

Застосування колаборативних роботів (коботів) у будівництві: можливості, переваги та сучасні рішення

Єлизавета Віденська, студентка ¹ (ORCID: 0009-0005-8721-4988),
Анжеліка Мирончук, студентка ¹ (ORCID: 0009-0000-4440-3467)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ

Сучасне будівництво потребує підвищення продуктивності, безпеки та точності, що стимулює впровадження робототехніки. Колаборативні роботи (коботи) – це новий клас роботів, здатних працювати спільно з людиною. Коботи підвищують безпеку, знижуючи ризик травматизму на будмайданчиках, оптимізують повторювані та трудомісткі процеси (облаштування стін, зварювання і монтаж конструкцій). Сучасні коботи оснащені системами комп'ютерного зору та системами інтелектуального керування, що дозволяє адаптувати їх до умов, що змінюються. Основними недоліками коботів є їхня висока вартість, необхідність інтеграції з системами навчання персоналу.

Ключові слова: коботи, будівництво, колаборативні роботи, продуктивність.

1. ВСТУП

Сучасне будівництво – це складний багатокомпонентний процес, що включає проектування, підготовку, зведення, оздоблення об'єкта будівництва та контроль якості виконаних робіт. В умовах високої конкуренції та стрімкого розвитку ринку будівництва на даний час зростають і вимоги до термінів, точності, безпеки та вартості виконання будівельних робіт, а це потребує пошуку та створення нових технологічних рішень. Сучасні технології дозволяють автоматизувати майже всі етапи будівництва. Такі процеси як фарбування, зварювання, нанесення будівельних розчинів, розвантаження і завантаження вантажів, демонтаж і монтаж конструкцій, картографування і моніторинг місцевості носять системний характер. Всі ці процеси можуть виконуватися різними машинами, проте технології виконання робіт відомі і виконуються за відомими шаблонами, а отже такі задачі можна виконувати із використанням роботів.

Існує гіпотеза, що роботизація будівництва є одним зі шляхів підвищення ефективності виконання будівельних робіт та модернізації будівельної галузі. Застосування промислових роботів в деяких виробничих процесах зі зварювання, фарбування, фасування довело їхню ефективність, а отже це дає підстави стверджувати, що застосування роботів в будівельних процесах з розробленими для них технологічними і маршрутними картами та алгоритмами також дозволить підвищити продуктивність виконання будівельних робіт, зменшити витрати матеріалів, підвищити якість виконання робіт, збільшити ефективність планування та покращити безпеку виконуваних робіт. Одним із перспективних напрямків автоматизації будівельних процесів є впровадження колаборативних роботів (коботів) призначених для спільної роботи в загальному робочому просторі.

Коботи вже сьогодні змінюють будівельну галузь, але їхнє масове впровадження потребує вирішення низки технічних та економічних завдань. Перспективи розвитку пов'язані з покращенням адаптивності, зниженням вартості та інтеграцією із системами BIM та IoT. Проте на відміну від традиційних промислових роботів, коботи в своїй конструкції оснащені системами безпеки, що дозволяють їм взаємодіяти з операторами.

2. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Коботи здатні працювати безперервно, не потребують перерв, що значно прискорює виконання будівельних завдань. Довгострокове впровадження коботів дозволяє знизити витрати на оплату праці, зменшити кількість браку та переробок, а також оптимізувати використання будівельних матеріалів.

Коботи можуть виконувати широкий спектр завдань, які традиційно вимагають участі людини, зокрема:

- монтажні роботи, де коботи здатні допомагати у складанні металевих конструкцій, установці вікон, дверей, фасадних панелей тощо;
- автоматизоване зварювання, різання матеріалів, шліфування з високою точністю;
- переміщення будівельних матеріалів, інструментів, обладнання на об'єкті;
- використання сенсорів та камер для моніторингу якості виконаних робіт та виявлення дефектів;
- коботи можуть бути інтегровані в системи 3D-друку для створення складних архітектурних форм.

Компанія Construction Robotics розробила роботу SAM (Semi-Automated Mason), який може класти до 3000 цеглин на день – у 5-6 разів більше, ніж кваліфікований муляр.



Рисунок 1. Робот для укладання цегли

Проект ICON використовує коботів для 3D-друку житлових будинків з бетону, що значно скорочує терміни будівництва та знижує їхню вартість.



Рисунок 2. Технологія 3-D друку за допомогою портального робота

Фірма KUKA пропонує коботів, які допомагають у монтажі скляних та металевих фасадів, забезпечуючи високу точність та безпеку.



Рисунок 3. Колоративний робот KUKA

Canvas Robotics розробила робота для автоматичної штукатурки стін, який використовують лазерне сканування для точного нанесення суміші.



Рисунок 4. Робот-штукатур Canvas Robotics

Мобільний робот Spot – це чотириногий робот-собака, який використовується на будмайданчиках для інспекцій, моніторингу та доставки матеріалів. Робот оснащений стереокамерами для уникнення перешкод, захищений від вологи та пилу (IP54), може рухатися зі швидкістю 6 км/год, долаючи сходи та інші перешкоди, а також може самостійно працювати за програмою або за командою оператора. У 2024 році Spot почав активно застосовуватися в Європі для контролю якості та безпеки на великих об'єктах.



Рисунок 5. Мобільний робот Spot

3. ВИСНОВКИ

Коботи легко переналаштовуються для виконання різних завдань, що особливо важливо для будівельних проєктів з унікальними вимогами.

Список літератури

- [1] Bock T. The future of construction automation: Technological disruption and the upcoming ubiquity of robotics. *Automation in Construction*. 2015. Vol. 59, P. 113-121.
- [2] Kolyubin S., Shiriaev A., Jubien A. Refining Dynamics Identification for Co-Bots: Case Study on KUKA LWR4. *IFAC-PapersOnLine*. 2017. Vol. 50, Iss.1, P. 14626-14631.
- [3] Міщук Д. О. Огляд та аналіз конструкцій роботів для будівельних робіт. *Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини*. 2013. Вип. 82. 28-37.
- [4] Mishchuk D., Boychenko A. Development of the concept of control system work for plaster works based on neural network. *Girnichy, budivelni, dorozhni ta meliorativni mashini*. 2019. No. 93. P. 46–60.
- [5] Mishchuk Y., Korobenko Y., Mishchuk D. Methods for improving the Niryo One educational robotic platform. Part I. *Girnichy, budivelni, dorozhni ta meliorativni mashini*. 2025. No. 105. 51–61.

ⁱ Робота виконана під керівництвом Максима Балаки, доц., доц. кафедри БМ та Дмитра Міщука, доц., доц. кафедри БМ.