явищем. Однак переваги створення автономних безпілотних літальних апаратів, особливо якщо ви новачок, ще не переважають ризики.

При розгляді літального апарату більшість тих, хто займається робототехнікою, все-таки використовують існуючі комерційні рішення. Це моделі з дистанційним керуванням літака.

Безпілотні літальні апарати, створені професійно, в основному використовуються для військових потреб, але є вдалі приклади використання в сільському господарстві [1]. Вони були напіваавтономні. Хоча останніми роками все частіше використовуються повністю автономні безпілотні літальні апарати (БПЛА), як приклад, робот на рис. 4 [13].

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – повітряне судно, призначене для виконання польоту без пілота на борту, керування польотом якого і контроль за яким здійснюються відповідною програмою або за допомогою спеціальної станції керування, що знаходиться поза повітряним судном [14]. Переваги – вони відносно досить не дорогі у розробці, ідеально підходять для спостереження та можуть керуватись дистанційно. Також до переваг можна віднести те, що Недоліки – можуть бути втрачені при втраті зв'язку.



Рисунок 4 – Безпілотник BLACK HORNET 3.

Розглянемо підводні МР, наприклад, для плавання (Piscine).

Підраховано, що під час плавання деякі риби можуть досягти рушійної ефективності понад 90 % [15]. Крім того, вони можуть прискорюватися та маневрувати набагато краще, ніж будь-який рукотворний човен або підводний човен, і створюють менше шуму та хвилювань води. Тому багато дослідників, які вивчають підводних роботів, хотіли б скопіювати цей тип пересування.

Яскравими прикладами є Essex University Computer Science Robotic Fish G9 і Robot Tuna, створений Інститутом польової робототехніки, для аналізу та математичного моделювання руху. Aqua Penguin, розроблений і виготовлений німецькою компанією Festo, копіює обтічні форми та рух передніх «ласт» пінгвінів. Festo також розробила Aqua Ray і Aqua Jelly, які імітують пересування манти та медузи відповідно. Роботизована риба: iSplash-II розроблено у 2014 році [16]. Це була перша роботизована риба, здатна перевершити справжню карангіформну рибу з точки зору середньої максимальної швидкості (вимірюється в довжині тіла за секунду) і витривалості, протягом якого підтримується максимальна швидкість. Ця конструкція досягла швидкості плавання 11,6BL/c (тобто 3,7 м/с). Перша збірка iSplash-I була першою робототехнічною платформою, яка застосовувала карангіподібні рухи всього тіла, що збільшувало швидкість плавання на 27 % у порівнянні з традиційним підходом задньої обмеженої хвилі [17].

Зростає кількість любителів, інститутів та компаній, які розробляють безпілотні підводні апарати. Багато перешкод ще доведеться подолати, щоб зробити підводних роботів привабливим для ширшого роботизованого співтовариства. Хоча в останні роки кілька компаній пропонують роботів з очищення басейнів.

Підводні апарати можуть використовувати баласт (стиснене повітря і затоплення відсіків), двигуни, хвіст і плавці або навіть крила для занурення. Надводні моделі – це, як правило, різні радіокеровані човни та катери. Прикладом підводних МР є Aquanaut [18].



Рисунок 5 – Підводний робот Aquanaut

Переваги підводних МР – через те що суша займає тільки 30 % території нашої планети, конструювання таких роботизованих платформ дає змогу занурюватись та робити дослідження там де людина фізично не зможе знаходитись.

Недоліки підводних МР – дуже легко втратити підводний човен через те що він може десь заплутатись або просто потонути, потрібно дуже серйозно підійти до питання герметизації та зробити більш міцний корпус для того, щоб робити дослідження на великих глибинах та робот витримував тиск.

Таким чином, в даній роботі було проведено огляд сучасних роботизованих платформ, а саме їх способи переміщення (колісні, на гусенях, підводні та безпілотні). В ході проведеного аналізу визначені переваги та недоліки, які необхідно знати для того, щоб обрати робототехнічну платформу для подальшого дослідження та розробки її тривимірної моделі. В результаті проведеного дослідження обрана робототехнічна платформа на колесах, бо вона є зручною та підходить для ефективного функціонування, а саме з можливістю прискорюватися та маневрувати в екстрених ситуаціях. Цей огляд проведено для того, щоб визначити особливості та складність у конструюванні таких роботів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Sotnik, S. Agricultural Robotic Platforms / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS)*. – Vol. 6, Issue 4. – 2022. – P. 14-21.
2. Lyashenko, V. Modern Walking Robots: A Brief Overview / V. Lyashenko, S. Sotnik et al. // *International Journal of Recent Technology and Applied Science*. – 2021. – Т. 3. – №. 2. – С. 32-39.
3. Sotnik, S. Overview of Innovative Walking Robots / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*. – Vol. 6, Issue 4. – 2022. – P. 3-7.
4. Sotnik, S. Prospects for Introduction of Robotics in Service / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*. – Vol. 6, Issue 5. – 2022. – P. 4-9.
5. Sotnik, S. et al. Some features of route planning as the basis in a mobile robot / S. Sotnik, V. Lyashenko et al. // *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research* – Vol. 8, Issue 5. – 2020. – P. 2074-2079.
6. Baker, J. H. Some interesting features of semantic model in Robotic Science / J. H. Baker, V. Lyashenko, S. Sotnik et al. // *International Journal of Engineering Trends and Technology*. – Volume-69, Issue-7. – P. 38-44.
7. Lyashenko, V. Analysis of Basic Principles for Sensor System Design Process Mobile Robots / V. Lyashenko, S. Sotnik // *Journal La Multiapp*. – 2020. – Т. 1. – №. 4. – С. 1-6.
8. Sotnik, S. Analysis of Existing Influences in Formation of Mobile Robots Trajectory / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Academic Information Systems Research (IJAISR)*. – Vol. 6, Issue 1. – 2022. – P. 13-20.
9. Changlong, Ye. Development of an omnidirectional mobile platform / Ye Changlong, Ma Shugen // *Changchun, China: Proceeding of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, 2009*. – P. 1111-1115.
10. Hudson, N. Heterogeneous Ground and Air Platforms, Homogeneous Sensing / N. Hudson // *Team CSIRO Data61's Approach to the DARPA Subterranean Challenge*. – 2021. – P. 1-43.
11. Villaseñor, C. Germinal center optimization applied to neural inverse optimal control for an all-terrain tracked robot / C. Villaseñor et al. // *Applied Sciences*. – 2017. – P. 31.
12. Жога, В.В. Концепція системи управління крокуючим роботом для розмінування / Жога В.В. // *Штучний інтелект*. – 2002. – № 4. – С. 351-355.
13. Sallis, J. *Black Hornet*. – Soho Press, 2019. – Т. 3. – 256 p.
14. Hosseini Ghasemi, A. Semi-Autonomous Weapon Systems in International Humanitarian Law / A. Hosseini Ghasemi // *Geneva Conventions*. 6 Joint Doctrine Note 2/11 (JDN 2/11), The UK approach to unmanned aircraft. – P. 38-43.
15. Sfakiotakis, M. Review of fish swimming modes for aquatic locomotion / M. Sfakiotakis, D.M. Lane // *IEEE Journal of Oceanic Engineering*. – 2009. – 24 (2). – P. 237–252.

16. Duraisamy, P. Design, modeling, and control of biomimetic fish robot: A review / P. Duraisamy, R Kumar Sidharthan, M. Nagarajan Santhanakrishnan // *Journal of Bionic Engineering*. – 2019. – T. 16. – №. 6. – C. 967-993.
17. Clapham, R. J. isplash-optimize: Optimized linear carangiform swimming motion / R. J. Clapham, H. Hu // *Intelligent Autonomous Systems 13*. – Springer, Cham, 2016. – C. 1257-1270.
18. Manley, J. E. Aquanaut: A new tool for subsea inspection and intervention / J. E. Manley et al. // *OCEANS 2018 MTS/IEEE Charleston*. – IEEE, 2018. – C. 1-4.