

Продовження Програми А

```

// SetpinmodespinMode(RPLIDAR_MOTOR,OUTPUT);
pinMode(13,OUTPUT);
}

//floatminDistance=100 000;
//floatangleAtMinDist = 0;voidloop() {
if(IS_OK(lidar.waitPoint())){
//performdataprocessinghere...
distance = lidar.getCurrentPoint().distance;angle=lidar.getCurrentPoint().angle;

if(lidar.getCurrentPoint().startBit){
// a newscan, відтворення попередніх даних...minDistance=100 000;
angleAtMinDist=0;
newScan =1;
}else{
if ( distance> 0 &&distance<minDistance) {minDistance=distance;
angleAtMinDist=angle;
}
}
}else{
analogWrite(RPLIDAR_MOTOR,0);//stoptherplidarmotor

```

Продовження Програми А

```

// trytodetect RPLIDAR...rplidar_response_device_info_tinfo;
if(IS_OK(lidar.getDeviceInfo(info,100))){
//detected...lidar.startScan();
analogWrite(RPLIDAR_MOTOR, 255);delay(1000);
}
}

if (newScan) {
if (GO) digitalWrite(13, LOW); //можна їхатиGO=1;
newScan=0;
}

    byte    N = angle / 10; //Присвоєння відбудеться цілочислово
           з галуззю дробової частини
if(distance>0) {
if((distance/10)<minDist[N]){//           /10 це переклад мм
    cmdigitalWrite(13,HIGH);//Не можна їхати
    GO= 0;
}
}

}

```

ДОДАТОК Б

Апробація наукових результатів

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitap>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2023

<i>О.О. Рак</i>	
Розробка автоматизованого модуля моніторингу параметрів об'єктів критичної інфраструктури	104
<i>О.І. Черненко</i>	
Автоматизація процесу сортування деталей на виробництві	109
<i>О.А. Тищенко</i>	
Моделювання пристрою позиціонування вантажного робота	114
<i>В.О. Веснянка</i>	
Розроблення інформаційної системи для оптимізації бізнес-процесів закладу харчування	121
<i>Ю.А. Бердник</i>	
Аналіз сучасних автономних роботизованих платформ	126
<i>М.В. Звєзінцев</i>	
Розробка модуля позиціонування сонячних панелей	133
<i>Д.Д. Лещенко</i>	
Моделювання руху маніпулятора робота з використанням динамічної ланки з прямою та зворотною кінематикою	138
<i>П.М. Савченко</i>	
Огляд датчиків положення для обладнання, що працює в умовах аварійних відключень електроживлення	142
<i>П.М. Савченко</i>	
Створення сучасних систем управління з застосуванням мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації	148
<i>С.Р. Васильченко</i>	
Огляд принципів побудови пожежно-охоронної системи	153
<i>А.Д. Счевський</i>	
Система моніторингу та управління параметрами мікроклімату в офісних приміщеннях	159
<i>А.І. Конєва</i>	
Перспективи розвитку безпілотних систем	164
<i>В.І. Фомін</i>	
Використання робототехнічних систем з елементами штучного інтелекту в приладобудуванні	171
<i>В.І. Фомін</i>	
Застосування 3D-друку у виробництві та промисловості	177
<i>О.В. Чернишенко</i>	
Оптимізація маршрутів в логістичних мережах виробничого процесу	182
<i>Р.Р. Шаталюк</i>	
Використання віртуальної та доповненої реальності для навчання та симуляцій у робототехніці	188
<i>Р.Р. Шаталюк</i>	
Програмування мікроконтролерів для автоматизації систем	193
<i>Т.А. Лихо</i>	
Вибір обладнання для розробки мобільного робота для відеонагляду	197
<i>В.О. Александров</i>	
Безпілотні літальні апарати. види, технічні особливості, автоматизація	203
<i>С.О. Вінниченко</i>	
Еволюція виробництва: Роль MES-системи у оптимізації та контролі промислових	208

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АВТОНОМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ

Ю.А. Бердник

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: yurii.berdnyk@nure.ua

Анотація: У даній статті розглянуто та проаналізовано види роботизованих платформ які використовуються на сучасних виробництвах та методи їх навігації та уникнення перешкод у виробничому просторі. Аналіз надає специфічні уявлення про процеси проектування роботизованих платформ відповідно до потреб та умов їх використання.

Ключові слова: робототехніка, переміщення, робот, пошук.

DEVELOPMENT OF A MOBILE PLATFORM FOR SEARCH OPERATIONS

Y. Berdnyk

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: yurii.berdnyk@nure.ua

Annotation: In this article examines and analyzes the types of robotic platforms used in modern production and the methods of their navigation and avoiding obstacles in the production space. The analysis provides specific insights into the processes of designing robotic platforms in accordance with the needs and conditions of their use.

Key words: robotics, movement, robot, search.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Мобільні роботизовані платформи стають все більш актуальними в сучасних виробничих приміщеннях через свою здатність покращувати ефективність та безпеку виробничих процесів. Мобільні роботизовані платформи дозволяють автоматизувати та оптимізувати виробничі процеси. Вони можуть самостійно переміщатися по приміщенню, виконувати завдання, що зазвичай вимагають значних ресурсів людської праці, і в результаті підвищувати загальну продуктивність. Мобільні роботи дозволяють вирішити проблеми безпеки, пов'язані з роботою в небезпечних або важкодоступних місцях. Це може знизити ризик для працівників та уникнути нещасних випадків. Технології мобільних роботів надають виробникам можливість швидко адаптувати виробничі процеси до змінних потреб ринку. Роботизовані системи легко програмуються для виконання різноманітних завдань і можуть бути швидко переключені між ними. Мобільні роботи вирішують завдання, пов'язані з внутрішньофабричною логістикою, такі як перевезення сировини, готової продукції та інших матеріалів. Це призводить до оптимізації логістичних процесів та зменшення часу на переміщення матеріалів по виробництві. Загалом, використання мобільних роботизованих платформ у виробництві є актуальним та перспективним напрямком, який сприяє розвитку індустрії та забезпеченню конкурентоспроможності підприємств.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. За для того щоб розробити систему позиціонування роботизованою платформою, необхідно провести аналіз існуючих роботизованих платформ та принцип їх роботи у виробничому просторі.

Роботи-сортирувальники

Даний вид роботів розпізнає та сортує предмети та товари в залежності від поставленого йому завдання. Такий тип роботів дуже корисний на складах, які працюють, наприклад, у

системах онлайн-торгівлі. Роботи-сортувальники повинні вміти справлятися з розбором предметів з їх великої кількості, а також вміти точно їх ідентифікувати. Із цим їм допомагає використання штучного інтелекту. Під штучним інтелектом розуміється програма, яка здатна самонавчати. Робот використовує кілька камер і машинний зір, який виконує аналіз предметів та дій робота, і передає всю інформацію до алгоритму програми [1]. На рисунку 1 можна побачити один із таких роботів-сортувальників від компанії Covariant [2].



Рисунок 1 – Робот-сортувальник від компанії Covariant

Дрони або безпілотники. Дрони і безпілотні літальні апарати, на даний момент, є сферою робототехніки, що розвивається. Тому на сьогоднішній день у логістичній галузі вони знайшли своє застосування поки що лише для вирішення задачі інвентаризації на складах [3].

Інвентаризація проводиться для того, щоб завжди бути в курсі актуальної інформації щодо наявності різної продукції та вантажів на складі. Як правило, працівники складів роблять її вручну із застосуванням вантажопідійомника, без якого неможливо дістатися високих полиць складських стелажів. Тому інвентаризація проходить повільно та нудно. Увага працівників складу до всіх нюансів знижується, через що зростає ймовірність помилок унаслідок людського чинника.

Тому інвентаризація із застосуванням дронів у разі швидше та безпечніше. Принцип роботи такого дрона показаний рисунку 2.



Рисунок 2 – Принцип роботи дрону для інвентаризації

Дрон, керований оператором чи самостійно, підлітає до вантажу на стелажі, зчитує інформацію з етикетки, і передає її працівникові складу чи систему [4].

Плюсів використання дронів для інвентаризації безліч. Не потрібно застосовувати навантажувачі або підійомники, а також не потрібно отримувати додаткові дозволи для працівників для висотних робіт. Крім того, запуск дрона екологічніший, ніж використання потужного вантажопідійомника, на роботу якого витрачається в середньому близько 72 кВт/год, тоді як дрон витрачає електроенергію в 100 разів менше.

На рисунку 3 можна побачити один із таких дронів від компанії AeriU.



Рисунок 3 – Дрон від компанії AeriU

Даний дрон має камеру високої роздільної здатності, яка зчитує або фотографує етикетку на вантажі та відправляє до хмарного сховища або системи обробки даних.

За підрахунками фахівців з AeriU, інвентаризація за допомогою дронів відбувається на 30% швидше, а вартість самого дрону становить менше 10% вартості вантажопідійомної системи [5].

Палетайзери

Роботи-палетайзери, як правило, є промисловим маніпулятором, який призначений для автоматичного захоплення та укладання продукції на палети або піддони. Плюсами таких робіт є велика точність, вантажопідійомність та швидкість. Дані роботи можуть використовувати функціональні захоплення, що сприятливо позначається з їхньої універсальності [6]. На рисунку 4 можна побачити один із таких робіт від компанії Kuka.



Рисунок 4 – Робот-палетайзер від компанії Kuka

Роботи візки та буксирувальники. Вони забезпечують переміщення вантажів та предметів на значні відстані за певною заданою програмою. Найбільш відомим представником таких роботів є робот компанії Amazon Robotics, який показаний на рисунку 5.



Рисунок 5 – Робот від компанії Amazon Robotics

Ця компанія є однією з перших, хто почав впроваджувати у себе роботизовані системи автоматизації. Вона показала успішний результат використання роботів усьому світу, після чого багато компаній почали також автоматизувати свої різні процеси.

Робот являє собою невеликий візок, що рухається на колесах, який переміщається по розмітці, нанесеній на підлогу. Зверху візка знаходиться платформа, яка за допомогою вбудованого механізму здатна підніматися і тим самим піднімати різні вантажі.

Саме в компанії Amazon Robotics ці роботи піднімають і переміщують великі багаторівневі стелажі або, інакше, палети, на яких розташовані різні предмети. Сама концепція системи розумного складу компанії Amazon Robotics дуже проста. Людина не ходить за складом у пошуках предметів. Він стоїть на місці, а палет з необхідним предметом йому підвозить робот-візок, як це показано на рисунку 6. За підрахунками підприємства, використання цієї системи з роботами візками збільшило показники продуктивності вдвічі [7].



Рисунок 6 – Робот з палетом від компанії Amazon Robotics

Ще одним видом таких роботів є робот буксирувальник від компанії Renault, представлений на рисунку 7. Дані роботи являють собою автоматичні візки, які рухаються заданою траєкторією, відстежуючи магнітну стрічку наклеєну на підлогу.

Робот із закріпленим оснащенням у вигляді причепа з різними комплектуючими автоматично переміщається між зоною комплектування та робочими місцями операторів, забезпечуючи постачання комплектуючих на лінію збирання конвеєра. Після цього робот забирає порожнє оснащення і йде назад у зону комплектування за новою партією комплектуючих.

У компанії зазначили, що продуктивність роботи операторів на лінії, а також швидкість та ефективність операцій у зоні комплектування збільшилася. Також завдяки цим роботам на ділянках їх застосування вдалося відмовитися від використання навантажувачів, що у свою чергу позитивно позначилося на ефективності та безпеці [8].



Рисунок 7 – Робот від компанії Renault, що переміщує комплектуючі

З усіх вищезгаданих роботів найбільшого поширення набули роботи візки та буксирувальники. За інформацією з різних джерел, середньостатистичний працівник складу витрачає майже сім тижнів на рік на непотрібні переміщення.

Це негативно впливає на продуктивність та доходи компаній. Тому роботи візка і буксирувальники найпершими впроваджувалися до роботи на складах і виробництвах [9]. Як вже було сказано раніше, їхнє основне призначення – це переміщення та транспортування різних предметів або вантажів з одного місця розташування на інше. Завдяки цьому можна використовувати прості програми управління, що не вимагають використання серйозних алгоритмів роботи та обчислювальних потужностей із застосуванням штучного інтелекту чи машинного зору [10].

Як було згадано вище, роботи візки та буксирувальники на сьогоднішній день є найпоширенішими та затребуваними у сфері складської логістики та виробництва.

Вони функціонують як перевізники матеріалів для доставки продукції та предметів з одного місця виробництва на інше, де неможливо використовувати рейкові, конвеєрні та порталні рішення.

У порівнянні з іншими роботами та системами, для роботів візків не потрібні складні програми та алгоритми. Така ж ситуація і з конструкцією цих роботів. Звичайно, для покращення роботи візків можна удосконалити алгоритми та конструкцію, використовувати різні датчики та великі обчислювальні потужності для обробки інформації [11]. Зрештою конфігурація роботів залежатиме від призначення та бажаної точності. Загальна структурна схема таких роботів показано малюнку 8.



Рисунок 8 – Загальна структурна схема роботів візків та буксирувальників

Важливим питанням у створенні таких роботів є позиціонування та навігація.

Для успішної навігації у просторі система робота повинна вміти будувати маршрут, керувати параметрами руху, задавати кут повороту коліс і швидкість їх обертання, правильно інтерпретувати відомості про світ, отримані від датчиків, і відстежувати власні координати. Для цих цілей підійдуть такі системи та датчики:

- інфрачервоні датчики лінії;
- магнітні датчики лінії;
- компаси або гіроскопи;
- навігація за допомогою GPS;
- навігація за допомогою стільникового зв'язку або wifi;
- комп'ютерний або машинний зір на основі камери лазерний далекомір або лідар.

ВИСНОВКИ. Розробка роботів та автоматизованих систем для складування та логістики є одним із пріоритетних напрямків робототехніки, застосування роботів та автоматизованих систем збільшує продуктивність та ефективність, зменшує витрати на оплату праці та економить час та ресурси компаній.

Для того, щоб почати використовувати роботи візки ти буксирувальник у промислових масштабах на різних виробництвах для виконання примітивних функцій переміщення предметів, не потрібні складні алгоритми та витрати великих обчислювальних потужностей, використання інфрачервоних датчиків лінії є найбільш простим, доступним та дешевим методом, використання лідара або камер вимагає великих витрат обчислювальних

потужностей, через що їхня вартість стає вкрай високою, будь-які датчики мають як позитивні, і негативні моменти, їх застосування залежить від конкретних поставлених завдань

Роботи візки та буксирувальники є найбільш поширеним рішенням при автоматизації складів та складських логістичних процесів Виконання аналізу таких прикладів дозволяє надавати подальшого розвитку у галузі – як у сфері дослідів, так й у сфері виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Складські роботи вчать сортувати вантажі: досвід інженерів із компанії Covariant із застосування ІІ для завдань складського сортування [Електронний ресурс]. URL: <https://integral.com/2022/07/21/skladskie-roboty> (дата звернення: 10.9.2023).

2. AI Startup Covariant.ai Building 'Universal AI for Robots' by Synced Review Medium [Електронний ресурс]. URL: <https://medium.com/syncedreview/ai-startup-covariant-ai-building-universal-ai-for-robots-ee0aa4e118d5> (дата звернення: 10.09.2023).

3. Applications of drones in warehouse operations [Електронний ресурс]. URL: https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/pom-dam/documents/Drones%20in%20warehouse%20operations_POM%20whitepaper%202019_Final.pdf (дата звернення: 14.09.2023).

4. Autonomous Drones for Warehouse Inventory [Електронний ресурс]. URL: <https://flytware.com/> (дата звернення: 19.09.2023)

5. Drones in Warehousing: Then, Now & Future Technologies [Електронний ресурс]. URL: <https://www.scmdojo.com/drones-in-warehousing/> (дата звернення: 25.09.2023).

6. Роботи-палетайзери [Електронний ресурс]. URL: <https://elemash.com/production/roboty-paletaizery> (дата звернення: 18.09.2023)

7. Автоматизація складів за допомогою роботів [Електронний ресурс]. URL: <https://top3dshop.com/blog/warehouse-and-logistics-robots-review.html> (дата звернення: 07.10.2023)

8. Renault robots [Електронний ресурс]. URL: <https://www.renault.ua/faq.html> (дата звернення: 11.10.2023)

9. AGV візок: автоматичні керовані візки, роботи тунельного типу [Електронний ресурс]. URL: <https://top3dshop.com/blog/agv-amr-robots-review.html> (дата звернення: 15.10.2023).

10. 4 types of autonomous mobile robots, and their warehouse use cases [Електронний ресурс]. URL: <https://www.supplychaindive.com/news/4-types-of-autonomous-mobile-robots-and-their-warehouse-use-cases/529548/> (дата звернення: 13.10.2023).

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

Науковий керівник:

Гурін Дмитро Валерійович, старший викладач кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

ДОДАТОК В

Демонстраційний матеріал

