



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)



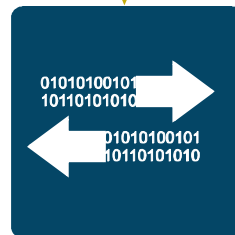
Industry 4.0



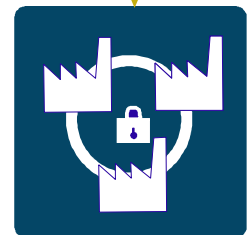
Digital control
life cycle



Distributed Computer
Systems



Fast
integration and
flexible
configuration



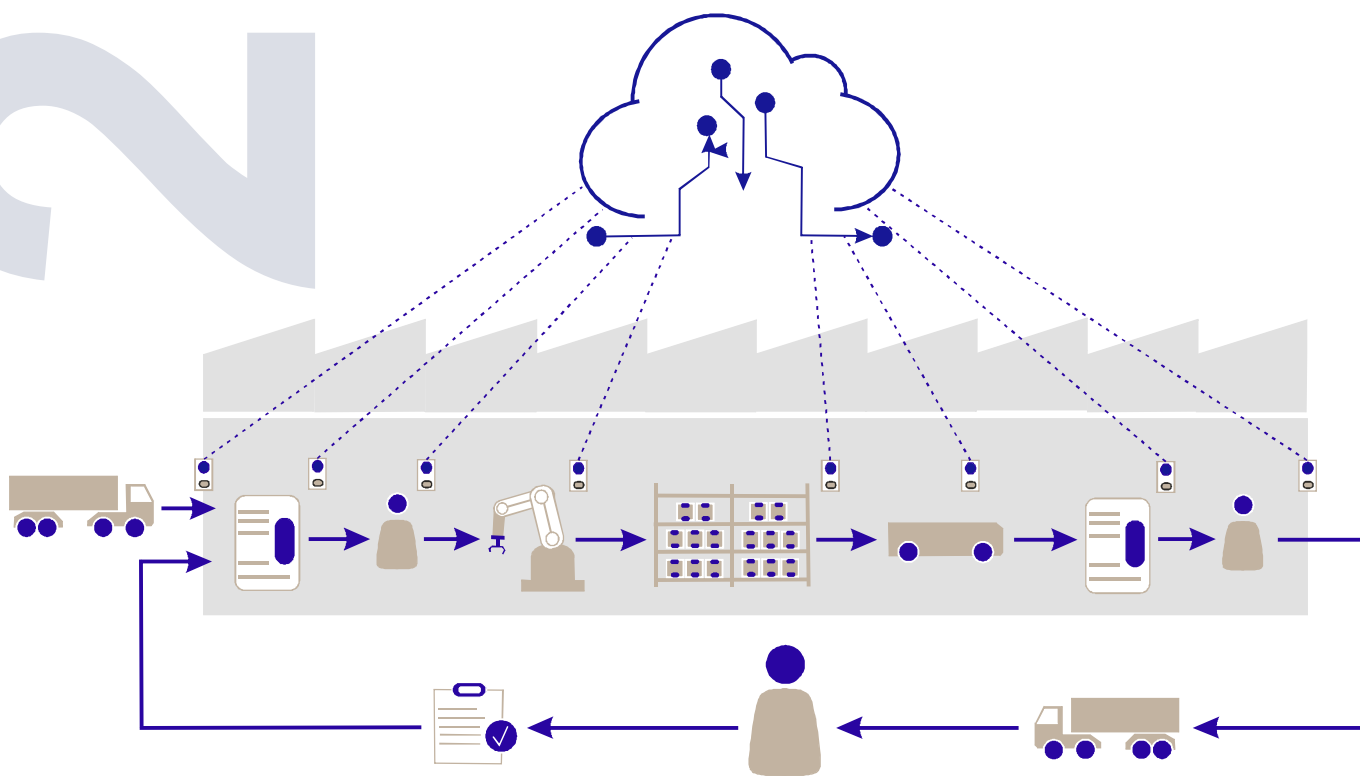
Cyber-physical
system



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 Electronics [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 |

РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ НА ОСНОВІ ДАТЧИКА LIDAR ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БПЛА

Воронов Д.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: denys.voronov@nure.ua

Анотація: У статті розглядається програма-емулятор, що дозволяє аналізувати роботу реального датчика LIDAR для подальшої інтеграції отриманих даних до алгоритму орієнтування у просторі безпілотного літального апарату (БПЛА). Вирішена задача обходу перешкод БПЛА на основі вбудованого штучного інтелекту. Розглянуто основну мету, характеристики, переваги і недоліки концепції управління БПЛА на основі датчика LIDAR, зроблено висновки про актуальність такого приладусьогодні.

Ключові слова: емуляція, керування, датчик LIDAR, алгоритм.

PRODUCTION OF SOFTWARE MODULES BASED ON LIDAR SENSOR FOR UAV CONTROL SYSTEM

D.Voronov

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauki av, 14

E-mail: denys.voronov@nure.ua

Abstract: The article deals with an emulator program that allows analyzing the operation of a real LIDAR sensor for further integration of the received data into the space orientation algorithm of an unmanned aerial vehicle (UAV). The problem of UAV obstacle avoidance based on built-in artificial intelligence has been solved. The main purpose, characteristics, advantages and disadvantages of the UAV control concept based on the LIDAR sensor were considered, conclusions were drawn about the relevance of such a device today.

Key words: emulation, control, LIDAR sensor, algorithm.

За останні роки мультикоптери стали популярним засобом для аеро-, фото- та відеозйомки, які є відносно недорогим та зручним засобом, порівняно з можливостями, що були доступні на початку 2000-х років. Але використання фототехніки для аналізу оточуючого середовища є досить неефективним інструментом, так як існує система LIDAR. LIDAR (від англ. "Light Detection and Ranging") – це технологія, яка використовує лазерне випромінювання для вимірювання відстаней до об'єктів та отримання детальної інформації про оточуюче середовище. [1-3]

Сучасні безпілотні літальні апарати (БПЛА) – це пристрої, які можуть літати без прямого керування пілота та здійснювати різноманітні завдання. Вони використовуються в багатьох галузях, включаючи науку, військову справу, комерцію, медицину, фотографію та відеозйомку, дослідження довкілля та інше. Геодезія та картографія – одна з головних сфер використання БПЛА із датчиками LIDAR. Дані, зібрані з висоти, дозволяють створювати точні топографічні та ортофотомапи, що можуть використовуватись у багатьох галузях, включаючи проектування доріг, будівель, встановлення електричних ліній, вивчення геологічних формувань та інше. Ортофотомапи, створені за допомогою LIDAR, дають високу точність та деталізацію, що дозволяє зменшити кількість помилок при плануванні будівництва, розробці містобудівних проектів та управлінні міськими територіями. Крім того, дані, зібрані з висоти, можуть бути використані для аналізу змін у довгостроковій перспективі, що дозволяє проводити ретроспективний аналіз даних та виявляти тенденції. Дрони (ще одна назва БПЛА) стали корисними інструментами для агрономів та фермерів в останні роки. Вони можуть

допомогти збільшити врожайність, покращити якість землі та знизити витрати на засоби захисту рослин.

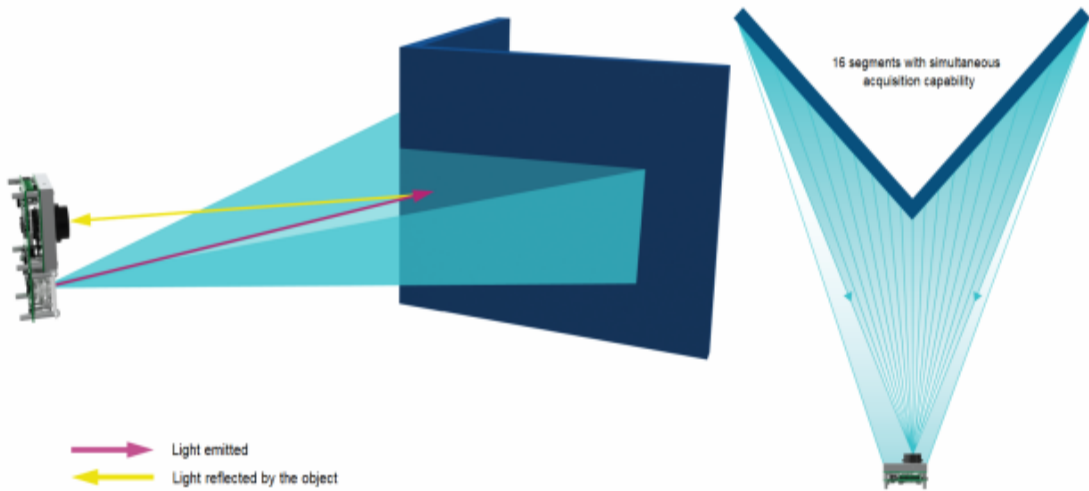


Рисунок 1 - Принцип роботи LIDAR

Leddar (випромінювання світлодіодів і визначення дальності) — це унікальна технологія датчиків, заснована на світлодіодному освітленні (інфрачервоний спектр) і принципі часу прольоту світла (рис.1). Світлодіодні випромінювачі освітлюють потрібну область, сигнал імпульсний, зазвичай 100 КГц. Приймач багатоканального модуля збирає зворотне розсіювання випромінюваного світла і вимірює час, необхідний для повернення випромінюваного світла до модуля. Використовується 16-сегментний масив фотодетекторів, який забезпечує численні сегменти визначення дальності. Аналіз повнохвильової форми дозволяє виявляти й вимірювати відстань кількох об'єктів у кожному сегменті, за умови, що об'єкти переднього плану не закривають повністю об'єкти за ними. Для забезпечення розширеної роздільної здатності та діапазону використовуються методи передвибірки та накопичення. [4-6]

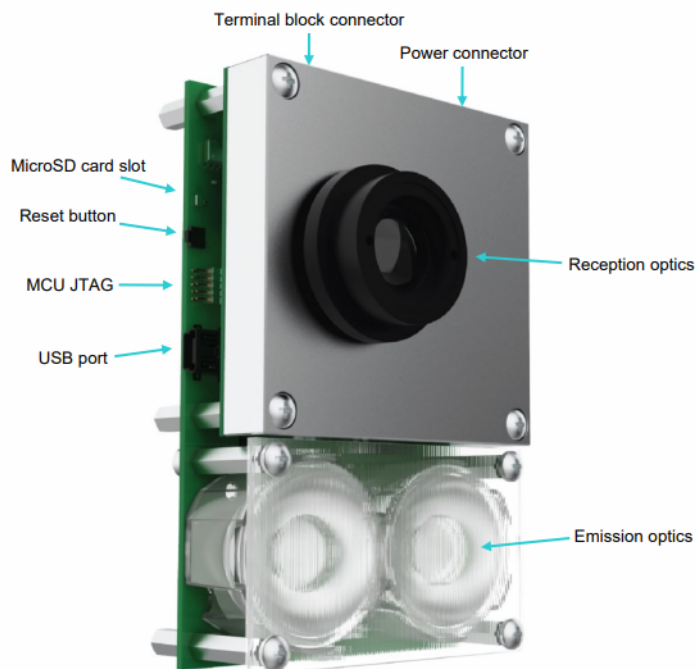


Рисунок 2 - Інтерфейси приладу LIDAR

Інтерфейс приладу (рис.2) складається з:

- Terminal block connector – 8-контактний роз'єм у верхній частині модуля;
- MicroSD card slot – збірка джерела та керування оснащена пристроєм зчитування/запису карт MicroSD;
- Reset button – розташована зліва на модулі, дозволяє перезапустити модуль. Ця дія може використовуватися як альтернатива циклічному режиму;
- MCU JTAG – розробники програм можуть використовувати порт JTAG для завантаження та налагодження мікропрограмного забезпечення MCU;
- USB port – порт USB є стандартним портом 2.0, 12 Мбіт/с. Цей канал зв'язку використовується програмним забезпеченням Leddar™ Configurator і забезпечує посилення для створення прототипів нових додатків;
- Power connector – роз'єм живлення, який забезпечує модуль джерелом живлення 24 В. Також можливе використання джерела 12 В за умови зміни конфігурації перемички;
- Reception optics – приймач, що містить матрицю фотоприймачів (16 елементів) і контролер для імпульсного світлодіоду та збору даних. Збір даних виконується на частоті дискретизації 62,5 МГц.

Програмна частина проекту використання LIDAR для управління БПЛА складається з двох модулів. Для їх написання було використано мову програмування C/C++, що забезпечує хорошу швидкодію та гнучкість програми. Так само ця мова програмування була використана як SDK (Software Development Kit), що надається LeddarTech. Програма-емулятор надалі дозволить використовувати готові програмні рішення на реальному датчику.

Консольний додаток. [7-8]

Першочерговою метою стало створення програми, яка здатна генерувати умовну локацію (сцену) за бажанням користувача. Спосіб створення примітивно простий: ми заповнюємо заданий масив, де "#" - це стіна, а "." - пустий простір (рис.3). Далі програма починає розрахунок відстані до перешкоди, роблячи крок 0,01 до зіткнення.

```
wstring map;  
map += L"#####";  
map += L"#.....#";  
map += L"#####";  
map += L"#.....#";  
map += L"###.###.###";  
map += L"#...#...#";  
map += L"#...#...#";  
map += L"#...#...#";  
map += L"#...#...#";  
map += L"#####";  
map += L"#...#...#";  
map += L"#...#...#";  
map += L"#.....#";  
map += L"#...#...#";  
map += L"#####";
```

Рисунок 3 - Консольне вікно програми

За підсумками роботи програми отримуємо такі картинки (рис.4, 5):

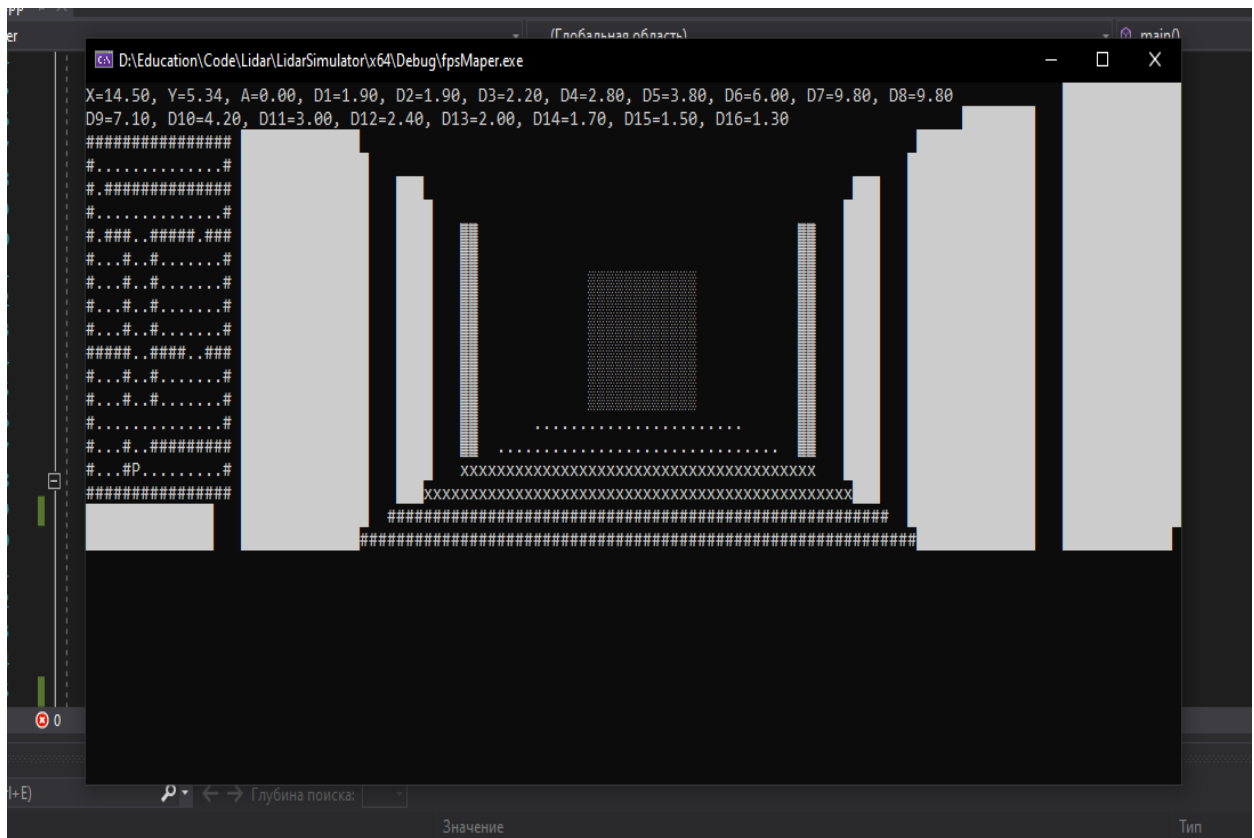


Рисунок 4 - Графічний тип відтворення системи

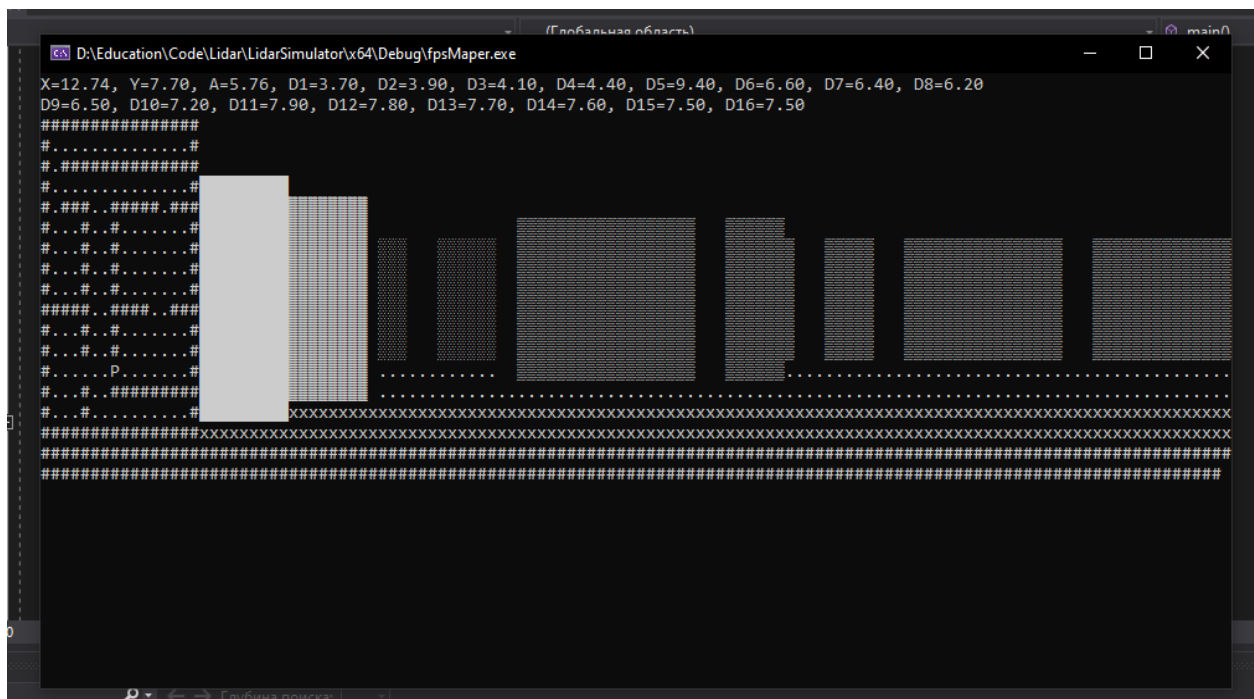


Рисунок 5 - Графічний тип відтворення системи

В результаті представленої роботи було створено програмне забезпечення, що дозволяє емулювати роботу реального датчика LIDAR. Були виявлені деякі недоліки, наприклад:[9-13]

- складність сприйняття даних людиною через відсутність графічної інтерпретації даних безпосередньо з датчика;

- майже повна переробка алгоритму при заміні датчика;
- необхідність у додаткових датчиках для виміру другорядних даних.

Попри це є і переваги, такі як відносна дешевизна датчиків та простота у розробці програмного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Leddar™ M16 LED 16-Segment Solid-State LiDAR Sensor Module USER GUIDE URL: https://leddartech.com/app/uploads/dlm_uploads/2021/04/54A0020_V20.0_EN_Leddar-M16-LED_User-Guide.pdf
2. Leddar™ M16 16-Segment Solid-State LiDAR Sensor Modules URL: https://leddartech.com/app/uploads/dlm_uploads/2021/04/Spec-Sheet_Leddar-M16_V9.0_EN-1.pdf
3. LeddarOne™ Single-Segment LiDAR Sensor Module URL: https://leddartech.com/app/uploads/dlm_uploads/2021/04/Spec-Sheet_LeddarOne_V10.0_EN-1.pdf
4. LeddarTech - Sensing and Perception Solutions for ADAS/AD. URL: <https://leddartech.com/download/spec-sheet-2d-solid-state-lidar-sensor-for-challenging-environments/>
5. Martin R. Robert C. Martin Clean Code Collection. 285-312, 2019.
6. General information about the sensor URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D1%80https://velodynelidar.com/what-is-lidar/>
7. The largest lidar manufacturer and information about these sensors URL: <https://leddartech.com/>
8. 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.
9. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.
10. Vladyslav Yevsieiev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. Scientific Collection «InterConf», (140), P. 648-651.
11. 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.
12. Nevludov, 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
13. 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

Науковий керівник: *Сезонова Ірина Костянтинівна, к.т.н., доц., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.*