

2. Inventory – Odoo 18.0 documentation. *Open Source ERP and CRM | Odoo*. URL: https://www.odoo.com/documentation/18.0/applications/inventory_and_mrp/inventory.html (date of access: 29.09.2024).

3. Sales – Odoo 18.0 documentation. *Open Source ERP and CRM | Odoo*. URL: <https://www.odoo.com/documentation/18.0/applications/sales/sales.html> (date of access: 29.09.2024).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-134>

WALKING ROBOTS. PROBLEMS AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

КРОКУЮЧІ РОБОТИ. ПРОБЛЕМИ Й НАПРЯМКИ РОЗРОБЛЕННЯ

Nalobina O.O.,

*DSc (Engineering), Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Налобіна О.О.,

*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Shymko A.V.,

*PhD (Engineering),
Associate Professor, National
University of Water and Environmental
Engineering, Rivne, Ukraine*

Шимко А.В.,

*к.т.н., доцент,
Національний університет водного
господарства та природо-
користування,
м. Рівне, Україна*

Bundza O.Z.,

*PhD (Engineering),
Associate Professor, National
University of Water and Environmental
Engineering, Rivne, Ukraine*

Бундза О.З.,

*к.т.н., доцент,
Національний університет
водного господарства та
природокористування,
м. Рівне, Україна*

На сучасному етапі однією з ознак ефективного розвитку виробництва є запровадження мехатронних і роботизованих систем. Роботизовані системи і роботи стали показником розвитку не лише у виробничій сфері, а в повсякденному житті людини.

Можливості роботизованих систем пристосовуватись до різних виробничих умов, забезпечувати реалізацію різноманітних завдань характеризує гнучкість їхнього застосування. Роботи можуть забезпечити різну кількість ступенів вільності, залежно від призначення, при цьому немає потреби збільшувати їхні розміри та масу, що є певною перевагою перед іншим обладнанням.

Дослідженню роботизованих систем і роботів присвячено роботи І.С. Зарубіна, С.В. Сотника [1], В.О. Яценко [2], Bretl, T. [3], Fong, T., Thorpe, C., & Baur, C. [4] та багатьох інших вчених.

Аналіз чинних досліджень виявив, що у сучасному світі застосовуються різноманітні роботи, які розрізняють за видом управління, за позиціонуванням, за призначенням і способом пересування.

Саме спосіб пересування є предметом дослідження Gay, S., Santos-Victor, J., Ijspeert, A.J., Bellegarda, G., & Ijspeert, A.J. Vandesompele, A. та інші [5, 6, 7]. Від виду ходової системи залежить швидкість адаптації робота до умов навколишнього середовища.

Аналіз напрямків розвитку мобільних роботів виявив зростання досліджень, спрямованих на розробку й аналіз функціонування крокуючих роботів [5, 6, 7]. Даний вид роботів є альтернативою транспортним засобам із колісною або гусеничною ходовою системою, особливо за потреби переміщення по нерівній поверхні.

Крім того, для крокуючого робота не виникає потреби у подоланні значних опорів переміщенню, що обумовлено тертям між поверхнею ходової системи і опорною поверхнею (грунтом, тощо). Значною перевагою крокуючого робота є мінімальні значення тиску на опорну поверхню. Це особливо важливо за умови переміщення робота по ґрунту, який не ушкоджується, що доводить екологічні властивості крокового рушія.

Аналіз чинних досліджень крокуючих роботів дозволив нам виявити їхні недоліки та сформулювати перелік нерозкритих питань або недостатньо глибоко досліджених проблем у даному напрямку. Розглянемо їх нижче.

Головним недоліком крокуючих роботів є необхідність у розробці спеціального блоку контролю, необхідного для координації ніг щоб рухатись у потрібному напрямку або підніматися на об'єкти, утримуючи систему робота стабільною.

Створення системи контролю є складною задачею, вона значно складніша ніж у колісних роботів. Складність пояснюється кількістю

ніг, степенями свободи, які притаманні кожній з них. Крім того, необхідно вирішити задачу пропорційного розподілу мас між ногами.

Розробка крокуючих роботів та системи керування ускладнюються більш складними динамічними показниками. Це можна пояснити:

- потребою в розробці приводів на кожен ногу;
- необхідністю узгодження значень крутних моментів, особливо їхнього максимального значення;
- необхідністю узгодження значень швидкостей лінійних переміщень вздовж осей систем координат (кутових швидкостей за умови обертання ланок – ніг робота).

Крім того, ходова система крокуючих роботів повинна бути адаптованою до навколишнього середовища. Дослідження процесу взаємодії з навколишнім середовищем потребують розробки моделей оптимізації управління рухом, які будуть враховувати параметри зовнішнього середовища і розкривати їхній вплив на стабільність системи – робот крокуючий.

В літературі представлені різні підходи до проектування крокуючих роботів і моделювання систем керування [8, 9]. Автори вирішують дані задачі з використанням алгоритмів оптимізації та програмного забезпечення для моделювання та анімації. Особливістю розроблених моделей є одноманітний підхід до завдання законів управління крокуючими роботами.

Закони управління задаються у вигляді законів зміни зусиль, що реалізуються приводними двигунами, або у вигляді геометричних або кінематичних програмних законів руху. Такі моделі є складними й не завжди адекватними.

Враховуючи вище зазначене, розробка управління мобільними крокуючими роботами, а також оптимізація режимів їхнього руху є складною та важливою проблемою. Для вирішення даної проблеми авторами роботи запропоновано застосовувати генетичний алгоритм пошуку й оптимізації параметрів, прототипом якого є принцип природного відбору. Це дозволило сформулювати базові принципи оптимального керування рухом крокуючого робота й обґрунтувати концептуальні моделі законів керування, які будуть перевірені на імітаційних моделях. Застосування генетичного алгоритму нададуть можливість контролювати зміну параметрів руху, здійснювати рух з мінімальною кількістю двигунів, максимально простого керування, а після докладної перевірки моделей запропонувати методику синтезу крокуючих роботів.

Перелік використаних джерел

1. Зарубін І. С., Сотник С. В. Ефективність використання роботизованих систем у виробництві // І Всеукраїнська конференція «Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки», 16-17 травня 2024.: тези доп., Харків. с.150-153
2. Яценко В. О. Інтелектуальні роботизовані системи в забезпеченні безпеки життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу. // Математичні машини та системи. 2020. №1. с. 3-29.
3. Fong T., Thorpe C., Baur C. Robot, asker of questions // *Robotics and Autonomous systems*. 2003. Vol. 42 (3-4). pp. 235-243.
4. Bretl T., Rock S., and Latombe J. (2003). Motion planning for a three-limbed climbing robot in vertical natural terrain // *IEEE International Conference on Robotic and Automation*. 2003. Vol. 3. pp. 2946–2953. DOI:10.1109/ROBOT.2003.1242043
5. Gay S., Santos-Victor J., Ijspeert A.J. Learning robot gait stability using neural networks as sensory feedback function for Central Pattern Generators. // *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. 2013. pp. 194-201. DOI:10.1109/IROS.2013.6696353
6. Bellegarda G., Ijspeert A.J. CPG-RL: Learning Central Pattern Generators for Quadruped Locomotion // *IEEE Robotics and Automation Letters*. 2022. Vol. 7. pp. 12547-12554. DOI:10.1109/LRA.2022.3218167
7. Vandesompele A., Urbain G., Wyffels F., Dambre J. Closed Loop Control of a Compliant Quadruped with Spiking Neural Networks // *Biologically Inspired Cognitive Architectures*. 2019. Pp. 547-555. DOI:10.1007/978-3-030-25719-4_71
8. Lederer A., Begzadi A., Das N., Hirche S. Safe Learning-Based Control of Elastic Joint Robots via Control Barrier Functions. // The 22nd World Congress of the International Federation of Automatic Control. 2023. Vol. 56(2). Pp. 2250-2256. DOI:10.1016/j.ifacol.2023.10.1189
9. Liu Z., Zhang C., Jin B., Zhai S., Dong J. Design and development of an embedded controller for a hydraulic walking robot WLBO. // *Applied Sciences*. 2021. Vol.11(12):5335. DOI:10.3390/app11125335