

Я, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

«10» червня 2024 р.

Коробов К. О.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет _____ АКТ _____
 Кафедра _____ КІТАР _____
 Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
 Спеціальність _____ 172 Телекомунікації та радіотехніка _____
 Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
 Освітня програма _____ Інтелектуальні технології засобів радіоелектроніки _____
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КІТАР _____

(підпис)

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Коробову Кирилу Олеговичу _____
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Автоматизований модуль виявлення та ідентифікації транспортних засобів в польових умовах

Затверджена наказом по університету від _____ 20.05.2024 № 479 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 21.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

3.1 Призначення модуля: виявлення та ідентифікація транспортних засобів;

3.2 Виконати розробку на основі нейромереж; _____

3.3 Вимоги до конструкції: автономність, придатність для польових умов. _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

4.1 Вступ; _____

4.2 Аналіз технічного завдання; _____

4.3 Розробка модуля; _____

4.4 Тест нейромережі; _____

4.5 Результат роботи нейромережі; _____

4.6 Питання охорони праці; _____

4.7 Висновки. _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій Демонстраційний матеріал представлений у форматі презентації PowerPoint (*.ppt) – 10 с. формату А4

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Приміт-ка
1	Вступ	11.04.2024	Виконано
2	Аналіз технічного завдання	16.04.2024	Виконано
3	Етапи розробки модуля	20.05.2024	Виконано
4	Тест нейромережі	29.05.2024	Виконано
5	Результат роботи нейромережі	29.05.2024	Виконано
6	Висновки	01.06.2024	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2024	Виконано
8	Подання роботи на нормоконтроль	17.06.2024	Виконано
9	Перевірка роботи у системі Unichesk	19.06.2024	Виконано
10	Отримання відгуку та рецензії	21.06.2024	Виконано
11	Подання роботи до ЕК	23.06.2024	Виконано

Дата видачі завдання 21.03.2024 р.

Студент _____ Коробов К. О.
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. каф. КІТАР Жарікова І. В
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 48 с., 8 табл., 22 рис., 2 додатка, 14 джерел.

МОДУЛЬ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ІДЕНТИФІКАЦІЯ, ARDUINO, КАМЕРА, НЕЙРОМЕРЕЖА, TINKERCAD.

Об'єкт розробки – процес виявлення та ідентифікації транспортних засобів.

Предмет розробки – автоматизований модуль виявлення та ідентифікації транспортних засобів.

Мета роботи – автоматизувати виявлення та ідентифікацію транспортних засобів з використанням модуля у польових умовах.

Проведено аналіз нейромережі, модулів та наведено стандарт польових умов. Виконані етапи розробки модуля, зокрема: аналіз технічного завдання, а саме особливості впровадження засобів автоматизації, вибір нейромережі, аналіз модулів для автоматизації, стандарти польових умов та аналог модуля; етапи розробки модуля, а саме основні компоненти, привести алгоритм роботи модуля, обрання компонентів для модуля; розробка макету модуля з тестом нейромережі.

Розглянуто питання охорони праці. У результаті розробки отримано макет модуля, проведено тест нейромережі та розроблено схему електричну принципову.

ABSTRACT

Explanatory note: 48 pages, 8 tables, 22 figures, 14 sources, 2 application.

MODULE, AUTOMATION, IDENTIFICATION, ARDUINO, CAMERA, NEURAL NETWORK, TINKERCAD.

The object of development is the process of detection and identification of vehicles.

The subject of development is an automated module for detecting and indicating vehicles

The purpose of the work is to automate the detection and identification of vehicles using the module in the field.

In the first stage, an analysis of the topic, neural network, modules, and field conditions with standards was carried out.

In the second stage, the stages of module development were completed with a detailed explanation for each component.

In the third stage, the layout was developed and the neural network was tested.

In the fourth stage, the rules for handling microcontrollers are given.

As a result of the development, a mock-up of the module was obtained, a neural network test was carried out and an electrical schematic diagram was developed.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз технічного завдання	10
1.1 Особливості впровадження засобів автоматизації.....	10
1.2 Вибір нейромережі.....	11
1.3 Модулі для автоматизації.....	12
1.4 Стандарт польових умов.....	15
1.5 IP55.....	15
1.6 EN 61326.....	18
1.7 Діючий аналог розроблюваного модуля.....	18
2 Етапи розробки модуля	21
2.1 Основні компоненти.....	21
2.2 Алгоритм роботи модуля	21
2.3 Вибір мікроконтролера для проєкту.....	23
2.4 Датчик руху.....	26
2.5 Камера.....	27
2.6 LCD-дисплей	28
2.7 Модем чи WI-FI модуль.....	33
2.8 Допоміжні компоненти.....	35
3 Розробка макету модуля	36
3.1 Вибір середовища для моделювання	36
3.2 Демонстраційний тест аналізу фото нейромережею.....	37
4 Охорона праці.....	41
Висновки.....	42
Перелік джерел посилання.....	43
Додаток А Схема електрична принципова модуля.....	45
Додаток Б Демонстраційні матеріали.....	47

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ПЛК – програмований логічний контролер;

I2C – Inter-Integrated Circuit;

IP – Ingress Protection;

LCD – Liquid Crystal Display.

ВСТУП

У сучасному світі, де технології розвиваються стрімкими темпами, автоматизація процесів стає не просто зручністю, а необхідністю. Однією з ключових областей, де автоматизація може внести значний вклад, є системи виявлення та ідентифікації транспортних засобів. Ця кваліфікаційна робота присвячена розробці та аналізу автоматизованого модуля, який би спроможний ефективно виявляти та ідентифікувати транспортні засоби в різних умовах експлуатації. Ця робота включає детальний огляд існуючих технологій та компонентів для створення модулю, аналіз їх переваг та недоліків, а також модуля, який був розроблений з урахуванням сучасних вимог до систем виявлення та ідентифікації з використанням нейромережі. Результати, отримані в ході дослідження, підтверджують ефективність запропонованого підходу та його придатність для інтеграції в різні задачі.

Мета роботи – автоматизувати виявлення та ідентифікацію транспортних засобів з використанням модуля у польових умовах.

Об'єкт розробки – процес виявлення та ідентифікації транспортних засобів.

Предмет розробки – автоматизований модуль виявлення та ідентифікації транспортних засобів.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз технічного завдання, а саме особливості впровадження засобів автоматизації, вибір нейромережі, аналіз модулів для автоматизації, стандарти польових умов та аналог модуля;

- привести етапи розробки модуля, а саме основні компоненти, привести алгоритм роботи модуля, обрання компонентів для модуля;

- провести розробку макету модуля в електронному вигляді з тестом нейромережі;

- розглянути питання охорони праці;

- розробити схему електричну принципову модуля.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Особливості впровадження засобів автоматизації

Автоматизація – це застосування технічних засобів, економіко-математичних методів і систем управління, які частково або повністю звільняють людину від безпосередньої участі в процесах отримання, перетворення, передачі та використання енергії, матеріалів чи інформації. Автоматизація може бути реалізована в різних сферах, включаючи виробництво, бізнес-процеси, роздрібну торгівлю, видобуток, системи відеоспостереження та багато інших. У виробництві, автоматизація включає в себе використання машин та обладнання, які керуються програмованими логічними контролерами, інтелектуальними засобами вимірювання і контролю, та інформаційно об'єднаними промисловими мережами. Це дозволяє підвищити продуктивність, покращити якість продукції та оптимізувати використання ресурсів [1].

Автоматизація виробництва має багато переваг, такі як рентабельний розподіл робочих місць і оплати праці (автоматизація дозволяє замінити рутинні робочі операції машинами, звільняючи людей від монотонної роботи. Це допомагає ефективно використовувати робочий час та знижує витрати, підвищена надійність і безпека процесу (автоматичні системи менше схильні до помилок, що забезпечує стабільність та знижує ризик аварій), поступове підвищення продуктивності (автоматизація дозволяє працювати без перерви, збільшуючи загальний обсяг виробництва), точне планування (автоматичні системи допомагають точно прогнозувати), зростання ефективності (автоматизація дозволяє використовувати ресурси ефективніше, зменшуючи витрати та збільшуючи результат), підвищення екологічності (автоматизація може допомогти зменшити викиди та оптимізувати використання енергії) [2].

1.2 Вибір нейромережі

Нейромережа – це математична модель, яка імітує біологічні нейронні мережі для вирішення різноманітних задач. Основна ідея полягає в тому, що нейрони об'єднуються в групи, а кожен нейрон обробляє вхідні дані та передає їх іншим нейронам. Це схоже на те, як нейрони працюють у мозку людини чи тварини.

Основні поняття, пов'язані з нейромережами це нейрон, шар, поріг, вага та функція активації. Нейрон це структурна одиниця нейромережі. Нейрон отримує інформацію, обробляє її та передає значення іншим нейронам. Нейрони групуються в шари. Кожен шар може виконувати різні перетворення даних.

Поріг це показник, який визначає, чи буде нейрон активним. Вага визначає силу сигналу при з'єднанні нейронів, а функція активації це залежність, яка показує, як вхідний сигнал нейрона впливає на вихідний.

Наразі існує багато популярних нейромереж, які використовуються для різноманітних завдань. Найбільш популярними є ChatGPT, Rytr, Hyperwriteai та Gerwin.

ChatGPT – це один з перших і найпопулярніших чат-ботів, який часто використовують для написання текстів. Rytr спеціалізується на написанні текстів із заздалегідь заданим форматом, таких як електронні листи та типові повідомлення у соціальних мережах. Hyperwriteai допомагає письменникам, пропонуючи різні варіанти закінчення речень та дає поради щодо розширення матеріалу. Gerwin платформа дозволяє створювати структуровані тексти з нуля, пропонуючи план статті, структуру та оптимальні заголовки для розділів [3].

Для цього проєкту потрібно використати нейромережу аналізу фото. Їх не так багато в вільному доступі, частіше всього вони використовуються в безпілотних автомобілях, в медицині та системах розпізнання обличь. Найкращим варіантом для цього модуля є Cloud Vision API. Cloud Vision API є частиною сервісів Google Cloud і надає розробникам можливість легко інтегрувати функції розпізнавання зображень у свої додатки. Вона використовує переднавчені моделі машинного навчання від Google для надання таких

можливостей, як маркування зображень, виявлення облич та орієнтирів, оптичне розпізнавання символів (OCR) та маркування експліцитного контенту. Через легкість використання вона ідеально підходить для інтегрування в наш проєкт [4].

Нейромережа для ідентифікації об'єктів на фотографіях працює за допомогою глибокого навчання, використовуючи конволюційні нейронні мережі (CNNs) для визначення та класифікації об'єктів.

Основні задачі, які вирішуються в цьому процесі, включають класифікацію зображень (передбачення класу одного об'єкта на зображенні), локалізацію об'єктів (визначення місцезнаходження одного або декількох об'єктів на зображенні та намальовування обмежувального прямокутника навколо них), виявлення об'єктів (ця задача поєднує дві вищезгадані задачі та локалізує та класифікує один або декілька об'єктів на зображенні).

Існують різні техніки для вирішення цих задач. Наприклад, Region-Based Convolutional Neural Networks (R-CNNs) – це сімейство технік, розроблених для вирішення задач локалізації та розпізнавання об'єктів, орієнтованих на продуктивність моделі. Інша популярна техніка – You Only Look Once (YOLO), розроблена для швидкості та використання в реальному часі.

Архітектура моделі приймає на вхід фотографію та набір пропозицій регіонів, які передаються через глибоку конволюційну нейронну мережу. Нейронна мережа для виявлення об'єктів, крім типу об'єкта та ймовірності, повертає координати об'єкта на зображенні: x , y , ширину та висоту

1.3 Модулі для автоматизації

Основним модулем для цього проєкту може бути ПЛК чи мікроконтролер.

ПЛК – це універсальний пристрій, який базується на мікроконтролері та призначений для автоматизації технологічних процесів у різноманітних умовах. ПЛК може бути оснащений захищеним корпусом, що робить його стійким до пилу, вологи та інших зовнішніх впливів, а також індикацією та екраном для відображення інформації та спрощення взаємодії з оператором.

Ключові характеристики та функції ПЛК – це гнучкість, надійність, модульність та велика кількість інтерфейсів зв'язку. ПЛК можуть бути програмовані для виконання широкого спектру завдань управління та моніторингу. Завдяки своїй робастній конструкції, ПЛК можуть працювати в екстремальних умовах, таких як високі або низькі температури, також вони можуть бути розширені за допомогою додаткових модулів вводу/виводу, що дозволяє збільшити кількість керованих пристроїв і можуть інтегруватися з іншими системами через різні промислові мережі та протоколи зв'язку. ПЛК широко використовуються в автоматизованих системах управління на виробництві, в системах контролю будівель, водопостачання, опалення та багатьох інших областях [5].

Мікроконтролери інтегрують мікропроцесор, оперативну та постійну пам'ять, порти вводу-виводу та інші спеціалізовані блоки, такі як лічильники, компаратори, аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) в одній мікросхемі. Завдяки використанню однієї мікросхеми, мікроконтролери мають низьке енергоспоживання, що є критично важливим для багатьох застосувань. Інтеграція всіх компонентів у одну мікросхему знижує вартість виробництва, роблячи мікроконтролери доступними для широкого спектру застосувань. Малі розміри мікроконтролерів дозволяють їх використання в пристроях, де простір обмежений.

Мікроконтролери використовуються в безлічі пристроїв, від простих, таких як таймери та датчики, до складних систем, як-от автомобільні управлінські системи та робототехніка. Тепер буде раціонально їх порівняти. Порівняння наведено у таблиці 1.1 [6]. Це порівняння допоможе нам обрати кращий модуль, котрий буде оброблювати поставлені завдання більш ефективно.

Таблиця 1.1 – Порівняння ПЛК та мікроконтролера

Параметр	ПЛК	Мікроконтролер
1	2	3
Основне застосування	Промислова автоматизація	Широкий спектр застосувань, від побутових до промислових
Програмування	Ladder Logic, Structured Text, інші спеціалізовані мови	C/C++, Assembler, інші високорівневі мови
Інтерфейси	Часто мають багато входів/виходів, спеціалізовані промислові інтерфейси	Обмежені входи/виходи, стандартні інтерфейси (GPIO, I2C, SPI)
Надійність	Висока, розроблені для тривалої роботи в складних умовах	Залежить від моделі та виробника
Модульність	Висока, можуть бути розширені за допомогою додаткових модулів	Обмежена, але можливе розширення через зовнішні модулі
Корпус	Зазвичай мають міцний захищений корпус	Залежить від застосування, можуть вимагати додаткового захисту
Енергоспоживання	Вище, оскільки призначені для постійної роботи	Нижче, оптимізовані для енергоефективності
Вартість	Вища через складність та надійність	Нижча, доступні для масового виробництва
Розмір	Більші, призначені для монтажу в шафи управління	Компактні, можуть бути вбудовані в малі пристрої
Швидкість обробки	Відповідає потребам промислової автоматизації	Висока, залежить від завдань

Наведено аналіз про перевагами ПЛК та мікроконтролера, було обрано мікроконтролери, через такі параметри, як більш низьке енергоспоживання, через використання мови C++ та більш низької вартості. Отже, обрано мікроконтролер.

1.4 Стандарт польових умов

Головний фактор приладу це його спроможність працювати в польових умовах. Це може включати різні аспекти, такі як температурний діапазон, вологість, стійкість до вібрацій, захист від пилу та води, а також електромагнітну сумісність. Ці параметри зазвичай вказуються в технічних характеристиках приладу. Приклад таких характеристик наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Умовні характеристики приладу з стандартом польових умов

Характеристика	Значення
1	2
Діапазон робочих температур	від -20 °C до +60 °C
Вологість	10 % до 90 % без конденсації
Стійкість до вібрацій	відповідає стандарту MIL-STD-810G
1	2
Захист від пилу та води	IP55
Електромагнітна сумісність	відповідає стандарту EN 61326
Живлення	від батареї типу AA або через USB-C

1.5 Стандарт IP

Стандарт IP (Ingress Protection) визначає рівень захисту пристроїв від проникнення пилу та води. Він визначений Міжнародною електротехнічною комісією (IEC) за стандартом IEC 60529, який класифікує та надає рекомендації

щодо ступеня захисту, який надають механічні корпуси та електричні шафи проти вторгнення, пилу, випадкового контакту та води.

Наприклад, пристрій з рейтингом IP67 є стійким до пилу і може занурюватися на глибину 1 м у прісну воду до 30 хв.

Перша цифра після IP вказує на рівень захисту від твердих частинок (наприклад, пилу), а друга цифра – на рівень захисту від води. Цифри варіюються від 0 (найнижчий захист) до 6 (найвищий захист) для пилу та від 0 до 9 для води.

Таблиця 1.3 це таблиця характеристик по першій літері, що означає захист від проникнення сторонніх предметів.

Таблиця 1.3 – Захист від проникнення сторонніх предметів

Рівень	Захист від сторонніх предметів, що мають діаметр	Опис
0	–	Захист відсутній
1	≥ 50 мм	Великі поверхні тіла, відсутній захист від усвідомленого контакту
2	$\geq 12,5$ мм	Пальці та схожі об'єкти
3	$\geq 2,5$ мм	Інструменти, кабелі тощо
4	≥ 1 мм	Більшість дротів, болти тощо
5	Пилозахищений	Деяка кількість пилу може проникати всередину, однак це не порушує роботу пристрою. Повний захист від контакту

Таблиця 1.4 містить характеристики по другій літері, що означає захист від проникнення рідини.

Таблиця 1.4 – Захист від проникнення рідини

Рівень	Захист від	Опис
0	—	захист відсутній
1	Вертикальні краплі	Вода, що крапає вертикально не повинна порушувати роботу пристрою
2	Вертикальні краплі під кутом до 15°	Вода, що крапає вертикально не повинна порушувати роботу пристрою, якщо його відхилити від робочого положення на кут до 15°
3	Бризки, що падають	Захист від дощу. Вода ллється вертикально або під кутом до 60° до вертикалі.
4	Бризки	Захист від бризок, що падають у довільному напрямі.
5	Струмені	Захист від водяних струменів з довільного напрямку
6	Морські хвилі	Захист від морських хвиль або сильних водяних струменів. Вода, що потрапила всередину корпусу не повинна порушувати роботу пристрою.
7	Короткочасне занурення на глибину до 1м	При короткочасному зануренні вода не потрапляє у кількостях, що порушують роботу пристрою. Постійна робота у зануреному режимі не передбачається.

Отже, модуль має такі характеристики – деяка кількість пилу може проникати всередину, однак це не порушує роботу пристрою. Повний захист від контакту та захист від водяних струменів з довільного напрямку.

1.6 Стандарт EN 61326

Стандарт EN 61326 встановлює вимоги до електромагнітної сумісності (ЕМС) для електричного обладнання, яке використовується для вимірювань, контролю та лабораторних цілей. Цей стандарт є частиною серії міжнародних стандартів, розроблених Міжнародною електротехнічною комісією (ІЕС), і визначає загальні вимоги до обладнання, що працює від джерела живлення або батареї з напругою менше 1000 В змінного струму або 1500 В постійного струму, або від вимірюваного ланцюга.

Обладнання, призначене для професійного використання, промислових процесів, виробництва та освітніх цілей, підпадає під дію цієї частини стандарту. Воно включає в себе обладнання та обчислювальні пристрої для вимірювань та тестувань, контролю, лабораторного використання, аксесуарів, призначених для використання з вищезазначеним обладнанням, таких як обладнання для обробки зразків, які можуть використовуватися як в промислових, так і в непромислових місцях.

Стандарт вважається пріоритетним у порівнянні з відповідними загальними стандартами ЕМС і зазвичай вимагається, щоб обладнання відповідало йому без додаткових випробувань, якщо воно підходить для передбачуваного електромагнітного середовища

1.7 Діючий аналог розроблюваного модуля

Аналогом модуля є система Microsoft Kinect. Це пристрій для визначення руху, винайдений Microsoft. Пристрій Kinect в основному використовується для ігор без джойстика за допомогою ігрової консолі Microsoft Xbox.

Кожен з двох сенсорів Kinect має однакове апаратне забезпечення, це наведено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Апаратне забезпечення пристрою Kinect

На рисунку наведено цифрами компоненти приладу, де 1 – інфрачервоний випромінювач і датчик глибини, 2 – це датчик кольору, 3 – це двигун нахилу і 4 – мікрофонного масиву.

Система виявлення та розпізнавання 3D-об'єктів із використанням пристрою Kinect наведена на рисунку 1.2.

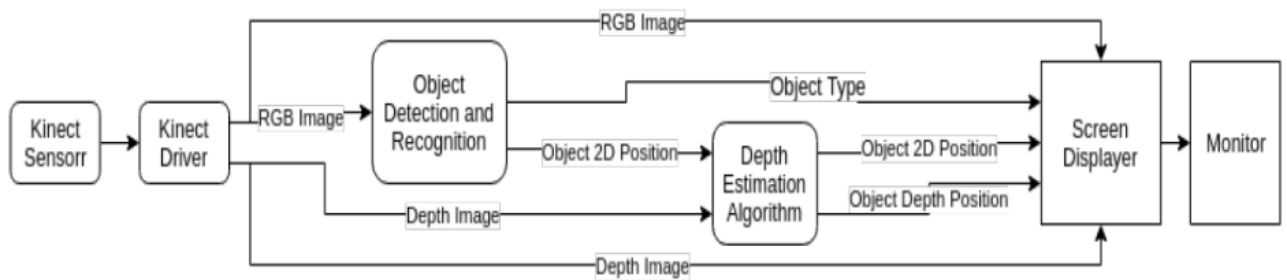


Рисунок 1.2 – Система виявлення та розпізнавання 3D-об'єктів

Головною різницею цього модуля і наведеного у цій роботі модуля є можливість інтегрувати багато модулів на один сервер з нейромережею, більш дешево виготовлення модуля та його інтеграція у різні проєкти.

Структурна схема модуля наведена на рисунку 1.3.

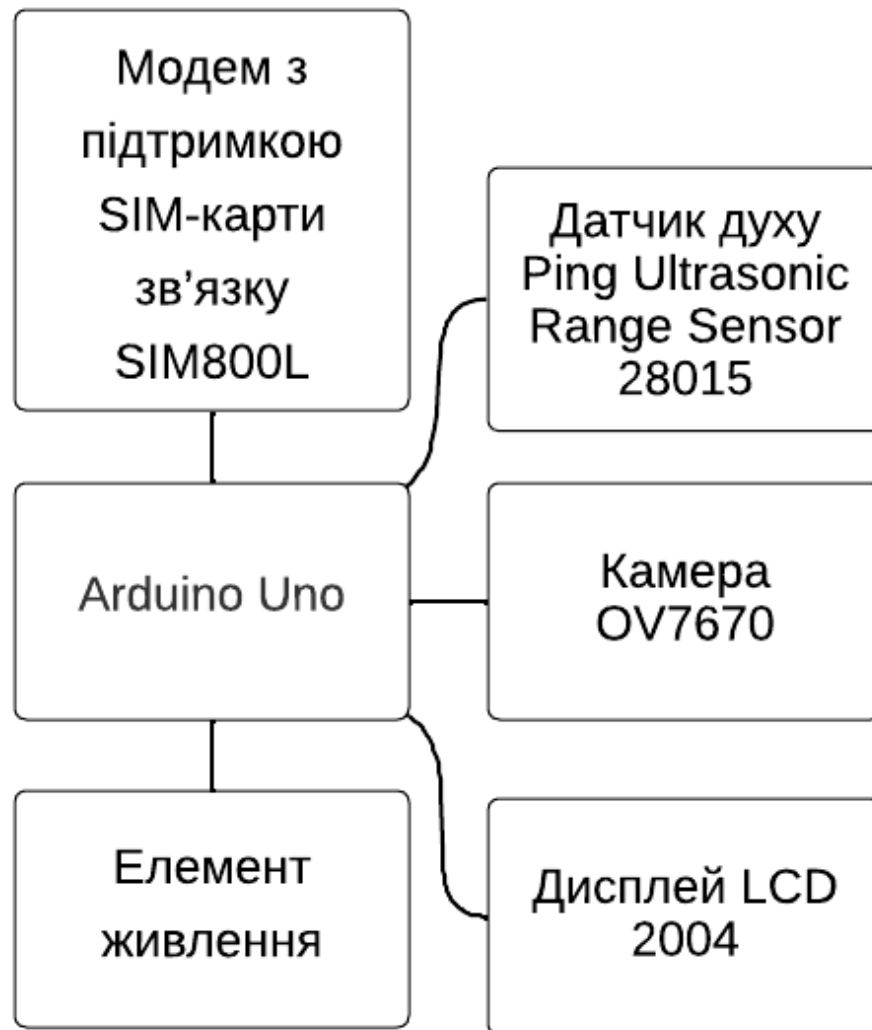


Рисунок 1.2 – Структурна схема мого пристрою

Одним з методів використання автоматизованого модуля виявлення та ідентифікації транспортних засобів є використання його для контролю та управління дорожнім рухом, автоматичного збору даних про транспортні засоби, безпеки та оптимізації трафіку. Це може включати функції, такі як розпізнавання номерних знаків, класифікація типу транспортного засобу, вимірювання швидкості, та інше. Цей модуль у разі потреби також може використовуватись у воєнних цілях, а саме для класифікації типу транспортного засобу. Через це модуль є актуальним у різний час та для різних задач через його універсальність. І в наступному розділі буде наведено етапи його розробки.

2 ЕТАПИ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ

2.1 Основні компоненти автоматизованого модуля

Цей проєкт передбачає створення системи, яка базується на модулі Arduino для виявлення та ідентифікації транспортних засобів. Система може бути застосована для моніторингу дорожнього руху та паркувальних місць. Компоненти, які потрібно використати для автоматизованого модуля:

- мікроконтролер;
- датчик руху;
- камера;
- LCD-дисплей;
- елемент живлення;
- модем чи WI-FI модуль.

Розроблюваний модуль налаштований на те, щоб міняти його місцезнаходження, тому обов'язковим елементом є елемент живлення, який дозволить використовувати модуль автономно певний час.

2.2 Алгоритм роботи модуля

Алгоритм роботи модуля має такий вигляд – при руху об'єкта датчик руху дає команду мікроконтролеру про те, що потрібно зробити фото. Після цього фото відправляється на сервер, де неймережа оброблює фото та відправляє відповідь про те, що саме на фото. Після цього відповідь відображається на LCD-дисплеї.

Алгоритм наведено на рисунку 2.1.

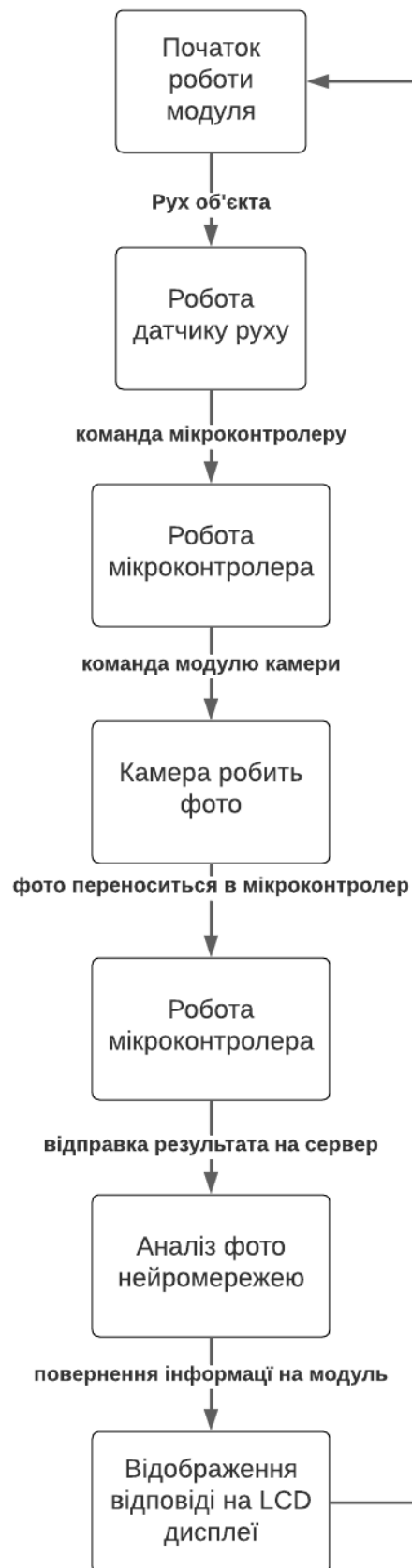


Рисунок 2.1 – Алгоритм роботи модуля

2.3 Вибір мікроконтролера для проєкту

У таблиці 2.1 наведено основні мікроконтролери, які використовуються у різних задачах.

Таблиця 2.1 – Порівняння основних мікроконтролерів.

Мікроконтролер	Характеристики
Arduino Uno	Мікроконтролер на основі ATmega328P, 14 цифрових входів/виходів, 6 аналогових входів, 16 МГц кварцовий резонатор, USB
Arduino Nano	Мікроконтролер на основі ATmega328P, 14 цифрових входів/виходів, 8 аналогових входів, 16 МГц кварцовий резонатор, USB
Arduino Mega	Мікроконтролер на основі ATmega2560, 54 цифрових входів/виходів, 16 аналогових входів, 16 МГц кварцовий резонатор, USB
Arduino Leonardo	Мікроконтролер на основі ATmega32u4, 20 цифрових входів/виходів, 12 аналогових входів, 16 МГц кварцовий резонатор, USB
Arduino Pro Mini	Мікроконтролер на основі ATmega328P, 14 цифрових входів/виходів, 8 аналогових входів, 16 МГц кварцовий резонатор
Arduino Due	Мікроконтролер на основі AT91SAM3X8E, 54 цифрових входів/виходів, 12 аналогових входів, 84 МГц, 96 КБ SRAM, 512 КБ флеш-пам'яті, USB.
Raspberry Pi 1	Міні-комп'ютер на базі ARM1176JZF-S, 26 контактів GPIO, 512 МБ RAM, 700 МГц процесор, HDMI, USB
Raspberry Pi 2	Міні-комп'ютер на базі Broadcom BCM2836, 40 контактів GPIO, 1 ГБ RAM, 900 МГц процесор, HDMI, USB
Raspberry Pi 3	Міні-комп'ютер на базі Broadcom BCM2837, 40 контактів GPIO, 1 ГБ RAM, 1.2 ГГц процесор, HDMI, USB
STM32F4	Мікроконтролер на основі ARM Cortex-M4, 168 МГц, 1 МБ флеш-пам'яті, 192 КБ ОЗУ, 17 таймерів, 12-бітний ADC, USB, CAN, Ethernet
STM32F7	Мікроконтролер на основі ARM Cortex-M7, 216 МГц, 1 МБ флеш-пам'яті, 320 КБ ОЗУ, 17 таймерів, 12-бітний ADC, USB, Ethernet, кристалічний дисплей, камера

Використовуючи ці дані, можливо знайти оптимальний мікроконтролер, який підійде для нашого проекту.

Arduino, Raspberry Pi та STM32 – це три популярні платформи, які використовуються для різних цілей у сфері електроніки та програмування. Основні відмінності між ними наведені у таблиці 2.2 [7].

Таблиця 2.2 – Основні відмінності між Arduino, Raspberry Pi та STM32

Параметр	Arduino	Raspberry Pi	STM32
1	2	3	4
Тип	Плата мікроконтролера	Одноплатний комп'ютер	Сімейство мікроконтролерів
Процесор	ATmega328 (8-розрядний)	ARM Cortex-A (32/64-розрядний)	ARM Cortex-M (32-розрядний)
Операційна система	Немає (використовується власна IDE)	Linux (Raspbian та інші)	Немає (використовуються різні IDE)
Призначення	Хобі, освіта, прості проекти, автоматизація, автоматизація	Освіта, медіацентри, розумний дім, автоматизація, автоматизація	Промислова автоматизація, робототехніка
Програмування	Wiring (C/C+подібна)	Python, C++, Java, та інші	C/C++
GPIO	Обмежена кількість	Багато, з широкими можливостями	Багато, з широкими можливостями
Аналогові входи	Так	Ні (без додаткових модулів)	Так
Інтернет-з'єднання	Ні (без додаткових модулів)	Так	Ні (без додаткових модулів)

Продовження таблиці 2.2.

1	2	3	4
Графічний вивід	Ні	Так	Ні
Переваги	Легкість у використанні, велика спільнота	Велика обчислювальна потужність, підтримка ОС	Висока продуктивність, гнучкість
Недоліки	Обмежена обчислювальна потужність	Вища вартість, складніше управління	Вимагає більш глибоких знань у програмуванні

Для цього проєкту підійде мікроконтролер Arduino. Візуальний вигляд Arduino Uno на рисунку 2.2 [8].



Рисунок 2.2 – Arduino Uno

Проаналізувавши всі мікроконтролери, раціональним є використання Arduino Uno [9].

2.4 Датчик руху

Датчик руху – це пристрій, який виявляє рух у певній зоні. Він може використовуватися для різних цілей, наприклад, для автоматичного включення світла, коли хтось входить у кімнату, або для систем безпеки, щоб сповістити про проникнення. У нашому випадку він буде давати сигнал мікроконтролеру про те, коли треба робити фото [10].

Є багато варіантів, але обрано PARALLAX Ping Ultrasonic Range Sensor 28 015 через свою універсальність та легкість інтеграції до Arduino. Його вигляд наведено на рисунку 2.3.

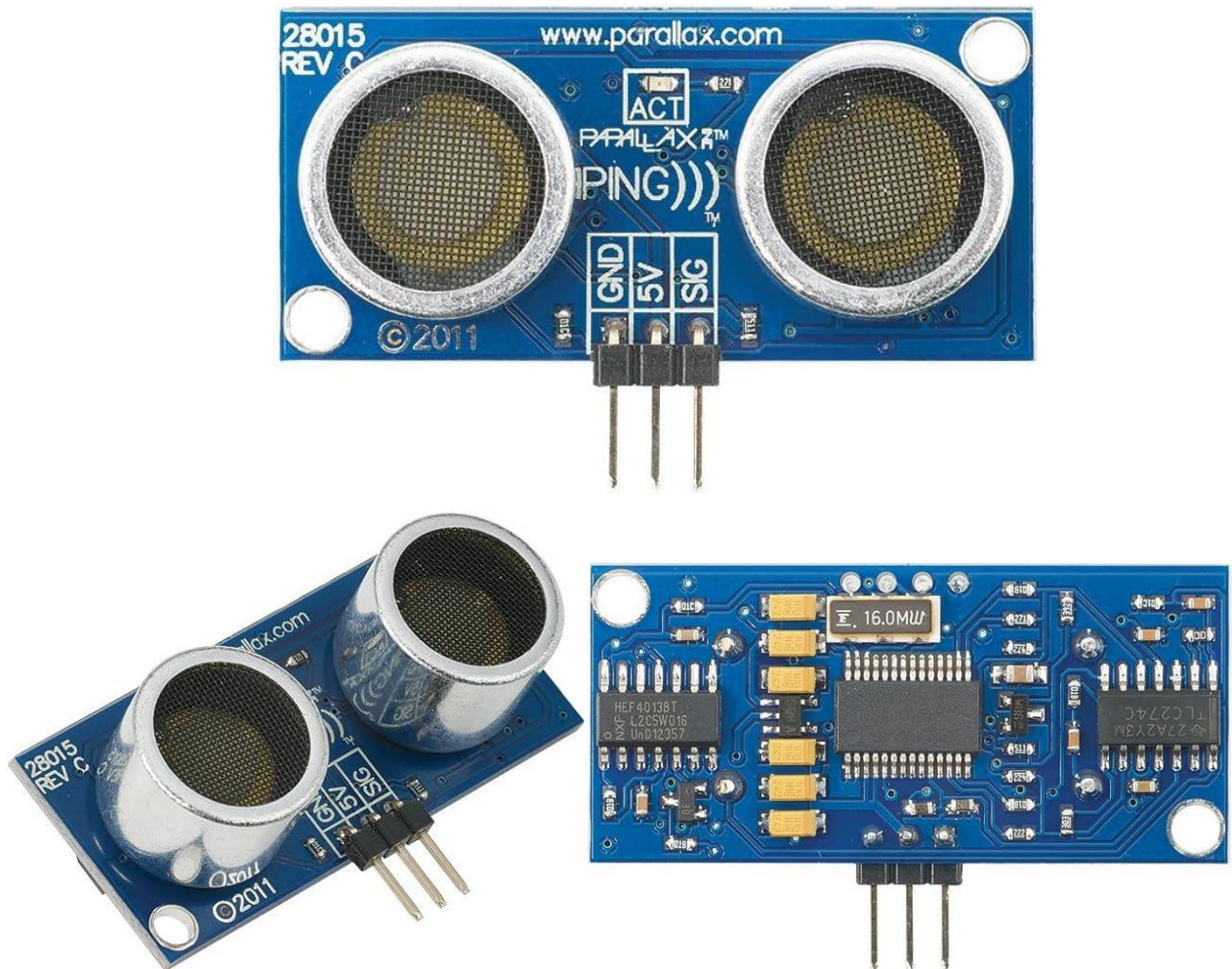


Рисунок 2.3 – Датчик духу Ping Ultrasonic Range Sensor 28015

2.5 Вибір камери

Одним з оптимальних варіантів камери для Arduino є модуль OV7670. Ця камера керується по протоколу SCCB.

SCCB (Serial Camera Control Bus) та I2C є двома протоколами для серійного зв'язку, які використовуються для передачі даних між пристроями. Але SCCB є спрощеною версією I2C. Він був розроблений компанією OmniVision, і, як правило, використовується в їхніх сенсорах зображень. SCCB сумісний з I2C, SCCB може читати або записувати лише один байт даних за передачу, тоді як I2C підтримує читання та запис, тобто може записувати кілька байтів за одну передачу даних. На рисунку 2.4 наведено вигляд камери, обраної для проєкту.

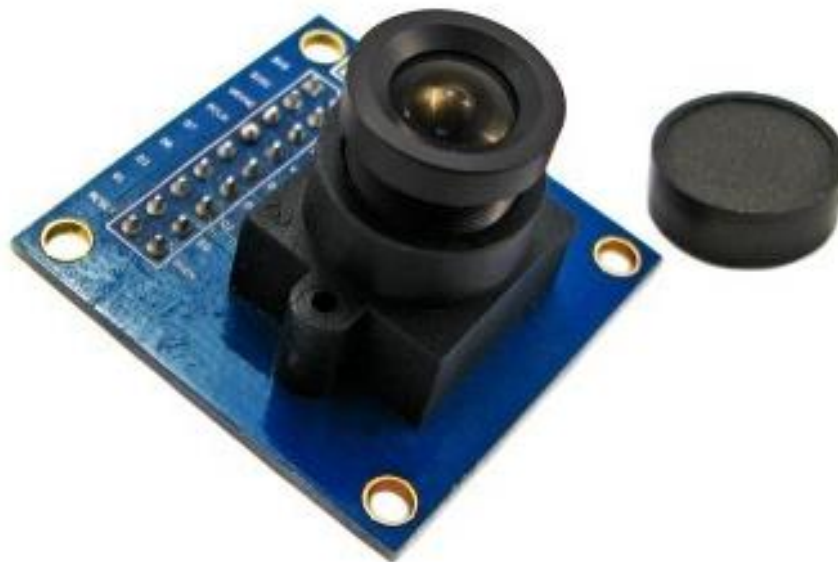


Рисунок 2.4 – Камера OV7670

Ця камера має різні режими роздільної здатності, включаючи VGA (640 × 480), QVGA (320 × 240), CIF (352 × 240) та QCIF (176 × 144), і може передавати зображення зі швидкістю до 30 кадрів за секунду. Вона також підтримує кілька форматів кодування зображень, включаючи RAW RGB, RGB 565/555 та YUV/YCbCr 4:2:2 [11].

2.6 LCD-дисплей

LCD-дисплей, або рідкокристалічний дисплей – це тип екрану, який використовує рідкі кристали для відображення інформації. Для Arduino є велика кількість модулів. Найпопулярніші це LCD 2004, LCD 12864 та LCD QC1602A.

LCD 2004 це текстовий дисплей 20 символів, 4 рядки. Він побудований на базі чипа, сумісного з HD44780, що дозволяє працювати з ним через стандартну бібліотеку LiquidCrystal. Цей дисплей не підтримує кирилицю. Кириличні символи можуть відображатися за допомогою символів, визначених користувачем. Підключення стандартне, як і для всієї лінійки аналогічних дисплеїв на цьому контролері. Дисплей можна використовувати як у 8-бітному, так і в 4-бітному режимі. Його вигляд наведено на рисунку 2.5.

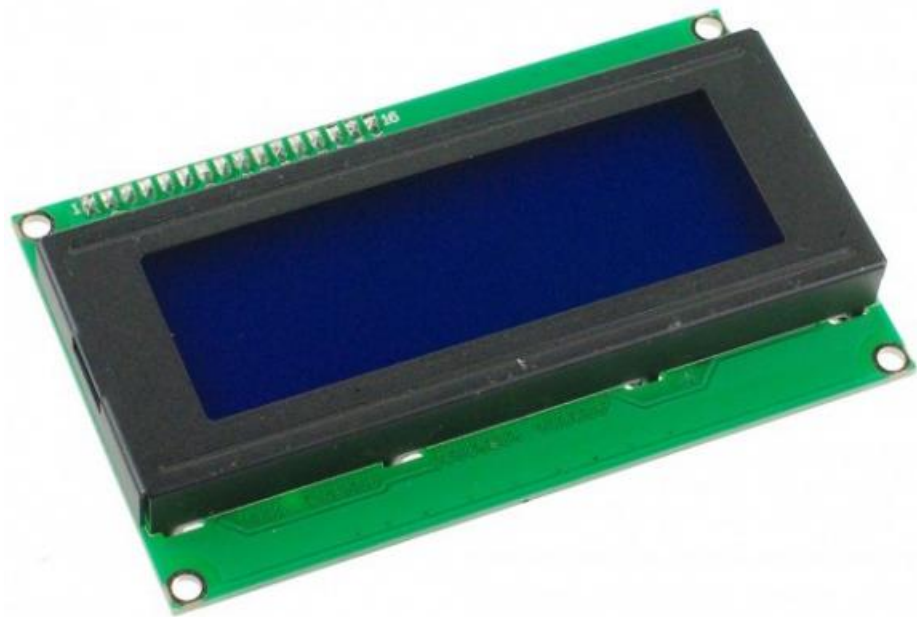


Рисунок 2.5 – Дисплей LCD 2004

LCD 12864 – це графічний дисплей з підсвічуванням 128 пікселів × 64 пікселів на контролері ST7920. На відміну від текстових дисплеїв, він також дозволяє відображати картинки. Може підключатися як через паралельні, так і через послідовні інтерфейси. Дисплей підтримує як паралельні, так і послідовні інтерфейси передачі даних. Обидва інтерфейси підтримуються бібліотекою U8glib, що дозволяє працювати з дисплеями 12864B V2.0. Для послідовної

передачі даних бібліотека U8glib може використовувати як апаратний, так і програмний SPI. При використанні паралельного інтерфейсу або програмного SPI, дисплей може бути підключений до будь-яких мікроконтролерів Arduino. А під час використання апаратного SPI дисплей підключається тільки до клем апаратної шини SPI. Його вигляд наведено на рисунках 2.6 та 2.7.



Рисунок 2.6 – Демонстраційний вигляд дисплею LCD 12864



Рисунок 2.7 – Демонстрація використання високої роздільної здатності дисплею LCD 12864

Важливі характеристики дисплеїв наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики дисплеїв для Arduino

Дисплей	Роздільна здатність	Розміри модуля (мм)	Кількість символів
LCD 1602	16 × 2	80 × 36 × 12	32
LCD 12864	128 × 64	93 × 70 × 13	8192
LCD 2004	20 × 4	98 × 60 × 14	80

Отже, LCD 1602 – це алфавітно-цифровий дисплей, який може відобразити 16 символів у 2 рядках. Він часто використовується у різних проектах на базі мікроконтролера Arduino для відображення текстової інформації.

LCD 12864 – це графічний дисплей, який може відобразити графіку та текст з високою роздільною здатністю 128 пікселів × 64 пікселів. Він підтримує різні інтерфейси для з'єднання та може використовуватися для складніших візуальних завдань.

LCD 2004 – це розширений алфавітно-цифровий дисплей, який може відобразити 20 символів у 4 рядках, що дозволяє відобразити більше інформації порівняно з LCD 1602.

На основі всіх поданих характеристик, оптимально використати дисплей LCD 1602, підключення його реалізовано через інтерфейс I2C. Його вигляд наведено на рисунку 2.8.

I2C (Inter-Integrated Circuit) – це протокол шини, який дозволяє кільком мікросхемам спілкуватися через одну двопровідну шину. Це дуже корисно в електроніці, оскільки зменшує кількість необхідних проводів для підключення компонентів, особливо в мікроконтролерах та інших невеликих системах. Кожен пристрій на шині I2C має унікальну адресу, і коли мікроконтролер хоче спілкуватися з певним пристроєм, він використовує цю адресу, щоб вказати, з ким саме він хоче спілкуватися. Таким чином, можна підключити багато пристроїв до двох проводів, не викликаючи конфліктів.



Рисунок 2.8 – LCD-дисплей LCD 1602

2.7 Модем з підтримкою SIM-карти зв'язку SIM800L для Arduino

Для підключення Arduino до мережі мобільного зв'язку можна використовувати модем з підтримкою SIM-карти. Один з популярних варіантів – це модуль SIM800L, який є GSM/GPRS модемом і дозволяє Arduino відправляти SMS, здійснювати голосові дзвінки та надавати доступ до інтернету. Його вигляд наведено на рисунку 2.9, а схема підключення – на рисунку 2.10 [13].



Рисунок 2.9 – Модем з підтримкою SIM-карти зв'язку SIM800L

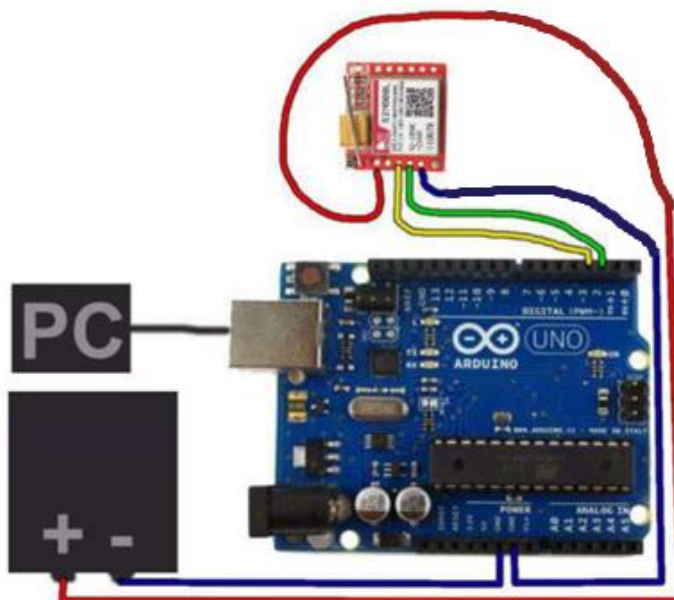


Рисунок 2.10 – Схема підключення SIM800L до Arduino Uno

Піни модема наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Піни модема

Пін SIM800L	Призначення	Підключення
UART DTR	Допоміжний сигнал	-
VCC	Потужність	-
MICP	Мікрофон	Підключається до мікрофона
RST	Скидання	-
MICN	Мікрофон	Підключається до мікрофона
RXD	Прийом даних	Підключається до контакту TX мікроконтролера
SPKP	Динамік	Підключається до динаміка
TXD	Передача даних	Підключається до контакту RX мікроконтролера
SPKN	Динамік	Підключається до динаміка
GND	Загальний дріт	-

Для підключення Arduino до інтернету через Wi-Fi, можна використовувати різні модулі, наприклад, ESP8266, який є доступним та легким у використанні. Він може працювати як самостійний мікроконтролер або як Wi-Fi адаптер для Arduino, його вигляд наведено на рисунку 2.11 [14].



Рисунок 2.11 – Мікроконтролер ESP8266

2.8 Допоміжні компоненти для модуля

Допоміжними компонентами для модуля є кабелі, корпус та інші компоненти, без котрих неможливе використання основних компонентів.

Макетна плата для Arduino – це інструмент, який дозволяє швидко створювати прототипи електронних схем без необхідності паяння. Вона має ряд отворів, куди можна вставляти компоненти та з'єднувати їх за допомогою перемичок. Це інструмент для тестування ідеї та макетів з можливістю швидкої зміни компонентів. Вона наведена на рисунку 2.12.

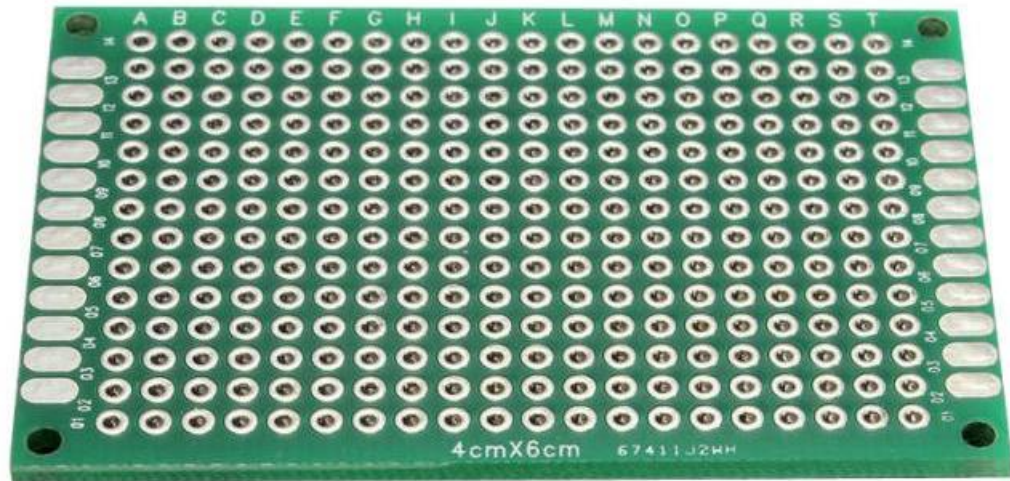


Рисунок 2.12 – Макетна плата для Arduino

2.9 Розрахунок ємності елемента живлення

Для розрахунку ємності батареї потрібно знати споживання енергії кожного компонента. Споживання кожного елемента наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Споживання кожного елемента

Компонент	Споживання струму
Мікроконтролер Arduino Uno	50 мА
Датчик руху Ping Sensor	20 мА
Камера OV7670 Camera	18 мА (при 3.3В)
Дисплей LCD 2004	82 мА (з підсвічуванням)
Модуль зв'язку SIM800L GSM Module	50 мА

Сумарне енергоспоживання становить 220 мА в годину за напруги 3 В. Взяті максимальні величини, реальні будуть менші. Отже, для безперебійної роботи модуля у тежневий термін потрібно мати елемент живлення з ємністю 36 960 мА або 110 Вт. Це доволі енергоефективний модуль, якщо використовувати два акумулятора АА 3000 мА 1,5 В (рисунок 2.13), і за умови послідовного їх підключення отримаємо значення напруги 3 В та ємності 3000 мА.



Рисунок 2.13 – Акумулятори AA 3000 мА 1,5 В

Отже, якщо акумулятори використовувати з правильним підключенням, то для отримання безперервної експлуатації модуля з терміном 7 днів потрібно 26 акумуляторів. Приклад підключення на рисунку 2.14, де паралельно підключено 2 акумулятора та 13 послідовно.

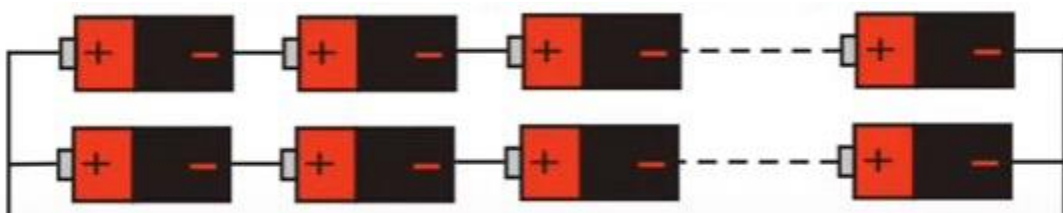


Рисунок 2.14 – Метод підключення акумуляторів

3 РОЗРОБКА МАКЕТУ МОДУЛЯ

3.1 Вибір середовища для моделювання

Ці симулятори дозволяють експериментувати з різними схемами та кодом, перш ніж будувати фізичні прототипи і ідеально підходять для моделювання та створення схем. Є основних два онлайн-симулятора – Wokwi та Tinkercad.

Wokwi – це онлайн-симулятор для ESP32, STM32, Arduino та інших мікроконтролерів. Він дозволяє симулювати роботу з різними мікроконтролерами, а також периферією, яку можна під'єднати до цих мікроконтролерів. Wokwi працює в браузері, тому вам не потрібно нічого встановлювати на комп'ютер. Головним недоліком є платне використання.

Tinkercad – це безкоштовний онлайн-інструмент, який дозволяє створювати 3D-дизайни, електронні схеми та блоки коду. Це веб-додаток, який використовується понад 75 мільйонами людей по всьому світу і є популярним серед освітян для навчання основам STEM (наука, технології, інженерія та математика). Tinkercad також відповідає освітнім стандартам, включаючи ISTE, Common Core та NGSS, і пропонує безліч проєктів та уроків, які допомагають початківцям навчитися проєктувати та створювати майже все. Це безпечний, без реклами і сертифікований kidSAFE інструмент, який забезпечує конфіденційність і безпечне навчальне середовище.

Через безкоштовність Tinkercad та його велику функціональність було обрано його як середовище для моделювання.

Демонстраційна схема, яка вийшла в програмі Tinkercad після додавання елементів, яких не має в програмі наведена на рисунку 3.1.

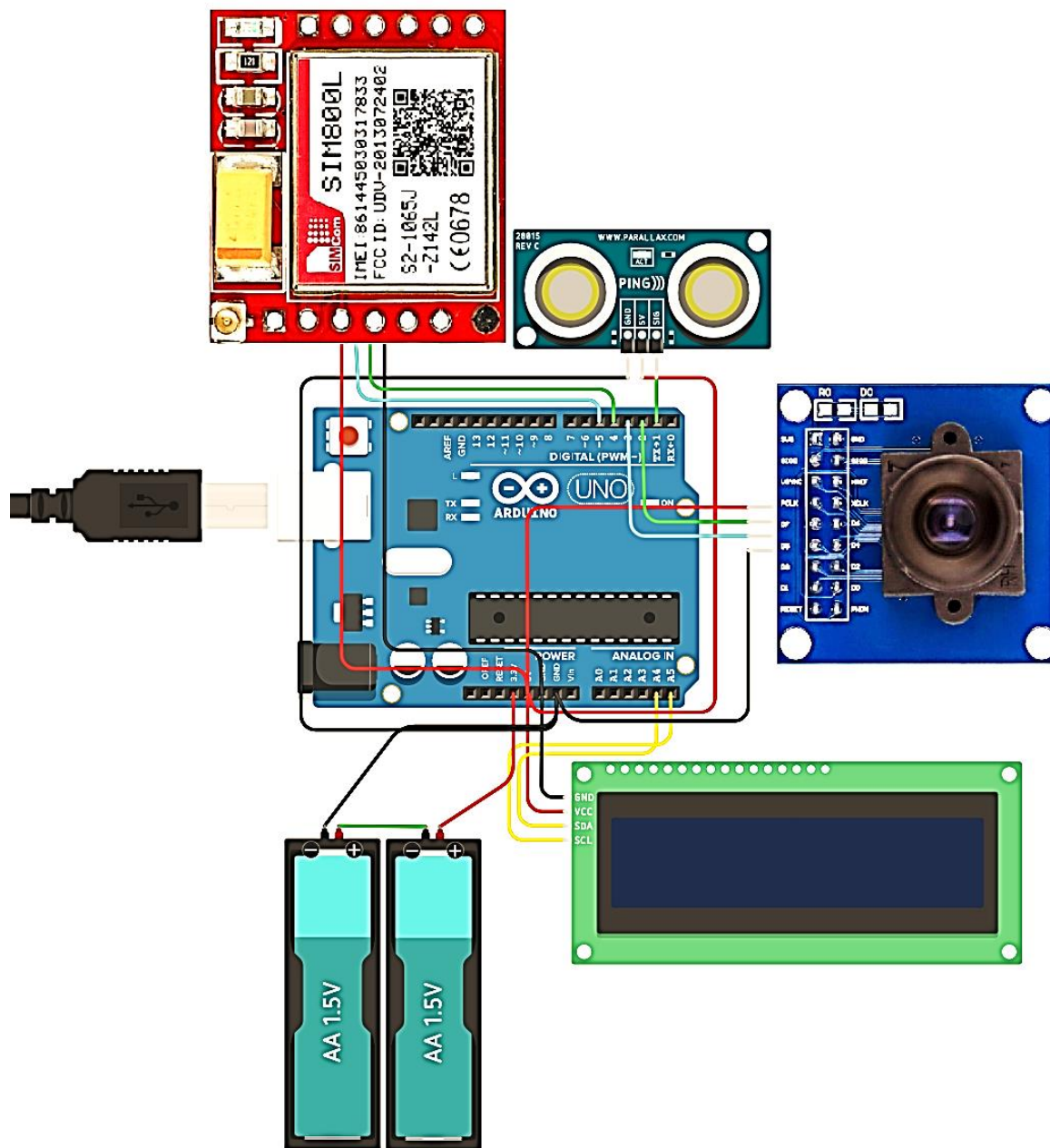


Рисунок 3.1 – Схема-макет моделі

3.2 Демонстраційний тест аналізу фото неймережею

Модуль після того, як зробить зображення, відправляє це фото на сервер. Як демонстрацію роботи неймережі, взявши за основу два фото бронетехніки. На рисунку 3.2 наведено перше фото гарної якості з використанням нейромомрежі Cloud Vision API.



Рисунок 3.2 – Фото для тесту неймережі

На сайт неймережі завантажимо це фото (рисунок 3.3).

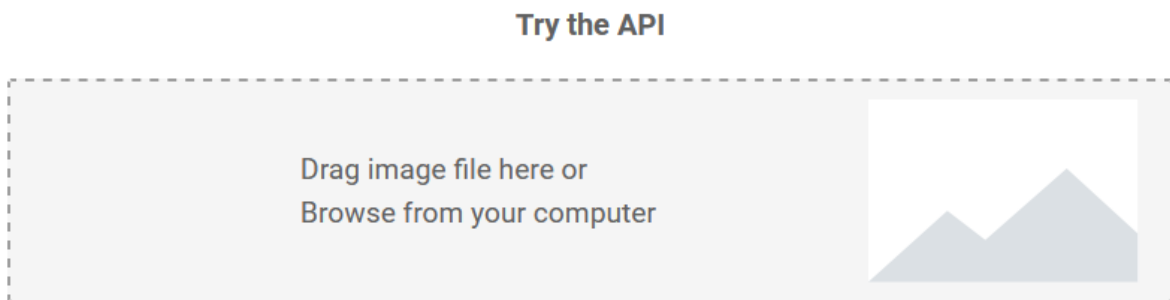


Рисунок 3.3 – Поле для завантаження фото

Отже, отримано результат: неймережа проаналізувала це фото і дала такі результати, наведені на рисунку 3.4.

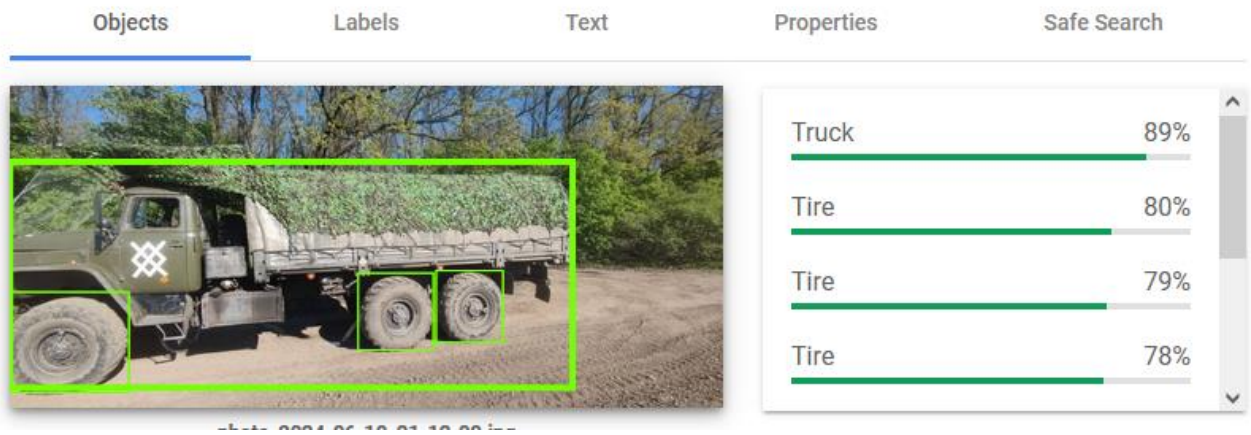


Рисунок 3.4 – Результати аналізу неймережі

Перейдемо до другого фото. Цей експеримент більш значущий, бо фото має роздільну здатність 640×480 , таку ж саму, як і камера на макеті. Інформація про фото наведена у таблиці 3.1, а саме фото – на рисунку 3.5.

Таблиця 3.1 – Дані фото танку з рисунку 3.5.

Характеристика	Значення
Розмір файлу	104 кБ
Тип файлу	JPEG
Тип MIME	зображення/jpeg
Фотографія по ширині	640
Висота знімка	480
Тип кодування	Базовий DCT, кодування Хаффмана
Кількість біт на компонент	8
Компоненти кольору	3
Роздільна здатність X (DPI)	120
Роздільна здатність Y (DPI)	120
Розмір фото	640×480
Мегапікселі	0,307



Рисунок 3.5 – Фото з роздільною здатністю 640 × 480

На рисунку 3.6 видно, що неймережа розпізнала танк на 81%.

Objects Labels Text Properties Safe Search

Tank 81%

photo_2024-03-27_23-46-42.jpg

Рисунок 3.6 – Результати аналізу неймережі

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

При роботі з мікроконтролерами, важливо дотримуватися принципів безпеки, щоб забезпечити захист як особистості, так і електронного обладнання. Використання захисного обладнання, такого як окуляри та рукавички, є критично важливим для запобігання травмам, що можуть виникнути внаслідок несподіваних подій, таких як коротке замикання або розбризкування розплавленого припою.

Перевірка джерела живлення перед підключенням мікроконтролера дозволяє уникнути перевантаження та потенційного виходу з ладу електронних компонентів. Статична електрика може призвести до непоправних пошкоджень мікросхем, тому використання антистатичних засобів, таких як браслети та килимки, є обов'язковим. Порти вводу/виводу мікроконтролера мають обмеження щодо максимальної потужності, яку вони можуть обробляти. Підключення навантаження, що перевищує ці обмеження, може призвести до перегріву та зниження продуктивності пристрою. Техніка паяння також вимагає уваги, оскільки неправильне паяння може спричинити погані електричні з'єднання та навіть короткі замикання.

Забезпечення адекватної вентиляції приміщення є необхідним для відведення шкідливих випаровувань, які можуть виникати під час паяння. Всі ці заходи безпеки сприяють створенню безпечного робочого середовища та зниженню ризику виникнення нещасних випадків. Безпека повинна бути пріоритетом у всіх аспектах роботи з мікроконтролерами.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено макет модуля виявлення та ідентифікації транспортних засобів. Ця робота містить детальний огляд існуючих технологій та компонентів для створення модулю, аналіз їх переваг та недоліків, а також модуля, який був розроблений з урахуванням сучасних вимог до систем виявлення та ідентифікації з використанням нейромережі.

Результати, отримані в ході роботи, підтверджують ефективність запропонованого підходу та його придатність для інтеграції в різні задачі.

У першому етапі проведено аналіз теми, нейромережі, модулів та польових умов з стандартами.

У другому етапі виконані етапи розробки модуля з детальним поясненням за кожним компонентом.

На кінцевому етапі проведено розробку макету та тест нейромережі. Нейромережа розпізнає наведений на рисунку об'єкт з великою точністю.

Проаналізовано охорону праці та правило поводження з мікроконтролерами.

У результаті розробки отримано макет модулю, проведено тест нейромережі та розроблено схему електричну принципову модуля.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Автоматизація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.nure.info/blog/186-avtomatyzaciya-v-sferi-vyrobnytva.html>. – 16.05.2024 р.
2. Автоматизовані рішення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pnn.com.ua/ua/blog/detail/automated-manufacturing-solutions> – 16.05.2024 р.
3. Топ неймереж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.itbox.ua/ua/blog/TOP-neyromerezh-na-vsi-vipadki-zhittya/>. – 16.05.2024 р. – 16.05.2024 р.
4. Cloud Vision API [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cloud.google.com/vision/>.
5. Програмний логістичний контролер [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.svaltera.ua/guide/glossary/programmiruemyu_logicheskiy_kontroller.php р. – 16.05.2024 р.
6. Мікроконтролери [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elprivod.nmu.org.ua/ua/interesting/what_is_mp_mc_plc.php. – 16.05.2024 р.
7. Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>. – 16.05.2024 р.
8. Raspberry PI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.raspberrypi.com/>. – 16.05.2024 р.
9. STM32 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/ru/art99-mikrokontrolleri-semeistva-stm32>. – 16.05.2024 р.
10. Датчик руху [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.robostore.com.ua/datchiki-dvizheniya-rasstoyaniya/> – 16.05.2024 р.
11. Камера OV7670 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bitkit.com.ua/shho-mozhna-zrobiti-na-arduino>. – 16.05.2024 р.
12. LCD-дисплей QC1602A [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mini-tech.com.ua/1602-simvolniy-displey-siniy>. – 16.05.2024 р.

13. SIM800L [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/ru/prod1665-gsm-modul-na-sim800l>. – 16.05.2024 р.
14. ESP8266 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/ru/prod980-wifi-modul-esp8266>. – 16.05.2024 р.
15. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення. Введ. 2015-06-22. К. Держстандарт України, 2017. 29 с
16. Методичні вказівки з підготовки та захисту кваліфікаційної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка, освітньої програми «Інтелектуальні технології засобів радіоелектроніки» / Упоряд. Н. П. Демська, В. В. Євсєєв, О. М. Замірець, В. В. Невлюдова, Ю. М. Олександров. Харків : ХНУРЕ, 2022. 38 с.