



The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

KITAM

3
2
0
2

COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Part 1)



Industry 4.0



Digital control
life cycle



Distributed Computer
Systems



Fast
integration and
flexible
configuration



Cyber-physical
system



3
2
0
2

ЗБІРНИК

студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
ADED-2023
(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, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
- 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, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- 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-2023) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 1. – 336с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 1 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2023. – 336p with.

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

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 6 від 01.05.2023

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, 2023 рік

ЗМІСТ

<i>Бацуля Р. В.</i> Аналіз сучасних розробок у сфері робототехніки	9
<i>Дяченко Е.С.</i> Аналіз сучасних розробок в області розумного будинку	15
<i>Кап'юнкін В.Г.</i> Розроблення системи голосового керування сайтом для людей з обмеженими можливостями	19
<i>Карташова В.В.</i> Аналіз сучасних роботизованих та експертних систем	24
<i>Кащев В. А., Артюх В. С.</i> Аналіз створення інтерфейсів користувача програмного забезпечення автоматизованих систем	31
<i>Кравченко С. В.</i> Аналіз автоматизованих систем керування технологічними процесами сучасного підприємства	36
<i>Наумов М. С.</i> Автоматизація приладобудівних приміщень	42
<i>Остапенко І.В.</i> Комп'ютерне зорове сприйняття	47
<i>Перебийніс Д. А.</i> Аналіз сучасного стану розробок в області автоматизації	52
<i>Рудакова Г. В.</i> Аналіз сучасних розробок в області комп'ютерного зору	57
<i>Дмитрієв Д.В.</i> Розробка макету пристрою дистанційного керування антропоморфним захватним пристроєм	61
<i>Андреев А.С.</i> Перспективи використання PHP та MYSQL в проектах	66
<i>Вінниченко С.О.</i> Огляд можливих ризиків кібератаки для віртуального підприємства та способів їх запобігання	70
<i>Гребенков Д. В.</i> Огляд сучасних безпілотних літальних апаратів	74
<i>Кирпота Ф., Халімонов Я.</i> Особливості QR-кодів та проблеми Fishing	78
<i>Макушев І.А.</i> Огляд сучасних роботів-маніпуляторів	82
<i>Олінкевич Я.В.</i> PHP & HTML: файли cookie, сесії, автентифікація	86
<i>Поліканов К. А.</i> Безпека QR-кодів та Phishing атаки	91
<i>Коноваленко К.</i> Розробка структурної схеми мобільної маніпуляційної платформи для розмінування ...	95
<i>Реука Є.</i> Розробка структурної схеми PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі для автономних мобільних роботів	100

<i>Александров В.О.</i>	
Перспективи розвитку повітряної робототехніки в Україні	105
<i>Савін В.А.</i>	
Аналіз сучасних методів виявлення вибухонебезпечних об'єктів	110
<i>Залож Є.</i>	
Управління збутом продукції виробничого підприємства на основі динамічних QR-кодів	115
<i>Воронов Д.О.</i>	
Розробка програмних модулів на основі датчика LIDAR для системи управління БПЛА	119
<i>Коротун Є.В.</i>	
Факторний аналіз фотополімерних смол для 3D-друку	124
<i>Світайло Д. М.</i>	
Аналіз причин кібератак та інформаційної безпеки	128
<i>Долгуля А.В.</i>	
Дослідження переміщення чотирилапого зооморфного робота «Робокіт» у невизначеному просторі	132
<i>Кривий М.В.</i>	
Робототехнічні системи та їхнє використання	138
<i>Нієнова Д. V.</i>	
Programmable Providing of Data on Functional Dependencies of Material Characteristics ...	143
<i>Білоус М.Ю., Іщенко М.Д.</i>	
Автоматизація розподілу сервісних робіт на підприємстві	147
<i>Кравченко С. В.</i>	
Аналіз сучасного фреймворка ASP.NET CORE для WEB-додатків	151
<i>Башкір Б.В.</i>	
Переваги та недоліки термопластавтоматів	156
<i>Зибенко О. О.</i>	
Впровадження електроерозійних варстатів з ЧПК в розумне виробництво	160
<i>Кальченко А.С.</i>	
Особливості 3D-ДРУКУ для принтерів FDM/FFF	165
<i>Маковоз С. К.</i>	
Комп'ютерне моделювання механічної частини плазмового ЧПУ верстата	170
<i>Піхтерьов А.Д.</i>	
Переваги та недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою	174
<i>Придятько Д.Р.</i>	
Огляд можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів	178
<i>Шерстюк А. М.</i>	
Системологічний аналіз проблеми автоматизації виявлення браку продукції приладобудівельного підприємства	183
<i>Лукеча І.</i>	
Математична модель системи позиціонування стимулюючого електрода на біологічно активні точки	189
<i>Обозін Я.В.</i>	
Особливості засобів для ремонту пошкоджених автомобілів	195
<i>Shevchenko A.A.</i>	
Development of Program Tools to Provide Automated Data Plots Visualisation for Scientific Aided Computation Software	199

<i>Шишко А.Т., Кулешов Д.С.</i>	
ІоТ-рішення для автоматизації виробничого приміщення на базі ESP8266 та Веб-сервера	205
<i>Білошапка І.В.</i>	
Розробка методів щодо створення програмних модулів автоматизованого проектування деталей для системи LibreCAD	209
<i>Левченко К.О.</i>	
Кінематика 3D – принтерів	215
<i>Муравка Р.</i>	
Дослідження роботи мобільного робота з використанням різних сенсорів для збору даних про зовнішнє середовище	219
<i>Склярів М. В., Тарасенко К. А.</i>	
Впровадження технологій 3D візуалізації у виробництво та навчання	224
<i>Скрипниченко В.О.</i>	
Вплив автоматичних регуляторів на лінійні об'єкти автоматизації	229
<i>Пустовалов Д.</i>	
Дослідження методу триангуляції та його застосування у робототехніці та повсякденному житті	235
<i>Леонов Ю.С.</i>	
Аналіз систем підігріву та підтримання температури повітря в 3D-принтер	241
<i>Щербина В.</i>	
Розробка віддаленої системи екстреного керування мобільним роботом на базі ESP8266	245
<i>M. Sc. Isabelle Elisabeth Metzen, Nienova D.V.</i>	
Utilizing Engineering and Programming Approaches Implemented in a Multidisciplinary Experiment as an Innovation Platform for Biological Climate Change Research	248
<i>Ахмад Д.Х.</i>	
Сервер для організації обміну даними та керування мобільною платформою	253
<i>Бузніков В.Р.</i>	
Використання технології комп'ютерного зору для виявлення вибухонебезпечних предметів	257
<i>Гребенюк Б.А.</i>	
Розробка підсистеми управління інтелектуальним роботом	263
<i>Карпов М.С.</i>	
Аналіз бездротових сенсорних мереж	270
<i>Поддубняк І. А.</i>	
Розробка мобільної платформи для пошукових робіт	277
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів	283
<i>Візір Ю.С., Кравченко К.В.</i>	
Система автоматизованого контролю та підтримки оптимального рівня освітленості у приміщеннях	287
<i>Лащин З.В.</i>	
Автоматизація процесу управління ресурсами навчальних лабораторій	291
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем	296

<i>Сокол Б.В.</i>	
Порівняльне моделювання кінематик 3D принтера	300
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Особливості управління багатоступневими взаємопов'язаними нелінійними об'єктами	305
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів	308
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Розробка однорівневої системи контролю та управління доступом	313
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем	318
<i>Монзер А.А.</i>	
Автоматичне визначення області сканування в адаптивній бінарізації зображення	322
<i>Савченко П.М.</i>	
Особливості виробничих адаптивних систем автоматичного управління	326
<i>Савченко П.М.</i>	
Розробка системи управління світломузичною установкою на базі arduino Nano	330
<i>Катишев І.А., Катишев В.І.</i>	
Збільшення ефективності вакуумного сонячного колектора	333

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РОЗРОБОК У СФЕРІ РОБОТОТЕХНІКИ

Р. В. Бацуля

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, Харків, пр. Науки. 14

E-mail: ruslan.batsulia@nure.ua

Анотація: Дослідження присвячено аналізу сучасних розробок у сфері робототехніки та побудові карт місцевості за допомогою мобільних роботів. Розглядаються такі види роботів як медичні, бойові, промислові, дослідні, розважальні, сервісні, космічні. Всі ці роботи допомагають або повністю замінюють людину на її робочому місці підвищуючи ефективність, мінімізуючи кількість помилок та пришвидшуючи виконання тих чи інших робіт. Використання роботів допомагає зберегти життя та здоров'я людини та дістатися в такі місця, куди потрапити або дуже важко, або взагалі неможливо. Використання роботів на землі, під землею, в повітрі, під водою та в космосі дозволяє картографувати різну місцевість легше, швидше і точніше. А використання різних датчиків та сенсорів підвищує дослідницькі можливості таких роботів. Робототехніка є невід'ємною частиною життя людини в наш час.

Ключові слова: Robotics; Robots; Creating A Map.

ANALYSIS OF MODERN DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF ROBOTICS

R. Batsulia

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: ruslan.batsulia@nure.ua

Abstract: The study is devoted to the analysis of modern developments in the field of robotics and terrain mapping using mobile robots. The types of robots considered are medical, combat, industrial, research, entertainment, service, and space. All of these robots help or completely replace humans at their workplace, increasing efficiency, minimizing errors, and speeding up the performance of certain tasks. The use of robots helps to preserve human life and health and to reach places where it is either very difficult or impossible to get to. The use of robots on the ground, underground, in the air, underwater, and in space makes mapping different terrain easier, faster, and more accurate. And the use of various sensors and sensors increases the research capabilities of such robots. Robotics is an integral part of human life today.

Keywords: Robotics; Robots; Creating A Map.

Сьогодні людство все більше використовує роботів в різних сферах свого життя. Ідея штучного інтелекту стрімко поширюється світом, захоплюючи увагу тисячі людей. Роботи наразі вміють не лише ходити, долати перешкоди та пересуватись у просторі горизонтально та вертикально. Інженери-програмісти займаються їх удосконаленням (програмують їх, даючи змогу танцювати, їздити на лижах, грати в футбол, теніс тощо); створюють лікарів, робітників в галузях важкої промисловості, військових тощо; програмують розпізнавання та синтез людської мови, будівництва діалогу, правила етикету (потиск рук при зустрічі, посмішка, уклін); вирішується питання емоцій (радість, гнів, страх, що виражаються у мові машин та їх рухах).[1-4] Широкого поширення набули навички у веденні домашнього господарства: прибирання у будинку, прання, догляд за дітьми та домашніми тваринами, приготування їжі, прасування одягу тощо. У зв'язку з повномасштабним вторгненням держави-агресора на територію України, наша армія як ніколи потребує додаткової допомоги зі сфери робототехніки. Призначення мобільного робота-картографа полягає в тому, щоб зберегти якомога більше життів наших захисників, допомагаючи їм на військовому фронті у виконанні бойових завдань та розвідці.[5-8]

Метою дослідження є аналіз видів роботів, типи їх переміщення, визначення основних датчиків, а також створення карти місцевості за допомогою роботів.

В процесі дослідження були вирішені такі завдання:

- визначення видів роботів та типи їх переміщення;
- огляд основних датчиків роботів;
- створення карти місцевості з використанням роботів.

Робототехніка – це міждисциплінарна галузь між технікою та наукою, яка включає обчислювальну техніку, механіку, електроенергію та інші в одному предметі з метою використання технологій для розробки машин, які замінюють людей. Роботи можуть бути розроблені в будь-якій формі та зовнішньому вигляді, але деякі з них виготовляються спеціально для того, щоб виглядати людиною, що дозволяє краще сприймати людей, які повинні працювати з ними. Оскільки щодня у світі розробляється все більше роботів, пошук способу їх класифікації стає все більш актуальним. Однак більш точна класифікація, ніж їх форма, залежить від завдання, для якого вони були розроблені.

– Аерокосмічні. Це широка категорія. Вона включає всі види літаючих роботів - наприклад, роботизовану чайку SmartBird і безпілотник-розвідник Raven, а також роботів, які можуть працювати в космосі, таких як марсоходи і робонавт НАСА, гуманоїд, який побував на Міжнародній космічній станції і зараз повернувся на Землю.

– Споживчі роботи - це роботи, які ви можете купити і використовувати просто для розваги або для допомоги у виконанні завдань і домашніх обов'язків. Прикладами є робот-собака Aibo, пилосос Roomba, роботи-помічники зі штучним інтелектом, а також зростаюче розмаїття роботизованих іграшок і наборів.

– Реагування на катастрофи. Ці роботи виконують небезпечні завдання, такі як пошук вцілілих після надзвичайних ситуацій. Наприклад, після землетрусу і цунамі, що сталися в Японії в 2011 році, пакботів використовували для огляду пошкоджень на атомній електростанції Фукусіма Дайчі.

– Дрони, які також називають безпілотними літальними апаратами, бувають різних розмірів і мають різний рівень автономності. Прикладами є популярна серія Phantom від DJI та Anafi від Parrot, а також військові системи, такі як Global Hawk, що використовуються для довготривалого спостереження.

– Освітні. Ця широка категорія призначена для наступного покоління робототехніків, для використання вдома або в класах. Сюди входять практичні програмовані набори Lego, 3D-принтери з планами уроків і навіть роботи-вчителі, такі як EMYS.

– Розважальні: Ці роботи створені для того, щоб викликати емоційну реакцію і змусити нас сміятися, дивуватися або захоплюватися. Серед них робот-комік RoboThespian, роботи з тематичних парків Діснея, такі як Navi Shaman, і музичні боти, такі як Partner.

– Екзоскелети. Роботизовані екзоскелети можуть бути використані для фізичної реабілітації та для того, щоб паралізовані пацієнти могли знову ходити. Деякі з них мають промислове або військове застосування, надаючи користувачеві додаткову мобільність, витривалість або здатність переносити важкі вантажі.

– Гуманоїди. Це, мабуть, той тип роботів, який більшість людей уявляють, коли думають про роботів. Прикладами гуманоїдних роботів є Asimo від Honda, який має механічний вигляд, а також андроїди, такі як серія Geminoid, які розроблені, щоб виглядати як люди.

– Промислові. Традиційний промисловий робот складається з руки-маніпулятора, призначеної для виконання повторюваних завдань. Прикладом є Unimate, дідусь усіх фабричних роботів. До цієї категорії відносяться також такі системи, як складські роботи Amazon і спільні фабричні роботи, які можуть працювати пліч-о-пліч з людьми.

– Медичні. Роботи для медицини та охорони здоров'я включають такі системи, як хірургічний робот да Вінчі та біонічні протези, а також роботизовані екзоскелети. Система,

яка може підпадати під цю категорію, але не є роботом, - це Watson, суперкомп'ютер ІВМ, що відповідає на запитання, який використовується в галузі охорони здоров'я.

– Військові роботи включають наземні системи, такі як PackBot від Endeavor Robotics, що використовується в Іраку та Афганістані для пошуку саморобних вибухових пристроїв, і BigDog, розроблений для допомоги військовим у перенесенні важкого спорядження. Роботи безпеки включають автономні мобільні системи, такі як Cobalt.

– Дослідники. Переважна більшість сучасних роботів народжується в університетах і корпоративних дослідницьких лабораторіях. Хоча ці роботи можуть робити корисні речі, вони в першу чергу призначені для того, щоб допомагати дослідникам робити, ну, дослідження. Тому, хоча деякі роботи можуть підпадати під інші категорії, описані тут, їх також можна назвати дослідницькими роботами.

– Самокеровані автомобілі. Багато роботів можуть самостійно пересуватися, і дедалі більше з них можуть возити вас. До ранніх автономних автомобілів належать ті, що були побудовані для змагань DARPA, а також новаторський самокерований Toyota Prius від Google, який згодом перетворився на Waymo.

– Телеприсутність. Роботи телеприсутності дозволяють вам бути присутнім у певному місці, не відвідуючи його. Ви входите в систему на аватар робота через інтернет і керуєте ним, бачачи те, що бачить він, і розмовляючи з людьми. Працівники можуть використовувати його для співпраці з колегами у віддаленому офісі, а лікарі - для перевірки стану пацієнтів.

– Підводні. Улюблене місце цих роботів - вода. Вони складаються з глибоководних підводних апаратів, таких як Aquanaut, водолазних гуманоїдів, таких як Ocean One, і біологічно натхненних систем, таких як змієбот ACM-R5H.

Існує багато різних типів датчиків, а характеристики датчиків використовуються для визначення типу датчика, який буде використовуватися для конкретного застосування. [10-14]

Датчик освітленості. Датчик освітленості - це перетворювач, який використовується для виявлення світла і створює різницю потенціалів, еквівалентну інтенсивності світла, що падає на датчик освітленості. Два основних датчики світла, що використовуються в роботах, - це фотоелементи і фоторезистор. Інші типи датчиків світла, такі як фототранзистори та фоторезистори, використовуються рідко. Типи датчиків освітленості, що використовуються в робототехніці:

Фоторезистор – це тип резистора, який використовується для виявлення світла. Опір фоторезистора змінюється зі зміною інтенсивності світла. Світло, що падає на фоторезистор, обернено пропорційне опору фоторезистора. Загалом фоторезистор також називають світлозалежним резистором (LDR).

Фотоелектричні елементи - Фотоелектричні елементи - це пристрої перетворення енергії, які використовуються для перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію. Він використовується, якщо ми плануємо побудувати сонячного робота. Окремо фотоелектричні елементи розглядаються як джерело енергії, реалізація в поєднанні з конденсаторами і транзисторами може перетворити це в датчик.

Датчик наближення. Датчик наближення може виявити присутність об'єкта поблизу без будь-якого фізичного контакту. Принцип роботи датчика наближення простий. У датчику наближення передавач передає електромагнітне випромінювання, а приймач приймає і аналізує зворотний сигнал на наявність перешкод. Таким чином, кількість світла, яке приймач отримує від навколишнього середовища, може бути використана для виявлення присутності об'єкта поблизу. Розглянемо типи датчиків наближення, що використовуються в робототехніці:

Інфрачервоні (ІЧ) приймачі – в ІЧ-датчику світлодіод пропускає промінь ІЧ-світла, і якщо він знаходить перешкоду, то світло відбивається назад, який вловлюється ІЧ-приймачем.

Ультразвуковий датчик – в ультразвукових датчиках височастотні звукові хвилі генеруються передавачем, отриманий ехо-імпульс вказує на наявність перешкоди.

Загалом ультразвукові датчики використовуються для вимірювання відстані в робототехнічних системах.

Звуковий датчик. Звукові датчики, як правило, являють собою мікрофон, який використовується для виявлення звуку і повернення напруги, еквівалентної рівню звуку. Використовуючи звуковий датчик, можна спроектувати простого робота, який буде орієнтуватися на отриманий звук. Реалізувати звукові датчики не так просто, як датчики світла, оскільки вони генерують дуже малу різницю напруг, яка буде посилена, щоб генерувати вимірювану зміну напруги.

Датчик температури. Датчики температури використовуються для визначення зміни температури навколишнього середовища. Він заснований на принципі зміни різниці напруги при зміні температури, ця зміна напруги забезпечить еквівалентне значення температури навколишнього середовища. Кілька загальноживаних мікросхем датчиків температури: TMP35, TMP37, LM34, LM35 тощо.

Датчик прискорення. Датчик прискорення використовується для вимірювання прискорення і нахилу. Акселерометр - це пристрій для вимірювання прискорення. Існує два види сил, які впливають на акселерометр:

Статична сила – це сила тертя між будь-якими двома об'єктами. Вимірюючи цю гравітаційну силу, ми можемо визначити, наскільки сильно нахилиється робот. Це вимірювання корисне для балансування робота або для визначення того, чи їде робот по рівній поверхні, чи під гору.

Динамічна сила – це величина прискорення, необхідна для переміщення об'єкта. Вимірювання динамічної сили за допомогою акселерометра говорить про швидкість/швидкість, з якою рухається робот.

Акселерометр поставляється в різних конфігураціях. Завжди використовуйте ту, яка найбільше підходить для вашого робота.

З розширенням сфер застосування мобільних роботів, таких як планетарні та полярні дослідження, дослідження морського дна, міська розвідка та сценарії рятувальних місій тощо, дослідження польової робототехніки для зовнішніх умов привертають все більше уваги. Серед цих застосувань автономне 3D-моделювання середовища (або "картографування") є першочерговою і найважливішою проблемою, оскільки воно може забезпечити необхідне представлення навколишнього середовища для успішного виконання завдань на відкритому повітрі, включаючи самокалібрацію, планування шляху, об'їзд перешкод і виявлення об'єктів тощо. Порівняно з 2D картографуванням внутрішнього середовища, 3D моделювання зовнішнього середовища видається більш складним, оскільки такі середовища є дуже різноманітними, неструктурованими або навіть динамічними, що ускладнює побудову однорідних моделей цих середовищ. Ще однією проблемою, яку слід взяти до уваги, є компроміс між багатством представлення рельєфу та обчислювальною складністю. Останніми роками 3D картографування привернуло значний інтерес у робототехнічній спільноті. Пападакіс нещодавно зробив всебічний огляд сучасного стану технологій картографування місцевості та аналізу прохідності. Найпростішим і найпоширенішим підходом є воксельний алгоритм, який розділяє середовище робота на вокселі з тривимірними геометричними даними. Інші нещодавні досягнення включають опис 3D-середовища на основі вісімкового дерева, яке стискає і зберігає вокселі у вісімковій структурі, або ж використовує вокселі з різною роздільною здатністю. Хоча всі ці геометричні методи на основі вокселів можуть створювати багаті та щільні карти, вони часто обмежені внутрішнім або структурованим середовищем. Крім того, вони не підходять для застосування в реальному часі через високу обчислювальну складність, необхідну для підтримки та оновлення створеної карти, особливо у випадку великомасштабних середовищ.[15,16]

Виміри глибини, отримані за допомогою скануючого LRF, спочатку перетворюються на обмежені оцінки висот відповідних ділянок місцевості у вигляді глобальних декартових координат. Потім кожна оцінка висоти присвоюється одній або декільком коміткам сітки, до

яких вона, ймовірно, належить, шляхом визначення її меж невизначеності. Нарешті, всі обмежені висоти, які пов'язані з однією коміркою, об'єднуються для отримання оцінки рельєфу в цій комірці за теорією множин. Для узгодження з теоретико-множинною базою тут використовується розширений фільтр належності множин [26] для розв'язання задачі локалізації та отримання обмеженої оцінки положення мобільного робота, яку можна об'єднати з поточною картою рельєфу, щоб підвищити точність моделі рельєфу.

Запропонований підхід містить внески на різних рівнях. По-перше, невизначеності розглядаються явно і вважаються помилками UVB в теоретико-множинній (також званій "множиною значень" або "членством у множині") структурі. Це припущення є цікавою альтернативою традиційним стохастичним припущенням, в яких має бути заданий відомий імовірнісний розподіл (наприклад, широко використовуваний гаусівський розподіл) помилок. У багатьох випадках це видається більш практичним, ніж стохастичні методи, оскільки межі похибок можна легше отримати або перевірити, ніж імовірнісні розподіли. По-друге, запропонована карта рельєфу із заданими значеннями розширює традиційну карту рельєфу, надаючи оцінку варіації рельєфу для кожної комірки. Гарантована оцінка обмеженого рельєфу створюється таким чином, що модель рельєфу стає більш детальною і насиченою - наприклад, можна спочатку визначити нерівності рельєфу в кожній комірці. Надійність всього алгоритму може бути відповідно покращена завдяки консервативності, притаманній теорії належності множин [17] - тобто, строгі жорсткі межі дисперсії висот для кожної комірки, в яку гарантовано потрапляють реальні висоти, отримані з обмеженими припущеннями про похибки. Цей вигравш може бути дуже важливим для послідовного планування маршруту і створювати проблеми реконфігурації, особливо для польових роботів з високими вимогами до стабільності та надійності. По-третє, оскільки інтервальний опис допустимої множини прийнято в нашій роботі для застосування фреймворку належності множин, наш метод забезпечує простий, але обчислювально ефективний алгоритм для зберігання та оновлення повної моделі місцевості з обмеженою часовою та просторовою складністю, що робить його придатним для онлайн-застосунків. Крім того, запропонований нами алгоритм може виводити більш згладжену оцінку рельєфу, а потенційний ефект фільтрації досягається завдяки консервативності, притаманній системі заданих значень. Нарешті, проблема локалізації робота також вирішується за допомогою фільтра належності множин. Злиття інформації про рельєф місцевості та позу може бути виконано природним чином для подальшого покращення деталізації створеної моделі середовища.

В результаті проведення аналізу видів роботів, типів їх переміщення визначено, що роботи можуть бути розроблені в будь-якій формі та зовнішньому вигляді, також проведено огляд роботів залежно від їх класифікації. Здійснено визначення основних датчиків, а також дослідили створення карти місцевості за допомогою мобільних роботів.

Для отримання найкращого результату у розробці програмного забезпечення можна скористатися платформою Arduino.

ЛІТЕРАТУРА

1. Роботи. Твій гайд у світ роботів [Електронний ресурс]. — режим доступу <https://robots.ieee.org/learn/types-of-robots/>
2. Java T Point [Електронний ресурс]. — режим доступу <https://www.javatpoint.com/types-of-robot-sensors>
3. Мудрі журнали [Електронний ресурс]. — режим доступу <https://journals.sagepub.com/doi/10.5772/57293>
4. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, 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/MEMSTECH55132.2022.10002906

5. Vladyslav, Y., & Bronnikov, A. (2020, October). ANALYSIS OF THE CMMI MODEL APPLICATION FOR SOLVING THE TASKS OF CPPS CONTROL PROCESSES AUTOMATION DEVELOPMENT. In The 4 th International scientific and practical conference “Actual trends of modern scientific research”(October 11-13, 2020) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2020. 386 p. (p. 128).

6. Yevsieiev, V. V., & Bronnikov, A. I. (2020). Development of databases interconnection “essences” information model for cyber-physical production systems additive cyber design creation automation. Збірник Наукових Праць НУК, №3. С.56-62. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2020.3\(481\).7](https://doi.org/10.15589/znp2020.3(481).7)

7. Nevliudov I., Omarov M., Yevsieiev V., Bronnikov A., Lyashenko V. Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – Vol. 8(10). – P. 7465-7473.

8. Yevsieiev V., Bronnikov A. Information systems development methodologies application analysis for cyber-physical production systems development. III International scientific-practical conference “Theory, science and practice” (Japan, Tokyo, 5–8 October 2020). P. 398–401. DOI: 10.46299/ISG.2020.II.III.

9. Yevsieiev , V., Maksymova, S. ., & Starodubcev, N. . (2022). DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ESP32-CAM OPERATION IN HTTP SERVER MODE FOR STREAMING VIDEO. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (July 8, 2022; Paris, France), 177–179. <https://doi.org/10.36074/logos-08.07.2022.049>

10. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.

11. Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi и мови Python 3.6) // Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків : 2020. С. 257.

12. 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>.

13. Vladyslav Yevsieiev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. Scientific Collection «InterConf», (140), P. 648-651.

14. Yevsieiev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // Scientific Collection «InterConf», (141), P. 331-334.

15. Yevsieiev V. Development of the Environmental Visualization System Based on ESP32-CAM / V. Yevsieiev, O. Luchaninova // Theory and Practice of Modern Science : The III International Scientific and Theoretical Conference, 1 April 2022. – Kraków, Republic of Poland, 2022. – Vol. 1. – P. 79-81.

16. Yevsieiev V. Development of Architecture for Mobile Robot Control Based on Raspberry Pi Model 3 B+ / V. Yevsieiev, A. Skripkin // Scientific Horizon in the Context of Social Crises : The XI International Scientific and Practical Conference, April 6-8, 2022. – Tokyo, Japan, 2022. – P. 274–277.

17. Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.

***Науковий керувник:** Бронніков Артем Ігорович, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківський національний університет радіоелектроніки.*