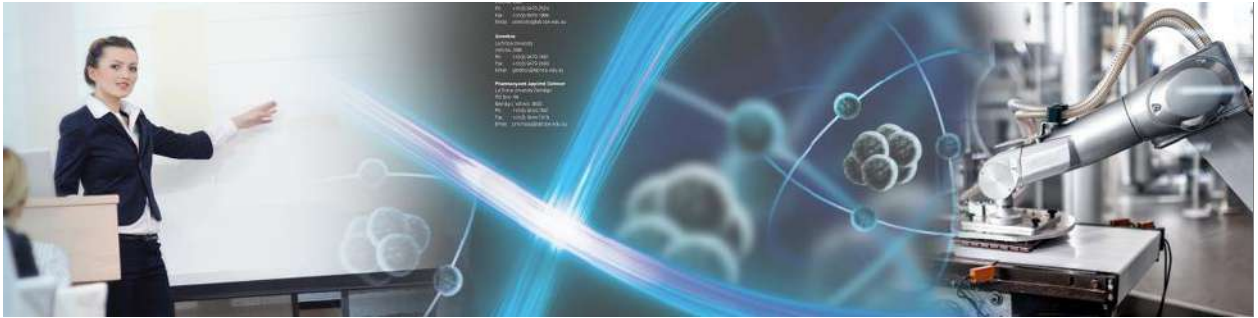


Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки

**VIII Міжнародна Конференція
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2024**



**VIII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC SYSTEMS 2024**

M&MS

2024

VII International Conference

25-26 October

Kharkiv

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2024: матеріали VIII-ої Міжнародної конференції, Харків, 25-26 жовтня 2024 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2024. – 135 с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024: Thesises of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2024. - 135 p.

The collection includes the thesises of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), ХНУРЕ, 2024

ЗМІСТ

<i>Svitlana Alyokhina</i>	
System Approach to the Positive Energy District Analysis	12
<i>Dmytro Gurin</i>	
Розробка динамічного представлення параметрів моделі опису навколишнього середовища колаборативного робота	15
<i>Artem Hubar</i>	
Automation of Power Grid Element Management to Enhance Energy Efficiency	19
<i>Артем Бронніков, Стеценко Катерина</i>	
Автономний робот на Raspberry Pi з аналізом облич та емоцій в реальному часі	22
<i>Andrii Lvov, Svetlana Sotnik</i>	
Analysis of electronic locks existing systems	24
<i>Artem Tverdokhlib, Svetlana Sotnik</i>	
Intelligent tools for optimizing information and search engines	28
<i>Igor Zarubin, Svetlana Sotnik</i>	
Basic principles of building aerial robots	32
<i>Pavlo Sukhno, Svetlana Sotnik</i>	
Critical review of GSM network structure	37
<i>Oleksii Shevchenko, Nataliia Furmanova, Vadim Yakovenko, Yaroslav Lukash</i>	
Assessment of the quality of brushless DC motors	42
<i>Artem Zhulai, Nataliia Furmanova</i>	
System for monitoring and alerting in a coal mine	45
<i>Сніжана Вичужаніна, Олександр Малий</i>	
Огляд щодо використання радіоаматорами радіочастотного спектру в Україні	48

Воронов Денис, Сезонова Ірина

Розробка методу визначення швидкості переміщення об'єктів на основі аналізу зображень 51

Oleh Hurtovyi

Features of Functional Testing for Low-Power Consumption Devices with Built-In Batteries 55

Варвара Карташова, Артем Бронніков

Роль експертних систем та голосового керування в сучасному виробництві 58

Антон Паньков

Інноваційний підхід до візуалізації: розробка автоматизованого модуля для збору, обробки та збереження поточних даних 62

Олег Посашков, Олександр Цимбал

Аналіз існуючих методів підтримки прийняття рішень у віддаленому управлінні виробництвом 65

Дмитро Максимов, Дмитро Нікітін

Види зварювання для верстату точкового зварювання з ЧПУ 69

Олексій Фарафонов, Наталія Фурманова, Олександр Малий

Розроблення технології паралельного керування за допомогою вебінтерфейсу мобільним роботом під керуванням ROS 71

Дмитро Янушкевич, Леонід Іванов, Ігор Толкунов

Застосування методів вербального аналізу в інтелектуальних системах управління у сфері гуманітарного розмінювання 75

Данило Ясир

Вибір математичної моделі для управління якістю продукції в умовах безперервного виробництва 79

Дмитро Дриньов

Використання елементів штучного інтелекту для вирішення задач моделювання динамічних процесів 83

Ганна Самойленко

Дослідження методів опису динаміки гуманоїдного робота 85

Андрій Слюсар, Софія Хрустальова

Методи та алгоритми локалізації RFID-міток: сучасні підходи та перспективи 87

Василь Туз, Володимир Чумаков, Олександр Філіпенко, Оксана Сичова

Дослідження дисперсійних характеристик мікроструктурованого оптичного волокна в умовах деформації 92

Тимур Лихо, Світлана Максимова

Основні етапи розроблення наземного мобільного робота 96

Vladyslav Yevsieiv

Using the Dempster-Shafer Theory in Data Fusion Solutions for Collaborative Robotic Manipulators within Industry 5.0 99

Vladyslav Yevsieiv, Nataliia Demska

A Model of Using Computer Vision to Monitor the Environment of a Collaborative Manipulator Robot 102

Віталій Тетеря, Світлана Максимова

Розробка системи ідентифікації, розпізнавання та трекінгу для колаборативного робота 105

Vladyslav Yevsieiv, Svetlana Starikova

Using the Triangulation Method to Measure the Distance to Objects in the Working Area of a Collaborative Manipulator Robot 107

I.V. Жарікова, Д.О. Нікітін

Дослідження механічних параметрів гнучких комутаційних структур для мобільних роботизованих платформ 110

Svetlana Starikova, Illya Karpenko

Development of a Structural Control Scheme for a Small-sized Mobile Robot for Investigating Damaged Buildings 114

Максим Вжесневський

Інтелектуальне керування автономними транспортними шатлами для внутрішньо-складських логістичних систем 117

<i>Родіо Клименко, Дмитро Кухаренко</i>	
Програмне забезпечення для розрахунку резонансних частот мембран живих організмів	120
<i>Микола Мешков, Дмитро Кухаренко</i>	
Алгоритм та програмна реалізація роботи комплексу очних м'язів людини	124
<i>Дмитро Кухаренко, Олексій Юрко, Денис Тимченко</i>	
Автоматизований аналіз довільних ділянок фонокардіограм в середовищі Labview	128
<i>Сергій Новоселов, Владислав Іванов</i>	
Вирішення задачі управління багатоланковим маніпулятором	132

Інтелектуальне керування автономними транспортними шатлами для внутрішньо-складських логістичних систем

Максим Вжеснівський¹

¹. Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, проспект Науки 14, м. Харків, Україна
e-mail: maksym.vzhesnievskiy@nure.ua

Abstract: В роботі обґрунтовано необхідність та можливість інтелектуального керування автономними транспортними засобами-шатлами внутрішньо-складських логістичних систем.

Keywords: автоматизація, робототехніка, логістика, інтелектуальне керування.

I. ВСТУП

Впровадження саме автономних транспортних засобів-шатлів надає значні переваги внутрішньо-складським логістичним системам завдяки можливостям забезпечення більшої швидкодії керування через виключення необхідності людини оператора. Зрозуміло, що керування автономними транспортним засобом-шатлом має бути узгоджене із завданнями внутрішньо-складської логістичної системи.

Можливості традиційних технологій автоматизації, що засновані на використанні регуляторів, є досить обмеженими та дозволяють лише керувати окремими параметрами стану автономних транспортних засобів-шатлів.

За цих умов для забезпечення ефективної роботи внутрішньо складської логістичної системи, оснащеної автономними транспортними засобами-шатлами, досить привабливим є використання інтелектуальних систем, заснованих на оптимізації виробничих процесів з використанням комп'ютерних технологій. Саме використання інтелектуальних систем керування дозволить належним чином забезпечувати ефективність експлуатації внутрішньо-складських логістичних систем, оснащених автономними транспортними засобами-шатлами [1-7].

II. Автономний транспортувальний шатл

Основним призначенням внутрішньо-складської логістичної системи є забезпечення належного транспортування вантажів між зовнішніми транспортними засобами та складськими стелажми, і автономні транспортувальні човники відіграють в цьому процесі вирішальну роль (рис.1).

Дійсно (рис.1), вантаж -1 після належних вантажопідйомних робіт має бути доставлений за транспортувального шатлу -2 до складського стелажа -3 за досить складним маршрутом транспортування -4.

Для здійснення транспортування вантажів також необхідно забезпечувати повернення -5

порожнього автономного транспортувального шатлу -2 до майданчику -6 для вантажопідйомних робіт на зовнішньому транспорті.

Складність транспортування -4 (рис.1) вантажів обумовлена тими обставинами, що при достатньо великій довжині цього транспортування має забезпечуватися досить висока точність позиціонування автономного шатла наприкінці його руху для належного узгодження роботи різних складових внутрішньо-складської логістичної системи, щодо поводження із вантажами, що транспортуються в її межах.

При цьому, упродовж транспортування -4 (рис. 1) слід підтримувати належну швидкість автономного транспортувального шатла для уникнення пошкоджень складових внутрішньо-складської логістичної системи, самого шатла та транспортованих вантажів.

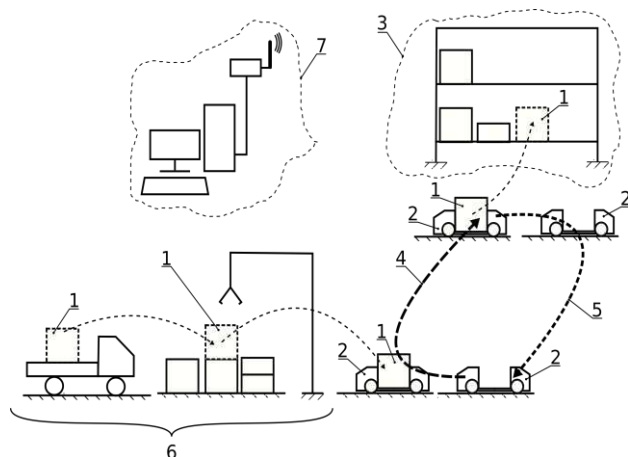
У продовж повернення -5 порожнього або навантаженого автономного транспортувального (рис. 4.1) слід також забезпечувати задану швидкість шатла руху для уникнення пошкоджень складових внутрішньо-складської логістичної системи, самого автономного транспортувального човника, а в деяких випадках ще й транспортованих вантажів.

Належна фіксація поточного стану внутрішньо-складської логістичної системи є ключовим фактором, який забезпечуватиме її роботу при значно обмеженому втручанні людей-працівників, що дозволить скоротити час реакції на виконання завдань, а також інші техніко-економічні показники ефективності експлуатації.

Забезпечення належної фіксації поточного стану внутрішньо-складської логістичної системи зводиться до фіксації розташування кожного вантажу на складських стелажах -3 та на майданчику -6 вантажопідйомних робіт на зовнішньому транспорті, а також поточного положення автономного транспортувального човника -2 для формування завдань щодо транспортування -4 вантажів позиціонування -5 автономного транспортувального човника (див. рис. 1).

Отже (див. рис. 1), система керування -7 внутрішньо-складської логістичної системи має бути оформлена окремо у вигляді відповідного комп'ютерного устаткування, яке має включати сервери та робочі станції, а також різноманітні локальні користувальницькі термінали та пристрої, що об'єднані комп'ютерними мережами, у тому числі

мобільними для забезпечення обміну даними між віддаленими один від одного стаціонарними та рухомими складовими



- 1 –вантаж, 2 – автономний транспортувальний шатл;
3 – складські стелажі; 4 – транспортування вантажів автономним транспортувальним човником;
5 – повернення автономного транспортувального човника; 6 – майданчик для вантажопідйомних робіт на зовнішньому транспорті; 7 – система керування на основі цифрових технологій

Рисунок 1 – Автономний транспортувальний шатл в логістичній системі

Завдяки використанню саме цифрових технологій в системі керування -7 (див. рис. 1) маємо можливість не тільки здійснювати фіксацію поточного стану внутрішньо-складської логістичної системи, але також й оцінювати стратегії її експлуатації відповідно до її поточного стан з урахуванням різноманітних техніко-економічних показників та критеріїв ефективності.

Завдяки цьому керування внутрішньо-складською логістичною системою буде інтелектуальним, тобто буде змінюватися відповідно до поточного стану та поточних завдань з урахуванням бажаних критеріїв ефективності.

Інтелектуальне керування внутрішньо-складськими логістичними системами ґрунтується на прийнятті рішень щодо подальшої зміни стану системи відповідно до її поточного стану та завдань на основі прогнозування техніко-економічних показників.

Поточний стан внутрішньо-складської логістичної системи може бути оцінений шляхом відповідних вимірювань з використанням відповідних сенсорів, а також шляхом належної фіксації даних щодо поточного розташування вантажів за допомогою відповідних комп'ютерних інформаційних технологій, що принципово зрозуміло.

Поточні завдання внутрішньо-складської логістичної системи визначаються працівниками-операторами або на основі експертних оцінок, або на основі оптимізації завдань відомостей про додаткової інформації, що одержана з використанням допоміжних засобів оптимізації на основі комп'ютерного моделювання відповідних процесів.

Прогнозування техніко-економічних показників для прийняття рішень щодо подальшої зміни стану системи відповідно до її поточного стану істотно ґрунтується на комп'ютерному моделюванні процесів внутрішньо-складських логістичних систем, а таке моделювання у свою чергу засновано на математичних моделях відповідних процесів.

Таким чином, інтелектуалізація процесів керування внутрішньо-складськими логістичними системами потребує відповідного математичного забезпечення у вигляді математичних моделей процесів та методів щодо їхнього аналізу та оптимізації.

Зрозуміло, що зміст математичного забезпечення інтелектуальних систем керування внутрішньо-складськими логістичними системами істотно визначається вимогами та таких систем і тому може бути досить різноманітним [8-21].

Зрозуміло, що час виконання транспортних операцій при поводженні із вантажами для внутрішньо-складської логістичної системи (див. рис. 1.) визначається, значною мірою швидкістю руху автономних транспортувальних човників таким чином, що збільшення швидкості руху автономного транспортувального човника веде до відповідного зменшення часу у виконання транспортувальних операцій.

Отже, для зменшення часу виконання транспортних операцій при поводженні із вантажами слід забезпечувати найбільшу швидкість руху автономних транспортувальних човників.

В той же час, питомі на одиницю довжини шляху витрати електроенергії автономними транспортувальними човником збільшуються при збільшенні його повної маси та швидкості руху [22].

За цих умов доцільно запровадити інтелектуальне керування, яке б забезпечувало вибір оптимальної швидкості руху автономного транспортувального човнику відповідно до обсягів завдань внутрішньо-складської логістичної системи (див. рис. 1) таким чином, щоб мінімізувати витрати електричної енергії на внутрішньо-складське транспортування вантажів.

III. Висновки

Впровадження інтелектуального керування автономними транспортувальними шатлами, яке забезпечує вибір швидкості руху автономного транспортувального човнику відповідно до обсягів завдань внутрішньо-складської логістичної системи ґрунтується на математичному забезпеченні, що представлятиме співвідношення між обсягом завдань, бажаним часом їхнього виконання та відповідній цьому часу швидкості руху автономного транспортувального човника.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Основи наукових досліджень : підручник / І. Ш. Невлюдов, Ю. М. Олександров, А. О. Андрусевич, О. О. Чала ; МОНУ, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Prague : OKTAN PRINT, 2024. – 468 с.

- [2] Basiuk V. Command recognition system research / V. Basiuk, S. Maksymova, O. Chala // *Technical Science Research in Uzbekistan*, 2024. – 2(5). – P. 50-61.
- [3] Igor, N., Svitlana, M., Olena, C., Artem, B., & Maksym, V. (2023). Automated Logistics Processes Improvement in Logistics Facilities. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 3(3), 157-170.
- [4] I. Nevliudov, A. Bronnikov, O. Chala "Improvement and Optimization of Automated Logistics Processes in Logistics Premises," 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/MEES61502.2023.10402386.
- [5] A Small-Sized Robot Prototype Development Using 3D Printing / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, S. Maksymova, O. Chala // *CAD In Machinery Design Implementation and Educational Issues (CADMD'2023) : proceedings of the XXXI International Conference. (Conference in memory of Professor Jerry Wrobel)*, Suprasl, 26-28 October, 2023. – Suprasl, 2023. – P. 12.
- [6] Buts D. Signals Collisions Detection In Wireless Networks / D. Buts, O. Chala, S. Maksymova // *Journal of Universal Science Research*. – 2023. – № 1(11). – P. 156–168. •
- [7] Switching Module Basic Concept. (2024). *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(7), 87-94. <https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/1733>
- [8] Nevliudov, I., Vzhesnievskiy, M., Romashov, Y., & Chala, O. (2023). Mathematical modeling of mechatronic shuttles as automation objects for multilevel systems of intra-warehouse logistics. *INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND SCIENTIFIC SOLUTIONS FOR INDUSTRIES*, 4(26), 135–144. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.26.135>
- [9] Basiuk, V., Maksymova, S., Chala, O., & Abu-Jassar, A. (2024). COMMAND SYSTEM FOR MOVEMENT CONTROL DEVELOPMENT. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(6), 248-255.
- [10] Chala, O., Maksymova, S., & Abu-Jassar, A. (2024). Switching Module Basic Concept. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(7), 87-94.
- [11] Vizir, Y., Chala, O., Maksymova, S., all. (2024). Lighting Control Module Software Development. *Journal of Universal Science Research*, 2024. – 2(2). – P. 29–42.
- [12] Basiuk, V., Maksymova, S., Chala, O., & Miliutina, O. (2023). Mobile Robot Position Determining Using Odometry Method. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 3(3), 227-234.
- [13] Maksymova, S., & Chala, O. (2023). Defect Engineering: Application in Automation System Components Production Technological Processes. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 3(3), 243-251.
- [14] Buts, D., Chala, O., & Maksymova, S. (2023). Signals Collisions Detection In Wireless Networks. *Journal of Universal Science Research*. – 2023. – № 1(11). – P. 156–168.
- [15] Zharikova, I., Nevliudov, I., Maksymova, S., & Chala, O. (2023). Automatic Machine of Plastic Bottles and Aluminum Cans Collection for Recycling. *Journal of Universal Science Research*. – 2023. – № 1(11). – P. 169–178.
- [16] MAKSYMOVA, S., NEVLIUDOV, I., YEVSIEIEV, V., KLYMENKO, O., & VZHESNIEWSKI, M. (2023). Shuttle-based storage and retrieval system 3d model improvement and development. *Journal of Natural Sciences and Technologies*, 2(2), 232-237.
- [17] Nevliudov, I. S., Yevsieiev, V. V., Maksymova, S. S., Omarov, A. O. M., & Klymenko, O. M. (2023). Conveyor Belt Object Identification: Mathematical, Algorithmic, and Software Support. *Applied Mathematics & Information Sciences : An International Journal*. - 2023. - Vol. 17, No. 6. - P. 1073-1088.
- [18] Gurin, Dmytro, et al. "Using Convolutional Neural Networks to Analyze and Detect Key Points of Objects in Image." *Multidisciplinary Journal of Science and Technology* 4.9 (2024): 5-15.
- [19] Yevsieiev, V. ., & Gurin, D. . (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. *Collection of Scientific Papers オヒンテOモサ*, (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>
- [20] O. Chala, A. Bronnikov, N. Igor and D. Mospan, "The Use of Neural Networks for the Technological Objects Recognition Tasks in Computer-Integrated Manufacturing," 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005750.
- [21] Шостенко С. С. Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві / С. С. Шостенко, О. О. Чала // *Виробництво & Мехатронні Системи 2022 : зб. тез. доп. VI-ої Міжнар. конф., 21-22 жовтня 2022 р.* – Харків, 2022. – С. 115-117.
- [22] Human Operator Identification in a Collaborative Robot Workspace within the Industry 5.0 Concept. (2024). *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), <https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/1853>