

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з
використанням ESP32CAM

Назва теми

КвРКІ.101063.21.01.13 ПЗ

Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»


Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ2с-21-1


Підпис


Р.Р. Холодюк
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

І.О. Засорнова
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

І.О. Засорнова
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем


Підпис

Т.О. Говорущенко
Ініціали, прізвище

«10» червня 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 10 ” 01 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Холодюку Ростиславу Руслановичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проєкту (роботи) Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM

Керівник проєкту (роботи) Засорнова І.О., к.т.н., доцент.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 15.02.2024 р. № 8

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Завдання на кваліфікаційну роботу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Огляд відомих методів та їх рішення

Вибір апаратного та програмного забезпечення системи моніторингу стану складського приміщення

Програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу

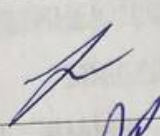
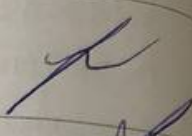


5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Загальна блок-схема алгоритму

Схеми з'єднань мікроконтролера з камерою та для виконання прошивки мікроконтролеру

Блок-схема поетапної реалізації алгоритму

6. Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Засорнова І.О., к.т.н., доцент		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

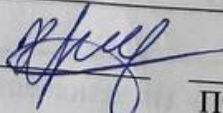
7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2024 р.

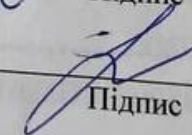
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітки
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.01.2024	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2024	виконано
3	Робота над розділом 1 – огляд відомих методів та їх рішення	01.03.2024	виконано
4	Робота над розділом 2 – вибір апаратного та програмного забезпечення протипожежних систем	01.04.2024	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу	29.04.2024	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	25.05.2024	виконано
7	Попередній захист ВКР	30.05.2024	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2024 року	

Студент

Керівник роботи


 Підпис Р.Р. Холодюк


 Підпис І.О. Засорнова
 Ініціали, прізвище

Рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ кз	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1		КВРКІ 101063.21.01.13 ПЗ	Пояснювальна записка	60		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2		КВРКІ 101063.21.01.13 Е8	Загальна блок-схема алгоритму	1		
			<u>Схеми з'єднань</u>			
3		КВРКІ 101063.21.01.13 Е8	Схеми з'єднань мікроконтролеру з камерою та для виконання прошивки мікроконтролеру	1		
			<u>Блок-схема поетапної реалізації алгоритму</u>			
4		КВРКІ 101063.21.01.13 Е8	Блок-схема поетапної реалізації алгоритму	1		

КВРКІ.101063.21.01.13 ВП

Зам	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Літера	Арк уш	Арку шів
Розробив		Холодюк			У	1	1
Перевір.		Засорнова			ХНУ, КІ2с-21-1		
Н. контр.		Засорнова					
Затв.		Говорущенко		10.06			

Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM

ХНУ, КІ2с-21-1

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM».

Автор роботи: Холодюк Ростислав Русланович.

Керівник роботи: Засорнова Ірина Олександрівна

Пояснювальна записка: 60 с., 19 рисунків, 3 табл., 5 дод., 61 джерело.

Графічна частина: 3 креслення.

ESP32CAM, РОБОТОТЕХНІЧНА СИСТЕМА, МІКРОКОНТРОЛЕР,
МОНІТОРИНГ, БАЗА ДАНИХ.

Метою кваліфікаційної роботи є забезпечення достатньої ефективності кіберфізичної системи для виявлення загорянь у складських приміщеннях.

Поставлена мета досягається розв'язанням такої основної задачі: проектування та розроблення підсистеми моніторингу складських приміщень для виявлення загорянь та їх усунення.

Об'єктом дослідження є процес розпізнавання даних для виявлення пожеж.

Предметом дослідження є підсистема моніторингу складських приміщень для виявлення загорянь та їх усунення.

Для досягнення поставленої мети використовуються такі методи дослідження, як методи синтезу, аналізу та моделювання процесів, принципи системного аналізу, теоретико-множинні підходи.

Практична значимість роботи полягає у проектуванні та розробленій підсистеми моніторингу складських приміщень для виявлення загорянь та їх усунення.



Підпис студента

04.06.2024

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ОГЛЯД ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА ЇХ РІШЕННЯ	5
1.1 Поняття мікроконтролеру, складові та сфери їх використання.....	5
1.2 Загальні відомості про системи протипожежної безпеки.....	7
1.3 Використання мікроконтролерів у протипожежних системах та системах відеоспостереження.....	14
1.4 Висновки. Постановка задачі.....	15
2 ВИБІР АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ	18
2.1 Технічні характеристики мікроконтролеру.....	18
2.2. Вибір камери для виконання роботи.....	21
2.3. Загальні відомості про мікроконтролер ESP32CAM.....	26
2.4 Сфери використання мікроконтролеру ESP32CAM	27
2.5 Порівняння мікроконтролеру ESP32CAM з іншими за використанням у сфері відеоспостереження	28
2.6 Використання мікроконтролеру ESP32CAM в протипожежних системах та в системах спостереження.....	33
2.7 Існуючі аналоги готових систем протипожежної безпеки	34
2.8 Планування алгоритму	40
2.9 Висновок	43
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ	45
3.1 Реалізація запланованих частин алгоритму	45
3.2 Виконання прошивки мікроконтролеру	47

КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Робото-технічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM					Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Холодюк Р.Р.								y		2
Перевід.		Заормота			ХНУ КІ2с-21-1							
Н.контр.		Засорнова І.О.										
Затвер.		Говорушенко Т.О.		10.06								

3.4	Складові, необхідні для тестування алгоритму та апаратної складової	53
3.5	Теоретичні можливості для покращення алгоритму	54
3.6	Висновки	58
ВИСНОВКИ		59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ		61
ДОДАТОК А Загальна блок-схема алгоритму		67
ДОДАТОК Б Схеми з'єднань мікроконтролера з камерою та для виконання прошивки мікроконтролера		68
ДОДАТОК В Блок-схема поетапної реалізації алгоритму		69
ДОДАТОК Г Лістинг коду для виконання відеоспостереження		70
ДОДАТОК Д Лістинг коду для розпізнавання вогню на зображеннях		74

ВСТУП

У сучасному світі робототехнічні системи для моніторингу та контролю стану складських приміщень стають надзвичайно важливими. Зростаючі вимоги до ефективності та безпеки вимагають впровадження нових технологій, спрямованих на забезпечення безпеки та зниження ризиків. Одним із таких інноваційних рішень є розробка робототехнічної системи моніторингу стану складського приміщення з використанням мікроконтролера ESP32CAM.

ESP32CAM - це потужний мікроконтролер, обладнаний функціями Wi-Fi, камери та обробки зображень. Використання цього мікроконтролера дозволяє створити компактну та незалежну систему моніторингу, яка здатна виявляти події в реальному часі та реагувати на них.

Мета даної дипломної роботи полягає у забезпеченні достатньої ефективності кіберфізичної системи для виявлення загорянь у складських приміщеннях. Основні задачі роботи включають наступне:

- розробка апаратної частини системи, включаючи підключення камери до мікроконтролера ESP32CAM та розробку алгоритмів обробки зображень;
- розробка програмного забезпечення, яке дозволить виконувати обробку зображень та виявлення певних подій, зокрема, пожежі;
- додавання функціоналу системи для включення протипожежної системи у разі виявлення пожежі.

Об'єктом дослідження є процес розпізнавання даних для виявлення пожеж.

Предметом дослідження є підсистема моніторингу складських приміщень для виявлення загорянь та їх усунення.

Кваліфікаційна робота буде включати огляд існуючих методів та технологій моніторингу складських приміщень, детальний опис апаратної та програмної реалізації системи, а також експериментальне дослідження її функціональності та продуктивності.

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА ЇХ РІШЕННЯ

1.1 Поняття мікроконтролера, складові та сфери їх використання

Мікроконтролер [1-2] – це інтегральна схема, яка поєднує в собі функції мікропроцесора, пам'яті та периферійних пристроїв. В контексті робототехнічної системи моніторингу складського приміщення з використанням ESP32CAM [3-15] мікроконтролер відіграє ключову роль у керуванні системою моніторингу та реагуванні на виявлені події, такі як пожежа.

Складові мікроконтролера та їх функції:

– мікропроцесор [16-17] (CPU): це обчислювальний блок мікроконтролера, який виконує операції обробки даних та керування. У контексті системи моніторингу складського приміщення, CPU відповідає за обробку отриманих відеоданих з камери ESP32CAM та виявлення подій, наприклад, пожежі;

– пам'ять [18-19]: мікроконтролер має вбудовану пам'ять для збереження програмного коду, даних та конфігураційної інформації. Пам'ять використовується для зберігання програмного коду алгоритмів обробки відеоданих, стану системи та інших потрібних даних;

– периферійні пристрої [20-21]: це пристрої, що забезпечують зовнішній зв'язок та взаємодію мікроконтролера з навколишнім середовищем. У робототехнічній системі моніторингу складського приміщення це можуть бути периферійні пристрої введення-виведення, які керують протипожежною системою, таймери для вимірювання часу між подіями, а також комунікаційні інтерфейси для спілкування з іншими системами чи обладнанням;

– годинник або таймер: деякі мікроконтролери мають вбудований годинник або таймер, які дозволяють відстежувати час та генерувати вимикання або переривання з заданою частотою або після певного інтервалу часу. Це може бути корисним для включення протипожежної системи через певний час після виявлення пожежі;

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– інтерфейси зв'язку: мікроконтролери можуть підтримувати різні інтерфейси зв'язку, такі як Wi-Fi, Bluetooth або Ethernet. Це дозволяє мікроконтролеру спілкуватися з іншими пристроями, передавати дані та отримувати команди з віддалених джерел.

Сфери використання мікроконтролерів у робототехнічних системах моніторингу:

– системи безпеки та моніторингу складів: мікроконтролери використовуються для керування системами відеоспостереження, виявлення пожежі та автоматичного включення протипожежної системи, як це потрібно у вашій системі;

– автоматизація процесів складської логістики: мікроконтролери використовуються для керування рухом вантажів, вимірювання параметрів навантаження та моніторингу стану обладнання;

– енергоменеджмент та оптимізація споживання енергії: завдяки можливості керування електричним обладнанням, мікроконтролери використовуються для ефективного управління освітленням, вентиляцією та іншими системами енергопостачання складських приміщень;

– моніторинг умов зберігання: мікроконтролери можуть вимірювати температуру, вологість та інші параметри середовища у складських приміщеннях, щоб забезпечити оптимальні умови для зберігання товарів;

– реагування на екстрені ситуації: за допомогою вбудованих датчиків та зв'язку з протипожежною системою, мікроконтролери можуть автоматично реагувати на виявлення пожежі або інших небезпечних ситуацій, наприклад, включаючи сирени, відключаючи електричне устаткування та відправляючи повідомлення персоналу;

– віддалене керування і моніторинг: завдяки можливості підключення до мережі Wi-Fi чи Ethernet, мікроконтролери можуть забезпечити можливість віддаленого керування та моніторингу стану складського приміщення через Інтернет;

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– інтеграція з системами керування та управління: мікроконтролери можуть бути інтегровані з іншими системами управління складом, такими як системи інвентаризації, системи управління вантажним транспортом та системи автоматизованого складування;

– оптимізація ресурсів та витрат: шляхом ефективного керування різними процесами та обладнанням у складських приміщеннях, мікроконтролери допомагають зменшити витрати на енергію, підтримку та ресурси.

Усі ці функції та можливості мікроконтролера в контексті робототехнічної системи моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM спрямовані на підвищення ефективності та безпеки управління складськими приміщеннями, забезпечуючи оперативне виявлення та реагування на небезпечні ситуації.

1.2 Загальні відомості про системи протипожежної безпеки

Системи протипожежної безпеки [22-29] є критичним елементом будь-якого будівлі чи споруди для запобігання пожежам, виявлення їх виникнення та ефективного управління ними. Ці системи включають в себе комплекс технічних засобів та пристроїв, які працюють разом для забезпечення безпеки персоналу та майна.

Компоненти систем протипожежної безпеки:

– виявлення пожежі: це ключовий компонент системи, який включає датчики диму, тепла або вогню. Датчики реагують на підвищення температури, наявність диму чи продуктів горіння, і спрацьовують при виявленні небезпеки;

– оповіщення: після виявлення пожежі система протипожежного оповіщення активує сигнальні пристрої, такі як димовики, світлові та звукові сигналізатори, які інформують персонал про небезпеку та викликають евакуацію;

					КвРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– система гасіння: якщо пожежа виявлена на ранніх стадіях, система гасіння може активувати пристрої для пригнічення вогню, такі як спринклерні системи, газові або пінні вогнегасники;

– система управління пожежею: цей компонент включає в себе панелі керування, які моніторять стан датчиків, сигналізаторів та пристроїв гасіння, а також забезпечують можливість ручного управління системою;

– евакуаційні шляхи та світло: системи протипожежної безпеки також включають в себе освітлення евакуаційних шляхів, позначення шляхів виходу та інші засоби, що сприяють безпечній евакуації персоналу. Схема побудови типової системи протипожежної безпеки зображена на рисунку 1.1.

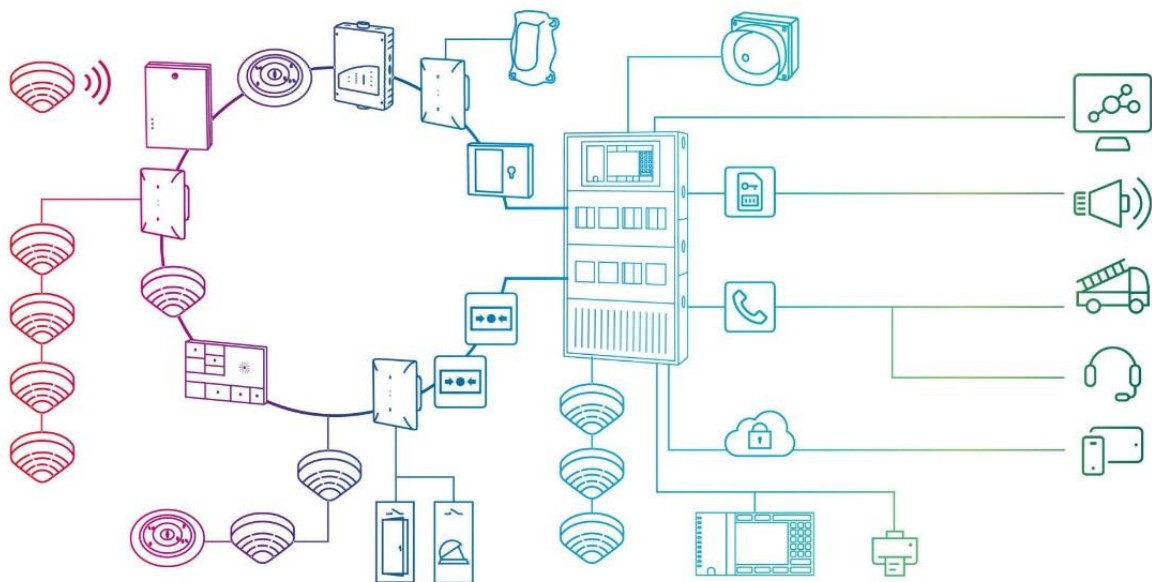


Рисунок 1.1 - Схема побудови типової системи протипожежної безпеки

Класифікація систем протипожежної безпеки:

1) автоматичні системи протипожежного захисту - це комплекс технічних засобів та пристроїв, які призначені для виявлення пожежі та автоматичного запуску процесів гасіння чи інших заходів для її локалізації та загасання. Одним

із ключових принципів роботи таких систем є їх автоматизованість та самостійність у виявленні та реагуванні на пожежну загрозу;

2) системи оповіщення та управління евакуацією - це комплекс технічних засобів та пристроїв, призначених для своєчасного інформування людей про пожежу та організації їх безпечної евакуації. Такі системи включають в себе звукові та світлові сигналізатори, інформаційні табло, системи голосового оповіщення, а також засоби для керування евакуаційними виходами;

3) системи димовидалення та вентиляції - це комплекс технічних засобів, що призначені для видалення диму та токсичних газів з приміщень під час пожежі. Дані системи забезпечують покращення видимості для евакуації людей, а також створюють умови для ефективної роботи пожежних підрозділів. Вони включають в себе димові шахти, вентиляційні установки, автоматичні заслінки та інші компоненти;

4) системи ручного пожежогасіння - це технічні засоби та пристрої, призначені для ручного гасіння пожежі. До таких систем відносяться вогнегасники, пожежні гідранти, пожежні рукави та інше обладнання, яке може використовуватись персоналом або пожежними для локалізації та ліквідації пожежі. Важливим аспектом цих систем є доступність та простота у використанні.

Компоненти автоматичних систем протипожежного захисту:

– датчики виявлення пожежі: це пристрої, які реагують на підвищення температури, наявність диму або продуктів горіння у приміщенні. Такі датчики можуть бути тепловими, іонізаційними, оптичними чи комбінованими;

– контрольно-сигналізуюча панель (ППК): це центральний пристрій, який приймає сигнали від датчиків та приладів у системі, аналізує їх і виконує відповідні дії. Це може бути активація сигналізації, запуск системи гасіння або сповіщення служби безпеки;

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– системи оповіщення: у разі спрацювання датчиків пожежі, автоматична система оповіщує персонал про небезпеку. Це може бути звукова сигналізація, м'ягнікові сирени, мовні сповіщення чи світлові сигнали;

– системи гасіння: після виявлення пожежі система може автоматично запускати процеси гасіння за допомогою спринклерів, вогнегасників, системи пінного або газового гасіння, водяного туману та інших засобів. Схема побудови типової автоматичної системи протипожежного захисту представлена на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Схема побудови типової автоматичної системи протипожежного захисту [25]

Принцип роботи:

– виявлення пожежі: датчики виявлення пожежі реагують на зміни у середовищі, такі як підвищення температури або наявність диму чи продуктів горіння;

– передача сигналу до ППК: коли датчик спрацює, він надсилає сигнал до контрольно-сигналізуючої панелі, де відбувається аналіз ситуації;

– прийняття рішення: ППК аналізує отримані дані та приймає рішення про подальші дії. Це може бути активація системи оповіщення, запуск системи гасіння або сповіщення оператора професійної служби;

– виконання заходів: у разі підтвердження пожежної загрози система автоматично запускає процеси гасіння або інші заходи для локалізації та загасання пожежі.

Автоматичні системи протипожежного захисту [30-35] забезпечують швидку та ефективну реакцію на пожежну загрозу, що допомагає мінімізувати збитки та забезпечує безпеку персоналу та майна.

Ручні системи протипожежного захисту - це системи, що потребують активування людиною шляхом ручного вмикання. Вони призначені для того, щоб персонал або будь-яка інша особа могли швидко та ефективно виявити пожежну загрозу та активувати необхідні заходи для її локалізації та гасіння.

Компоненти ручних систем протипожежного захисту:

– пожежні спрацювання (ручні пожежні марші): це пристрої, які встановлюються на стінах або стелях приміщень та призначені для ручного активування системи протипожежного захисту. Вони зазвичай мають вигляд великих червоних кнопок або ручок, які можна натискати для подачі сигналу;

– сигналізуючі пристрої: після активування пожежного спрацювання, система оповіщення спрацьовує, і звукові та світлові сигнали починають інформувати персонал та інших присутніх про пожежну небезпеку.

Принцип роботи ручних систем протипожежного захисту:

– виявлення пожежі або пожежної загрози: якщо присутній виявляє пожежну загрозу або пожежу, він може активувати ручне пожежне спрацювання, натискаючи на відповідну кнопку чи ручку;

– активація системи оповіщення: після активування пожежного спрацювання система оповіщення починає роботу, і сигналізуючі пристрої починають інформувати присутніх про пожежну небезпеку;

– мобілізація персоналу та реагування: після отримання сигналу про пожежу персонал починає виконувати заходи, передбачені планом евакуації або заходами протипожежного захисту;

– подальші дії: після активації системи протипожежного захисту інші автоматичні або ручні системи можуть виконати додаткові заходи для гасіння пожежі та локалізації загрози. Схема побудови типової ручної системи протипожежного захисту представлена на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 - Схема побудови типової ручної системи протипожежного захисту [32]

Ручні системи протипожежного захисту [36-41] є важливою складовою частиною загальної системи безпеки будівель та сприяють швидкій реакції на пожежну небезпеку, забезпечуючи ефективне контролю над ситуацією та мінімізацію збитків:

– системи віддаленого моніторингу та керування: ці системи дозволяють операторам віддалено моніторити та керувати системою протипожежного захисту через Інтернет або мережу зв'язку;

– інтегровані системи: ці системи поєднують в собі різні компоненти безпеки, такі як системи пожежної сигналізації, системи відеоспостереження та системи контролю доступу, для забезпечення комплексного захисту об'єкта.

Розглядаючи компоненти та класифікацію систем протипожежної безпеки, можна ефективно проєктувати та реалізовувати системи, які надійно захищають будівлі та споруди від пожежних загроз.

Технічні характеристики систем протипожежної безпеки:

– чутливість датчиків: важливо налаштувати датчики так, щоб вони ефективно реагували на найменші зміни у середовищі, але при цьому уникати спрацювання від незначних перешкод або шуму;

– швидкість реакції: час, за який система реагує на пожежу, грає критичну роль у мінімізації збитків та забезпеченні безпеки персоналу. Ефективна система повинна оперативно спрацювати при виникненні пожежі;

– надійність та стійкість до впливу зовнішніх факторів: система повинна бути стійкою до впливу шкідливих чинників, таких як волога, пил, вібрація та інші атмосферні умови;

– споживання енергії: ефективне використання енергії є ключовим аспектом систем протипожежної безпеки, оскільки вони можуть працювати в режимі очікування протягом тривалого часу.

Стандарти та нормативи [42-51]:

– нормативи безпеки пожеж (наприклад, відповідні стандарти, правила та регулятивні вимоги) визначають вимоги до дизайну, установки та експлуатації систем протипожежного захисту;

– стандарти технічної безпеки визначають технічні характеристики та вимоги до компонентів та пристроїв, що використовуються в системах протипожежної безпеки.

Інтеграція з іншими системами безпеки:

– системи відеоспостереження: інтеграція систем протипожежної безпеки з системами відеоспостереження дозволяє операторам моніторити об'єкт в режимі реального часу та швидко реагувати на виявлені загрози;

– системи контролю доступу: інтеграція з системами контролю доступу дозволяє ефективно керувати доступом до приміщень та забезпечити безпеку об'єкта.

Тренди та інновації:

– використання штучного інтелекту та машинного навчання: ці технології дозволяють аналізувати великі обсяги даних та виявляти в них відхилення, що може бути показником пожежної загрози;

– розвиток IoT та зв'язані з ним технології: використання інтернету речей дозволяє збирати та обробляти дані з різних датчиків та пристроїв у реальному часі для попередження пожеж та швидкої реакції на них.

Ці аспекти важливо розглянути при розробці та впровадженні систем протипожежної безпеки з метою максимального забезпечення безпеки та ефективного контролю над пожежними ризиками.

Технічна підтримка та обслуговування:

– регулярні технічні перевірки: важливо проводити регулярні технічні перевірки систем протипожежної безпеки для впевненості в їх правильному функціонуванні;

– обслуговування та ремонт: забезпечення своєчасного обслуговування та ремонту систем допомагає утримувати їх у робочому стані та запобігає можливим неполадкам у майбутньому.

1.3 Використання мікроконтролерів у протипожежних системах та системах відеоспостереження

Мікроконтролери використовуються в системах протипожежної безпеки для керування та моніторингу різноманітних пристроїв і сенсорів, які забезпечують виявлення та реагування на пожежу.

Основні способи їх використання:

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– керування системою - мікроконтролери використовуються для керування дією автоматичних пристроїв, таких як спринклерні системи, автоматичні двері виходу, системи вентиляції та інші пристрої, які активуються в разі виявлення пожежі або диму;

– моніторинг - вони використовуються для постійного моніторингу стану різних сенсорів, таких як димові датчики, датчики температури та датчики CO₂. Мікроконтролери здійснюють аналіз отриманих даних і можуть автоматично викликати сигнал тривоги або активувати інші протипожежні пристрої в разі виявлення підозрілих умов;

– комунікація та зв'язок - мікроконтролери вбудовані в системи протипожежної безпеки для сприяння комунікації між різними пристроями та центральним контролером. Вони можуть використовувати різні протоколи комунікації, такі як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee або CAN, для передачі даних про стан системи та інформації про пожежу;

– автономність - деякі системи протипожежної безпеки можуть використовувати мікроконтролери для створення автономних пристроїв, які можуть працювати навіть у разі втрати зв'язку з центральною системою або електропостачання;

– збір та аналіз даних - мікроконтролери можуть збирати дані про історію подій та стану системи протипожежної безпеки. Ці дані можуть бути використані для аналізу та вдосконалення роботи системи, а також для виявлення потенційних проблем або недоліків у її функціонуванні.

1.4 Висновки. Постановка задачі

В процесі аналізу інформаційної бази були розглянуті ключові аспекти мікроконтролерів та систем відеоспостереження, які мають прямий вплив на розробку системи протипожежної безпеки. Для кращого розуміння теми було проведено детальний огляд основних характеристик мікроконтролерів, їх

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складових елементів та областей застосування. Цей аналіз включав дослідження різних типів мікроконтролерів, їх технічних характеристик, архітектури та функціональних можливостей. Окрема увага була приділена вивченню можливостей мікроконтролерів в контексті їх застосування у системах протипожежної безпеки.

Основний фокус при роботі з мікроконтролерами був спрямований на їхню роль у виробництві та забезпеченні функціональності систем протипожежної безпеки. У рамках цього аналізу було детально розглянуто, як мікроконтролери використовуються для керування та моніторингу протипожежних пристроїв, таких як спринклерні системи, димові датчики та системи вентиляції. Було проаналізовано приклади успішної інтеграції мікроконтролерів у ці системи, а також оцінено ефективність їх роботи в умовах реального часу. Особлива увага була приділена дослідженню надійності та швидкодії мікроконтролерів у критичних ситуаціях, що є важливим аспектом для систем протипожежної безпеки.

Щодо систем відеоспостереження, була проведена класифікація та огляд їхніх основних переваг та вимог до ефективної роботи. Розглянуто основні компоненти систем відеоспостереження, включаючи камери, записуючі пристрої, програмне забезпечення для аналізу відео та системи передачі даних. Було вивчено різні типи відеокамер, їх технічні характеристики, можливості виявлення та розпізнавання об'єктів, а також методи обробки відеоінформації. Окрім того, було досліджено вимоги до мережевої інфраструктури та зберігання даних для забезпечення безперервної та надійної роботи систем відеоспостереження.

На основі цього аналізу була сформульована постановка задачі для подальшого розроблення системи протипожежної безпеки. Основними етапами її реалізації є розробка алгоритму виявлення пожежі з використанням відеоспостереження та аналіз технічних можливостей мікроконтролера ESP32CAM, який обрано для цієї системи. Цей мікроконтролер було обрано

через його високу продуктивність, наявність вбудованої камери та підтримку бездротових технологій, що дозволяє ефективно інтегрувати його у систему протипожежної безпеки. Розробка алгоритму виявлення пожежі включає в себе аналіз відеопотоку, виявлення аномалій, що можуть свідчити про займання, та генерування відповідних сигналів тривоги.

Крім того, важливим завданням є вибір необхідних компонентів та оптимізація їх використання з метою досягнення кращої ефективності системи. Це включає вибір відповідних датчиків, модулів зв'язку, елементів живлення та інших компонентів, необхідних для побудови надійної та ефективної системи протипожежної безпеки. Оптимізація використання компонентів передбачає забезпечення їх сумісності, мінімізацію енергоспоживання та максимізацію швидкодії системи.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні задачі:

- вибір камери для виконання відеоспостереження;
- аналіз сфер використання мікроконтролеру ESP32CAM;
- порівняння мікроконтролеру ESP32CAM з іншими за використанням у сфері відеоспостереження;
- аналіз існуючих аналогів готових систем протипожежної безпеки;
- розробка алгоритму завдання.

2 ВИБІР АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ СИСТЕМ

2.1 Технічні характеристики мікроконтролера

Поєднання Wi-Fi модуля з високопродуктивним мікро контролером ESP32, відеокамерою OV2640 [52-55], роз'ємом під micro-SD карту пам'яті і додаткової оперативної пам'яттю 4 МБайт. Поєднання всіх перерахованих компонентів на платі розмірами 27×39 мм дозволяє створювати портативні пристрої для охоронних систем, систем відеоспостереження.

На рисунку 2.1 зображений зовнішній вигляд мікроконтролера ESP32CAM.



Рисунок 2.1 - Зовнішній вигляд мікроконтролера ESP32CAM з під'єднаною камерою OV2640 [52]

Характеристики ESP32CAM наведені в таблиці 2.1.

– підтримка камери: інтегрований інтерфейс камери дозволяє просто підключати камеру для захоплення відео та фото, що робить ESP32CAM ідеальним вибором для систем відеоспостереження;

– розширені можливості зв'язку: крім Wi-Fi та Bluetooth, ESP32CAM підтримує різноманітні інтерфейси зв'язку, такі як UART, I2C, SPI, що робить його більш гнучким для інтеграції з різними пристроями та сенсорами;

– компактні розміри: ESP32CAM має невеликі розміри та невисоку вагу, що робить його ідеальним варіантом для вбудованих систем відеоспостереження та протипожежної безпеки, особливо там, де обмежений об'єм простору;

Незважаючи на свої переваги, мікроконтролер ESP32CAM також має деякі слабкі сторони, які можуть вплинути на його використання у певних сценаріях:

– обмежена потужність обробки: навіть з потужним мікропроцесором, ESP32CAM може бути обмежений для виконання важких завдань відеоаналітики або обробки великих обсягів даних;

– обмежені можливості зберігання: вбудована флеш-пам'ять обмежена об'ємом (4 МБ), що може стати недостатнім для зберігання великої кількості відеоданих або програмного забезпечення;

– нестабільна робота під високими навантаженнями: при довготривалій роботі під великими навантаженнями можуть виникати проблеми з перегрівом або нестабільною роботою;

– обмежені можливості розширення: хоча ESP32CAM має різноманітні інтерфейси, він може бути обмежений для підключення великої кількості зовнішніх пристроїв або сенсорів через обмежену кількість GPIO-пінів;

					КвРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– висока споживана потужність: в порівнянні з деякими іншими мікроконтролерами, ESP32CAM може мати вище споживання енергії, що може бути недоцільним для деяких додатків з обмеженою живленням.

2.2 Вибір камери для виконання роботи

При виборі камери для використання з мікроконтролером ESP32CAM (який підтримує дві моделі камер - OV2640 та OV7670), важливо врахувати декілька ключових параметрів та функціональних можливостей кожної моделі.

Розпочнемо з аналізу технічних характеристик моделі OV2640, які наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики OV2640.

Назва	Характеристики
1	2
сумісність	ESP32CAM
тип матриці	OV2640 2MP
кут огляду	66 градусів
довжина шлейфу камери	50 мм
відео UXGA	1600x1200 (15 fps)
відео SVGA	800x600 (30 fps)
підтримка форматів відеозахвату	8/10-bit Raw RGB, YUV(422/420), RGB565/555
розміри	12×12×10 мм

На рисунку 2.2 зображено зовнішній вигляд камери OV2640.



Рисунок 2.2 - Зовнішній вигляд камери OV2640 [53]

Для повноцінного порівняння розглянемо ще модуль камери OV7670, технічні характеристики якого наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики OV7670.

Назва	Характеристики
1	2
модель	OV7670
шина	Serial Camera Control Bus (SCCB)

Кінець таблиці 2.3.

Назва	Характеристики
1	2
сенсор зображення	однокристальний CMOS
розширення QVGA	320×240
розширення CIF	352×240
розширення QCIF	176 × 144
варіанти кодування	RGB565, RGB555, RGB444, YUV / YCbCr 4: 2: 2, GRB 4: 2: 2, Raw RGB Data
напруга на CMOS сенсора	1,8 В
напруга на аналогових елементах	2,45 - 3 В
напруга живлення модуля	3 - 5 В
споживання струму	20 мА
розмір лінзи	1/6 дюйма
кут огляду	24 градуси
Швидкість вихідного зображення	до 30 кадрів в секунду
чутливість	1,1 В / Люкс-сек
відношення сигнал / шум	46Дб
розміри	35×35×31 мм
вага	12 г

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ

Арк.
23

На рисунку 2.3 зображено зовнішній вигляд камери OV7670.



Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд камери OV7670 [54]

Модель камери OV2640 має кілька переваг, які роблять її привабливим вибором для реалізації систем відеоспостереження та протипожежної безпеки:

- висока роздільна здатність: однією з головних переваг моделі OV2640 є її висока роздільна здатність. Вона підтримує роздільність до 1600x1200 пікселів, що дозволяє отримувати високоякісні зображення з великою кількістю деталей;
- широкий вибір форматів зображення: OV2640 підтримує різноманітні формати зображення, включаючи JPEG, BMP, RAW та YUV. Це дає більшу гнучкість при роботі з отриманими зображеннями;
- покращені можливості обробки зображень: модель OV2640 має вбудовані функції обробки зображень, такі як автоекспозиція, автоматичний баланс білого та автофокус, що сприяє поліпшенню якості отриманих зображень;
- великий фреймрейт: ця модель камери зазвичай може досягати високого фреймрейту при різних роздільних здатностях. Наприклад, при роздільній здатності VGA (640x480), вона може досягати до 60 кадрів в секунду;

– наявність інтерфейсу для керування камерою: OV2640 зазвичай використовує інтерфейс SCCB (Serial Camera Control Bus), який дозволяє керувати налаштуваннями камери та отримувати додаткову інформацію про її стан;

– підтримка стиснення зображень: ця модель підтримує стиснення зображень у форматі JPEG, що дозволяє зменшити обсяг даних та ефективно використовувати обмежені ресурси пам'яті.

Тепер розглянемо переваги камери OV7670:

– економічність: однією з головних переваг моделі OV7670 є її низька вартість порівняно з іншими моделями камер. Це може зменшити витрати на проект та зробити його більш доступним для широкого кола користувачів;

– невеликі розміри: камера OV7670 має компактні розміри, що дозволяє легко інтегрувати її в обмежені просторові умови, такі як вбудовані системи або пристрої з обмеженим обсягом;

– низьке споживання енергії: модель OV7670 відома своїм низьким рівнем споживання енергії, що робить її ідеальним варіантом для батарейних або мобільних пристроїв, де ефективне використання енергії є критичним;

– достатність для базових застосувань: хоча роздільна здатність та швидкість кадрів камери OV7670 можуть бути меншими, ніж у деяких інших моделей, вона все ще надає достатню якість зображення для багатьох базових застосувань відеоспостереження та протипожежної безпеки;

– легкість управління: камера OV7670 може бути легко керована через інтерфейс SCCB (Serial Camera Control Bus), що спрощує налаштування параметрів та забезпечує зручну інтеграцію з контролером.

Після аналізу технічних характеристик моделей камер OV2640 та OV7670, я вважаю, що для реалізації систем відеоспостереження та протипожежної безпеки найбільш підходячою є камера OV2640. Однією з ключових переваг цієї моделі є її висока роздільна здатність до 1600x1200 пікселів, що забезпечує чітке та деталізоване зображення. Вона також підтримує різноманітні формати

зображення та має вбудовані функції обробки, які сприяють поліпшенню якості отриманих зображень.

Крім того, камера OV2640 має великий фреймрейт, що становить до 60 кадрів в секунду при роздільній здатності VGA, що важливо для забезпечення плавного та безперервного відеоспостереження. Її можливість стиснення зображень у форматі JPEG дозволяє ефективно використовувати обмежені ресурси пам'яті та зменшує обсяг передаваної інформації.

Окрім того, камера OV2640 підтримує різноманітні інтерфейси зв'язку, що робить її більш гнучким для інтеграції з різними контролерами та пристроями. З урахуванням усіх цих факторів, я вважаю, що камера OV2640 є найкращим варіантом для досягнення високої якості відеоспостереження та протипожежної безпеки.

2.3 Вибір мікроконтролера для створення робототехнічної системи

ESP32CAM - це мікроконтролер, який поєднує в собі можливості мікроконтролера ESP32 та камери для зображень. Він став популярним у сферах вбудованих систем, відеоспостереження та інтернету речей завдяки своїй потужності та зручності у використанні.

ESP32CAM має вбудований Wi-Fi модуль, що дозволяє передавати зображення та дані через мережу бездротового зв'язку. Це робить його ідеальним для створення відеоспостережувальних систем, які можуть передавати дані на віддалений сервер або зберігати їх в хмарі.

Однією з ключових особливостей ESP32CAM є можливість керувати камерою за допомогою мікроконтролера, що дозволяє здійснювати різноманітні функції обробки зображень та відео без зовнішніх пристроїв. Крім того, він має розширені можливості зберігання, такі як слот для карти MicroSD, що дозволяє зберігати великі обсяги даних безпосередньо на пристрої.

ESP32CAM може працювати в різних режимах, включаючи режим розпізнавання облич, виявлення руху та інші. Це робить його досить універсальним для використання в різних застосуваннях, від домашніх систем безпеки до індустріальних відеоспостереження.

Загалом, ESP32CAM - це потужний та зручний мікроконтролер, який дозволяє створювати високоефективні системи відеоспостереження та протипожежної безпеки з можливістю бездротового зв'язку та обробки зображень прямо на пристрої.

2.4 Сфери використання мікроконтролеру ESP32CAM

Мікроконтролер ESP32CAM має широкі можливості використання і знаходить застосування в різних сферах. Ось деякі з них:

– відеоспостереження та безпека: одним з основних застосувань ESP32CAM є створення систем відеоспостереження для домашнього, комерційного або промислового використання. Він може використовуватися для нагляду за приміщеннями, вулицями, паркінгами та іншими об'єктами, а також для реалізації систем безпеки з виявленням руху та інших функцій;

– інтернет речей (IoT): ESP32CAM може бути використаний для створення різноманітних IoT-пристроїв, що мають камеру. Це може бути, наприклад, домашня система моніторингу, яка надсилає зображення на смартфон власника при виявленні руху вдома;

– моніторинг та контроль: віддалене відеомоніторинг, контроль за промисловими процесами та об'єктами, а також моніторинг роботи обладнання - це лише деякі з можливих застосувань ESP32CAM у сфері контролю та моніторингу;

– домашня автоматизація: мікроконтролер може бути використаний для створення різноманітних домашніх автоматизаційних систем, включаючи системи безпеки, контроль освітлення, регулювання температури та інші;

– робототехніка: ESP32CAM може бути використаний в робототехніці для створення різноманітних роботів з вбудованими камерами, які виконують завдання відслідковування об'єктів, розпізнавання облич та інші функції;

– медичні та наукові дослідження: у сфері медицини та наукових досліджень ESP32CAM може бути використаний для створення медичних пристроїв, систем моніторингу пацієнтів та наукових експериментів, де необхідно відзняти та аналізувати зображення.

2.5 Порівняльна характеристика мікроконтролерів за використанням у сфері відеоспостереження

Порівняємо мікроконтролер ESP32CAM з деякими аналогами за використанням у сфері протипожежної безпеки та відеоспостереження:

1) raspberry Pi Camera Module:

характеристики: модуль камери для Raspberry Pi має різні моделі з різною роздільною здатністю та функціоналом.

Переваги: можливість використання повноцінного міні-комп'ютера Raspberry Pi для обробки та аналізу зображень, широкий вибір камер з різними характеристиками.

обмеження: високе споживання енергії, великі розміри, вища вартість порівняно з ESP32CAM.

Дана камера зображена на рисунку 2.4.

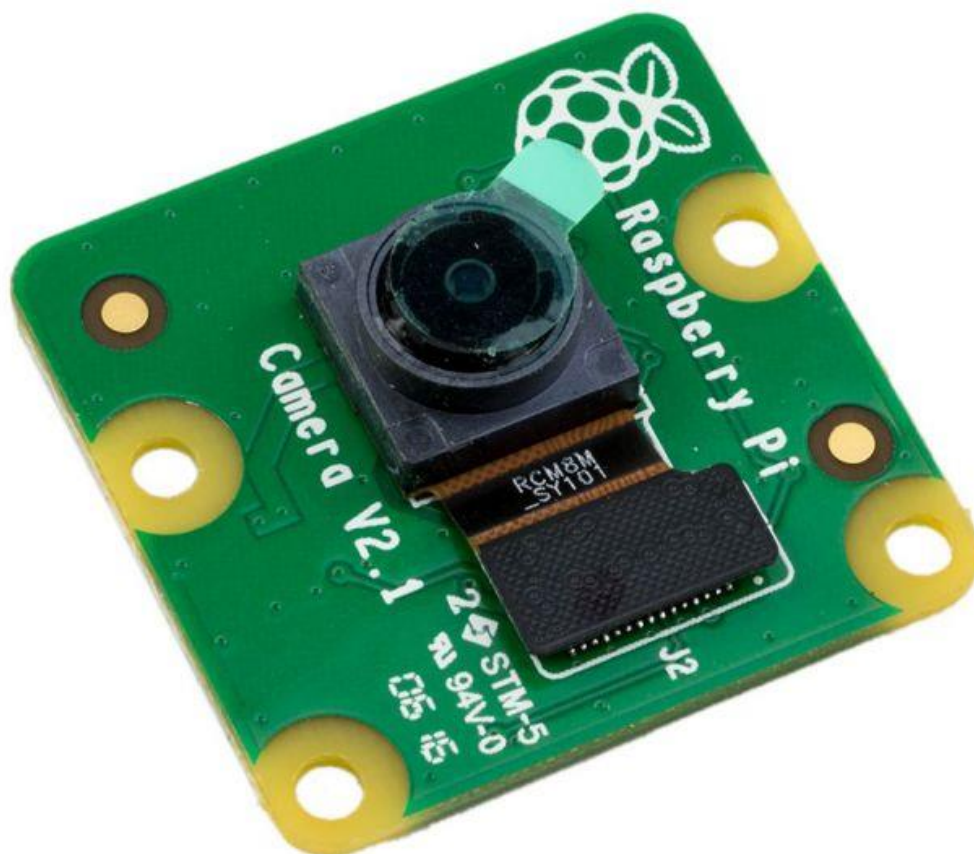


Рисунок 2.4 – Вигляд Raspberry Pi Camera Module [54]

2) Arducam:

- характеристики: arducam виробляє різні модулі камер з різними роздільними здатностями та інтерфейсами;
- переваги: широкий вибір моделей камер, хороша сумісність з Arduino та ESP8266/ESP32, підтримка різних інтерфейсів (SPI, I2C, etc.);
- обмеження: деякі моделі можуть мати обмежену підтримку для специфічних функцій, вища вартість деяких моделей.

Дана камера зображена на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Вигляд Arducam [54]

3) Jetson Nano Camera Module:

- характеристики: камера для Jetson Nano має високу роздільну здатність та підтримку для швидкої обробки відео;

- переваги: висока продуктивність, підтримка CUDA для апаратного прискорення обробки зображень, великий екосистем Jetson для розробки;

- обмеження: вища вартість, складність використання для початківців, потреба у використанні відповідних модулів розширення.

Дана камера зображена на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Вигляд Jetson Nano Camera Module [54]

4) Orange Pi Camera Module:

- характеристики: камера для Orange Pi пропонує високу роздільну здатність та можливості для роботи з великим обсягом даних;
- переваги: підтримка багатьох різноманітних додатків та середовищ, відкритий джерело коду, можливість використання в різних проектах;
- обмеження: вища вартість порівняно з ESP32CAM, складність використання для початківців, менша підтримка спільноти.

Дана камера зображена на рисунку 2.7

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

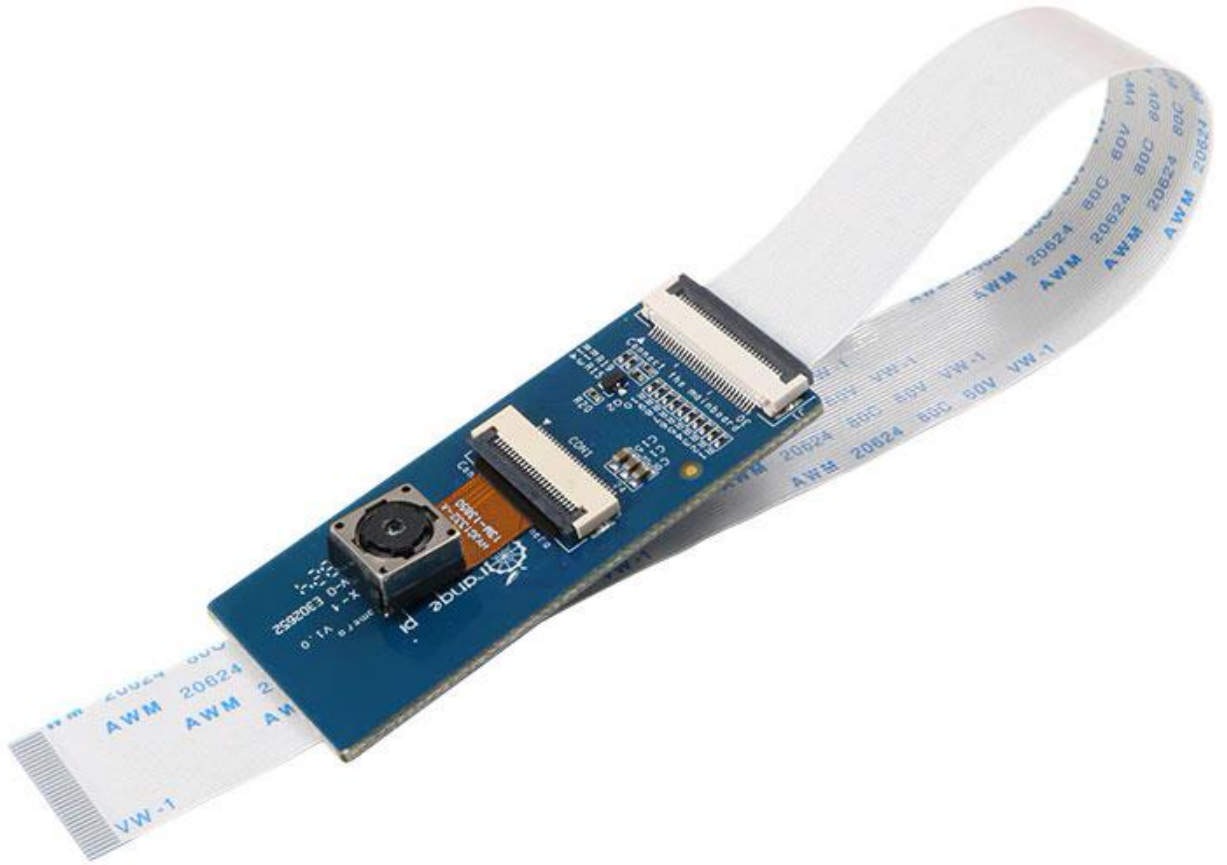


Рисунок 2.7 – Вигляд Orange Pi Camera Module [55]

5) NanoPi Camera Module:

- характеристики: модулі камер для NanoPi пропонуються в різних конфігураціях з різною роздільною здатністю та іншими функціями;
- переваги: підтримка різних інтерфейсів та протоколів, можливість використання в промислових та комерційних проектах, велика функціональність;
- обмеження: вища вартість порівняно з ESP32CAM, складність інтеграції та використання у порівнянні з деякими іншими модулями.

Дана камера зображена на рисунку 2.8.

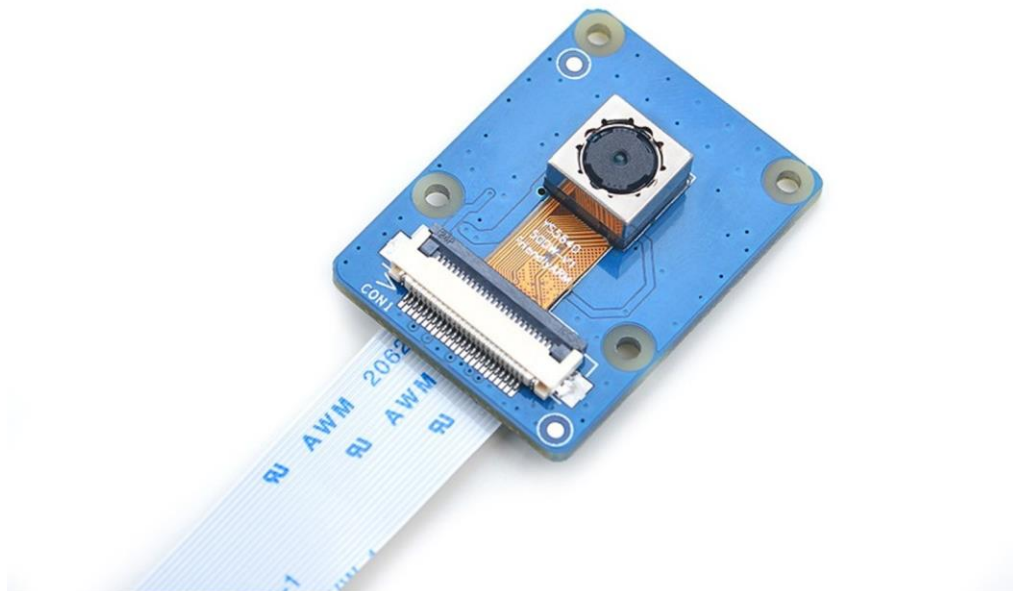


Рисунок 2.8 – Вигляд NanoPi Camera Module [55]

2.6 Використання мікроконтролеру ESP32CAM в протипожежних системах та в системах спостереження.

Мікроконтролер ESP32CAM має широке застосування в протипожежних системах та системах спостереження завдяки своїм унікальним характеристикам. Однією з головних переваг є можливість поєднання вбудованого Wi-Fi модуля з камерою, що дозволяє передавати відео та дані через мережу бездротового зв'язку. Це робить ESP32CAM ідеальним вибором для створення віддалених систем спостереження, які можуть надсилати відео на віддалений сервер або зберігати дані в хмарі.

Крім того, ESP32CAM має вбудовану підтримку камери, що спрощує процес розробки та інтеграції. Це дозволяє швидко створювати пристрої спостереження та протипожежні системи без необхідності у використанні додаткових компонентів.

Однак, порівняно з іншими існуючими системами, ESP32CAM може мати деякі обмеження. Наприклад, в порівнянні з деякими високопродуктивними системами, які базуються на комп'ютерах, ESP32CAM може мати обмежені можливості обробки відео та аналізу даних через обмежену потужність мікроконтролера. Також, для більш складних систем або систем, які потребують великої кількості камер, може бути необхідно використання додаткових мікроконтролерів або комп'ютерів для досягнення потрібної функціональності.

Отже, використання ESP32CAM в протипожежних системах та системах спостереження має свої переваги, такі як простота використання та низька вартість, але варто уважно оцінювати його можливості та обмеження в порівнянні з іншими існуючими системами перед прийняттям рішення щодо його використання.

2.7 Існуючі аналоги готових систем протипожежної безпеки

FireIoT - це інтелектуальна протипожежна система [56-61], розроблена для виявлення та реагування на пожежі в реальному часі. Ця система використовує мікроконтролер ESP32CAM як основний компонент для збору даних та передачі інформації.

Складові системи:

- ESP32CAM: цей мікроконтролер має вбудований Wi-Fi модуль та камеру, що дозволяє виявляти ознаки пожежі та передавати дані через мережу;
- датчики пожежі: fireiot може бути підключений до додаткових датчиків диму або температури для підтвердження виникнення пожежі;

– мобільний додаток: для зручності користувачів FireIoT має мобільний додаток, який дозволяє отримувати сповіщення про пожежу та віддалено керувати системою.

Функціональність:

– Fireiot постійно моніторить оточуюче середовище за наявністю диму або підвищеної температури. Якщо будь-які з цих ознак виявлені, ESP32CAM активується і починає записувати відео та зображення з камери, щоб документувати пожежу та її розповсюдження;

– одночасно система надсилає сповіщення на мобільний додаток користувача через Wi-Fi, або, в разі відсленнутості мережі, через GSM зв'язок. Це дозволяє користувачам швидко реагувати на небезпеку та вживати відповідних заходів безпеки.

Переваги:

– реальний час: fireiot дозволяє виявляти пожежу та надсилати сповіщення в реальному часі, що дозволяє швидко реагувати на небезпеку;

– документація подій: запис відео та зображень допомагає документувати події та реагувати на них ефективно;

– мобільна зручність: мобільний додаток дозволяє користувачам отримувати сповіщення та керувати системою з будь-якого місця;

– бездротове зв'язок: використання Wi-Fi або GSM зв'язку забезпечує надійне сповіщення навіть у випадку відсутності інтернету.

Недоліки:

– залежність від мережі: у разі відсутності мережі Wi-Fi або GSM, система може бути обмежена в здатності надсилати сповіщення;

– вартість: існують витрати на придбання та налаштування системи, що може бути недоцільним для деяких користувачів.

Зовнішній вигляд FireIoT зображено на рисунку 2.9.

– датчики диму та температури: система включає в себе датчики диму та температури, які надають додаткову інформацію для виявлення пожежі та її характеристик;

– звукові сигналізатори: safeguard має вбудовані звукові сигналізатори, які автоматично активуються при виявленні пожежі, щоб попередити людей в приміщенні про небезпеку;

– централізована система керування: система також може бути підключена до централізованої системи керування, яка надає можливість віддаленого моніторингу та керування всією протипожежною системою.

Функціональність:

safeguard постійно моніторить навколишнє середовище на наявність диму та підвищення температури. Якщо будь-які з цих ознак виявлені, ESP32CAM активується і починає процес реагування на пожежу.

По-перше, система надсилає сповіщення на централізовану систему керування, а також на мобільні пристрої відповідальних осіб. Крім того, звукові сигналізатори активуються, щоб попередити присутніх про небезпеку та викликати евакуацію.

У разі необхідності система може автоматично активувати пожежні спринклери або системи пожежогасіння для локалізації та загашення пожежі.

Переваги:

- надійність: safeguard забезпечує надійне виявлення пожеж та швидке реагування на них, що дозволяє запобігти розповсюдженню пожежі та мінімізувати шкоду.

– комплексність: система включає в себе різноманітні компоненти, які працюють спільно для забезпечення повноцінного захисту від пожеж;

– віддалене керування: можливість віддаленого моніторингу та керування дозволяє ефективно керувати системою з будь-якого місця.

Недоліки:

- вартість: висока вартість встановлення та налаштування може бути обмежуючим фактором для деяких користувачів;
- підтримка: залежність від централізованої системи керування може створювати проблеми у випадку її недоступності або відмови.

Зовнішній вигляд SafeGuard Fire Detection System зображено на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 - Зовнішній вигляд SafeGuard Fire Detection System [58]

FireBot - це автономна протипожежна система, призначена для виявлення пожеж та надання ефективного реагування на них. Система використовує мікроконтролери, включаючи ESP32CAM, у поєднанні з датчиками та звуковими сигналізаторами для забезпечення безпеки та захисту приміщень від пожежних загроз.

Складові системи:

– ESP32CAM: цей мікроконтролер є головним компонентом FireBot, він відповідає за збір та обробку даних, а також за передачу інформації про виявлені пожежі;

– датчики диму та температури: firebot оснащений датчиками, які виявляють дим або підвищення температури, що може свідчити про виникнення пожежі;

– звукові сигналізатори: система має вбудовані звукові сигналізатори, які активуються при виявленні пожежі, щоб попередити присутніх про небезпеку та викликати евакуацію.

Функціональність:

FireBot постійно моніторить навколишнє середовище на наявність диму або підвищення температури. Якщо будь-які з цих ознак виявлені, ESP32CAM активується і починає процес реагування на пожежу.

По-перше, система надсилає сповіщення на мобільні пристрої відповідальних осіб через Wi-Fi або GSM зв'язок. Крім того, звукові сигналізатори активуються, щоб попередити присутніх про небезпеку та викликати евакуацію.

У разі необхідності система може автоматично активувати пожежні спринклери або системи пожежогасіння для локалізації та загашення пожежі.

Переваги:

– автономність: firebot працює автономно, що означає, що він може функціонувати навіть при відсутності інтернету або зовнішньої електропостачання;

– надійність: система забезпечує надійне виявлення пожеж та швидке реагування на них, що дозволяє запобігти розповсюдженню пожежі та мінімізувати шкоду;

– простота використання: firebot легко встановлюється та налаштовується, що робить його ідеальним вибором для широкого кола користувачів.

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліки:

- очікування реакції користувача: у разі відсутності людини, яка могла б відреагувати на сповіщення, ефективність системи може бути обмеженою;
- обмежені можливості: в порівнянні зі складнішими системами протипожежного захисту, FireBot може мати обмежені можливості.

FireBot - це надійна та ефективна система протипожежного захисту, яка забезпечує безпеку та захист від пожеж у будь-якому приміщенні чи об'єкті.

Зовнішній вигляд FireBot зображено на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 - Зовнішній вигляд FireBot [60]

2.8 Планування алгоритму

Темою даної роботи є реалізація протипожежної системи з використанням мікроконтролеру ESP32CAM, тому для виконання даного завдання було обрано наступний алгоритм реалізації, блок-схема якого зображена на рисунку 2.12

Етапи блок-схеми:

– запуск мікросхеми: перший етап алгоритму передбачає запуск мікроконтролеру ESP32CAM. Це важлива операція, яка дозволяє активувати всі функції пристрою та підготувати його до подальшої роботи. Під час запуску мікросхеми виконується початкова ініціалізація всіх компонентів, включаючи камеру для відеоспостереження та систему протипожежної безпеки;

– виконання відеоспостереження: на цьому етапі мікроконтролер розпочинає процес відеоспостереження. Камера ESP32CAM активується та починає записувати відео з оточуючого середовища. Ця операція дозволяє системі постійно моніторити обстановку та виявляти можливі загрози пожежі;

– чи є обличчя в кадрі?: під час відеоспостереження мікроконтролер аналізує кожен кадр і перевіряє, чи є на ньому обличчя. Це може бути важливим кроком для ідентифікації людей у зоні пожежі та подальшого реагування на них;

– запуск протипожежної безпеки: якщо під час відеоспостереження виявляється підозра на пожежу або виявлено обличчя в кадрі, система автоматично активує протипожежні заходи. Це може включати в себе відправлення сповіщень про небезпеку, активацію звукових сигналізаторів та навіть запуск систем пожежогасіння;

– вимкнення мікросхеми: після завершення роботи або при виявленні відсутності пожежної загрози мікроконтролер ESP32CAM вимикається. Це дозволяє заощадити енергію та продовжити тривалість роботи пристрою.

Загальна блок-схема алгоритму перевірки та сповіщення зображена на рисунку 2.12

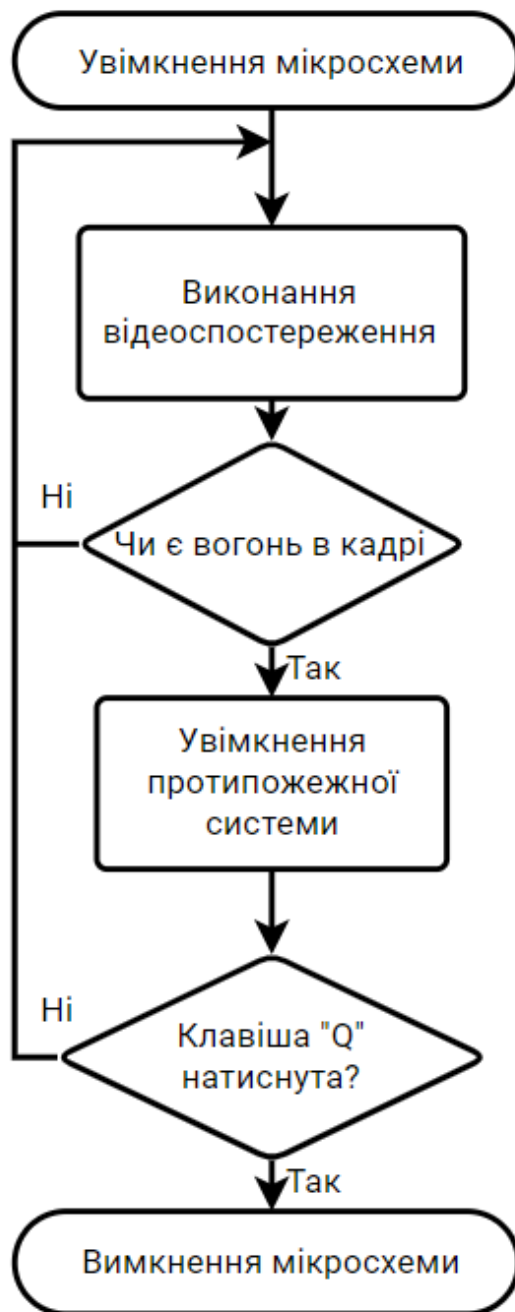


Рисунок 2.12 – Загальна блок-схема алгоритму перевірки та сповіщення

2.9 Висновок

У другому розділі нашого дослідження виконано аналіз мікроконтролера ESP32CAM та його застосуванню у системах протипожежної безпеки та відеоспостереження. Після детального вивчення технічних характеристик ESP32CAM ми визначили його переваги порівняно з іншими мікроконтролерами,

зокрема високу продуктивність, підтримку камер для відеоспостереження та простоту використання. Однак, ми також виявили деякі обмеження, такі як обмежені можливості обробки відео та підвищена витрата енергії.

Під час аналізу різних моделей камер для ESP32CAM, ми докладно розглянули переваги та недоліки кожної моделі. Модель камери OV2640 відзначилася високою якістю зображення та підтримкою відзняття фото, в той час як модель OV7670 відрізнялася більшою швидкістю передачі даних та низькою вартістю. З урахуванням потреб нашої системи ми вирішили обрати модель OV2640 через її здатність забезпечити високу якість відеозапису та зображення.

Після цього ми детально розглянули загальні відомості про ESP32CAM, включаючи його технічні характеристики та функціональні можливості. Ми також дослідили різноманітні сфери використання цього мікроконтролера, включаючи системи безпеки, медіа-пристрої та інтернет речей.

Порівнявши ESP32CAM з іншими мікроконтролерами, ми визначили його переваги та недоліки в контексті застосування у системах протипожежної безпеки та відеоспостереження. Ми визначили, що ESP32CAM відзначається високою функціональністю та низькою вартістю порівняно з деякими аналогами, однак, його обмежені можливості обробки великих обсягів даних можуть стати перешкодою у деяких застосуваннях.

На основі отриманої інформації ми розробили алгоритм роботи протипожежної системи з використанням ESP32CAM. Цей алгоритм передбачає послідовність дій, включаючи запуск мікроконтролера, виконання відеоспостереження, аналіз кадрів на наявність облич, активацію системи протипожежної безпеки та вимкнення мікросхеми після завершення роботи. Цей алгоритм дозволяє ефективно виявляти та реагувати на пожежні загрози, забезпечуючи безпеку та захист об'єктів.

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

3.1 Реалізація запланованих частин алгоритму

Для виконання завдання, а саме розробка робототехнічної системи моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM, алгоритм було поділено на наступні частини:

1) ініціалізація даних:

- ініціалізація конфігурації Firebase за допомогою наданого API-ключа та інших даних;
- створення посилання на базу даних Firebase для подальшої роботи з нею;
- завантаження моделі YOLO з файлу fire_model.pt;
- ініціалізація об'єкту моделі YOLO, який буде використовуватися для виявлення пожеж на кадрах відео.

2) зчитування та обробка кадрів відео (Reading and processing video frames):

- ця частина коду включає в себе відкриття відеопотоку за допомогою OpenCV та зчитування кадрів з відеопотоку;
- кадри зображень перетворюються для використання у моделі YOLO (зміна розміру, форматування тощо);
- кожен кадр надсилається до моделі YOLO для виявлення пожеж.

3) виявлення пожеж та оновлення бази даних Firebase (Fire detection and Firebase database update):

- ця частина обробляє результати виявлення пожежі на кадрах відео, отримані від моделі YOLO;
- якщо виявлено пожежу з високим рівнем впевненості, стан системи в базі даних Firebase оновлюється на "fire";
- координати та інша інформація про об'єкт з пожежею відображається на відеокадрі;

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– відображення відео з виявленою пожежею (Displaying video with detected fire).

Ця частина відповідає за відображення кадрів відео з виявленою пожежею та відображенням на них відповідних боксів та міток.

Кадри з відображеною пожежею показуються у вікні "Fire Detected" за допомогою OpenCV.

Крім основного алгоритму, був створений алгоритм для виконання функцій за допомогою мікроконтролера, який необхідний для виконання завдання. Функціонал, який має бути доступний мікроконтролером, був реалізований таким чином:

1) setup: Це основна функція, яка виконується один раз при запуску пристрою. Вона відповідає за початкову конфігурацію і налаштування камери, а також за підключення до Wi-Fi і запуск веб-сервера для трансляції зображень;

2) startCameraServer: Функція відповідає за запуск веб-сервера, який дозволяє транслювати зображення з камери. В даному коді її реалізація не надана, але, як правило, вона налаштовує сервер для обробки HTTP-запитів і відправки зображень клієнтам;

3) setupLedFlash: Функція налаштовує LED-спалах, якщо пін для LED визначений. Вона включає в себе налаштування піну як вихідного і управління яскравістю спалаху;

4) loop: Ця функція виконується в нескінченному циклі після завершення функції setup(). Вона просто затримує виконання на 10 секунд в кожному циклі. Основна робота виконується веб-сервером в окремому завданні, тому loop() практично не використовується.

3.2. Виконання прошивки мікроконтролера

Перед тим як використовувати модуль камери OV2640 з мікроконтролером ESP32CAM, потрібно прошити програмне забезпечення на мікроконтролер. Це можна зробити через інтерфейс UART, використовуючи USB-UART адаптер, який має напругу 3.3 В, сумісну з ESP32CAM. Для підключення адаптера до мікроконтролера використовуються GPIO1 (U0TXD) та GPIO3 (U0RXD), які з'єднуються відповідно з Rx та Tx UART. Крім того, GPIO0 потрібно підключити до землі. Після цього підключення повинно виглядати так, як зображено на рисунку 3.1.

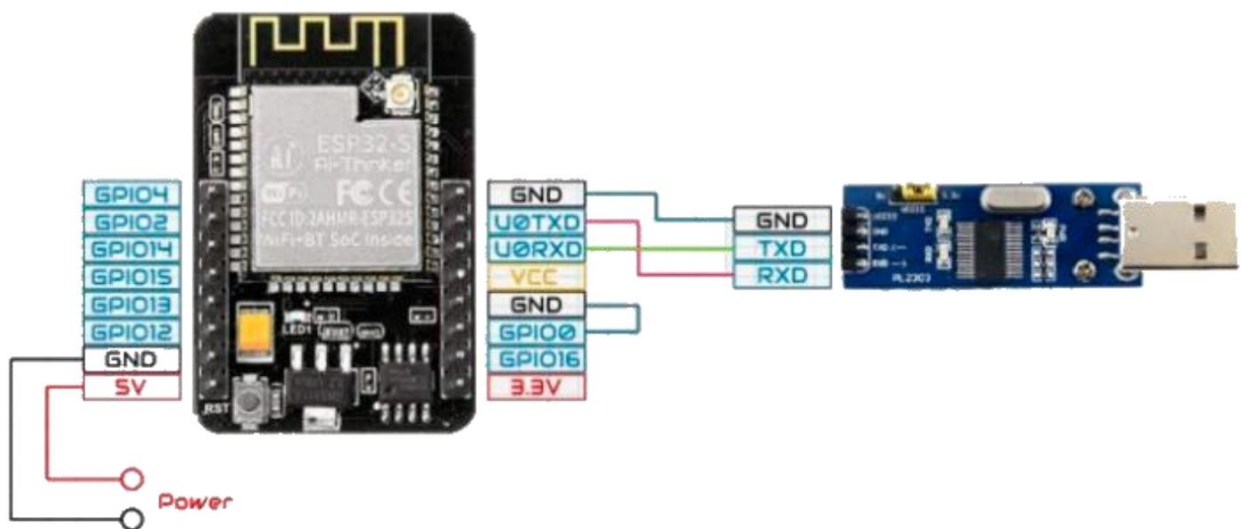


Рисунок 3.1 – Схема з'єднань для загрузки прошивки

Для уникнення технічних проблем, пов'язаних з використанням живлення 3.3 В, було вирішено використовувати живлення на рівні 5 В. Це дозволило уникнути проблем з прошивкою, яка виникала при попередньому використанні 3.3 В. При цьому, напруга логічних рівнів на входах залишається на 3.3 В, щоб забезпечити безпеку роботи модуля і уникнути його поломок.

Послідовність виконання прошивки:

1) відкрийте Arduino IDE. У розділі Налаштування, доступному за шляхом Файл - Налаштування, вставте наступне посилання в поле Додаткові посилання для менеджера плат: https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json;

2) перейдіть у меню Інструменти - Плата - Менеджер плат. У полі пошуку введіть "ESP32" та оберіть доступну опцію. Після завершення завантаження обраної плати, перейдіть у меню Інструменти - Плата - ESP32 Arduino та оберіть необхідну схему для роботи;

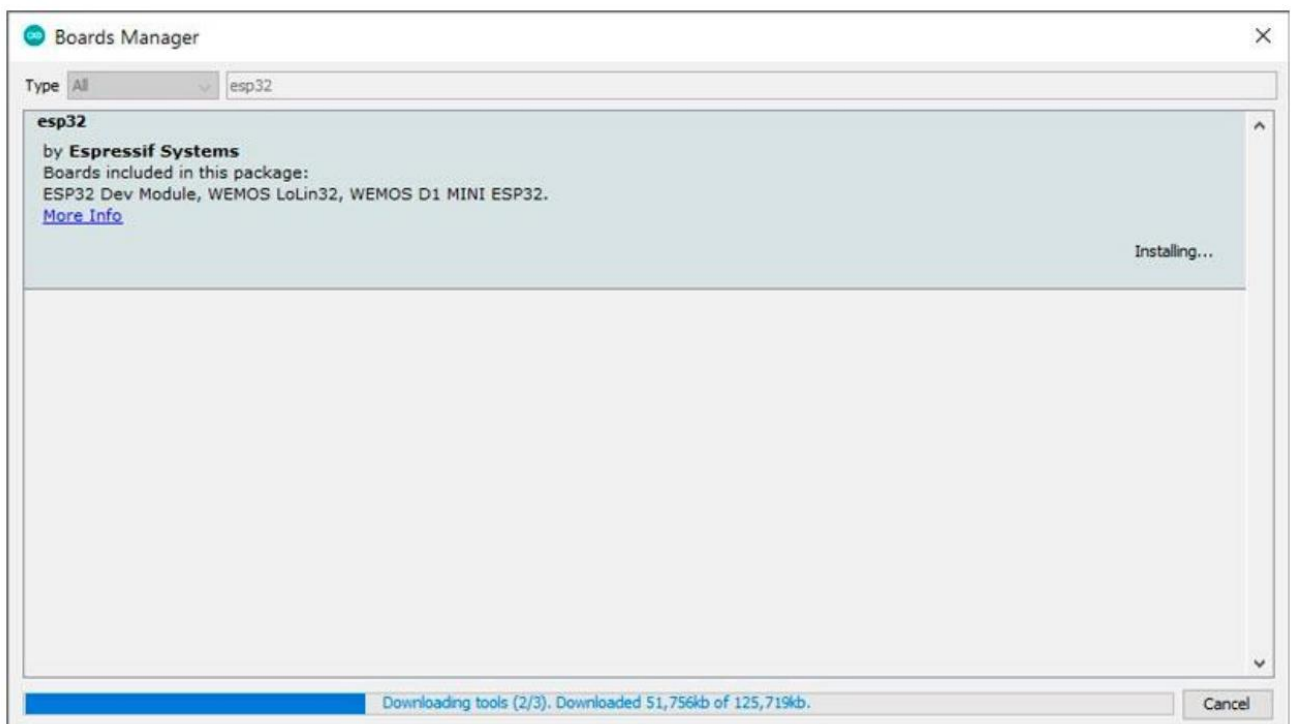


Рисунок 3.2 – Виконання завантаження

3) оберіть шлях Файл - Приклади - ESP32 - Camera - CameraWebServer, щоб відкрити приклад роботи з камерою;

4) у відкритому коді видаліть коментарі з непотрібних моделей камери та залиште лише потрібну модель;

5) у коді прикладу введіть назву вашої Wi-Fi мережі та відповідний пароль:
`const char* ssid = "ваша_мережа"; const char* password = "ваш_пароль";`

б) у меню Інструменти виберіть потрібний СОМ-порт. Параметри плати вже мають бути обрані на попередніх етапах;

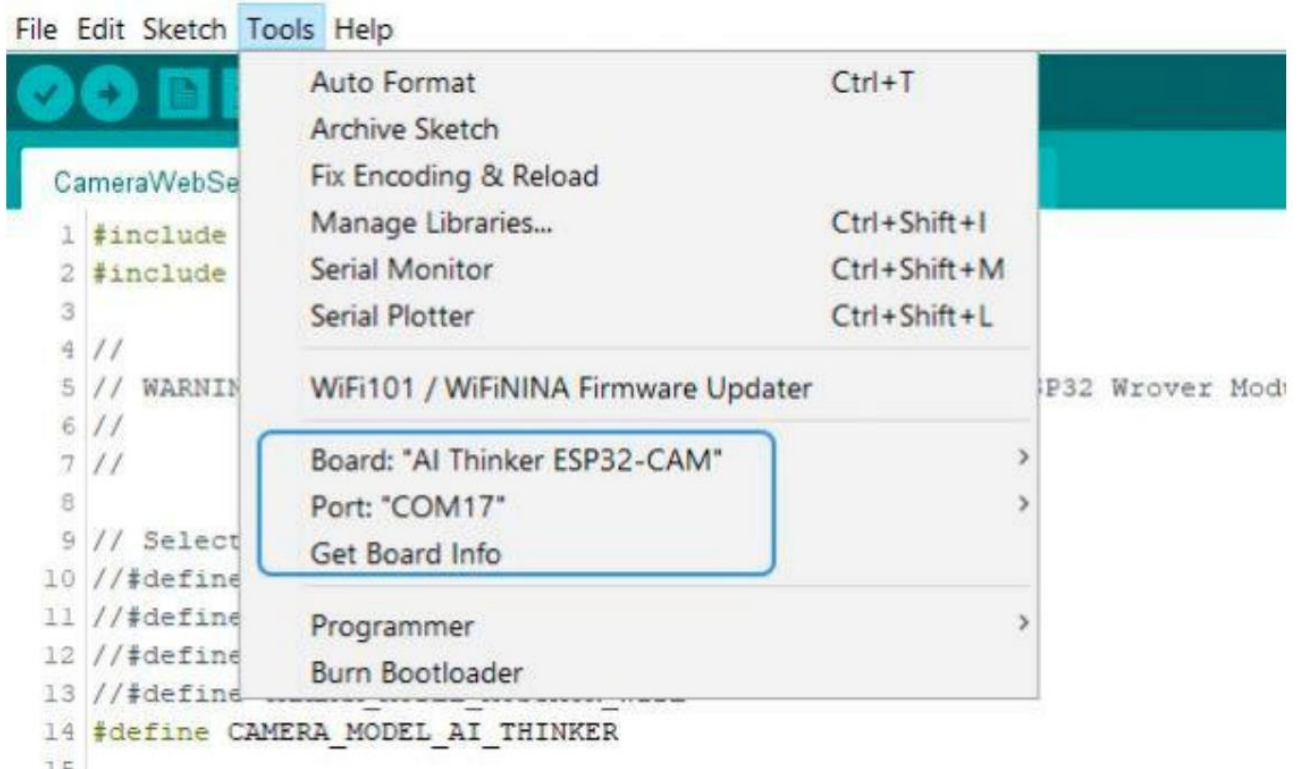


Рисунок 3.3 – Зображення налаштувань з'єднання

7) натисніть кнопку "Завантажити" для початку прошивки;

8) після завершення прошивки, відключіть підтяжку GPIO0 та відкрийте Монітор Серійного Порту за шляхом Інструменти - Монітор Серійного Порту. Після перезапуску плати ви побачите повідомлення про успішне підключення до Wi-Fi мережі.

Після завершення прошивки, плата була перезапущена за допомогою кнопки Reset, і на екрані з'явилася інформація про успішне підключення до Wi-Fi мережі:

“WiFi connected Starting web server on port: '80' Starting stream server on port: '81' Camera Ready! Use 'http://192.168.0.104' to connect”

Перейшовши за вказаним IP-адресою у браузері, можна переглядати результат роботи камери. Після натискання кнопки "Start Stream" у меню, на

екрані буде відображатися поточне зображення з камери OV2640. Таким чином, прошивка успішно завершена, і можна продовжувати розробку програмного та апаратного забезпечення для системи моніторингу складського приміщення.

3.3 Поетапна фрагментація програмно-апаратної реалізації

1) імпорт необхідних бібліотек та модулів:

```
import time
from ultralytics import YOLO
import cvzone
import cv2
import math
import pyrebase
import numpy as np
import urllib.request
```

2) конфігурація Firebase та ініціалізація об'єктів для взаємодії з базою даних:

```
config = {
    "apiKey": "your_api_key",
    "authDomain": "your_auth_domain",
    "databaseURL": "your_database_url",
    "storageBucket": "your_storage_bucket"
}
```

```
firebase = pyrebase.initialize_app(config)
database = firebase.database()
```

3) встановлення значення "no" для ключа "left" у базі даних Firebase:

```
database.child("left").set("no")
```

4) ініціалізація відеопотоку за допомогою OpenCV та моделі YOLO для виявлення вогню:

```
url = 'http://192.168.18.33/'
cap = cv2.VideoCapture(0)
cv2.namedWindow("Fire Detected", cv2.WINDOW_AUTOSIZE)
model = YOLO('fire_model.pt')
```

5) основний цикл для обробки кадрів відеопотоку, виявлення вогню та оновлення Firebase:

```
while True:
    ret, frame = cap.read()
```

Ця лінія починає безкінечний цикл, що означає, що код буде виконуватися безперервно до зупинки програми. `cap.read()` зчитує наступний кадр з відеопотоку. Перемінна `ret` повертає `True`, якщо кадр успішно зчитаний, тобто якщо камера працює, а `frame` містить сам кадр.

```
img_resp = urllib.request.urlopen(url + 'cam-hi.jpg')
imgnp = np.array(bytearray(img_resp.read()), dtype=np.uint8)
frame = cv2.imdecode(imgnp, -1)
frame = cv2.resize(frame, (640, 480))
```

Цей блок коду використовує HTTP-запит, щоб отримати зображення з веб-камери за вказаною URL-адресою. Зображення отримується як байтовий об'єкт і перетворюється у масив байтів. Потім він декодується за допомогою OpenCV (`cv2.imdecode`) у зображення та зменшується до розмірів 640x480 пікселів.

```
result = model(frame, stream=True)
```

Цей рядок викликає модель YOLO для виявлення об'єктів, у цьому випадку - вогню, на кадрі `frame`. Результат виявлення зберігається у змінній `result`.

```
for info in result:
    boxes = info.boxes
    for box in boxes:
```

Цей вкладений цикл проходиться по кожному об'єкту, виявленому на кадрі моделлю YOLO.

```
confidence = box.conf[0]
confidence = math.ceil(confidence * 100)
Class = int(box.cls[0])
```

Тут визначається впевненість (confidence) у виявленні об'єкта та його клас (Class), який у цьому випадку представляє вогонь.

```
if confidence > 60:
    database.child("left").set("fire")
    time.sleep(2)
```

Якщо впевненість у виявленні вогню перевищує 60%, то значення "left" у базі даних Firebase оновлюється на "fire", і програма затримується на 2 секунди (time.sleep(2)).

```
x1, y1, x2, y2 = box.xxyy[0]
x1, y1, x2, y2 = int(x1), int(y1), int(x2), int(y2)
cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 0, 255), 5)
cvzone.putTextRect(frame, f'{classnames[Class]} {confidence}%',
[x1 + 8, y1 + 100],
    scale=1.5, thickness=2)
```

Тут відбувається відображення рамки навколо виявленого вогню та напису з міткою "Вогонь" та впевненістю у виявленні на кадрі.

```
if confidence < 60:
    database.child("left").set("no")
```

Якщо впевненість у виявленні вогню менше 60%, то значення "left" у базі даних Firebase оновлюється на "no".

```
cv2.imshow('left', frame)
cv2.waitKey(n)
```


використовується для захоплення зображень та відеопотоку;

2) камера OV2640:

використовується разом з ESP32CAM для захоплення відео та зображень високої якості;

3) комп'ютер з встановленою Arduino IDE та необхідними бібліотеками:

потрібен для завантаження коду на мікроконтролер ESP32CAM та налаштування проекту;

4) джерело відеопотоку або зображення з потенційними пожежами:

для тестування алгоритмів виявлення пожежі на оброблених зображеннях.

Програмне забезпечення:

1) arduino IDE:

для написання, компіляції та завантаження коду на мікроконтролер ESP32CAM;

2) бібліотеки Arduino:

a) ESP32 Camera: для налаштування та керування камерою на ESP32CAM;

b) WiFi: для підключення ESP32CAM до мережі Wi-Fi;

3) бібліотеки Python для обробки зображень:

a) openCV: для обробки зображень та відео, включаючи виявлення пожежі за допомогою попередньо навчених моделей YOLO;

b) ultralytics YOLO: для завантаження та використання моделі виявлення пожежі;

4) бібліотека Pyrebase:

для взаємодії з Firebase Realtime Database, що дозволяє відправляти повідомлення про виявлення пожежі в реальному часі.

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Теоретичні можливості для покращення алгоритму

Опрацьовуючи теоретичний матеріал на тему даної роботи, було знайдено декілька можливостей покращити функціонал даного алгоритму у рамках даного завдання та частково за його межами. Серед основних серед них слід зазначити наступні:

1) розширення функціоналу за рахунок додаткових датчиків:

з метою забезпечення більш надійної безпеки для жителів та покриття більшої зони для її забезпечення, дана система спостереження може бути оснащена можливістю використовувати інші датчики. Мікроконтролер ESP32CAM здатний з ними працювати і таким чином систему відеоспостереження можна удосконалити та перетворити на систему автономної безпеки будинку, яка у випадку появи будь-якої небезпеки сповістить жителів будинку або, навіть, необхідні для знищення небезпеки інстанції. Особливо серед ключових можливих датчиків слід зазначити датчики руху та диму.

Датчик диму, підключений до керування мікроконтролером ESP32CAM, здатен забезпечувати безпеку у будинку навіть якщо його жителі знаходяться всередині нього, але на ділянці, на якій неможливо дану небезпеку відслідкувати. Таким чином, дана система зможе захищати будинок не тільки від зловмисників чи сторонніх, а й від руйнувань, пов'язаних з технічними несправностями або пожежами, що виникли за людським фактором.

Датчик руху, в свою чергу, може добре співпрацювати з камерою навіть у випадку відсутності небезпеки. Залежно від розміщення датчику, він може відслідкувати і отримання людиною пошти, і відкриття тих чи інших дверей або вікон, або більш динамічно відслідкувати що відбувається у зоні спостереження камери та поза нею. Однак, використання даного датчику може призвести і до збільшення обсягу некоректного спрацювання даної системи, особливо за наявності у домі тварин.

Окрім зупинення критичних випадків небезпеки, доступ до інших датчиків може забезпечити користувачеві й інформаційну користь. Теоретично, за допомогою датчиків, підключених до ESP32CAM можна аналізувати інформацію щодо стану повітря у кімнаті та мати можливість впливати на нього при взаємодії з системою провітрювання або кондиціонування приміщення.

Наостанок, за допомогою подібних датчиків можна реалізувати і автоматизацію певних процесів, які є для користувача щоденною рутинною, таких як полив рослин. Головне, при пошуку можливостей як ще можна використати мікроконтролер у місці його використання, враховувати можливості самого мікроконтролера до виконання стількох дій та одночасне опрацювання настільки великої кількості інформації;

2) покращення алгоритму розпізнавання та сповіщення:

спроектований у даній роботі алгоритм може використовуватись з метою забезпечення безпеки у житлових будинках. Сповіщення працюють у момент, якщо у зоні спостереження алгоритму було помічене вогнище або інші ознаки небезпеки, такі як дим. Впровадження додаткових функцій розпізнавання, таких як ідентифікація обличчя, може значно підвищити рівень безпеки.

З використанням бази даних, дана система частково видозмінює свої основні можливості та доповнює їх. В даному випадку, функціонал може бути доповнений розпізнаванням хто саме присутній у зоні спостереження, що буде більш корисним не лише з метою захисту власного будинку, а й у великих підприємств, щоб відслідковувати коли і яка людина прибула на місце роботи.

Окрім використання на місцях роботи, подібні системи можуть використовуватись з метою пошуку злочинців при наявності відомого їх обличчя. Дані системи відеоспостереження встановлюються в людних та інших місцях, а до бази даних занесено обличчя, яке на даний момент знаходиться у розшуку. І у разі необхідності, даний алгоритм можна переробити таким чином, щоб сповіщення спрацьовувало у разі саме знаходження обличчя у базі і після чого,

сповіщення надсилалось би до правоохоронних органів та інших подібних інстанцій.

Але основною проблемою створення даної системи буде виникнення спаму сповіщеннями, за причиною якого сповіщення про небезпеку буде досить складно знайти серед десятків та сотень сповіщень про інших осіб;

3) інтеграція з мобільними додатками:

розглянувши системи, що можуть співпрацювати з мікроконтролером ESP32CAM, була розглянута система під назвою TinyCam Monitor, у основний перелік можливостей якої входить реалізація керування відеоспостереженням за допомогою мобільного додатку.

Реалізувавши подібну систему для даного завдання, є можливим замінити систему сповіщення користувача на електронну пошту на ідентичне сповіщення, але вже на його телефон за допомогою спеціального мобільного додатку. Таким чином, сповіщення будуть швидше досягати користувача, адже відкрити панель сповіщень на телефоні або додаток для даної системи буде значно швидше, ніж отримати доступ власної електронної пошти. Крім того, таким чином сповіщення буде відбуватись з меншою кількістю проміжних етапів і завдяки цьому, повідомлення швидше досягне користувача;

4) реалізація відеострімінгу у реальному часі:

після отримання сповіщення про вогнище або іншу небезпеку, користувач може захотіти перевірити, що саме відбувається у його будинку у даний момент. За допомогою можливості до передачі відеозображення у режимі реального часу, людина зможе особисто впевнитись в тому, що відбувається у зоні спостереження, чи є причини для паніки та сповіщення необхідних інстанцій.

Реалізація даної системи може відбуватись двома способами. Першим способом буде реалізація подібного функціоналу на монітор у будинку. Таким чином, людина зможе забезпечити власну безпеку, якщо вона застала її всередині будинку, або, на крайній випадок, використати дану систему замість домофону.

Іншим варіантом реалізації може бути поєднання даної системи з раніше згаданою можливістю створення мобільного додатку. Таким чином, людина може у разі необхідності переконатись, що на даний момент відбувається на вході у будинок або у іншій зоні під спостереженням підключеної до додатку системи, що зможе забезпечити їй максимальний спокій відносно безпеки та цілісності її майна або надати кращу можливість переконатись у наявності ризику його виникнення.

3.6 Висновок

Протягом виконання програмно-апаратної реалізації та тестування системи розпізнавання вогню і диму на основі мікроконтролера ESP32CAM, була розроблена більш детальна блок-схема алгоритму для виконання поставленого завдання.

Було реалізовано програмну складову алгоритму окремо для виконання відеоспостереження та виявлення ознак пожежі, і окремо для порівняння знайдених ознак із заздалегідь визначеними шаблонами, збереженими у системі. Для повної функціональності системи був реалізований зв'язок між двома файлами алгоритмів та базою даних зображень.

Наостанок, були розглянуті теоретичні можливості для вдосконалення даної системи для досягнення можливих встановлених цілей:

- 1) розширення спектру відслідковування даною системою за допомогою нових датчиків, таких як датчики руху та диму, з метою забезпечення повної безпеки;
- 2) поєднання системи розпізнавання з базою даних замість локальної папки для оптимізації перевірки та уточнення наявності пожежі, що відкриває можливості для більш точного моніторингу та контролю;
- 3) створення мобільного додатку з метою реалізації доступу до системи на відстані, забезпечуючи користувача своєчасною інформацією про небезпеку;

4) реалізація відслідковування території в реальному часі з монітору комп'ютеру або створеного мобільного додатку, що дозволить користувачу швидко реагувати на потенційну небезпеку.

Підсумовуючи, дана система є теоретично функціональною та може бути активно використовуватись у майбутньому для різнопланового забезпечення безпеки складських приміщень. Вона може бути як самостійною системою відеоспостереження для виявлення пожеж, так і частиною більшої системи моніторингу та контролю складських приміщень.

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були досягнуті всі поставлені цілі та виконані основні задачі, визначені в трьох розділах роботи.

Перший розділ був присвячений огляду відомих методів та їх рішенням у сфері протипожежної безпеки. Було проведено детальний аналіз існуючих систем, зокрема систем відеоспостереження та їх застосування для моніторингу складських приміщень. Огляд включав класифікацію систем протипожежної безпеки, а також аналіз основних компонентів, які входять до складу таких систем. Значна увага приділялася мікроконтролерам, їхньому застосуванню у системах протипожежної безпеки, а також їхнім перевагам та обмеженням. В результаті цього розділу було сформульовано основну задачу розробки системи моніторингу стану складських приміщень, що включає відеоспостереження та виявлення пожеж.

У другому розділі було здійснено вибір апаратного та програмного забезпечення для реалізації системи моніторингу. Основну увагу було приділено технічним характеристикам мікроконтролера ESP32CAM та камери, яка використовується у системі. Були розглянуті сфери використання цього мікроконтролера, його порівняння з іншими мікроконтролерами та системами відеоспостереження. Також були проаналізовані існуючі аналоги готових систем протипожежної безпеки, що дозволило визначити оптимальні рішення для нашої розробки. Було проведено планування алгоритму роботи системи, що включає етапи виявлення пожежі та генерування сигналу тривоги.

Третій розділ був присвячений програмно-апаратній реалізації та тестуванню розробленої системи. У цьому розділі було здійснено розробку алгоритму виявлення пожежі з використанням відеоспостереження. Система була інтегрована з мікроконтролером ESP32CAM, що забезпечило необхідну функціональність для моніторингу стану складських приміщень. Було проведено детальне тестування роботи всіх компонентів системи, яке підтвердило її ефективність у виявленні загорянь та здатність швидко реагувати на небезпеку.

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати тестування показали, що розроблена система здатна генерувати відповідні сигнали тривоги для оперативного реагування на пожежі.

Таким чином, усі заплановані етапи роботи були успішно виконані. Запропонований підхід до моніторингу стану складських приміщень з використанням мікроконтролера ESP32CAM виявився ефективним, що підтверджує доцільність його застосування у системах протипожежної безпеки. Робота продемонструвала можливість створення ефективної системи моніторингу, яка здатна забезпечити високий рівень безпеки та оперативне реагування на потенційні загрози.

Мета кваліфікаційної роботи досягнута, забезпечена достатня ефективність кіберфізичної системи для виявлення загорянь у складських приміщеннях.

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Microcontroller Basics. URL: <https://circuitdigest.com/microcontroller-basics> (дата звернення: 01.03.2024).
2. Microcontroller Overview. URL: <https://allaboutcircuits.com/microcontroller-overview> (дата звернення: 01.03.2024).
3. ESP32CAM User Manual. URL: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32cam/index.html> (дата звернення: 01.03.2024).
4. Building a Wi-Fi Security Camera with ESP32CAM. URL: <https://randomnerdtutorials.com/ESP32CAM-video-streaming-face-recognition-arduino-ide/> (дата звернення: 01.03.2024).
5. ESP32CAM Projects. URL: <https://maker.pro/esp32/projects> (дата звернення: 01.03.2024).
6. ESP32CAM Surveillance Camera. URL: <https://www.hackster.io/search?i=projects&q=ESP32CAM&page=1> (дата звернення: 01.03.2024).
7. ESP32CAM Surveillance Camera with Motion Detection. URL: <https://github.com/tarantulae/ESP32CAM-Motion-Detection> (дата звернення: 01.03.2024).
8. ESP32CAM Video Streaming and Face Recognition. URL: <https://randomnerdtutorials.com/ESP32CAM-video-streaming-face-recognition-arduino-ide/> (дата звернення: 01.03.2024).
9. ESP32CAM Technical Reference Manual. URL: <https://www.espressif.com/en/support/documents/technical-documents> (дата звернення: 01.03.2024).
10. How to Build a Wi-Fi Security Camera using ESP32CAM. URL: <https://instructables.com/how-to-build-a-wi-fi-security-camera-using-esp32cam/> (дата звернення: 01.03.2024).
11. ESP32CAM DIY Projects. URL: <https://diyprojects.com/esp32cam> (дата звернення: 01.03.2024).

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. ESP32CAM Security Projects. URL: <https://projecthub.com/esp32cam-security-projects> (дата звернення: 01.03.2024).

13. ESP32CAM Motion Detection System. URL: <https://github.com/ESP32CAM/ESP32CAM-Motion-Detection-System> (дата звернення: 01.03.2024).

14. Face Recognition with ESP32CAM. URL: <https://learn.adafruit.com/face-recognition-with-esp32cam> (дата звернення: 01.03.2024).

15. ESP32CAM Datasheet and Technical Manual. URL: <https://components101.com/esp32cam-datasheet> (дата звернення: 01.03.2024).

16. Introduction to Microprocessors. URL: <https://www.electronicshub.org/introduction-to-microprocessors/> (дата звернення: 01.03.2024).

17. Microprocessor Fundamentals. URL: https://tutorialspoint.com/microprocessor_fundamentals.htm (дата звернення: 01.03.2024).

18. Types of Memory in Computer. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/types-of-memory-in-computer/> (дата звернення: 01.03.2024).

19. Computer Memory Types and Functions. URL: <https://computerhope.com/memory-types-functions> (дата звернення: 01.03.2024).

20. Introduction to Peripheral Devices. URL: <https://www.techwalla.com/articles/what-are-peripheral-devices> (дата звернення: 01.03.2024).

21. Types of Peripheral Devices. URL: <https://digitaltrends.com/peripheral-devices> (дата звернення: 01.03.2024).

22. Jadhav B. J. Fire Safety and Alarm Systems: A Smart Approach. 2018. P 97-126.

23. Fire Detection and Alarm Systems. URL: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=72> (дата звернення: 01.03.2024).

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24. Introduction to Fire Detection, Alarm, and Suppression Systems. URL: <https://www.udemy.com/course/introduction-to-fire-detection-alarm-and-suppression-systems/> (дата звернення: 01.03.2024).

25. Fire Detection System using IoT and Artificial Intelligence. URL: <https://medium.com/@hannan.satopay/fire-detection-system-using-iot-and-artificial-intelligence-2f67cf07ef1d> (дата звернення: 01.03.2024).

26. Fire Safety Systems: A Modern Approach. URL: <https://fireengineering.com/fire-safety-systems-a-modern-approach> (дата звернення: 01.03.2024).

27. Fire Detection and Alarm Standards. URL: <https://ul.com/fire-detection-alarm-standards> (дата звернення: 01.03.2024).

28. Fire Detection and Suppression Systems Overview. URL: <https://coursera.org/learn/fire-detection-suppression> (дата звернення: 01.03.2024).

29. Smart Fire Detection Systems using IoT. URL: <https://towardsdatascience.com/smart-fire-detection-systems-using-iot> (дата звернення: 01.03.2024).

30. Internet of Things Based Fire Detection and Monitoring System. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8772920> (дата звернення: 01.03.2024).

31. Wireless Fire Detection and Notification System Using Arduino and Wi-Fi Module. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8255584> (дата звернення: 01.03.2024).

32. Design and Implementation of a Wireless Fire Detection System. URL: https://www.researchgate.net/publication/272172857_Design_and_Implementation_of_a_Wireless_Fire_Detection_System (дата звернення: 01.03.2024).

33. IoT Based Fire Monitoring System. URL: <https://mdpi.com/iot-based-fire-monitoring-system> (дата звернення: 01.03.2024).

34. Arduino Wi-Fi Fire Detection and Notification System. URL: <https://hackaday.io/arduino-wifi-fire-detection> (дата звернення: 01.03.2024).

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

35. Wireless Fire Detection Implementation. URL: <https://academia.edu/wireless-fire-detection-implementation> (дата звернення: 01.03.2024).

36. Home Fire Detection System using IoT. URL: https://www.researchgate.net/publication/334437923_Home_Fire_Detection_System_using_IoT (дата звернення: 01.03.2024).

37. Fire Alarm System using IoT and Telegram. URL: <https://www.hackster.io/harshmangukiya/fire-alarm-system-using-iot-and-telegram-51a16a> (дата звернення: 01.03.2024).

38. Fire Alarm System using ESP32. URL: <https://www.instructables.com/Fire-Alarm-System-Using-ESP32/> (дата звернення: 01.03.2024).

39. IoT Home Fire Detection Systems. URL: <https://medium.com/iot-home-fire-detection> (дата звернення: 01.03.2024).

40. Telegram Enabled Fire Alarm System using IoT. URL: <https://hackster.io/telegram-enabled-fire-alarm> (дата звернення: 01.03.2024).

41. ESP32 Fire Alarm Project. URL: <https://hackaday.io/esp32-fire-alarm-project> (дата звернення: 01.03.2024).

42. ДСТУ EN 54-1:2011. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу. Частина 1. Системи пожежної сигналізації. Вимоги до компонентів та їх випробувань. URL: https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101213.html (дата звернення: 01.03.2024).

43. ДСТУ EN 54-2:2011. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу. Частина 2. Системи пожежної сигналізації. Вимоги до вказівних пристроїв. URL: https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101214.html (дата звернення: 01.03.2024).

44. ДСТУ EN 54-4:2011. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу. Частина 4. Системи пожежної сигналізації. Живлення. URL: https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101215.html (дата звернення: 01.03.2024).

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

45. ДСТУ EN 54-5:2011. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу.
Частина 5. Системи пожежної сигналізації. Вимоги до вказівних пристроїв
виявлення пожежі. URL:
https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101216.html (дата звернення:
01.03.2024).

46. ДСТУ EN 54-7:2011. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу.
Частина 7. Системи пожежної сигналізації. Детектори тепла. URL:
https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101217.html (дата звернення:
01.03.2024).

47. ДСТУ EN 54-1:2012. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу.
Частина 1. Вимоги до систем. URL:
https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101213.html (дата звернення:
01.03.2024).

48. ДСТУ EN 54-2:2012. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу.
Частина 2. Вимоги до пристроїв. URL:
https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101214.html (дата звернення:
01.03.2024).

49. ДСТУ EN 54-4:2012. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу.
Частина 4. Живлення систем. URL:
https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101215.html (дата звернення:
01.03.2024).

50. ДСТУ EN 54-5:2012. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу.
Частина 5. Вимоги до пристроїв виявлення. URL:
https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101216.html (дата звернення:
01.03.2024).

51. ДСТУ EN 54-7:2012. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу.
Частина 7. Теплові детектори. URL:
https://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP101217.html (дата звернення:
01.03.2024).

					КВРКІ.101063.21.01.13 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

52. ESP32CAM: The ESP32CAMera Development Board. URL: <https://www.espressif.com/en/products/hardware/ESP32CAM/overview> (дата звернення: 01.03.2024).

53. ESP32CAM Surveillance Camera System. URL: <https://www.hackster.io/avnet/ESP32CAM-surveillance-camera-system-087b07> (дата звернення: 01.03.2024).

54. ESP32CAM Development Board Overview. URL: <https://electronicsforu.com/esp32cam-development-board> (дата звернення: 01.03.2024).

55. ESP32CAM Camera System. URL: <https://hackster.io/esp32cam-camera-system> (дата звернення: 01.03.2024).

56. Internet of Things Based Fire Detection and Monitoring System. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8772920> (дата звернення: 01.03.2024).

57. Wireless Fire Detection and Notification System Using Arduino and Wi-Fi Module. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8255584> (дата звернення: 01.03.2024).

58. Design and Implementation of a Wireless Fire Detection System. URL: https://www.researchgate.net/publication/272172857_Design_and_Implementation_of_a_Wireless_Fire_Detection_System (дата звернення: 01.03.2024).

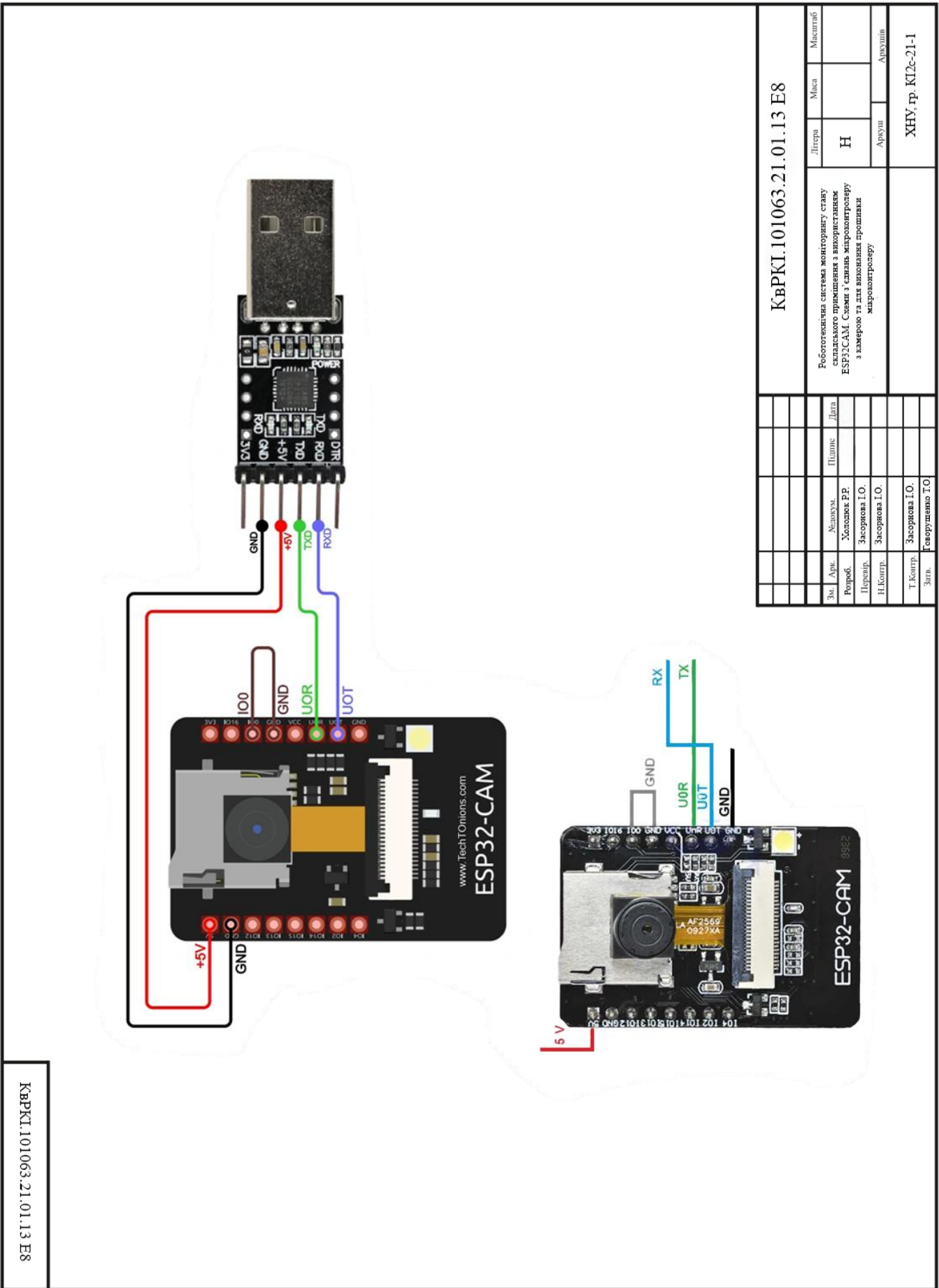
59. Fire Detection and Monitoring System with IoT. URL: <https://journals.sagepub.com/fire-detection-iot> (дата звернення: 01.03.2024).

60. Arduino-Based Fire Notification System. URL: <https://arduino.cc/arduino-based-fire-notification> (дата звернення: 01.03.2024).

61. Wireless Fire Detection System Design. URL: <https://springer.com/wireless-fire-detection-design> (дата звернення: 01.03.2024).

ДОДАТОК Б (обов'язковий)

Схеми з'єднань мікроконтролеру з камерою та для виконання прошивки мікроконтролера

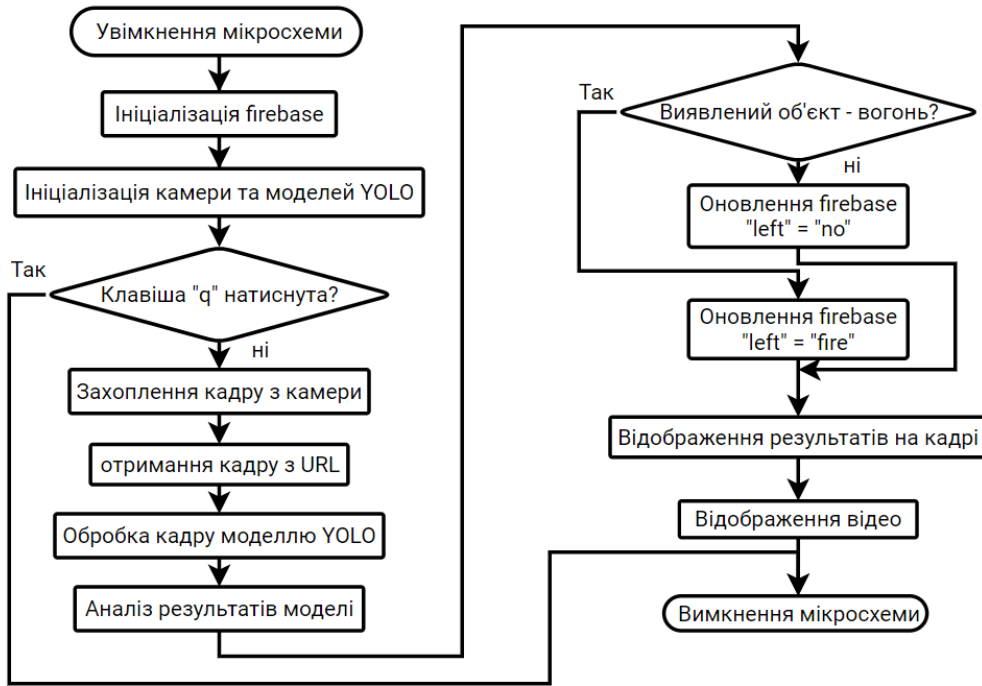


КвРКІ.101063.21.01.13 Е8

КвРКІ.101063.21.01.13 Е8			
Літра	Маса	Масштаб	
Н			
Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32-CAM. Схеми з'єднань мікроконтролера з камерою та для виконання прошивки мікроконтролера			
Зм. / Ари.	Масштаб	Піліме	Дата
Робот.	Холодок РР		
Перевір.	Засорювача І.О.		
Н.Контр.	Засорювача І.О.		
Т.Контр.	Засорювача І.О.		
Зам.	Засорювача І.О.		

ДОДАТОК В (обов'язковий)

Блок-схема поетапної реалізації алгоритму



КвРКІ.101063.21.01.13 Е8

КвРКІ.101063.21.01.13 Е8

Літера		Місяц		Місяць	
Н					
Арсен		Арсен		Арсен	
ХНУ, гр. КІ2-с-21-1		ХНУ, гр. КІ2-с-21-1		ХНУ, гр. КІ2-с-21-1	

Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM. Блок-схема поетапної реалізації алгоритму

ДОДАТОК Г

Лістинг коду для виконання відеоспостереження

```
#include "esp_camera.h"
#include <WiFi.h>
#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE // Has PSRAM
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER // Has PSRAM
#include "camera_pins.h"

const char* ssid = "1";
const char* password = "1";

void startCameraServer();
void setupLedFlash(int pin);

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.setDebugOutput(true);
  Serial.println();

  camera_config_t config;
  config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
  config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
  config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
  config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
  config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
  config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
  config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
  config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
  config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
  config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
  config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
  config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
  config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
  config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
  config.pin_sccb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
  config.pin_sccb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
  config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
```

```

config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG; // for streaming
//config.pixel_format = PIXFORMAT_RGB565; // for face detection/recognition
config.grab_mode = CAMERA_GRAB_WHEN_EMPTY;
config.fb_location = CAMERA_FB_IN_PSRAM;
config.jpeg_quality = 12;
config.fb_count = 1;

// if PSRAM IC present, init with UXGA resolution and higher JPEG quality
//           for larger pre-allocated frame buffer.
if(config.pixel_format == PIXFORMAT_JPEG){
  if(psramFound()){
    config.jpeg_quality = 10;
    config.fb_count = 2;
    config.grab_mode = CAMERA_GRAB_LATEST;
  } else {
    // Limit the frame size when PSRAM is not available
    config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
    config.fb_location = CAMERA_FB_IN_DRAM;
  }
} else {
  // Best option for face detection/recognition
  config.frame_size = FRAMESIZE_240X240;
}
#ifdef CONFIG_IDF_TARGET_ESP32S3
  config.fb_count = 2;
#endif
}

#ifdef CAMERA_MODEL_ESP_EYE
  pinMode(13, INPUT_PULLUP);
  pinMode(14, INPUT_PULLUP);
#endif

// camera init
esp_err_t err = esp_camera_init(&config);

```

```

if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
    return;
}

sensor_t * s = esp_camera_sensor_get();
// initial sensors are flipped vertically and colors are a bit saturated
if (s->id.PID == OV3660_PID) {
    s->set_vflip(s, 1); // flip it back
    s->set_brightness(s, 1); // up the brightness just a bit
    s->set_saturation(s, -2); // lower the saturation
}
// drop down frame size for higher initial frame rate
if(config.pixel_format == PIXFORMAT_JPEG){
    s->set_framesize(s, FRAMESIZE_QVGA);
}

#if defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE) ||
defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_ESP32CAM)
    s->set_vflip(s, 1);
    s->set_hmirror(s, 1);
#endif

#if defined(CAMERA_MODEL_ESP32S3_EYE)
    s->set_vflip(s, 1);
#endif

// Setup LED FLash if LED pin is defined in camera_pins.h
#if defined(LED_GPIO_NUM)
    setupLedFlash(LED_GPIO_NUM);
#endif

WiFi.begin(ssid, password);
WiFi.setSleep(false);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
}

```

```
Serial.print(".");  
}  
Serial.println("");  
Serial.println("WiFi connected");  
  
startCameraServer();  
  
Serial.print("Camera Ready! Use 'http://");  
Serial.print(WiFi.localIP());  
Serial.println("' to connect");  
}  
  
void loop() {  
  // Do nothing. Everything is done in another task by the web server  
  delay(10000);  
}
```

ДОДАТОК Д

Лістинг коду для розпізнавання вогню на зображеннях

```
import time
from ultralytics import YOLO
import cvzone
import cv2
import math
import pyrebase
import numpy as np
import urllib.request

# Firebase configuration
config = {
    "apiKey": "AIzaSyDS8SQ9O74uzCOZcXycQvTOoMNxYzsZTc4",
    "authDomain": "firedetection-a1dc0",
    "databaseURL": "https://firedetection-a1dc0-default-rtdb.firebaseio.com/",
    "storageBucket": "577754402488"
}

firebase = pyrebase.initialize_app(config)
database = firebase.database()
# ProjectBucket = database.child("leftcam")
# ProjectBucket.child("pump").set(0)
database.child("left").set("no")
# ProjectBucket = database.child("firedetection")
url = 'http://192.168.18.33/'
cap = cv2.VideoCapture(0)
# OpenCV window for detected camera
cv2.namedWindow("Fire Detected", cv2.WINDOW_AUTOSIZE)
model = YOLO('fire_model.pt')

# Reading the classes
classnames = ['fire']

while True:
    ret, frame = cap.read()
```

```

img_resp = urllib.request.urlopen(url + 'cam-hi.jpg')
imgnp = np.array(bytearray(img_resp.read()), dtype=np.uint8)
frame = cv2.imdecode(imgnp, -1)
frame = cv2.resize(frame, (640, 480))
result = model(frame, stream=True)

# Getting bbox, confidence and class names information to work with
for info in result:
    boxes = info.boxes
    for box in boxes:
        confidence = box.conf[0]
        confidence = math.ceil(confidence * 100)
        Class = int(box.cls[0])

        if confidence > 60:
            # Update Firebase with spray status and predicted class label
            # ProjectBucket.child("pump").set(1)
            # if classnames[Class]:
            database.child("left").set("fire")
            time.sleep(2)

            x1, y1, x2, y2 = box.xyxy[0]
            x1, y1, x2, y2 = int(x1), int(y1), int(x2), int(y2)
            cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 0, 255), 5)
            cvzone.putTextRect(frame, f'{classnames[Class]} {confidence}%', [x1 + 8, y1 + 100],
                               scale=1.5, thickness=2)

        if confidence < 60:
            database.child("left").set("no")

cv2.imshow('left', frame)
cv2.waitKey(n)

```


Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 5.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилки в документах: 11%**

ID: 129201 Назва: БКР Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM Додано в БД: 2024-06-10 Автора: Р.Р. Холодюк Керівники: І.О. Засорнова Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	71916	580	3959 (6%)	32 (6%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Холодюк Ростислав Русланович

Тема: Робототехнічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 60

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: метою кваліфікаційної роботи є забезпечення достатньої ефективності кіберфізичної системи для виявлення загорянь у складських приміщеннях.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи було проведено детальний аналіз існуючих систем, зокрема систем відеоспостереження та їх застосування для моніторингу складських приміщень та виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи було здійснено вибір апаратного та програмного забезпечення для реалізації системи моніторингу. Основну увагу було приділено технічним характеристикам мікроконтролера ESP32CAM та камери, яка використовується у системі. Були розглянуті сфери використання цього мікроконтролера, його порівняння з іншими мікроконтролерами та системами відеоспостереження. Також були проаналізовані існуючі аналоги готових систем протипожежної безпеки, що дозволило визначити оптимальні рішення для нашої розробки. Було проведено планування алгоритму роботи системи, що включає етапи виявлення пожежі та генерування сигналу тривоги. В третьому розділі кваліфікаційної роботи була виконана розробка алгоритму виявлення пожежі з використанням відеоспостереження. Система була інтегрована з

мікроконтролером ESP32CAM, що забезпечило необхідну функціональність для моніторингу стану складських приміщень.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: недостатня увага моделюванню схеми моніторингу стану складських приміщень.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: задовільно (3.5) D

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Марценко Валерій Володимирович,
зав. каф. АКІТ

“ 7 ” 06 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КІІС
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Холодюка Ростислава Руслановича

ІІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2с-21-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

3 червня 2024 року

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Робото-технічна система моніторингу стану складського приміщення з використанням ESP32CAM

Автор: Холодюк Ростислав Русланович

Спеціальність: 123– Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: к.т.н., доцент Засорнова І.О.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) Запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) Усі запозичені фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) Найбільшу схожість встановлена з одним документом і становить вона 11% в частині загальноприйнятої термінології.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 16.2% і адресується до 627 першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІС



І. О. Засоронова

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко