



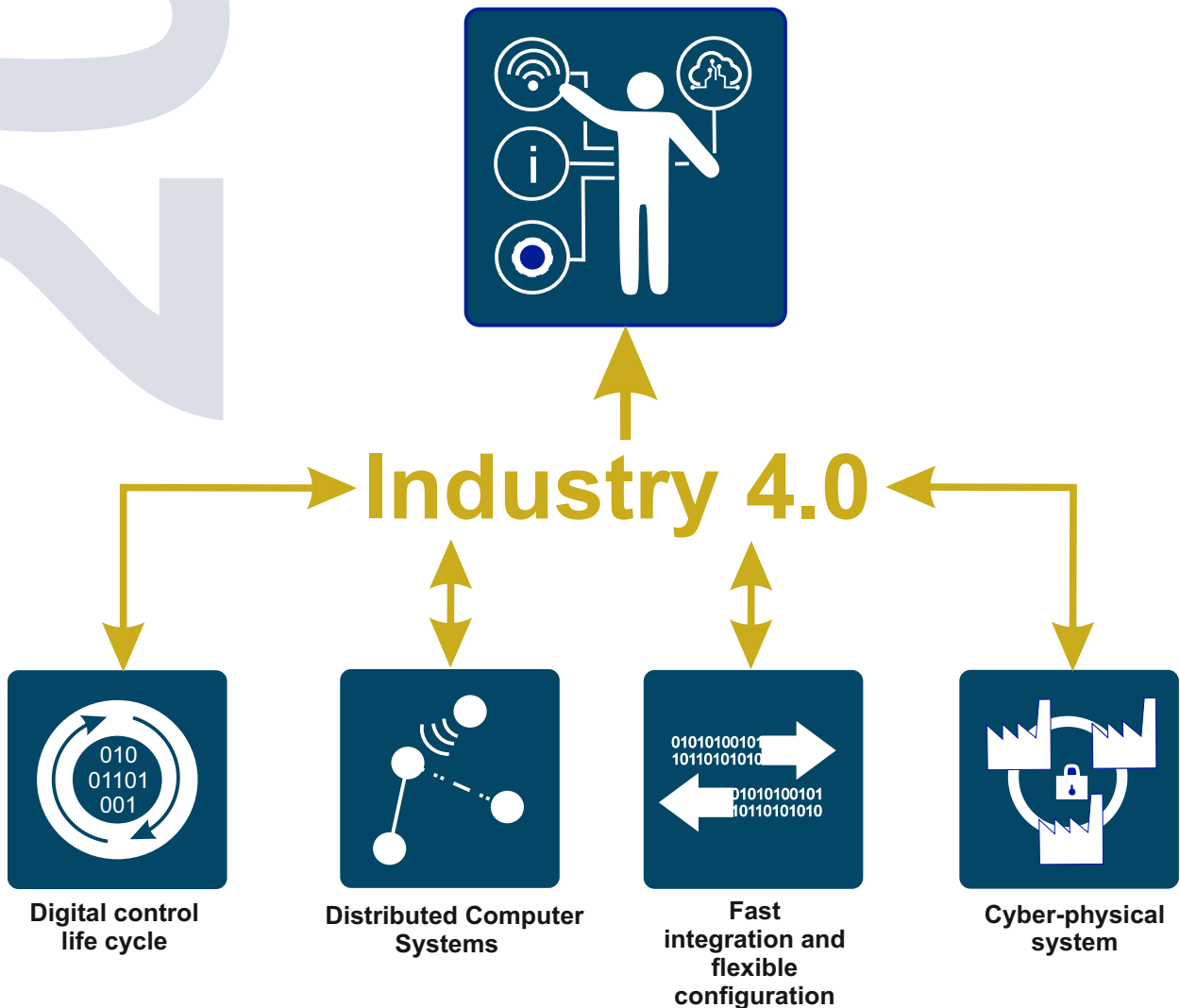
The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

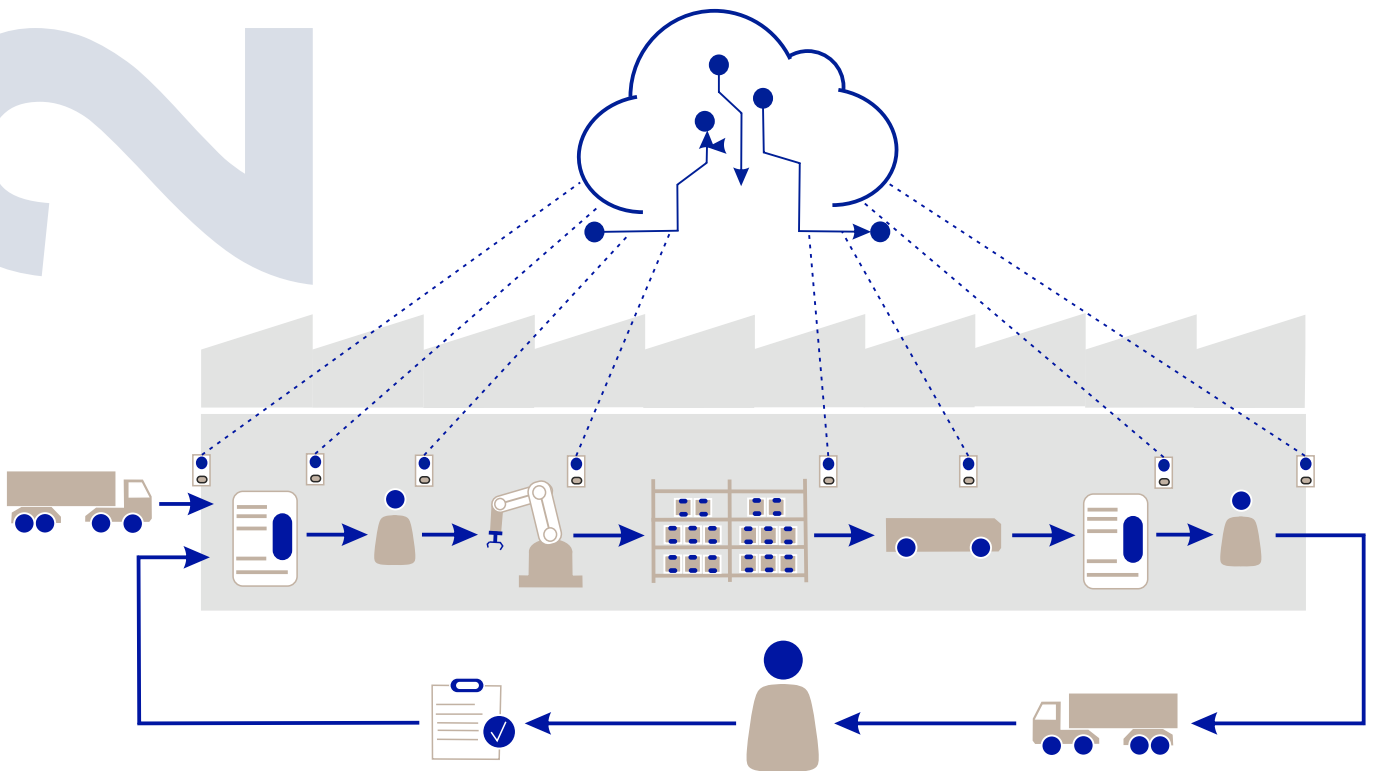
KITAM

COLLECTION
OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER
«Automation and Development of Electronic Devices»
ADED-2022
(Part 1)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
ADED-2022
(Випуск 1)
[електронне видання]



→ Industry 4.0

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».
Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2022) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Вип. 1. – 185с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2022 Part 1 (Key infrastructure 2022) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2022. – 185p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Науково-технічної ради
секції 3 «Автоматизація та приладобудування»
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 17 від 30.05.2022

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2022 рік

ЗМІСТ

<i>Альохіна М. М.</i> Визначення переваг у виробничих рекомендаційних системах	7
<i>Белов П. О., Стеценко К. В.</i> Навігація та управління мобільним роботом	11
<i>Білошапка І.В.</i> Розробка макету пристрою сенсibilізації окулярів для людей з обмеженими можливостями	15
<i>Бондарев А.М.</i> Розроблення структури автоматизованої системи моніторингу на виробництві	19
<i>Бузніков В.Р.</i> Особливості проведення автоматизованого кросбраузерного тестування вебдодатка підприємства	24
<i>Велет А.В.</i> Розроблення структури автоматизованої системи контролю доступу робітників до виробничого обладнання	28
<i>Гончаренко В. О.</i> Оптимізація топологічної структури системи виробничого моніторингу	34
<i>Дерев'янку І.І., Бондарев С. Г.</i> Сервіс орієнтований підхід в управлінні виробництвом	38
<i>Долгуля А.В.</i> Зооморфні роботи	44
<i>Коротун Є.В.</i> Формування структури фреймворку для автоматизованого тестування вебресурсу підприємства	48
<i>Пивовар А. Р.</i> Мобільні навчальні додатки	53
<i>Редько М. В.</i> Аналіз компонентів ERP-системи автоматизованого планування виробництва лікарських засобів	57
<i>Савін В.А.</i> Розробка макета автоматизованого допопіжного транспортного засобу інтегрованого виробництва	60
<i>Скрипник К.Є.</i> Види екструдерів та їх різновиди	65
<i>Скрипник К., Оболонник М.</i> Аналіз систем екструзії для 3D друку декількома матеріалами за технологією FFF/FDM	70
<i>Ищенко М. Д., Білоус М. Ю.</i> Аналіз інформаційних систем на виробництві	75
<i>Конєва А. І.</i> Перспективи розвитку робототехніки у сфері послуг	81
<i>Поддубняк І. А.</i> Аналіз сучасних структурних особливостей гусеничних роботів	85
<i>Коноваленко К.А.</i> Розробка протезу руки з м'язовими датчиками	90
<i>Леонов Ю.С.</i> Розробка модуля кварцування для медичних приміщень	94

<i>Самсонова С.В.</i>	
Аналіз методів автоматизації складської логістики виробничого підприємства	98
<i>Іщенко М. Д., Білоус М. Ю.</i>	
AGILE методологія створення програмного забезпечення	103
<i>Д'яченко С.Ф.</i>	
Аналіз основних принципів застосування LIDAR в автономній робототехніці	107
<i>Реука Є. В.</i>	
Розробка програмного модуля для адаптивного візуального керування	116
<i>Синельник М.Д.</i>	
Використання мікропроцесорних засобів під час операції шліфування кремнієвих та металічних пластин	123
<i>Чернишенко О. В.</i>	
Виділення підмножин ефективних варіантів при проектуванні виробничих технологічних процесів	131
<i>Чеснаков Б.О.</i>	
Розробка автоматизованого модуля сигналізації на основі розподіленої системи датчиків	135
<i>Швець В.О.</i>	
Розробка структури автоматизованої системи моніторингу температури та задимленості в приміщенні	139
<i>Колубай Б.Я.</i>	
Аналіз рівнянь динаміки кінематичних та динамічних характеристик компонентів маніпулятора	145
<i>Канаєв В. Д.</i>	
Необхідність розробки моделі автоматизованого клапану перемикача трубопровідної магістралі	155
<i>Ставрінов В. В.</i>	
Область застосування датчиків параметрів тиску	159
<i>Дерев'яно І., Буць Д.</i>	
Модуль автоматизованого освітлення	162
<i>Стеценко К. В., Белов П. О.</i>	
Сенсори для орієнтації і параметрів руху	166
<i>Ткачов М.Р., Ахмад Д.Х., Візір Ю.С.</i>	
Дослідження перехідних процесів в релейній слідкуючій системі з астатизмом другого порядку	170
<i>Ахмад Д.Х., Ткачов М.Р., Візір Ю.С.</i>	
Дослідження впливу різних типів нелінійностей на перехідні процеси та автоколивання слідкуючої системи	174
<i>Візір Ю.С., Ахмад Д.Х., Ткачов М.Р.</i>	
Дослідження багатовимірної системи автоматичного управління із запізненням	179
<i>Алфавітний список</i>	184

7. Ricci F., Rokach L., Shapira B., Kantor P. B. Recommender Systems Handbook. New York: Springer, 2001. 845 с.
8. Vladimir V. Beskorovainyi, Lubomyr B. Petryshyn, Olha Yu. Shevchenko. Specific subset effective option in technology design decisions // Applied Aspects of Information Technology. 2020. Vol. 3, No. 1. P. 443–455.
9. Beskorovainyi V. Combined method of ranking options in project decision support systems // Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries. 2020. No. 4 (14). P. 13–20.

Науковий керівник: Безкоровайний Володимир Валентинович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри СТ Харківського національного університету радіоелектроніки.

УДК 621.76

НАВІГАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ

Бєлов П. О., Стеценко К. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14
E-mail: petro.bielov@nure.ua; kateryna.stetsenko@nure.ua.

Анотація: Розглядаються нові методи управління та навігації роботами, здатними до автономної поведінки в умовах недетермінованого робочого середовища.

Ключові слова: автономні мобільні роботи; система навігації; SLAM; нечітка логіка; лінгвістичні змінні; нечіткий логічний висновок.

NAVIGATION AND MOBILE OPERATION MANAGEMENT

P. Bielov, K. Stetsenko,

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14
E-mail: petro.bielov@nure.ua; kateryna.stetsenko@nure.ua.

Abstract: New methods of control and navigation of robots capable of autonomous behavior in an undetermined working environment are considered.

Keywords: autonomous mobile works; navigation system; SLAM; fuzzy logic; linguistic variables; fuzzy inference.

ВСТУП. Сучасні мобільні роботи можуть самостійно переміщуватися в навколишньому просторі та виконувати необхідні дії за допомогою маніпуляторів. Робот оснащений системою технічного зору та комплексом інформаційних датчиків, здатних сформулювати комплексне уявлення про поточну ситуацію.

База знань робота дозволяє йому самостійно орієнтуватися в навколишньому середовищі і приймати рішення про дії, необхідні для вирішення поставленого завдання. Таким чином, маніпуляційний мобільний робот є «інтелектуальною» технічною системою, здатною до автономної поведінки.

Тим не менш, у більшості завдань, що виконуються в заздалегідь не певних умовах і пов'язаних з високою «ціною» помилки при невірних діях, як і раніше, передбачається участь людини-оператора в управлінні роботом.

ЗАСТОСУВАННЯ. Застосування робототехніки в різних додатках, пов'язаних із вирішенням спеціальних завдань, потребує максимального спрощення способів взаємодії людини та робота. Найбільш зручним способом такої взаємодії є мовленнєве діалогове управління. Завдання управління роботом з боку оператора в цьому випадку включає діалог проблемно-орієнтованою мовою, близькою до природної, та спостереження за діями робота. Постановка завдання про управління в цьому випадку видозмінюється, оскільки робот стає вже не об'єктом управління, а технічним суб'єктом-партнером, здатним самостійно визначати свої підцілі та лінію поведінки на користь загального завдання, поставленого оператором. Роль зворотний зв'язок у системі діалогового управління виконують мовні повідомлення робота оператору, що мають на меті уточнення команд, інформування оператора про поточну ситуацію, або про досягнення поставленої мети [1-8].

Особлива роль у вирішенні завдань управління автономними роботами належить інформаційно-сенсорній системі, яка має самостійно аналізувати поточну ситуацію, планувати свої дії і при цьому взаємодіяти з людиною-оператором мовою, близькою до природної мови. Вона повинна самостійно шукати і виявляти небезпечні предмети, вільно переміщатися в просторі, в якому можуть знаходитися й інші об'єкти, що рухаються. При втраті зв'язку з оператором робот повинен самостійно, використовуючи отриману та запам'ятову інформацію про зовнішній світ, повернутися назад на вихідну позицію.

УПРАВЛІННЯ. Управління автономним роботом з боку оператора набуває нового характеру. Це вже не безпосереднє керування рухом, а постановка завдань. Оскільки умови виконання завдань не завжди дотримуються, управління набуває характеру діалогу між людиною та інтелектуальною системою управління. Остання бере рівноправну участь у плануванні операцій та прийнятті рішень. Такі робототехнічні системи називають системами кооперативного управління [2, 6].

ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ. Область застосування автономних роботів дуже широка. Це пошук та знешкодження небезпечних об'єктів, завдання радіаційної та хімічної розвідки, робота в зоні техногенних та природних катастроф.

Такі робототехнічні системи знаходять застосування у цивільній сфері як сервісної робототехніки. Сервісні роботи вже з'явилися та успішно виконують функції обслуговування відвідувачів у музеях, аеропортах, магазинах [3-5, 8]. Особливо важливим є застосування сервісних роботів у медичних закладах, у тому числі, як засіб реабілітації пацієнтів.

НАВІГАЦІЯ І ПЕРЕМІЩЕННЯ. У приміщенні є як статичні перешкоди (стіни, столи, стільці), і рухливі (люди, інші роботи) мобільний робот оснащений скануючим лазерним далекоміром, який отримує скан рельєфу навколишніх об'єктів у площині паралельної підстилаючої поверхні. Необхідно в режимі реального часу визначати положення мобільного робота в системі координат, пов'язаної з приміщенням (завдання локалізації), а також побудувати карту даного приміщення, що відображає рельєф стін та нерухомих об'єктів. Такі системи управління відомі як системи SLAM (System of Localization and Mapping).

Особливістю структури, що планується до розробки, є незалежність від типу шасі мобільного робота, а також від наявності та типу датчиків одометрії, що дозволяє використовувати навігаційну систему, що розробляється, на всіх типах мобільних роботів, що працюють у приміщенні.

Для виконання своїх завдань робот повинен рухатися по заданому маршруту і при цьому дотримуватися заходів безпеки, у тому числі, за наявності об'єктів, що рухаються в робочій зоні. Отже, робот переміщається автономно з допомогою навігаційної системи, у своїй оператор виконує лише функцію постановки завдання. Не виключається і напівавтоматичний режим, наприклад, режим телеприсутності, у якому завдання оператора значно спрощується.

У першому етапі роботи навігаційної системи вирішується планується вирішення завдання фільтрації скана шляхом видалення помилкових вимірів з допомогою спеціального фільтра. Аби вирішити завдання аналізу моделі робочого середовища спочатку

досліджувався метод нормальних розподілів (NDT – Normal Distribution Transform) [4-12]. В цьому випадку карта приміщення розбивається на комірки, кожна з яких містить не самі точки, а параметри нормального розподілу всіх точок, що потрапили всередину. Вирішуючи задачу мінімізації функції взаємної кореляції скана та карти, можна визначити положення робота, з якого було отримано поточне сканування.

Аналіз цього способу показав, що він суттєво обмежує швидкість руху мобільного робота, оскільки всі обчислення виконуються у реальному масштабі часу. Тому був запропонований новий спосіб, при якому отриманий за допомогою системи інформаційних датчиків сканування перетворюється на сіткову функцію. При цьому кожна точка сканування перетворюється на деяку безперервну функцію, потім вони об'єднуються за допомогою вибраного принципу суперпозиції і накладаються на карту-сітку, тим самим утворюючи функцію сітки.

Метод сіткових функцій, як і метод нормальних розподілів, ґрунтується на зіставленні сканованої та отриманої карти з допомогою взаємної кореляційної функції. Для мінімізації цієї функції будемо використовувати модифікований метод Ньютона. Після вирішення завдання SLAM положення робота на карті може бути обчислено з використанням перетворення системи координат лазерного далекоміра в систему координат мобільного робота. Порівняльний аналіз двох розглянутих методів локалізації показав, що перевага нового методу функцій сітки полягає в розширеній області збіжності, що дозволяє помітно збільшити швидкість руху мобільного робота [5].

Специфіка управління мобільним роботом у динамічному середовищі у тому, що рух перешкод не можна розрахувати заздалегідь. Щоб уникнути зіткнень з перешкодами, що рухаються, необхідно знати їх положення і передбачати траєкторію їх руху. Тоді можна рухатися вздовж спланованої траєкторії, відхиляючись від неї в потрібний момент, щоб зробити маневр та об'їхати перешкоду. Пропонується алгоритм управління роботом у динамічному середовищі, заснований на трасуванні рухомих перешкод [6-8].

На першому етапі вирішується завдання планування маршруту по побудованій методом сіткових функцій карті приміщення. І тому використовується добре відомий алгоритм A^* . Далі вирішується задача трасування рухомих перешкод – визначення поточного вектора стану перешкоди в кожний момент часу синхронізований з отриманням нового скана. Для побудови списку перешкод спочатку проводиться класифікація і кластеризація точок сканування. Кластеризація у разі проводиться по евклідовому відстані між точками сканування. Порогове значення обчислюється виходячи з відстані до точки та кутового дозволу лазерного далекоміра.

ВИСНОВКИ. Розвиток робототехніки вступає у нову стадію, коли від завдань дистанційного керування мобільними та маніпуляційними робототехнічними пристроями переходимо до управління кооперативного типу, за якого робот стає повноцінним учасником процесу управління – «партнером оператора». При цьому спрощується завдання оператора, якому практично не потрібно попередньої підготовки. Однак ускладнюється сама робототехнічна система, що володіє тепер високим ступенем автономності і має можливості, які відносять до штучного інтелекту.

Завдяки цьому стає можливим вирішувати за допомогою робототехнічних пристроїв значно ширше коло завдань, ніж раніше. Проблеми тепезосереджуються, з одного боку, у можливості обчислювальної техніки, яка повинна оцінювати поточну обстановку та керувати мобільними роботами у реальному масштабі часу з урахуванням досить високих швидкостей руху. А з іншого – у психофізіологічні можливості людини-оператора у супроводі автономної діяльності мобільних роботів у зовнішньому світі.

Якщо перша проблема поступово вирішується в ході технічного прогресу, то друга, через обмеженість можливостей людини, вимагає постійного розвитку інтерфейсу «людина-робот» з урахуванням її психологічних обмежень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бронніков А. І. Моделі та методи адаптивного візуального керування роботами. – 2021.
2. Цимбал О. М. Методи та моделі інтелектуальної підтримки прийняття рішень у автоматизованому керуванні гнучким інтегрованим радіоелектронним виробництвом. – 2014.
3. Nevlyudov I. Sh. An Application of the Finite Element Method for Flexible PCB Components Tense-Deformed State Simulation /I. Sh. Nevlyudov, I. S. Khatnyuk // Materials of the XI International Conference "Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science". Collection of the scientific papers - Lviv - Slavske 2012 - P. 537.
4. Цимбал О. М. Методи та моделі інтелектуальної підтримки прийняття рішень у автоматизованому керуванні гнучким інтегрованим радіоелектронним виробництвом. – 2014.
5. Невлюдов І.Ш. Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. – Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2018. – 320 с.
6. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. – 366 с.
7. Демська, Наталія Павлівна, and Вікторія Олегівна Бортнікова. "Метод логічно-інформаційного представлення технічного завдання для автоматизованої системи проектування ПП." КОМП'ЮТЕРНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ (2019).
8. Nevludov I. et al. Simulation of the Sensor Network of Base Stations in a Local Positioning System in Intelligent Industries //2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP). – IEEE, 2020. – С. 1-6.
9. Невлюдов І. Ш., Демська Н. П., Скрипник К. Є. Аналіз технології побудови локальної карти середовища мобільного робота //Технология приборостроения. – 2019. – №. 2. – С. 10-13.
10. Liu J., Tong Y., Liu J. Review of snake robots in constrained environments //Robotics and Autonomous Systems. – 2021. – Т. 141. – С. 103785.
11. Замірець, М. В., Чала, О. О., Бронніков, А. І., Кугір, А. В., & Павленко, Т. І. СЕНСОР ДОТИКУ ДЛЯ РОБОТЕХНІЧНИХ І МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ.
12. Невлюдов І. Ш., Чала О. О., Невлюдова В. В., Коробський В. В., & Власенков Д. П. До питань розробки математичних моделей управління ланками змієподібних роботехнічних систем // Міжнародна науково-практична конференція «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами» (ММП-2021), Коблево, 13-17 вересня 2021 р. Збірник праць. - Харків: ХНУРЕ, 2021. - С. 103.

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки