

## ДОДАТОК А

Апробація результатів наукових досліджень

Kharkiv National University of Radio Electronics

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

VII International Conference  
**MANUFACTURING  
&  
MECHATRONIC  
SYSTEMS**



УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

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 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Thesises of Reports / [Ed. I.Sh. Nevludov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 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. Nevludov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,  
автоматизації та робототехніки (КІТАР),  
ХНУРЕ,2023

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)  
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)  
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)  
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Festo Didactic Україна  
Jabil Circuit Ukraine Limited  
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»  
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)  
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),  
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»  
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

## МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції  
**ВИРОБНИЦТВО  
&  
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023**  
(19-20 жовтня 2023)  
Харків, Україна



M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

## ОРГАНІЗАТОРИ

	Міністерство освіти і науки України	Міністерство освіти і науки України (МОНУ) The Ministry of Education and Science of Ukraine
	NURE Kharkiv National University of Radioelectronics	Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ) Kharkiv National University of Radioelectronics
	WARSAW UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES - SGGW	Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW) Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW
	ADNSU AZERBAIJAN OIL AND INDUSTRY UNIVERSITY	Азербайджанський державний університет нафти і промисловості Azerbaijan State Oil and Industry University
	FESTO	Festo Didactic Україна Festo Didactic Ukraine
	UKRINTECH UKRAINIAN INNOVATIVE TECHNOLOGIES	ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ» Research and Production Enterprise "UKRINTECH" Ltd
	НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА	Національний університет «Львівська політехніка» National University Lviv Polytechnic
	ХНДІТМ	Державне підприємство «Харківський науково-дослідний інститут технологій машинобудування», м. Харків, Україна State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research Institute of Mechanical Engineering Technology», Kharkiv, Ukraine
	НАЦІОНАЛЬНИЙ ДИЗАЙН ІНСТИТУТ АЕРОКОСМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	Державне підприємство «Південний державний проєктно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості», м. Харків, Україна State Enterprise «National Design & Research Institute of Aerospace Industries», Kharkiv, Ukraine
	JABIL	Jabil Circuit Ukraine Limited

## КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Rawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолов** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агасв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматички та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лісенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматички та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зіньковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свнц** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проєктно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

<b>Glen Kurtwitz</b>	генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
<b>Liu Shan</b>	генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
<b>Володимир Андрійович Павлиш</b>	кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
<b>Сергій Іванович Осадчий</b>	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
<b>Анатолій Афанасійович Сфіменко</b>	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
<b>Анатолій Петрович Ладанюк</b>	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
<b>Володимир Михайлович Решетюк</b>	кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

#### ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІ

<b>Олександр Михайлович Цимбал</b>	заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
<b>Сергій Павлович Новоселов</b>	кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
<b>Свєтен Анатолійович Разумов-Фризюк</b>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
<b>Наталія Павлівна Демська</b>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

# Розробка програми для пошуку й побудови оптимального маршруту мобільного робота у двовимірному просторі

Світлана Максимова<sup>1</sup>, Георгій Борисов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки 14., email: [borisov@nure.ua](mailto:borisov@nure.ua)

**Анотація:** В науковій роботі проведено аналіз сучасних мобільних роботів, які використовуються для пошуку оптимального маршруту. На базі проведеного аналізу розроблено структурну схему, обрано основні елементи та описано їх призначення, рекомендовані апаратні модулі та запропоновано метод, за допомогою якого буде проводитись пошук маршруту.

**Ключові слова:** мобільні роботи, пошук оптимального маршруту, структурна схема, апаратні модулі.

## 1. Вступ

Роботи - це машини, які впливають на зміни у світі і мають ті ж фізичні можливості, що й люди та тварини. Роботи автономні і можуть виконувати завдання без втручання людини. Автоматизовані роботи все частіше використовуються для автоматизації рутинних завдань у таких сферах, як промислова автоматизація та складське господарство, а також у небезпечних для людини сферах, таких як освоєння космосу, військові місія та пошуково-рятувальні операції.

## II. Основні компоненти підсистеми

Мобільні роботи (рис. 1) - це роботи, які можуть пересуватися у двовимірному (2D) або тривимірному (3D) просторі. Робота з оцінювання буде зосереджена на мобільних роботах, які пересуваються у двовимірному просторі. Успіх мобільного робота залежить від його здатності до навігації, тобто визначення свого поточного положення в просторі та досягнення бажаного місця призначення. Самостійно пересуваються мобільні роботи використовуються для переміщення товарів на складах, виконання рутинних завдань, таких як інспекція, і переміщення людей в транспортних засобах. Мобільні роботи також використовуються для дослідження небезпечних або невідомих місць у космосі, а також для пошуково-рятувальних операцій. Хоча вимеси цих галузей відрізняються, всі вони покладаються на автономну навігацію [1].

Більшість доступних мобільних роботів мають апаратне і програмне забезпечення. Апаратне забезпечення включає в себе датчики і приводи. Датчики вимірюють різні величини в навколишньому середовищі (наприклад, світло, тепло) і перетворюють їх на цифрову інформацію.



Рисунок 1 – Основні типи приводів мобільних роботів

Актuatorи - це двигуни, які спричиняють фізичний рух. Програмний рівень приймає інформацію від датчиків і генерує команди для виконавчих механізмів, щоб робот виконував поставлене завдання [2-5]. Таке розділення апаратного та програмного забезпечення для прийняття рішень має значні переваги. Це дозволяє виробникам роботів виробляти стандартизованих роботів без специфічних застосувань, а користувачам - гнучко впроваджувати індивідуальні алгоритми прийняття рішень, що базуються на конкретних застосуваннях. Загальна схема робота представлена на рис. 2.



Рисунок 2 – Загальна схема робота

Процес прийняття рішень має кілька підвидів, зокрема планування, міркування та машинне навчання. Планування передбачає майбутні дії для досягнення мети. Обґрунтування визначає істинність чи хибність тверджень на основі відомих фактів. Навчання використовує минулий досвід для покращення прийняття рішень. Використання штучного інтелекту в робототехніці привносить до покращення продуктивності роботів завдяки досвіду [6-7].

Завдання розвитку таких наукових дисциплін, як теорія автоматичного керування та штучний інтелект, сучасній робот не тільки виконує програму, для якої він призначений, але й приймає власні рішення при виконанні завдань на основі інформації, отриманої через різні датчики та пов'язані з ними системи, і мінімізує помилки навчання.

Одне з найскладніших завдань - автоматизувати управління траєкторією руху робота за наявності перешкод. Найважливішим елементом тут є забезпечення робота необхідними датчиками і підсистемами для визначення наявності, типу і відстані перешкод, а також для формування точних і своєчасних дій по зміні траєкторії і подальшого визначення дригунга.

Основною метою атестаційної роботи є дослідження існуючих методів та алгоритмів забезпечення автономного руху мобільних роботів. Вивчення питання оцінки навколишнього середовища з використанням інформації від систем технічного зору. Вивчення та реалізація різних методів побудови систем управління та позиціонування для забезпечення реалізації руху робота по заданій траєкторії та об'їзду перешкод.

Об'єктом дослідження є системи навігації автономних мобільних роботів.

Предметом дослідження є алгоритм руху робота на основі системи визначення траєкторії, якому необхідно координувати свій рух для уникнення перешкод в умовах відсутності інформації про навколишні об'єкти. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- Аналіз існуючих методів та алгоритмів забезпечення автономного руху мобільних роботів; та
- Проаналізувати методи оцінки зовнішнього середовища з використанням інформації від систем технічного зору
- Дослідження факторів, що впливають на побудову систем керування та позиціонування для переміщення робота при об'їзді перешкод;
- Розробка алгоритмів керування роботом на основі систем прийняття рішень, проведення необхідних розрахунків, вимірювань та адаптації обраного алгоритму керування;
- Розробка алгоритмів картографування для неповної інформації про навколишні об'єкти;
- Реалізація алгоритму  $A^*$  для пошуку найкоротшого шляху, модифікація алгоритму;
- Аналіз реалізації розробленого алгоритму  $A^*$ .

### III. Висновки

Враховуючи набираюче обертів велике розповсюдження роботів стає зрозумілою актуальність розробки роботів для вирішення різноманітних завдань. Особливо стоять мобільні роботи, які можуть виконувати поставлені задачі у різних локаціях, в тому числі переміщуючи різні вантажі між цими локаціями. Слід зазначити, що при таких переміщеннях роботи можуть стикатися із довільними перешкодами. Тому доцільно устатковувати їх пристроями технічного зору, а також найрізноманітнішими датчиками, що можуть доповнити побудовану актуальну карту місцевості в

реальному часі. Крім того, маршрут руху робота має бути оптимальним за одним, основним, чи кількома декількома критеріями.

Таким чином, розробка програми для пошуку й побудови оптимального маршруту мобільного робота у двовимірному просторі є надзвичайно актуальним завданням, яке планується вирішити в ході виконання магістерської атестаційної роботи

### Перелік посилань

- [1] Attar, H., & et al. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 3046116. <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.
- [2] Neviudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demka, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH5132.2022.10002906
- [3] A Small-Scale Manipulation Robot a Laboratory Layout Development / Yevsieiev V., Starodubcev N., Maksymova S., Stetsenko K. // International independent scientific journal, №47, 2023. P.18-28.
- [4] Yevsieiev V., Maksymova S., Starodubcev N. Software Implementation Concept Development for the Mobile Robot Control System on ESP-32CAM // Current issues of science, prospects and challenges: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2), June 10, 2022. Sydney, Australia: European Scientific Platform., 2022. P. 54-56
- [5] Yevsieiev, V. Comparative Analysis of the Characteristics of Mobile Robots and Collaboration Robots Within INDUSTRY 5.0. / V. Yevsieiev, D. Gurin // In the VI International Scientific and Theoretical Conference, September 8, 2023. Chicago, USA. P.92-94
- [6] Vladyslav Yevsieiev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. *Scientific Collection «InterConf»*, (140), P. 648-651.
- [7] Yevsieiev V., Maksymova S., Starodubcev N. Software Implementation Concept Development for the Mobile Robot Control System on ESP-32CAM // Current issues of science, prospects and challenges: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2), June 10, 2022. Sydney, Australia: European Scientific Platform., 2022. P. 54-56

**ДОДАТОК Б**  
Демонстраційний матеріал

