

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки**

«На правах рукопису»
УДК 004.932.72'1

До захисту допущено:

В.о. зав. кафедри

 Андрій МОВЧАНЮК

« » 20 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**за освітньо-професійною програмою «Інтелектуальні технології
радіоелектронної техніки»**

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

**на тему: «Автономна система відео спостереження та сигналізації на
основі ШІ»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) 2 курсу, групи РЕ-21мп

Родько Максим Андрійович



Керівник:

Мосійчук Володимир Сергійович



Рецензент:

Зубко Андрій Сергійович



Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент (-ка) 

Київ – 2024 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Радіотехнічний факультет

Кафедра прикладної радіоелектроніки

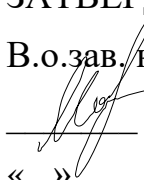
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.зав. кафедри

 Андрій МОВЧАНЮК

« » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студента**

1. Тема дисертації «Автономна система відео спостереження та сигналізації на основі ШІ»
науковий керівник дисертації Мосійчук Володимир Сергійович
затверджені наказом по університету від «09» листопада 2023 р. № 5206-с
2. Термін подання студентом дисертації 11 січня 2024 року
3. Об'єкт дослідження розбір ефективності, алгоритмів нейронних мереж та програмного забезпечення для покращення якісного аналізу зображень для забезпечення безпеки
4. Вихідні дані розроблена система відеоспостереження на мікрокомп'ютері з сигналізацією на месенджер Телеграмм, дослідження-порівняння систем з тригером руху, систем з оператором-людиною, дослідження користувацького попиту, дослідження за різних погодних умов
5. Перелік завдань, які потрібно розробити систему відеоспостереження та сигналізації на основі штучного інтелекту для проведення експериментів з ефективності й доцільності використання

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 34 ілюстрації, 6 інфографіків, 5 таблиць

7. Орієнтовний перелік публікацій Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів та аспірантів «Радіoeлектроніка в ХХІ столітті» в 2023-му році.

9. Дата видачі завдання 01 вересня 2023 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання теми магістерської дисертації	05.09.2023р.	
2	Розробка плану магістерської дисертації	10.09. 2023р.	
3	Початок збору інформації для дослідження	24.09.2023р.	
4	Огляд наявної теоретичної інформації	5.10.2023р.	
5	Проведення експериментів	7.11.2023р	
6	Компонування отриманої інформації	25.11.2023	
7	Доповнення дослідження користувачих потреб	29.11.2023р	
	Оформлення магістерської дисертації	09.01.2024р.	

Студент

Родько М.А



Науковий керівник

Мосійчук В.С



РЕФЕРАТ

Актуальність даної статті обумовлена тим, що технологічний прогрес у сфері штучного інтелекту не стоїть на місці. Одним з яскравих прикладів і стали автономні системи відеоспостереження з штучним інтелектом. Ця технологія дозволяє контролювати різноманітні об'єкти, збирати дані та аналізувати їх, що у свою чергу дає можливість підвищити ефективність безпекових заходів.

Метою даної роботи є дослідження ключових технологій, що пов'язані з системами відеоспостереження і сигналізації з застосуванням технологій штучного інтелекту. У дипломній роботі виконано огляд аналогів для вивчення інтелектуальних систем відеоспостереження та сигналізації, їх зв'язку з технологіями Інтернету речей. Крім того, досліджуються сценарії практичного застосування цієї технології на прикладі різних середовищ та умов використання.

Об'єктом дослідження є процеси оброблення та аналізу цифрових відеосигналів.

Предметом дослідження є інтеграція готових рішень для реалізації автономних систем відеоспостереження та сповіщення.

Практичне значення отриманих результатів. Створено експериментальний зразок системи відеоспостереження з використанням алгоритмів штучного інтелекту для покращення існуючих систем відеоспостереження та модифікації існуючих систем сигналізації з використанням з можливістю налаштування сповіщень до користувача.

Апробація результатів дисертації

Положення дисертації було оприлюднено на Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів та аспірантів «Радіоелектроніка в XXI столітті» в 2023-му році.

Ключові слова: штучний інтелект, системи відеоспостереження, сигналізація, машинне навчання, комп'ютерний зір.

ABSTRACT

The relevance of this article is due to the fact that technological progress does not stand still. Today is the time of development and continuous improvement of artificial intelligence. Autonomous video surveillance systems with AI became one of the vivid examples. This is the latest technology, which is already successfully used in many industries. It allows you to control various processes, collect data and analyze them, which makes it possible to increase efficiency and safety.

The purpose of this article is to study key technologies related to video surveillance and alarm systems with artificial intelligence. This thesis uses a literature review to study intelligent video surveillance and alarm systems, their connection with the Internet of Things technology. In addition, the scenarios of the practical application of this technology are explored on the example of various environments and conditions of use.

The object of the study processes of processing and analysis of digital video signals.

The subject of research integration of ready-made solutions for the implementation of autonomous video surveillance and notification systems.

Practical significance of the obtained results. Thanks to the obtained results of the analysis of the received theory, a research and experimental sample was built for conducting own research on the effectiveness of using artificial intelligence to ensure security. The obtained practical results can be used in further scientific activities, for the creation and improvement of existing video surveillance systems, for the modification of existing alarm systems using the specified settings for user notifications.

Approbation of the results of the dissertation

The thesis was published at the All-Ukrainian scientific and technical conference of students and postgraduates "Radioelectronics in the XXI century" in 2023.

Keywords: artificial intelligence, video surveillance systems, signaling, machine learning, computer vision.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів.....	8
Вступ.....	9
1. Аналіз та контекст дослідження	11
1.1 Визначення та актуальність проблеми	11
1.2 Сучасний стан автономних систем відеоспостереження	19
1.3 Основні виклики та проблеми в області ефективності сонячних смарт-камер.....	21
1.4 Постановка задачі	26
2. Теоретичний огляд.....	28
2.1. Штучний інтелект та його застосування в сучасних технологіях	29
2.2. Якість роботи систем відео спостереження з ШІ	34
2.3. Технології та алгоритми ШІ	36
2.4. Сучасні рішення та тенденції у галузі автономних систем відео спостереження та сигналізації	39
2.5 Важливість сповіщення до користувача.....	41
3. Створення експериментального-дослідницького зразка	45
3.1. Опис загальної архітектури систем відео спостереження та сигналізації.....	45
3.2.Вибір обладнання для збору відеоданих	49
3.3. Вибір програмного забезпечення	52
3.4. Реалізація системи та сповіщення на мобільний телефон.....	55
4. Експерименти та тестування.....	65
4.1. Організація середовища	66

4.2. Збір даних для тестування.....	69
4.3. Оцінка ефективності алгоритмів. Аналіз отриманих даних.....	70
4.4. Виявлені переваги та недоліки	74
5. Розробка стартап проекту.....	75
5.1 Опис ідеї проекту	75
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	77
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту	78
Розробка ринкової стратегії проекту	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	84
Перелік використаних джерел	85

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ШІ – штучний інтелект.

ЦСО – централізовані системи охорони.

JSON – JavaScript Object Notation – Нотація об’єктів JavaScript.

НА – Home Assistant – Домашній асистент.

USB – Universal Serial Bus – Універсальна послідовна шина.

FFMPEG - Fast Forward Moving Picture Experts Group – Група “експертів” з перемотування рухомого зображення.

ВСТУП

У сучасному світі, що характеризується стрімким розвитком технологій та постійними змінами в суспільстві, питання забезпечення безпеки та охорони набувають особливої актуальності. Однією з ключових сфер, де високотехнологічні рішення є особливо ефективними – це системи відеоспостереження та сигналізації на основі штучного інтелекту (ШІ).

Автономні системи відеоспостереження та сигналізації, оновлюючи традиційні методи забезпечення безпеки, вирішують проблеми, пов'язані з обмеженими можливостями та ефективністю через людський фактор. Подібні системи використовують передові технології обробки зображень, машинного навчання, аналізу даних та розпізнавання образів для надання комплексного підходу до виявлення та вирішення потенційних загроз.

Магістерська дисертація спрямована на дослідження, розробку та вдосконалення автономних систем відеоспостереження та сигналізації на основі ШІ, зокрема з фокусом на їхньому використанні в системах для охорони. В роботі розглядаються технічні аспекти інтеграції штучного інтелекту, методи аналізу та обробки відеоданих, а також вплив автономних систем на підвищення ефективності та точності виявлення загроз.

Об'єктом дослідження є процеси оброблення та аналізу цифрових відеосигналів.

Предметом дослідження є інтеграція готових рішень для реалізації автономних систем відеоспостереження та сповіщення.

Мета роботи – провести дослідження систем за допомогою експериментальних ділянок й нових бібліотек ідентифікації об'єктів у кадрі.

- Часткові завдання:
 1. Дослідження доцільності використання систем спостереження з штучним інтелектом порівняно з звичайними;
 2. Дослідження користувацького попиту на такі системи;

3. Аналітичний вибір найкращих компонентів й програмного забезпечення для домашньої автономної системи;

Дослідження в даній області важливе не лише з точки зору технологічного прогресу, але й з позиції забезпечення безпеки громадських просторів, промислових об'єктів та осель. Враховуючи потреби сучасного суспільства, метою дослідження є аналіз нових можливостей та перспектив застосування автономних систем охорони та сигналізації, сприяючи розширенню розуміння та вдосконаленню існуючих технологічних рішень.

1. АНАЛІЗ ТА КОНТЕКСТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Визначення та актуальність проблеми

Технологічний прогрес не стоїть на місці. Сьогоднішній день - це час розвитку інтернету речей та штучного інтелекту. І одним з прикладів і є автономні системи відеоспостереження та синалізції з нейромережею. Це новітня технологія, яка вже успішно застосовується в багатьох галузях. Вона дозволяє контролювати різноманітні процеси, збирати дані та аналізувати їх, що дає можливість підвищити ефективність та безпеку.

Основним напрямком розвитку енергетики останніх десятиліть є альтернативна енергетика у зв'язку з розвитком якої з'явилася можливість доповнити існуючу інфраструктуру децентралізованими системами генерації електрики, які допоможуть суттєво зменшити втрати внаслідок передачі та перетворення електрики. Останні події, в т.ч постійні атаки призвели до підвищення вимог безпеки в суспільстві. Технологічний розвиток забезпечує дешевші камери та системи спостереження. Ці фактори призводять до значного збільшення кількості камер спостереження. Якби ми могли полегшити завдання людини-оператора або, в деяких випадках, замінивши його, очікується, що ймовірність запобігання інцидентам значно зросте. Потенційно є багато переваг у використанні комп'ютерів замість людей-операторів. Комп'ютери дуже корисні з точки зору часу під заходів з охорони безпеки. Люди схильні забувати інформацію, якою не користуються нею регулярно. У випадку спостереження це означає, що людина-спостерігач може забути, що бачив певну машину раніше сьогодні. Навпаки, комп'ютери можуть мати достатньо дискового простору, щоб запам'ятовувати таку інформацію тижнями чи місяцями. Область відеоспостереження дуже широка. Активні дослідження тривають у таких сферах, як розпізнавання облич, 3D-моделювання об'єктів, налаштування камер із кількома камерами та аналіз

поведінки людини. Цей розділ містить резюме кількох робіт, які описують сфери, близькі до теми цієї дипломної роботи.

Уявіть, що ваша камера може розпізнавати обличчя та автоматично включатися, коли ви підходите до неї. Або вона може зафіксувати небезпечний об'єкт та повідомити вас про це у режимі реального часу. Це все можливо завдяки новітнім сонячним смарт-камерам з нейромережею. Постійно погіршується екологічний стан у світі, скорочення та нестача викопних ресурсів. Необхідності децентралізації систем електропостачання це майбутнє до якого ми всі зараз намагаємося дійти. Зазначається, що нині частка нових і відновлюваних джерел енергії у світовому енергетичному балансі, як і раніше, невелика через високу вартість відповідних технологій та відсутність доступу до них, проте це і доводить сенс існування цієї дисертації, важливість дослідження ефективності і способів покращення використання цих систем на прикладі охорони безпеки є важливим для майбутнього.

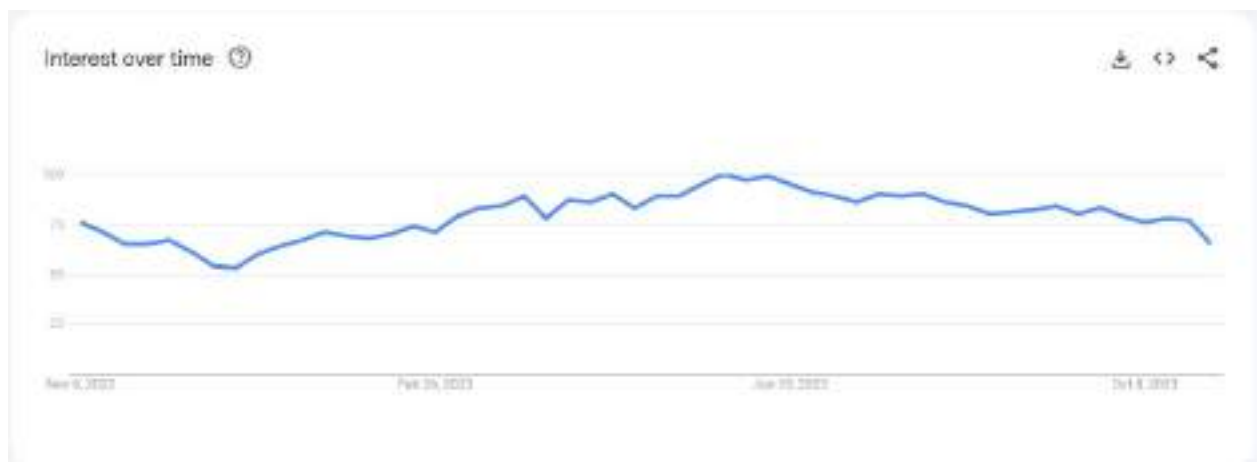


Рис. 1.1 – Актуальність запиту “AI camera” за останній рік

Ці камери забезпечують безпеку та зручність, використовуючи передову технологію нейромережі. Вони можуть розпізнавати обличчя, детектувати рух та ідентифікувати об'єкти, що знаходяться на відстані до 30 метрів. Завдяки сонячним батареям, вони можуть працювати без зарядки до 7 днів при достатньому освітленні. Це справжня революція в світі безпеки та спостереження.

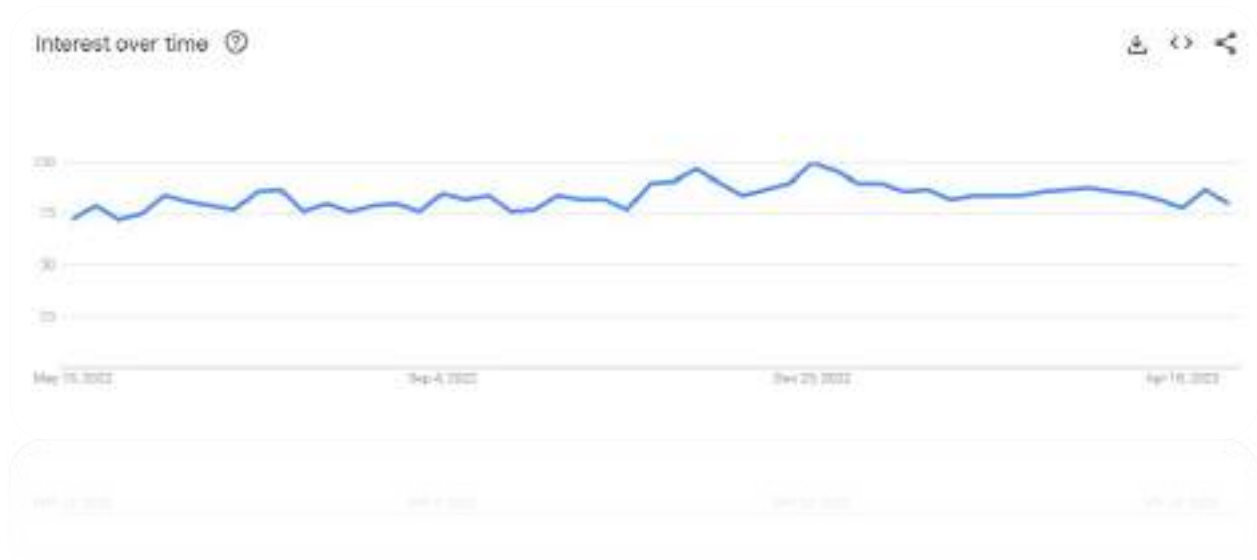


Рис. 1.2 – Актуальність теми штучного інтелекту за останні два роки

Після проведення дослідження, як ви можете бачити на слайді справа зверху зацікавленість людей у смарт камерах є постійною й навіть поступово зростаючою, що ми бачимо завдяки Google Trends. Протягом останніх кількох років системи інтелектуальних камер привернули значну увагу науковців і промисловості. Паралельно сфера комп'ютерного зору швидко розвивалася, створюючи нові методи обробки зображень. Ці технології значно просунулися вперед і дозволяють не тільки точно ідентифікувати об'єкти, але й виявляти їх поведінку.

В даний момент головною проблемою систем відеоспостереження є високі витрати на обладнання, операторів, утримання та підтримку систем великої кількості камер відеоспостереження та окремо сигналізації, проте штучний інтелект здатний допомогти з цим. Забезпечення ефективного функціонування таких систем може бути важливим аспектом для їх широкого впровадження.

Ще однією проблемою є постійна тенденція до перевантаження інформацією на сервері. Збір великої кількості відеоданих може призвести до ускладнення вчасного реагування на загрози та підвищити ймовірність помилок, тому постає потреба в ефективному аналізі та обробці даних.

Також існують виклики, пов'язані з обробкою відеоданих у реальному часі. Велика кількість інформації, може створювати труднощі у виявленні та реагуванні на події негайно при використанні людини-оператора.

Останнім часом все частіше на ринку помічено проблеми з відсутністю стандартів для взаємодії між різними системами відеоспостереження та сигналізації. В роботі буде наведено оптимальний варіант рішення цієї проблеми завдяки використанню окремої системи автоматизації.

Отже, розвиток швидших та ефективніших способів інтеграції та алгоритмів обробки даних є ключовим для покращення ефективності систем відеоспостереження з ШІ.

Загалом ми можемо поділити актуальність цього проекту за такими пунктами:

Після проведення дослідження, як ви можете бачити на слайді справа зверху зацікавленість людей у смарт камерах є постійною й навіть поступово зростаючою, що ми бачимо завдяки Google Trends, запити “solar panel” “solar camera” “smart camera”

Загалом ми можемо поділити актуальність цього проекту за такими пунктами:

1. Зацікавленість людей – Останнім часом ми бачимо сильне поширення зацікавленості людей до відновлювальної енергії, все більше компаній намагаються влаштувати сонячні панелі та зменшувати негативний вплив на природу

2. Наявність на ринку ефективних смарт-камер – Насправді відсутні досить ефективні автономні смарт-камер на широкому ринці саме особливо для систем безпеки за доступною ціною, більшість з них або працюють не весь день, або коштують сотні доларів не маючи при цьому достатніх характеристик

3. Після перевірки було помічено, що у вільному доступі відсутні порівняння ефективності використання автономних камер з нейромережею

для смарт-камер, й на ринку відсутні моделі що можуть задовольнити потреби у захисті підприємств та тощо

4. Також наявна перспектива використання цього дослідження у поточному стані нашої енергосистеми, що вказала на недоліки систем що ми маємо зараз.

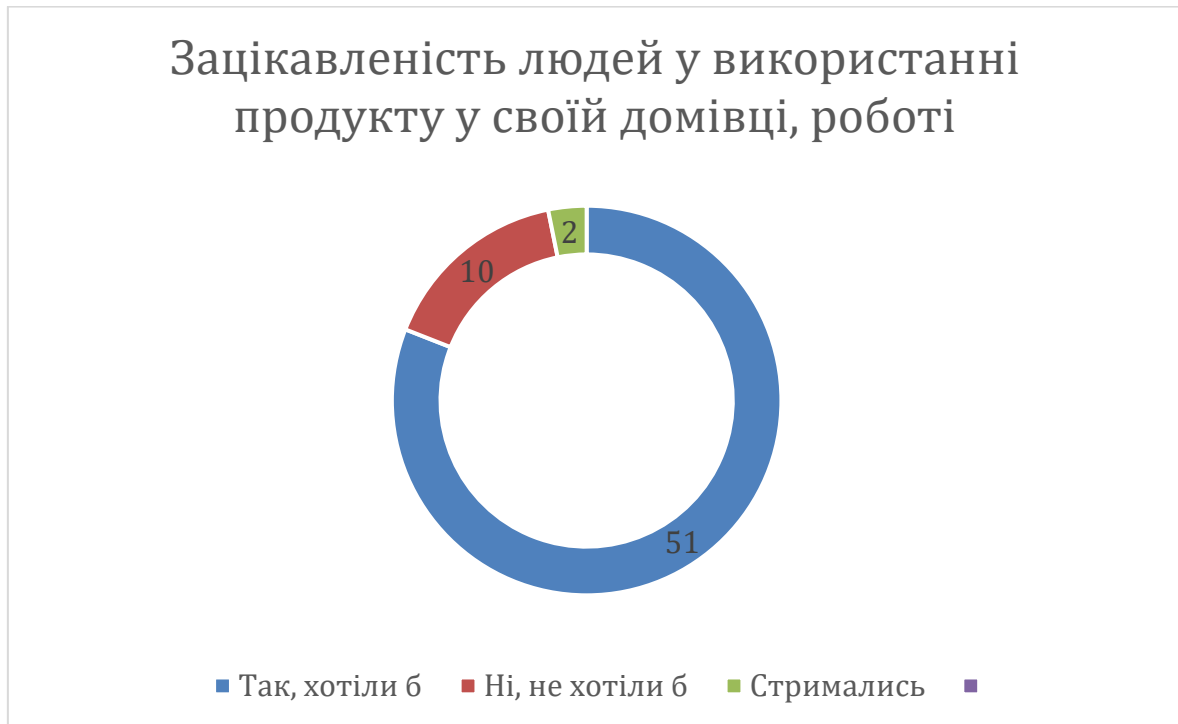


Рис. 1.3 – Інфографік зацікавленості людей

Було проведено локальне дослідження з опитуванням людей в зацікавленості використання продуктів з штучним інтелектом у себе вдома, в частності автономних смарт-камер. Опитування показало, що такі продукти можуть в майбутньому використовуватись в достатньо великій кількості в багатьох домівках, підприємствах та навіть у оборонній сфері.

У наведеному вище науковому дослідженні було проведено опитування щодо ефективності систем відеоспостереження серед зацікавлених незалежних користувачів.

Як виявилось лише 3% опитуваної аудиторії вважають систему неефективною, через довготривале розпізнавання наявності людини в охоплюваному системою кадрі.

Також 6% зацікавлених незалежних користувачів висловили побажання додати функцію з розпізнаванням особистості та перевірки і надходження сповіщень власнику на етапах відеоідентифікації незнайомої особи, що надало статистичну інформацію для оптимізації системи та поліпшення умов використання.

75% користувачів залишилися повністю задоволені результатом роботи камер з використанням ШІ та висловили свою позитивну думку щодо створеного проекту, у опитуванні брали участь користувачі різних вікових категорій та статі.

3% не визначились із вибором між звичайною камерою та камерою з вбудованим ШІ разом із системою сигналізації, обгрунтовуючи це не принциповістю роботи камери у вказаному місці їхньої оселі, найчастіше серед опитуваних таку відповідь обирали користувачі з невеликими присадибними ділянками.

13% у такому самому виборі обрали запроєктовану раніше камеру, обумовлювалось це тим, що 8% опитуваних мають дітей та 5% мають домашніх улюбленців, у обох випадках вказані вище особливості потребують цілодобового контролю та опіки, вслідкувати за якими досить важко.

Також необхідно зауважити і щодо опитування користувачів звичайних камер без додаткових функцій та етапів складного проектування. Опитування проводилось за таким самим принципом як і попереднє, для збору, оптимізації та аналізу отриманих даних.

61% користувачів залишилися задоволені роботою камери не виявивши ніяких порушень у роботі та якості запису, що дуже позитивно вплинуло на загальну думку щодо продукту.

3% не визначились у виборі між двома камерами.

13% обрали запроєктовану камеру по вказаним вище причинам

19% опитуваних залишилися не задоволені роботою камери через відсутність додаткових функцій та часте уповільнення зйомки та передачі інформації.

4% відсотки опитуваних додали побажання щодо покращення та оптимізації роботи вже наявних систем у їх помешканнях.

З вище проведеного наукового дослідження можна зробити загальний висновок що системи відеоспостереження, особливо з вбудованим ШІ та системою сигналізації, отримали позитивні оцінки від більшості користувачів, але є потреба в подальшій оптимізації, розширенні функціоналу для задоволення різноманітних потреб та покращенні поширення розроблюваного продукту .

З розвитком руху «Інтернету речей» тематика використання штучного інтелекту стає частим полем для дослідників. Майже всі нові системи оснащені датчиками для збору корисної інформації про оточення, і з цих датчиків візуальний представляє найбагатші доступні набори даних до використання. Розгортання бездротових мереж у віддалених середовищах є складним завданням через проблеми з живленням, тому багато хто обирає джерело живлення від батарейок. Задля оптимізації вузла для тривалого терміну служби батареї багато жертв було зроблено в продуктивності для відстрочення необхідності заміни батареї. Однак завдяки багатообіцяючому розвитку у сфері збору енергії із підтримкою акумуляторної батареї потреба в обслуговуванні таких вузлів безпеки теж зменшується усі останні роки. Мережеві пристрої тепер можуть менше зосереджуватися на оптимізації часу автономної роботи, а натомість збільшують обсяг вбудованої локальної обробки, що робить пристрій «розумним».

Задля забезпечення автономності, буде заявлена здатність обробляти відеоматеріал локально, на власному центральному процесорі, он-лайн або на віддаленій частині мережі. Прогрес у галузі комп'ютерного зору приніс можливість ідентифікувати складні об'єкти та поведінку контрольованого

середовища. Під час роботи з цією дисертацією ми будемо перевіряти низку камер на сонячних батареях, яку можна використовувати в різноманітних ситуаціях на відкритому повітрі, включаючи спостереження за громадськими місцями, навколишнього середовища, запобігання та виявлення лісових пожеж, охорона підприємств, тощо. Можливість вбудованої обробки дозволяє програмному забезпеченню комп'ютерного зору працювати локально, що сприяє автономній роботі системи. Енергоефективність досягається як у апаратному забезпеченні за рахунок мікрокерування малопотужними компонентами; а також у програмному забезпеченні, завдяки тому, що робочі цикли системи автоматично адаптуються до поточного стану батареї, щоб збалансувати компроміс між вимогами на рівні програми та обізнаністю про потужність.

1.2 Сучасний стан автономних систем відеоспостереження

Автономні камери з доступом до інтернету вражають своєю унікальною можливістю передавати відео-потік у цифровому форматі через місцеву мережу. Кожна з таких камер має свою власну ідентифікаційну адресу, і це розширює горизонти можливого використання, особливо в разі, коли вони не залежать від централізованого живлення.

У нашому щоденному житті камери відеоспостереження знаходять застосування на промислових об'єктах для контролю над виробничими процесами. Але ця технологія може бути використана в різних інших галузях та сферах, де потрібне постійне та різноманітне спостереження за подіями. Такі місця включають банки, військові об'єкти, казино, торгові центри, громадські місця, відкриті простори та багато інших. Технологія відкриває безліч можливостей для стеження, контролю та безпеки в різних галузях та сферах діяльності.

Автономні смарт-камери - це інноваційні пристрої, які використовують власний процесор для виконання дій таких як штучний інтелект. Вони мають вбудовані сенсори для виявлення руху та інших активностей. Деякі з них також мають функції, такі як нічне бачення, запис відео високої чіткості та можливість передачі даних бездротовим шляхом.

Використання сонячних смарт-камер у системах охорони має багато переваг:

По-перше, вони екологічно чисті, оскільки використовують відновлюване джерело енергії.

По-друге, вони економно вигідні, оскільки не потребують електричної енергії для роботи.

По-третє, вони забезпечують гнучкість установки, оскільки не потребують проводки.

Однак, не дивлячись на ці переваги, є деякі виклики, пов'язані з використанням сонячних смарт-камер у системах охорони. Наприклад, їх

ефективність може залежати від погодних умов та доступності сонячного світла. Крім того, вони потребують регулярного обслуговування та заміни акумулятора.

Враховуючи це, дослідники та розробники продовжують працювати над поліпшенням технологій смарт-камер для їх ефективного використання у системах охорони. Це може включати розробку камер з більш ефективним споживанням енергії, покращеними функціями безпеки та кращими можливостями передачі даних.

В цьому контексті, можна очікувати, що майбутнє систем охорони з сонячними смарт-камерами буде світлим і сповненим інновацій. Штучний інтелект продовжуватиме розвиватися, і його впровадження принесе низку відчутних переваг. ШІ в технологіях безпеки. Багато з них пов'язані з економічними вигодами, такими як підвищення продуктивності. [1]

1.3 Основні виклики та проблеми в області ефективності сонячних смарт-камер

Системи відеоспостереження традиційно складаються з камер, підключених до екранів моніторів. Ці системи встановлюються, щоб надати огляд великої території обмеженій кількості операторів.

Мета - виявити нестандартні ситуації. Залежно від серйозності ситуації можна вжити різних заходів. Оператори часто працюють у кімнаті з великою кількістю моніторів та серверною частиною, проте в наші часи, коли відключення світла являються головною проблемою даних систем, адже не всі підприємства мають змогу встановлювати генератори або акумулятори достатньої ємності, такі системи швидко втрачають актуальність та інтерес покупців.

Частою проблемою під час використання камер відеоспостереження є людський фактор. Історично, відеоспостереженням в центрах управління займалися люди. Люди не тільки не можуть зосередитися на одному фрагменті на протязом тривалого періоду часу, але й спостереження за багатьма камерами одночасно є неефективним і трудомістким процесом.



Рис. 1.4 – Оператор камер спостереження на підприємстві

Це, у поєднанні з нездатністю людини розрізнити важливі події після тривалого періоду відеоспостереження, означає, що існує потреба в штучному інтелекті, щоб заповнити прогалину, перевівши системи відеоспостереження від пасивного до активного спостерігача. Оператори камер мають просте завдання - постійно стежити за моніторами. Якщо трапляються інциденти, вони попереджають охорону або поліцію. Деякі монітори показують відеопотік з однієї камери, а деякі показують кілька потоків на одній контролювати одночасно або послідовно.

Однак у деяких районах монітори не стежать постійно. Відеореєстратори записують вихід кожної камери. Так, після інциденту відеоматеріал може бути використаний як доказ. Одним з очевидних недоліків цього підходу є те, що оператори не можуть запобігти інцидентам або обмежити їхній збиток, оскільки відео переглядаються лише після цього, якщо оператор занадто втомлений або був неуважний, він легко міг не помітити грабіжника. Проте якщо зробити систему зі смарт-камер використовуючі комп'ютерній зір, вона зможе повідомляти охоронцям про зловмисників сигналом або виділяючи їх на камері певним помітним чином.



Рис. 1.5– Зосередження уваги оператора на окремих ділянках часу

Іншим недоліком є те, що пошук потрібних відеозображень займає значну кількість часу, особливо коли перевіряючий прибуває на місце за кілька годин після інциденту та задіяно велику кількість камер, проте якщо зробити систему, що автоматично записує моменти коли на камері була присутня певна активність цієї проблеми можна позбутися. Зазвичай, оператор має набір регіонів інтересу, які ми визначаємо як: певні регіони у зоні спостереження (*ROI*), які є потенційними цілями інцидентів.

Прикладами *ROI* є автостоянки, банкомати, дорога до атомного реактора тощо. Завдяки останнім дослідженням у сфері комп'ютерного зору в камери можуть почати встановлювати штучний інтелект, що надає користувачу змогу налаштовувати ці регіони самостійно, найкращим прикладом є рух у зоні воріт, забору чи задньої частини будівлі, де найчастіше трапляються інциденти з перетином частної власності фізичної особи або підприємства.



Рис. 1.6 – Приклад *ROI*

Ця ілюстрація є прикладом поділу відеоряду на два регіона, при перетині об'єкту червоної лінії йде сповіщення до користувача на обрану платформу.

Люди дуже хороші при розпізнаванні рухомих об'єктів. Навіть невеликі рухи на великому екрані не є проблемою для людини. Однак люди роблять

помилки. Навіть більше, здається, що вони роблять значну кількість помилок, коли спостерігають за моніторами спостереження. Основною причиною є природа завдання: пасивний перегляд кількох екранів моніторів, на яких нічого особливого не відбувається протягом тривалого часу. Однак, якби ми могли полегшити завдання людини-оператора, дивлячись замість нього на екрани моніторів, очікується, що ймовірність запобігання інцидентам значно зросте. Інша проблема полягає в тому, що наймати людей дорого, тому за моніторами дивляться лише за потреби. Комп'ютери можуть працювати 24 години на добу і 7 днів на тиждень без великих витрат, особливо якщо вони працюють автономно та завдяки сонячним панелям. Тому використання автономних смарт-камер є актуальною темою для обговорення у сфері безпеки.

Проаналізувавши було запропоновано ряд способів та підходів до покращення ефективності роботи сонячних смарт-камер в системах охорони:

2. Використання високоефективних сонячних панелей: один із способів підвищити ефективність сонячних смарт-камер - це використання сучасних високоефективних сонячних панелей. Такі панелі можуть максимізувати збір сонячної енергії, забезпечуючи стабільне живлення для камер протягом усього дня та навіть в умовах обмеженого сонячного світла.
3. Застосування інтелектуальних алгоритмів управління: Використання інтелектуальних алгоритмів управління може допомогти оптимізувати роботу смарт-камер в залежності від конкретних умов і завдань. Наприклад, системи автоматичної регуляції енергоспоживання можуть забезпечити ефективніше використання сонячної енергії в різних умовах освітлення та погоди.
4. Збільшення використання акумуляторів: Використання потужних акумуляторів і сховищ сонячної енергії може забезпечити надійне живлення для смарт-камер навіть у нічний час або в умовах обмеженого

сонячного випромінювання. Це дозволить підвищити їхню функціональність і надійність.

5. Інтеграція заходів енергозбереження: Для подовження терміну служби батарей та збільшення ефективності енергоспоживання можна інтегрувати різні заходи енергозбереження, такі як режими збереження енергії в періоди неактивності або зниження яскравості світла екрана.
6. Використання енергонезалежних методів збору інформації: Деякі смарт-камери можуть використовувати енергонезалежні методи збору інформації, такі як пасивний інфрачервоний детектор руху, що дозволяє зменшити споживану енергію та підвищити тривалість роботи.

Загалом, покращення ефективності сонячних смарт-камер в системах охорони вимагає інтеграції сучасних технологій та інженерних рішень для забезпечення надійності та продуктивності цих систем, незалежно від умов експлуатації.

Смарт-камери з'явилися на ринку вже досить давно, проте за усі ці роки вони майже не змінювались, компанії підвищують якість зображення, встановлюють кращі лінзи, більш ефективні батареї, проте цього недостатньо, тому є такі проблеми:

По-перше, відсутнє дослідження доцільності використання нейромережі та особливо нових технологій та наявних бібліотек в смарт-камерах для підвищення її охоронної здатності. Наприклад, ми можемо навчити систему перевіряти чи людина у кадрі є працівником певного підприємства, для Нової Пошти це є красний комбенізон, якщо система бачить на території людину, що вдягнена не за стандартом, повідомляє про це працівника охорони. Звичайних багато, проте їх недостатньо.

По-друге, відсутність на відкритому ринку продукції з можливістю легкої інтеграції, що може одночасно задовільнити потреби одразу декількох секторів через складність імплементації в залежності від різних умов встановлення.

1.4 Постановка задачі

Під час проведення цієї дисертації буде висловлена потреба у таких висновках:

Провести дослідження ефективності використання сонячних смарт-камер систем охорони на базі власного штучного інтелекту. Таким чином ми зможемо набагато точніше зчитувати усі дані з процесору та зможемо налаштувати його на оптимальні характеристики для підтвердження даних.

Провести дослідження попиту та доцільності на смарт-камери з розробленою нейромережею для визначення зайвих осіб на території. Планується провести опитування серед мереж, що займаються смарт-камерами та опитування серед компаній з охорони приватних територій, чи потрібен такий продукт та що вони від нього очікують, на базі цих відповідей будуть будуватись деякі вимоги до виробу.

Провести дослідження з використанням нових бібліотек та систем з образами для ШІ, використати на власному прикладі та дослідити у цій роботі.

Бажаним результатом цього дослідження є такі пункти:

1. Підвищення ефективності роботи завдяки дослідженню використання ШІ та нових досліджень в цій області.
2. Покращення використання саме в системах охорони завдяки використанню навченої мережі на окремих випадках.
3. Отримана інформація може бути використана надалі у подальших дослідженнях та розробках.

Напрямок роботи:

1. Буде проведено аналіз аналогів та існуючих рішень буде визначено їх переваги та недоліки, зроблено висновки конкретних існуючих вад.
2. Будуть отримані нові результати ефективності під час різних факторів небезпеки, відсутніх у попередніх дослідженнях.
3. Планується підвищення ефективності, тривалості роботи.

4. Буде проведено дослідження додавання камер такого типу для систем охорони та їх ефективність.
5. Результатом є отримання бібліотеки нейромережі для визначення людей по спеціальним типам в кадрі, як додаткової ланки ефективності.

2. ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД

З постійним зростанням глобального попиту на різноманітні товари, виробники стикаються з новими викликами у відповіді на споживчий попит і підвищені вимоги стосовно безпеки товарів у логістичному ланцюжку. Інноваційні технології, представлені інтелектуальними камерами, можуть перекласти на себе деякі з цих проблем, впроваджуючи зовсім новий метод моніторингу безпеки та оптимізації операцій на виробничих підприємствах.

Упродовж останніх років інтелектуальні камери використовувалися для моніторингу виробництва на великих підприємствах, це значно зменшує шанси на проникнення зайвих осіб на територію та може підвищити ефективність роботи працівників. Зараз нове покоління інтелектуальних камер сприяє більш ефективному управлінню повсякденними операціями в малих виробничих організаціях, й також забезпечує дотримання заходів безпеки на робочому місці та виявляє зупинки виробничих цехів.

Камери, що працюють на відкритій платформі, забезпечені аналітичними можливостями на основі штучного інтелекту і можуть виконувати запуск різноманітних додатків до системи.



Рис. 2.1 – Забезпечення безпеки працівників під час роботи на підприємстві

Ці інтелектуальні камери, які володіють майже 100 різними функціями для різноманітних сценаріїв використання, мають простий процес розгортання і можуть ефективно та швидко виявляти проблеми, які часто залишаються непоміченими для людського ока. Сенсом розгляду цього розділу є те, що використання цих рішень може підняти продуктивність роботи та підвищити загальну якість обслуговування клієнтів.

2.1. Штучний інтелект та його застосування в сучасних технологіях

Коли мова заходить про відеоспостереження, відповідь на питання «що таке штучний інтелект?» Термін можливо знайти лише з врахуванням специфіки цієї сфери. Це пояснюється тим, що фахівці використовують цей термін для опису набору функцій, які включаються в категорію ШІ. Але загалом, ШІ, або штучний інтелект, - це одна або група програм, які програмуються для адаптації та навчання з часом для більш раціонального виконання спеціалізованих завдань. Ці завдання раніше вважалися лише людськими, вимагаючи розумових висновків і перехресних посилянь для прийняття рішень.

Завдяки алгоритмам штучного інтелекту, що вже існують у деяких висококласних IP відеореєстраторах та інших цифрових відеореєстраторах, здатність стабільно контролювати систему відеоспостереження та об'єкт охорони досягла рівня, який раніше вважався фантастичним. ШІ, як і раніше, є загальним терміном, який обумовлює безліч аспектів. Ми розглянемо конкретний аспект "що таке штучний інтелект у відеоспостереженні", проаналізувавши деякі можливості в інтелектуальних продуктах.

У деяких випадках користувачам може бути необхідно використовувати як IP камеру відеоспостереження з підтримкою ШІ, так і IP відеореєстратор з підтримкою ШІ, щоб повністю скористатися частиною з цих функцій. Хоча багато ШІ-відеореєстраторів можуть використовувати інтелектуальні опції разом із стандартними відеокамерами, це також обмежує потужність обробки,

зменшуючи кількість камер відеоспостереження і обсяг функцій, які можуть бути застосовані. Таким чином, консультація з експертом магазину безпеки стає важливою для отримання відповідей на запитання щодо сумісності, продуктів та опцій.

Загалом камери відеоспостереження із технологією розпізнавання обличчя використовуються досить часто, адже вони можуть забезпечити вражаючу ефективність в моніторингу. Такі пристрої використовують високорозвинені алгоритми штучного інтелекту та глибокого навчання для виявлення обличчя на зображенні. Під час взаємодії камера спочатку виконує функцію під назвою "захоплення обличчя". Крім того, "розумні" камери можуть систематизувати знайдені дані для полегшення подальшого пошуку.

Коли камера із системою штучного інтелекту виявляє обличчя, вона може також додатково включати метадані, такі як стать, головний убір, колір волосся, окуляри тощо. Всі ці параметри виставляє сам користувач по своєму бажанню, якщо програмне забезпечення це звісно дозволяє. Ці дані не лише поліпшують здатність пристрою розпізнавати обличчя, але й додають пошукові теги для розширення можливостей користувача в області інтелектуального пошуку. Також можна налаштувати правила або тригери, які визначають, як відеореєстратор повинен реагувати на подальші знімки того самого обличчя.

Звісно однією з найбільш популярних функцій є відстеження місця розташування. Користувач, який використовує таке рішення разом із технологією розпізнавання обличчя, фактично може відстежувати рухи будь-якої особи в усій локації. За допомогою сторінки пошуку із системою штучного інтелекту в камері спостереження, користувач може вибрати зареєстровану особу, а система безпеки надасть всі записані дані про місцезнаходження цієї особи, хронологічно впорядковані та коректно систематизовані. Це забезпечить відомості про переміщення особи від

моменту першого виявлення обличчя до останнього. Додатковими тригерами є дії PTZ, виходу тривоги та активація одного чи кількох каналів для запису.

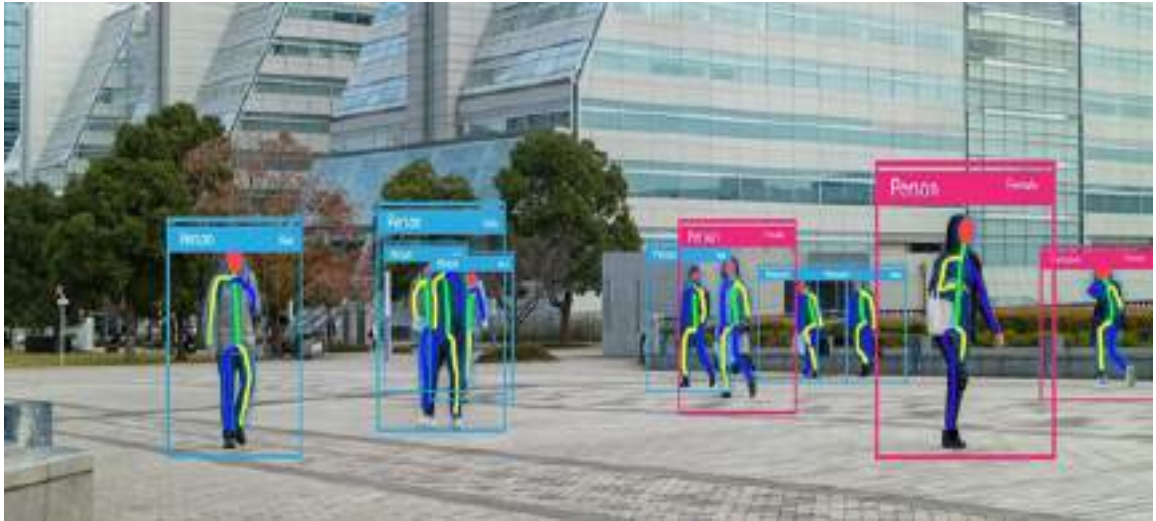


Рис. 2.1.1 – Бачення штучного інтелекту навколишнього середовища за кластеризацією

Серед ключових функцій важливо відзначити багатозадачність відеокамер, в цій роботі буде підтверджено цінність даної характеристики для систем. Окрім основної ролі в проведенні відеоспостереження, вони також виконують різноманітні завдання, пов'язані з відеоаналітикою. Ці функції включають збір статистики, такі чинники як кількість людей або автомобілів, які проходять через певний пункт за день, або в'їжджають на територію заправки. Крім того, вони можуть визначати можливість або неможливість пропуску конкретних осіб або транспортних засобів на зачинену територію

Деякі моделі відеокамер, що мають функцію штучного інтелекту, можуть вимірювати температуру тіла людини на відстані. Таким чином, вони виконують ще й функцію перевірки безпеки навколо та під час руху людини, також застерігають від появи летальних випадків. Цим самим виконують широкий спектр завдань, що розширює їхню функціональність та ефективність в різних контекстах.

Найбільш розповсюдженою та важливою функцією штучного інтелекту в контексті відеонагляду є операції з архівом. Можна вважати, що штучний інтелект спеціалізується на роботі із достатньо великими базами даних, відмінно класифікуючи, систематизуючи і ідентифікуючи окремі фрагменти. Зазначимо, що у минулому для пошуку конкретного відеофрагмента слід було переглядати повністю весь відеозапис, що вимагало марних часових затрат. У теперішньому можна встановити параметри пошуку, і штучний інтелект миттєво знаходить потрібний фрагмент. Наприклад, введенням параметрів пошуку, таких як фото конкретної особи, ШІ просіює всі дані відеоархіву і виділяє всі відеофрагменти, де з'являється ця розшукувана особа.

Штучні нейронні мережі (ШНМ) можуть бути технікою навчання без нагляду, проте це рідко використовується через можливість зниження ефективності через збільшення дефектних шарів. [16] Штучний інтелект відіграє важливу роль у вдосконаленні відеоспостереження через впровадження стратегічного планування. Наприклад, застосування системи ШІ у магазинах чи ТРЦ дозволяє отримати докладну статистику, яка має статистичне значення для власників.

Завдяки розташуванню відеокамер із ШІ можливо отримати наступну інформацію: найбільш інтенсивні періоди відвідуваності магазину, визначення областей з підвищеною активністю покупців та зон, які залишаються маловідвідуваними. Теплова карта, забезпечена системою ШІ, покаже не лише частоту руху, а й шляхи, якими користувачі пересуваються в магазині.

Аналізуючи дані відеоспостереження, можна отримати інформацію про вікову та статеву характеристику відвідувачів, визначити тривалість їх перебування в магазині та інші подібні параметри. Загальна статистика створює можливість розробки ефективних маркетингових та безпекових стратегій для покращення функціонування закладу.

Також камери відеоспостереження виконуватимуть охоронну функцію, за якою можна буде простежити чи пройшов покупець через касу або ж охорону, чи було заплачено за вибраний товар

Не лише забезпечуючи збір інформації, ШІ в змозі розробляти рекомендації та стратегії на основі аналізу отриманих даних, що дозволяє власникам ефективно вдосконалювати маркетинг та безпеку у своєму закладі.

Для аналізу відеопотоку можна використовувати методи машинного навчання, такі як нейронні мережі, дерева рішень, метод опорних векторів та кластеризацію 1. Вибір методів машинного навчання для аналізу відеопотоку залежить від конкретної задачі, яку необхідно вирішити. Наприклад, для виявлення об'єктів на відео можна використовувати нейронні мережі, а для визначення поведінки людей - кластеризацію.

Технології зараз використовують хмарні сервіси та штучний інтелект для поліпшення кадрового аналізу та управління відеоматеріалами. Ця технологія базується на постійному скурпульозному навчанні обладнання, підвищуючи його ефективність. Спроможна ідентифікувати особи та транспортні засоби за допомогою камер спостереження, забезпечуючи функції виявлення тривоги та класифікації об'єктів.

Одна з важливих можливостей - пошук відеофрагментів, який став більш інтуїтивним для обробки достатньо вагомого обсягу даних. Технологія здатна шукати кадри за різними параметрами, такими як особливості осіб, характеристики транспортних засобів чи аудіоінформація, включаючи звуки розбиття скла або пострілів. Також можна встановлювати фільтри, наприклад, для обличчя, траєкторії руху чи зупинки об'єкта.

Ця система не лише контролює відео в реальному часі та записані фрагменти, але й постійно покращується, враховуючи отримані дані та не допускаючи повторних помилок. Це дозволяє стати більш надійною та ефективною технологією.

Такі системи штучного інтелекту покликані підвищити ефективність відеоспостереження та зменшити кількість хибних тривог. Вона використовує технологію глибокого навчання, що вже перевершує людські здібності у класифікації та ідентифікації зображень.

Технологія Deep Learning аналізує дані на рівні нейронної системи, яка діє за алгоритмом з людського мозку, практично усуваючи хиби. Особливо може розрізняти об'єкти з вражаючою точністю, а також підвищує надійність виявлення.

Зараз навіть наявні системи що використовують психофізіологічні особливості людини для виявлення підозрілих осіб на відео. Заснована на хмарних обчисленнях, комбінує спостереження та аналіз психофізичних змін для ефективного визначення дій та прийняття рішень.

Технологія може працювати з великою кількістю камер, одночасно стежачи за багатьма об'єктами. Вона надає детальну шкалу підозрілих дій та можливості аналізу протягом тривалого часу. Це розвинуте рішення для великих масових заходів, таких як стадіони чи аеропорти.

2.2. Якість роботи систем відео спостереження з ШІ

Автономні системи відеоспостереження, обладнані штучним інтелектом, є досі відкритим напрямком в галузі забезпечення безпеки приватних територій. Такі системи використовують розумні алгоритми для аналізу відеопотоку, виявлення подій та надання оперативної реакції на потенційні загрози в прямому часі.

Основні характеристики систем відеоспостереження з ШІ:

- Аналіз в реальному часі: Системи на основі ШІ здатні до аналізу великого обсягу відеоданих в реальному часі. Це дозволяє виявляти події та потенційні загрози миттєво.

- Виявлення аномалій: ШІ дозволяє виявляти аномальні ситуації та незвичайні події, що можуть бути пропущені традиційними системами відеоспостереження.
- Розпізнавання об'єктів та осіб: Алгоритми машинного навчання, вбудовані в систему, можуть розпізнавати об'єкти та особи на відео, забезпечуючи додатковий рівень ідентифікації.
- Автоматизована сигналізація: Системи виявлення загроз можуть автоматично генерувати сигнали та сповіщення для операторів або відповідальних служб.

Якість роботи систем відеоспостереження з ШІ:

- Головною причиною використання таких систем з штучним інтелектом є її точність виявлення об'єктів у кадрі. Ефективність роботи системи визначається її здатністю точно виявляти події та відмічати їхні характеристики котрі є важливими в системах охорони. Використання штучного інтелекту покращує точність за рахунок навчання на великому обсязі даних котрий збільшується щоденно завдяки постійному навчанню, що з кожним днем наближає цей інтелект до ідеального, для системи охорони таким є ШІ, що може виконувати свою роботу з точністю до 98%. В завданнях розпізнавання образів та об'єктів на зображеннях, коректність на рівні 95-98% може вважатися високою, особливо якщо врахувати реальні умови, такі як різне освітлення, перешкоди тощо. Подібні критерії повинні враховувати також і інші фактори, такі як вартість, швидкість обробки, енергоефективність, можливості адаптації до змінних умов та тощо. Часто компроміс між коректністю та іншими параметрами визначає оптимальні умови використання системи з штучним інтелектом. [5]
- Мінімізація помилок: Застосування алгоритмів машинного навчання дозволяє мінімізувати помилки, пов'язані з хибними сигналами або пропущеними подіями.

- Адаптивність до змін у середовищі: Системи на основі ШІ повинні бути адаптивними до змін у своєму оточенні, таким як зміни освітлення, погодні умови чи конфігурація об'єктів.
- Інтеграція з іншими системами безпеки: Забезпечення сумісності та інтеграції з іншими системами (наприклад, системами контролю доступу) визначає загальну ефективність системи безпеки.

Автономні системи відеоспостереження та сигналізації на основі ШІ представляють собою передовий підхід до забезпечення безпеки. Їхня якість роботи залежить від точності виявлення, мінімізації помилок та адаптивності до змін, що робить їх надзвичайно ефективними у сучасному середовищі з постійними викликами для забезпечення безпеки.

2.3. Технології та алгоритми ШІ

Розпізнавання об'єктів - це виявлення та ідентифікація об'єктів на зображеннях або відео. З розвитком технологій розпізнавання об'єктів стало важливою частиною будь-якого комп'ютерного зору. Надалі розглянемо детальніше технології які використовуються для цього.



Рис. 2.3.1 - Підгалузі ШІ

Машинне навчання - спосіб розпізнавання об'єктів за допомогою даного виду полягає в навчанні ШІ моделі на базі даних з прикладами відмічених об'єктів на зображеннях - мітками. Після навчання моделі вона може бути використана для розпізнавання об'єктів на нових зображеннях.

Популярними методами машинного навчання є метод опорних векторів та метод k-найближчих сусідів. Обидва методи класифікують об'єкти визначаючи їх розмір, форму та колір. У той час як перший метод шукає унікальні властивості для кожного нового об'єкту, то другий метод шукає якими властивостями відомий об'єкт відрізняється від нового.

Глибоке навчання - на відміну від інших методів розпізнавання об'єктів глибоке навчання вимагає найменшої попередньої обробки даних та має більшу точність результатів розпізнавання об'єктів. Найкращими методами є:

1. You Only Look Once V3 (YOLOV3) - YOLO відомий своїми можливостями виявлення об'єктів у реальному часі. YOLOv3 — це досить популярна нова версія, яка ділить зображення на сітку та безпосередньо передбачає обмежувальні прямокутники та ймовірності класу. Він відомий своєю швидкістю та здатністю працювати з програмами в реальному часі.

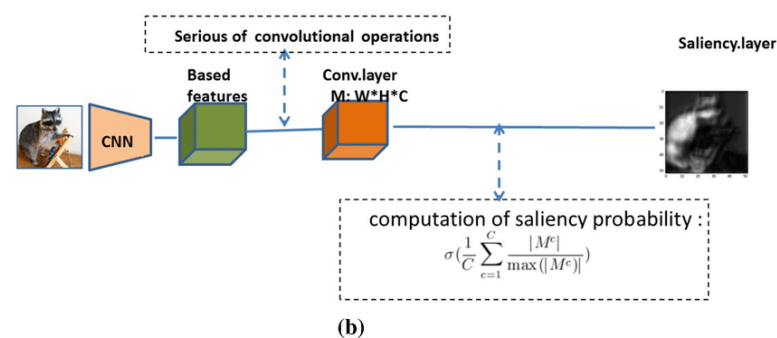
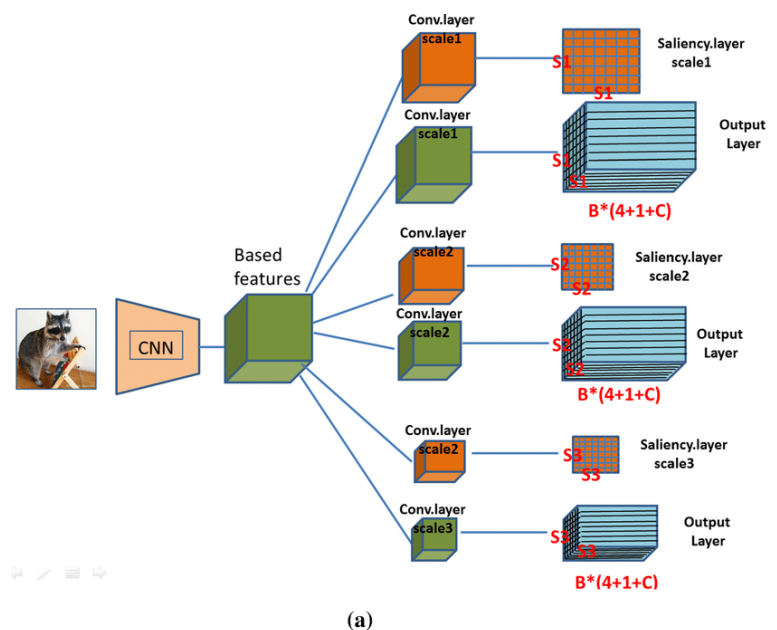


Рис. 2.3.2 – Архітектура YoloV3

2. Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN) - цей метод призначений задля виявлення об'єктів на кадрі. Він здатний ідентифікувати та класифікувати об'єкти на зображенні, надаючи межі областей навколо них.

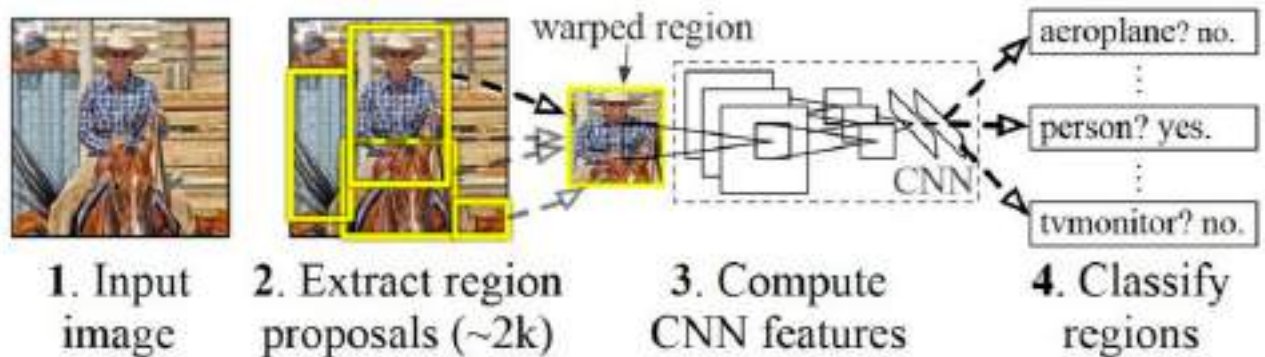


Рис. 2.3.3 – Архітектура R-CNN

Один із найрозвинітіших методів глибокого навчання це метод згорткової мережі (Convolutional Neural Network або ConvNet) - це клас глибоких мереж, складених з одного або кількох згорткових шарів, із повноз'єднаними шарами. [12] Згорткова мережа бере за основу біологічний процес, що відбувається у зоровій корі головного мозку людей та тварин, а саме принцип з'єднання нейронів. У мозку нейрони реагують на стимули, інформацію, що присутня у певній області зорового поля, яка називається рецептивним полем.

Цей метод не просто аналізує піксель за пікселем, а фіксує просторові зв'язки завдяки розпізнаванню, класифікації та сегментації зображення. Під час дослідження було виявлено, що згорткові нейронні мережі є найкращим рішенням для розпізнавання об'єктів завдяки здатності фіксувати просторові зв'язки, найкраще розпізнають, класифікують і сегментують зображення. Також великою перевагою є стійкість до шуму та викривлень завдяки розпізнаванню ознак об'єкта.

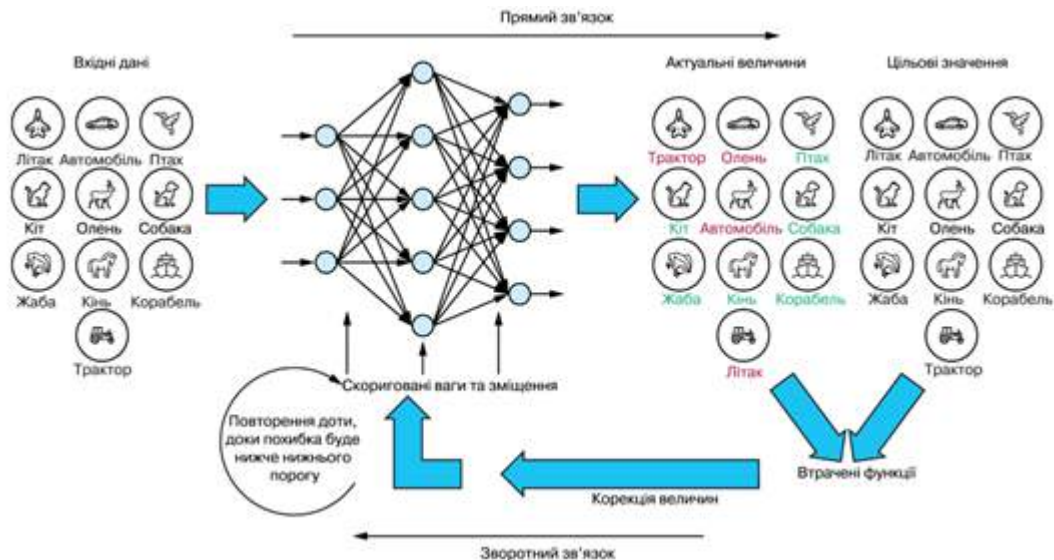


Рис. 2.3.4 – Стандартна архітектура згорткової мережі

З ілюстрації, бачимо, що згорткова мережа використовує правильний ряд нейронів для визначення та класифікації кожного зображення.

2.4. Сучасні рішення та тенденції у галузі автономних систем відео спостереження та сигналізації

У сучасному світі наука тісно пов'язана із розвитком технологій безпеки, зокрема самостійних систем відеоспостереження та сигналізації. Наукові дослідження та розробки в цій області сприяють створенню більш автентичних та інтелектуальних систем, що забезпечують високий рівень охорони об'єктів та територій.

1. Технологічні інновації у відеоспостереженні:

Квантова обробка інформації: Дослідження використання квантових технологій для опрацювання й зберігання великих обсягів даних, що надходять від великої кількості відеокамер.

Системи зорового аналізу на основі нейронних мереж: Розробки в системі глибокого навчання для точного розпізнавання об'єктів і рухомих об'єктів на відео.

2. Інтеграція штучного інтелекту в системи сигналізації:

Методи машинного навчання для виявлення аномалій: Використання алгоритмів, які навчаються розпізнавати нестандартні ситуації, автоматично включати системи сигналізації.

Автоматизовані системи прийняття рішень: Вжиток технологій штучного інтелекту для швидкого та ефективного аналізу даних і прийняття відповідних рішень.

3. Безпека та кіберзахист:

Кіберфізична безпека: Вивчення питань, пов'язаних з впровадженням кіберзахисту в автономні системи, щоб запобігти можливим атакам на систему відеоспостереження та сигналізації.

Аналіз приватності даних: Дослідження методів забезпечення конфіденційності та захисту особистих даних, що збираються системами відеоспостереження.



Рис. 2.4.1 – Перспективи використання в галузях

- Медична та наукова діяльність: Застосування автономних систем для спостереження в медичних закладах, досліджень та лабораторій для забезпечення безпеки та контролю.
- Співпраця з іншими галузями: Розвиток інтегрованих систем, що співпрацюють з транспортними, енергетичними та іншими відгалудженнями для створення універсальних рішень.
- Науковий аналіз та дослідження у галузі розумних систем відеоспостереження та сигналізації свідчать про великі можливості для подальшого розвитку та удосконалення.

Використання передових технологій та інновацій дозволяє не лише підвищити ефективність систем безпеки, але й розширити їхнє застосування в різних сферах нашого суспільства. Спільна робота науковців, інженерів та інших фахівців дозволить забезпечити високий рівень безпеки та захисту за допомогою автономних систем.

2.5 Важливість сповіщення до користувача

Загалом важливість сповіщення можемо поділити на такі основні пункти як:

Головним пунктом звісно є реагування на негайні загрози, це означає, що оперативна реакція користувача на сповіщення дозволить йому миттєво реагувати на потенційні загрози та події, вимагаючи уваги. Замість постійного контролю за кожною камерою чи надібністю оператору, на обрану платформу приходять сповіщення. Система одразу попереджає про вторгнення.



Рис. 2.5.1 – Приклад виявлення камерою потенційної загрози

Важливо зазначити, що штучний інтелект постійно навчається розпізнавати та фільтрувати певні події, що знижує кількість лхибних сигналів до користувача. Користувачі отримують сповіщення лише в разі реальної загрози, що економить їх час та усуває зайвий стрес.

Не менш важливим пунктом є забезпечення безпеки та відчуття контролю для самого користувача, звісно вірогідність, що на приватну територію проникне крадій досить мала, й в більшості випадків камера і не знадобиться, проте частина користувачів відчуває себе таким набагато спокійніше. Система сповіщень надає користувачам відчуття контролю над їхнім простором та можливість швидко втручатися в ситуації вторгнення чи інших небезпек.

З одних з головних причин використання таких камер також можемо зазначити зниження витрат часу. Як було зазначено раніше (див. підрозділ 1.3, абзац 3), ці камери можуть набагато зменшити час потрібний для виявлення підозрілих моментів за довгий проміжок часу, ця система називається *Highlight alert system*, вона виділяє на відеоряді. Оператору не буде потрібно передивлятися десятки годин відеозапису, адже штучний інтелект автоматично виділятиме усі моменти коли він помічав рух (або інший

зазначений дизайном фактор). Яскравим прикладом систематизації потрібної інформації є зчитування обличчя.



Рис. 2.5.2 – Приклад систематизації інформації ШІ

Таким чином, штучний інтелект одразу зберігає усі лиця, що бачить та одразу вносить їх до системи записуючі частоту їх з'явлення та час.



Рис. 2.5.3 – Приклад відеоспостереження з ШІ за парковкою [6]

Потім це все складається в один єдиний список для зручності використання цієї інформації в майбутньому. Це корисно для аналітики та звітів.

Сповіщення можуть містити інформацію про характер події, аналіз та рекомендації. Це допомагає користувачам зрозуміти ситуацію та приймати обґрунтовані рішення.

Адаптивність до користувацьких вимог таких приладів дуже висока, як приклад, зміна параметрів сповіщень. Система може надавати користувачам можливість налаштовувати параметри сповіщень відповідно до їхніх потреб. Як часто надавати список помічених лиць, чи надсилати відеоряд одразу до серверу й на телефон, чи тільки у разі загрози, реальність цієї загрози та багато іншого. Це забезпечує адаптивність та персоналізованість сповіщень.

Основною проблемою таких камер є автоматичне сповіщення екстрених служб. Система може автоматично сповіщати екстрені служби у разі надзвичайних ситуацій, що дозволяє забезпечити оперативну реакцію та координацію дій. Проте це часто може призвести до хибних викликів і як наслідок штрафів. Навіть найкращі системи іноді помиляються. [7]

7. Поєднання з іншими системами безпеки:

Інтеграція з Системами Контролю Доступу: Сповіщення можуть інтегруватися з системами контролю доступу для комплексного забезпечення безпеки та реакції на події.

Враховуючи важливість сповіщень для користувачів, автономна система відеоспостереження та сигналізації на основі ШІ створює сприятливе середовище для ефективного та безпечного взаємодії з користувачами, надаючи їм необхідну інформацію для прийняття обґрунтованих рішень в реальному часі.

3. СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО-ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЗРАЗКА

Архітектура системи відеоспостереження та сигналізації, основаної на штучному інтелекті (ШІ), визначається комплексом розумних алгоритмів та технологічних рішень, які забезпечують високий рівень безпеки та ефективного моніторингу простору. З розвитком сучасних технологій, ми вступаємо в еру автономних систем, які динамічно реагують на змінні умови і вдосконалюють свою продуктивність за допомогою навчання на великих обсягах даних.

В даному контексті важливість сповіщень для користувачів стає ключовою, впливаючи на реальний час реакції та рівень взаємодії із системою. Деталі архітектури визначають, як система обробляє великі обсяги відеоданих, виявляє загрози, генерує сповіщення та взаємодіє з користувачем для оптимального забезпечення безпеки та контролю над простором.

У цьому контексті, система стає не лише технічним конструктом, але і стратегічним елементом для побудови ефективної та адаптивної системи відеоспостереження та сигналізації на основі ШІ.

В цьому розділі буде розглянуто ключові аспекти цієї архітектури, обумовлений вибір методів, різних технічних та логічних рішень.

3.1. Опис загальної архітектури систем відео спостереження та сигналізації

Системи відеоспостереження на основі штучного інтелекту (ШІ) зробили значний прорив у сфері безпеки. З нашого попереднього дослідження ми вже знаємо, що технології штучного інтелекту в системах відеоспостереження можуть використовуватися для точного виявлення людей і транспортних засобів, а також для запобігання виникненню небезпечних ситуацій та набагато більше.

1. Сенсори для збирання різних даних:

- Звісно ніяка система охорони не може обійтись без камер відеоспостереження. Високоякісні камери, розташовані в стратегічних точках, забезпечують зйомку відео в режимі реального часу. Використання камер з різною роздільною здатністю дозволяє отримати широкий огляд території. Для забезпечення охорони звичайного підприємства зазвичай використовується більше 10ти різних камер для повного огляду всієї території.
- Додаткові сенсори додаються лише якщо є така надібність. Найбільш стандартним є сенсор руху. До складу системи можуть входити й інші сенсори, такі як температурні сенсори або звукові датчики, що розширюють спектр зібраних даних та можливостей системи. Проте їх використання є більш складним питанням, адже вони можуть помилково вмикати сигналізацію.

2. Обробка та аналіз даних:

- Модулі обробки використовують потужні процесори для швидкої обробки великого обсягу відеоданих в реальному часі. На даний момент це використовується здебільшого задля перетворення відео на інший формат та завантаження на хмарний сервіс, та звісно для штучного інтелекту.
- Й головною особливістю останніх років в індустрії відеоспостереження є алгоритми штучного інтелекту. Вбудовані алгоритми машинного навчання для виявлення об'єктів, розпізнавання осіб, виявлення аномалій та класифікації подій та звісно попередження до оператора при певних прописаних подіях.

3. Система виявлення загроз та повідомлення завдяки ШІ:

- Виявлення аномалій: Ідентифікація незвичайних подій чи аномалій у відеопотоці, що може вказувати на потенційні загрози.

- Генерація сигналів та повідомлень: Автоматичне генерування сигналів і сповіщень для операторів або служб безпеки у випадку виявлення загроз або подій, що вимагають уваги.



Рис. 3.1.1 – Система повідомлення про можливу загрозу

Наприклад, як бачимо з цього рисунку, використання штучного інтелекту може бути використане по-різному. На першій половині рисунку видно, що штучний інтелект помітив у людини у руках зброю, для безпеки підприємства чи приватної території може бути дуже і дуже важливим.

4. Інтеграція та управління:

- Системи управління: Централізовані системи управління, які дозволяють моніторити та керувати всією мережею відеоспостереження та сигналізації. В подальшій роботі буде затронуте питання використання комбінації систем управління з нашим штучним інтелектом відеоспостереження.
- Інтеграція з іншими системами є досить цікавим питанням адже подібне використання може бути корисним для дуже великої кількості людей. Штучний інтелект може допомогти в автоматизації

процесів про котрі користувач може в подальшому більше не перейматись. Можливість інтеграції з іншими системами безпеки, такими як системи контролю доступу або системи автоматичного сповіщення екстрених служб.

5. Зберігання та архівування:

- Хмарне сховище даних: Система зберігання для збереження архіву відеоданих для подальшого аналізу та використання без надобності великого серверу зберігання даних.
- Використання алгоритмів для інтелектуального вибору, які дані зберігаються, для оптимізації простору зберігання. В подальшій роботі ми будемо вибирати які саме відеоданні буде система зберігати на облачному сервісі, а які ні.

6. Моніторинг та аналітика:

- Системи моніторингу частіше всього використовуються як інтерфейси для реального часу та звітів, що дозволяють операторам та аналітикам відслідковувати та аналізувати відомості наприклад в кінці місяця для перевірки витраченого робочого часу на підприємстві.
- Застосування аналітики в подібних системах може бути використано для повноцінного аналізу конкретних даних задля вдосконалення ефективності і працеспроможності системи.

Ця архітектура створена з урахуванням загальних принципів та технологій, що застосовуються у сучасних системах відеоспостереження та сигналізації на основі ШІ. Однак конкретна реалізація може відрізнятись в залежності від виробника та конкретних вимог замовника.

3.2. Вибір обладнання для збору відеоданих

Основним обладнанням для наших експериментів є стандартні електронні прилади завдяки яким буде легше зробити висновки щодо кожного розділу, ними стали:

- Raspberry Pi 3, тому що
- Вид камери для відеоспостереження може бути майже будь-який, все залежить лише від потреба детальності визначення об'єктів в кадрі.

Raspberry Pi завдяки своїй популярності і відкритості для хоббі-розробників має велику кількість камера-модулів, що можуть бути використані для отримання відео-інформації. Для камери спостереження найкращим вибором є модулі з широким кутом огляду та без інфрачервоного фільтру.

Для цієї задачі найкраще підійдуть такі модулі:

1. KEYESTUDIO Camera Module V2

Він сумісний з Raspberry Pi 2b, 3b+, 3 і 4. Що стосується технічних характеристик, він оснащений 8-мегапіксельним сенсором IMX219 з лінзою з фіксованим фокусом. Завдяки максимальній роздільній здатності 3280x2464 для нерухомих зображень і підтримці 1080p та 30fps, він чудово підходить для зображення HD. Відсутність інфрачервоного фільтра забезпечує нічне бачення, але вам доведеться придбати окремий світлодіодний ліхтар. [8]

Також він має досить невеликі розміри, що дозволить зробити досить невеликий корпус і захвати камеру в більш надійне місце.



Рис. 3.2.1 - KEYESTUDIO Camera Module V2

2. Arducam Day-Night Vision

Оскільки частина експериментів буде проведена в нічний час камера Arducam Day-Night Vision є досить ефективним вибором, тому що вона оснащена світлодіодним підсвічуванням. Завдяки автоматичному перемиканню IR-Cut і ІЧ-світлодіодному підсвічуванню може забезпечити чітке відеозображення, що дозволить перевірити вплив якості зображення на ефективність розпізнавання об'єктів у кадрі. Що стосується сумісності, може використовуватись з Raspberry Pi Zero, Pi 4, 3 b+, Pi 3 і Pi B. [9]



Рис. 3.2.2 - Arducam Day-Night Vision

3. Dorhea Camera Module

Цей модуль є бюджетною версією камер для Raspberry Pi, проте її характеристики при цьому залишаються на високому рівні. Модуль камери Dorhea для Raspberry Pi пропонує чудову цінність саме через вражаючу продуктивність. Модуль оснащений 5-мегапіксельним датчиком OV5647, який робить чіткі зображення 2592x1944р і підтримує запис відео до 1080р із швидкістю 30fps. Враховуючі ціну, унікальною частиною цього є функція IR-CUT, який автоматично перемикається між денним і нічним режимами для отримання найкращих зображень.



Рис. 3.2.3 - Dorhea Camera Module

Враховуючі он-лайн відгуки, детальні відеоінструкції та після перевірки характеристик потрібних нам для експериментів, переконаний, що найкращим вибором буде саме Dorhea. Вона має виняткові показники роздільної здатності, та особливо її середня продуктивність навіть в умовах низької освітленості і її легкість в використанні роблять її ідеальним вибором для моїх потреб в цій роботі. Крім того, доступна цінова політика забезпечує оптимальне співвідношення якості та вартості.

3.3. Вибір програмного забезпечення

Оскільки планується зробити висновки щодо доцільності використання штучного інтелекту в системах відеоспостереження буде проведені експериментальні дослідження використання камер з програмним тригером руху (в подальшому приклад №1) та системи з штучним інтелектом (в подальшому приклад №2). Для цього було прийнято рішення встановити на Raspberry Pi простий аналізатор руху пікселів в кадрі задля автоматичного збору корисної інформації у вигляді фотографії або відеозапису. В подальшому ця інформація була використана та перенесена в більш складні програми для навчання нейромережі на прямому прикладі певного середовища задля підвищення її ефективності (опис дослідження розділ [4.1](#), результати [4.3](#)).

Почнемо з вибору програмного забезпечення для камери з тригером руху по пікселям:

1. Pentegra

Pentegra рекламує себе як легку plug`n`go систему, котрою вони в певній мері і є. Pentegra є ліцензованим підрядником із безпеки, який розуміє важливість безпечних об'єктів у сучасному світі. Вони створюють уніфіковані платформи безпеки, що охоплюють відеоспостереження, комп'ютеризований контроль доступу, виявлення вторгнень і програмне забезпечення, також відоме як Physical Security Information Management (PSIM). Ця система є готовим рішенням, проте попри це воно займає досить високе місце серед систем відеоспостереження з штучним інтелектом. Отже, зробимо висновок, плюсами цієї системи є:

- Готова, високоефективна система
- Окрема увага покупців зосереджується саме на здатності штучного інтелекту помічати зброю в кадрі, що для приватних підприємств є важливим плюсом

- Система вже навчена на досить широкий вибір параметрів як: впава людина, різка зміна освітленості, різке збільшення людей в кадрі

Головними мінусами для нашої роботи стало:

- Ціна перевищує середній рівень
- Систему неможливо самостійно модифікувати, що може призвести до сильного зниження ефективності її використання в умовах відеоспостереження на вулиці
- Наведено мало прикладів можливостей системи не в будівлі

2. Shinobi

Shinobi - Програма відеоспостереження з відкритим кодом, написана на Node.JS. Зображення передаються через WebSocket. Файли зберігаються у відео WebM, що значно полегшує роботу процесору, а не у інших більш сжатих форматах як це зазвичай у інших програмах де зазначені можливості аналізу відеопотоку, проте надані недостатні інструменти для цього.

Визначимо головні плюси:

- Має мобільний додаток під назвою zmNinja, який є повністю функціональним і має інший інтерфейс.
- Є відкритим та безкоштовним.

Мінусами є:

- Шинобі вимагає пристойного апаратного забезпечення для найкращої продуктивності, а точність значною мірою залежатиме від позиціонування камери.
- Складність при початковому використанні через заплутаний інтерфейс.

3. MotionEye

MotionEye – це інтерфейс та повна операційна система для майже будь-якого пристрою на базі Unix, що включає у себе функції Motion-програми із широким спектром можливостей і легкою конфігурацією для отримання та обробки відеосигналу від багатьох типів камер. Ця програма може бути встановлена як додаток, інтеграція у систему контролю даних, а також і як

повноцінна окрема система. ОС motionEye дає змогу налаштувати камеру безпеки, що активується за рухом, знімає фотографії та відео, щоб ви могли переглядати їх на своєму пристрої, підключених комп'ютерах або одразу завантажувати в хмару. Окрім розширених функцій, таких як потокове передавання мережевого відео, веб-перехоплення (для таких сервісів, як *IFTTT*, *Dropbox*), ви також можете налаштувати просту станцію моніторингу з кількома пристроями, підключеними до однієї інформаційної панелі.

Визначимо основні плюси й мінуси цієї системи, отже, плюсами є:

- Легкість налаштування, має інтуїтивний інтерфейс в якому легко додавати власні параметри та бібліотеки для підвищення якості роботи.
- Можливість інтеграції в майже будь-які прилади, може легко працювати з *Raspberry Pi* й є головним пристроєм для цього інтерфейсу.
- Безкоштовна, отже ми можемо знизити вартість кінцевого продукту виділивши більше часу на дослідження якості саме ефективності приладу.
- Система не займає багато місця й оперативної пам'яті, не має потреби в потужному процесорі через розумно побудовану систему тригерів.

Мінусами цієї системи стало:

- Задля забезпечення додаткового функціоналу системи треба мати вміння базового кодування та розуміння радіотехніки, що може бути складним для деяких користувачів.
- Перші декілька запусків системи можуть бути проблематичними через додаткові параметри в яких мають бути зазначені параметри підключення до веб-сервісів для оновлення бібліотек на яких базується motionEye, проте це швидко виправляється.

Отже, на мою думку, для цієї роботи краще буде використати легку в налаштуванні motionEye, він має відкритий вихідний код, що дозволить підвищувати ефективність й нарощувати можливості програми при певній на

то потрібні для автоматизації навчання штучного інтелекту в подальшому. Ця система розроблена для відеозахисту своїми руками, включаючи комерційне чи домашнє відеоспостереження, запобігання крадіжкам та багато іншого в залежності від вашої власної потреби. Його хвалять за простоту використання, підключення, функцію пошуку й інше.

Для другого прикладу, а саме системи відеоспостереження та сигналізації з штучним інтелектом було обрано програмне забезпечення *Frigate NVR*. Основними причинами використання стали:

- Основною причиною цього вибору є використані бібліотеки, ними є дуже відома й ефективна *OpenCV* та *TensorFlow Lite*, їх ідеальне поєднання створює найкращим алгоритм машинного навчання завдяки якому *Frigate* одним з найкращим з розпізнавання об'єктів у кадрі.
- *Frigate* є відкритим та безкоштовним, що дозволяє модифікувати його під власні потреби, що в майбутньому підвищить ефективність.
- Достатньо інтуїтивний інтерфейс, одною з його особливостей є складність в налаштуванні через десятки різних параметрів. Для початкових користувачів це є серйозним мінусом, але саме завдяки правильному регулюванню можливо досягти найкращого результату.
- Висока користувацька база завдяки якій на постійній основі додаються нові функції, так наприклад нещодавно було додано бібліотеку для штучного інтелекту з визначення звуків, таким чином, можливо додати розпізнавання пострілів для підвищення ефективності безпеки.

3.4. Реалізація системи та сповіщення на мобільний телефон

Як перший приклад системи на тригерах руху, розглянемо інтеграцію *MotionEye* у систему контролю розумним домом *Home Assistant*, адже це одна з найпопулярніших систем домашньої автоматизації[10]. *Home Assistant* — це програмне забезпечення для домашньої автоматизації, яке дозволяє створити єдину систему керування для великої кількості пристроїв розумного будинку.

Завдяки йому можливо створювати автоматизовані засоби, які отримують дані з будь-яких інших пристроїв розумного дому. [11]

Було обрано саме цю сервісну базу для системи, адже це програмне забезпечення є безкоштовним із відкритим вихідним кодом і постійно розробляється як основною командою розробників, так і спільнотою *Home Assistant*, тому легкість її використання постійно збільшується як і її можливості. *НА* може спілкуватися з приголомшливою кількістю пристроїв різних брендів, які зазвичай не спілкуються один з одним взагалі. Можливо зробити так, щоб усі лампочки блимали червоним, якщо система відеоспостереження виявила порушника, завдяки *НА* можливо створити автоматизацію, якої неможливо досягти за допомогою рідних програм, і можливості майже безмежні. Це набагато зручніше ніж додавати поступово кожен елемент окремо для доповнення системи.

Головною причиною використання *MotionEye* є підтримка відправки *WebHook* запитів, що у свою чергу дасть змогу викликати автоматизації у *Home Assistant*. Це дозволить з легкістю розширити можливості програми і зв'язати її з іншими розумними пристроями, системами оповіщення, тощо. Коли ми починаємо застосовувати штучний інтелект у системах відеоспостереження, це природньо відкриває двері для інших технологій, які можна використовувати паралельно, роблячи цю функцію ще потужнішою.



Рис. 3.4.1 - Список підтримуваних камер



Рис. 3.4.2 - Приклад підключення безпроводної IP камери



Рис. 3.4.3 - Налаштування формату відео і визначення руху

Програма контролює камери в он-лайн режимі розраховуючи процент різниці пікселей між кадрів (регулюється параметром «*Frame Change Threshold*»), чим менше значення тим менше пікселей повинно змінитись щоб зарахувати це як рух. Параметр «*Minimum Motion Frames*» встановлює мінімальну кількість кадрів з рухом після яких буде викликаний тригер (*Motion Trigger*), який і розпочне запис відео.

MotionEye постійно тримає в оперативній пам'яті встановлену кількість кадрів до тригера руху, що регулюється параметром «*Captured Before*». Структура відео після виклику тригера складається з 60 кадрів до тригера руху, усі кадри з визначеним рухом та 60 кадрів після завершення руху.

MotionEye дає можливість викликати команду, *WebHook* після початку тригера, після завершення та після остаточного збереження файлу відео.

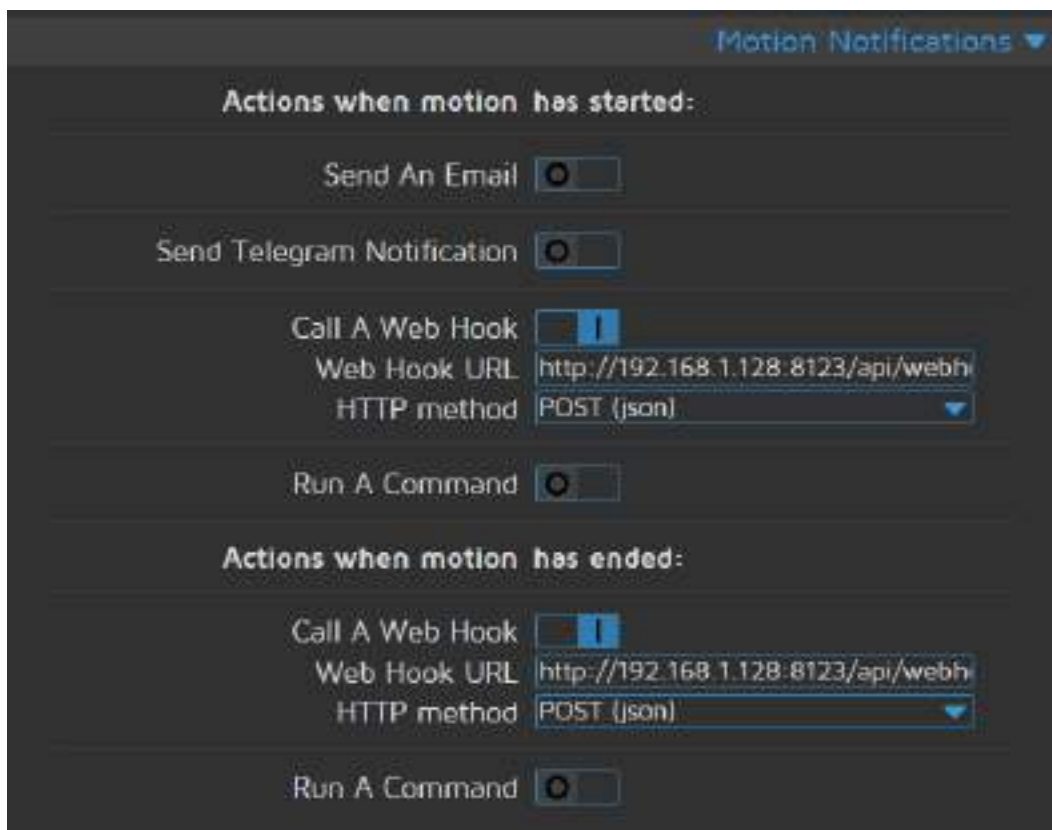


Рис. 3.4.4 - Налаштування дій під час івентів

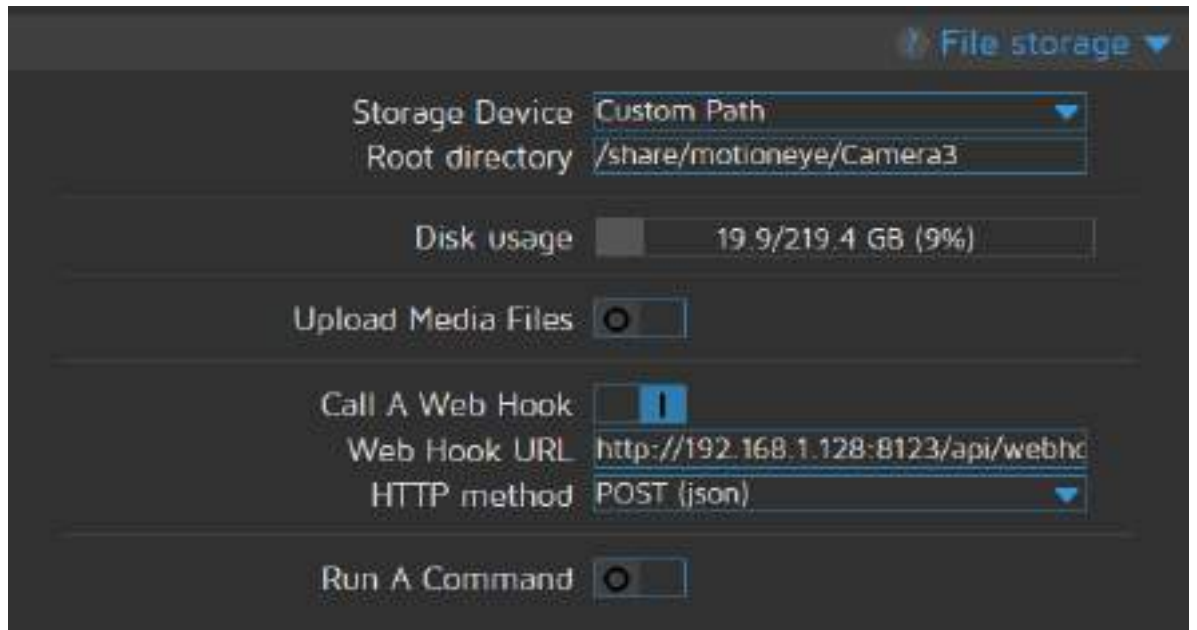


Рис. 3.4.5 - Налаштування розташування та дій після запису файлів

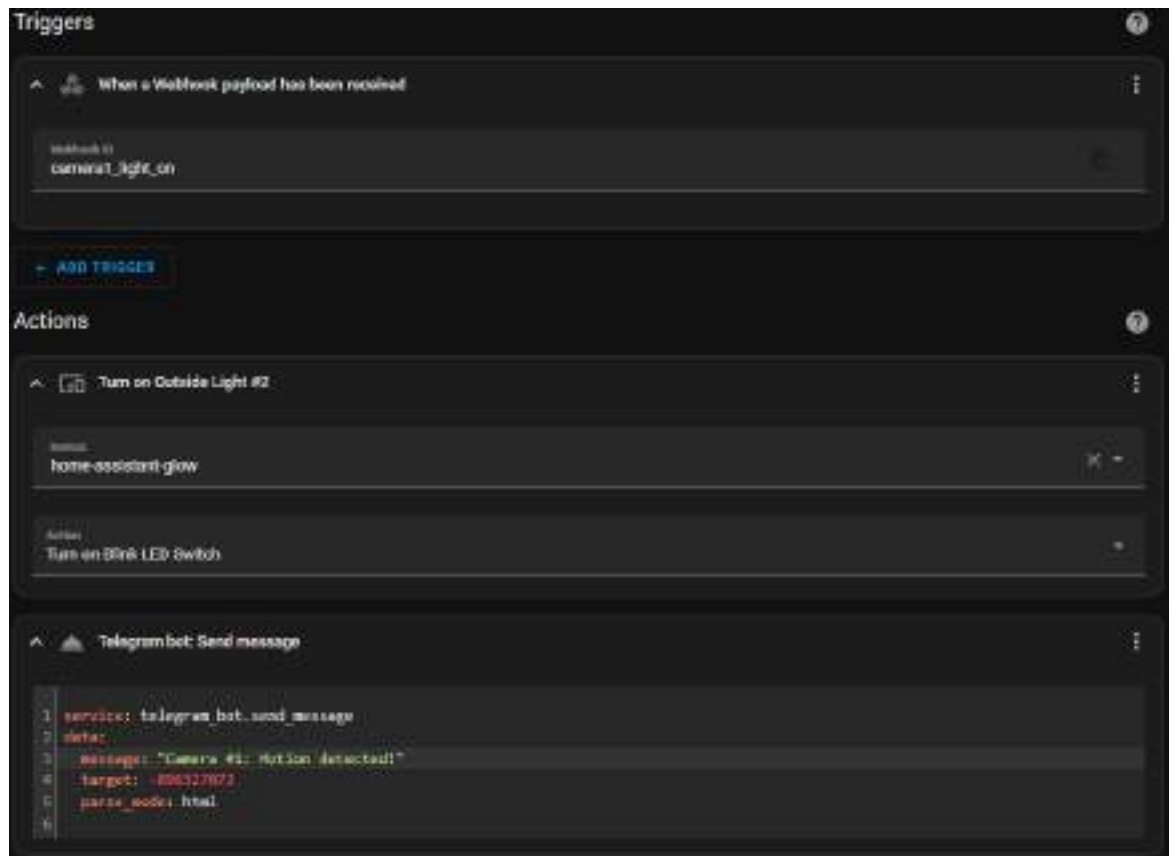


Рис. 3.4.6 - Автоматизація на викликаний тригер руху

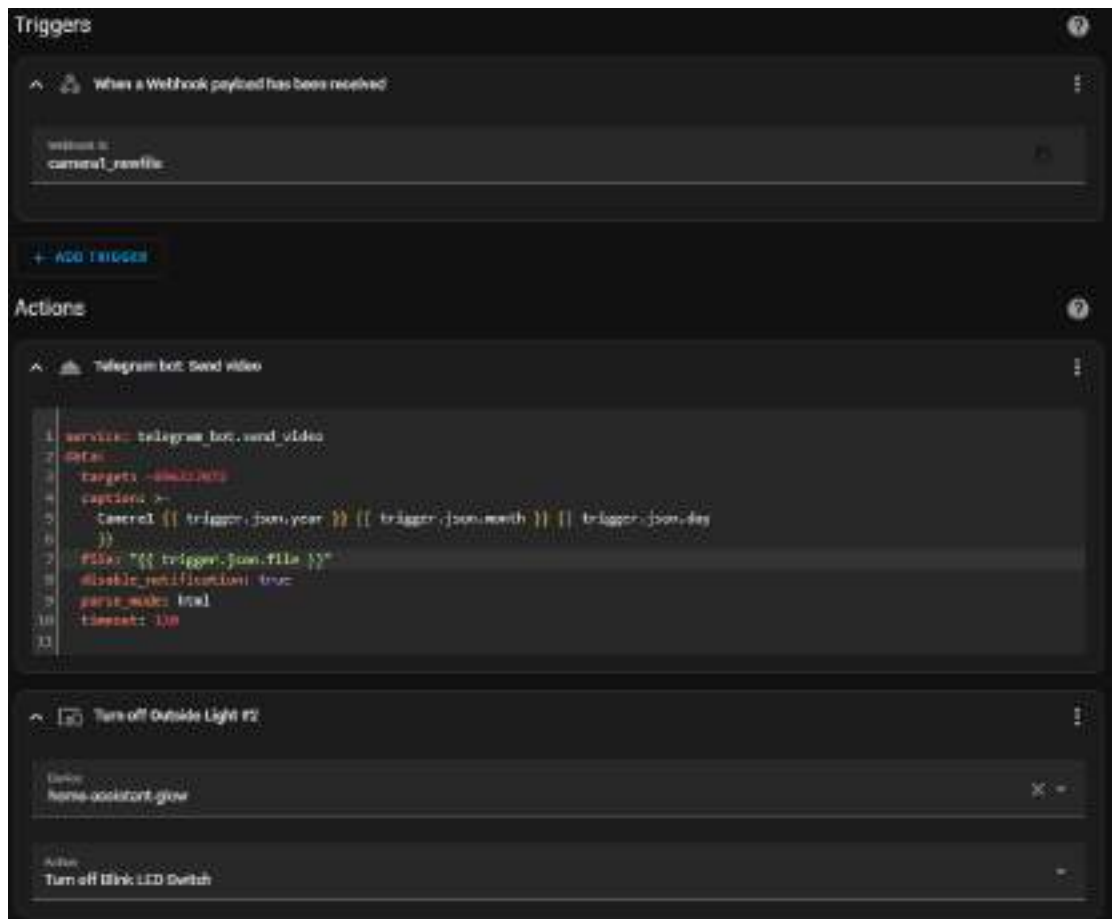


Рис. 3.4.7 - Автоматизація на збережений файл

У даному прикладі виклик *WebHook* запускає автоматизації у *Home Assistant*.

Під час виклику триггеру руху запускається автоматизація, що вмикає світильник на вулиці біля камери та додатково відправляє повідомлення «*Camera #1: Motion detected!*» у Телеграм групу.

Після завершення руху на камері записується файл, потім у HTTP запиті вказується розташування і назва відео, після чого виконується друга автоматизація. Автоматизація відправляє відео у Телеграм чат і вимикає світло.

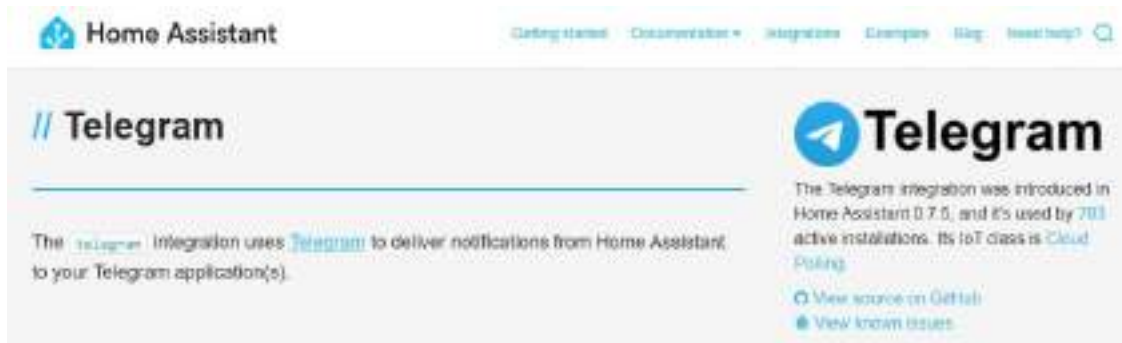


Рис. 3.4.8 – Основна бібліотека підключення до *HA*

На цьому прикладі, було показано на скільки процеси автоматизації з камер відеоспостереження можуть бути корисними для користувача, адже це значно прискорює час реакції на можливу загрозу.

Тепер розглянемо налаштування для другого прикладу, а саме для *Frigate*, системи штучного інтелекту для відеоспостереження. *Frigate* є відкритою системою проте вона створена для серйозних систем. Для її налаштування користувач має мати певні навички в програмуванні для підключення та автоматизації процесів.

```

1 mqtt:
2   enabled: true
3   host: 192.168.1.100
4   port: 1883
5   topic_prefix: frigate
6   ssl_cert: frigate
7   ssl_key: mqttkey
8   password: !secret!
9   client_id: HA
10
11
12
13 frigate:
14   mqtt_topic_prefix: frigate
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Рис. 3.4.9 – MQTT налаштування

Яскравим прикладом є MQTT налаштування для відправки повідомлень в Home Assistant про початок або припинення руху та інформації про ці івенти.

Налаштування програми, підключення камер і функцій, адже візуальних налаштувань та певного готового інтерфейсу в програмі немає, кожна функція додається власними силами або готовими користувацькими бібліотеками.

Програма суцільно налаштовується власним програмним кодом за такими параметрами як:

- *detectors* налаштування розміщення оброблювача на якому буде виконуватись *TensorFlow Lite* модель для визначення та класифікації об'єкту. У даному випадку використовується *CPU* (процесор) з виділеними 3 потоками під цю задачу. Ці налаштування краще підійшли для автономності адже за такими параметрами зменшується навантаження на процесор без змін ефективності.
- *cameras* розділ із підключенням камер. Підтримуються *USB* камери та бездротові *RTMP*, *RTSP* камери. Після перевірки було доведено, що *Frigate* краще працює с камерами прямої трансляції котрі найчастіше використовується в системах відеоспостереження.
- *outside_camera* внутрішня назва камери або місця розміщення камер якщо їх декілька. Допомогає зробити більш інтуїтивну перевірку якщо кількість камер перевищує можливу для сприйняття оком людини. Також це використовується якщо сповіщень про потенційну загрозу буде багато.
- *ffmpeg* використання бібліотеки обробки відеопотоку, є можливість вибору й інших. Оскільки використовується *hwaccel_args: preset-rpi-64-h264* - налаштування для увімкнення апаратного декодування, спеціально налаштоване для *Raspberry Pi 3* та *4* для прискорення роботи.
- *output_args* додаткові атрибути для *ffmpeg* оброблювача для налаштування готового відео.
- *inputs* підключення більшої кількості камер. Виконується з зазначенням *ID* для кожного *SOM*-порту.

- *path* посилання на потокове відео. У даному випадку вказана підключена стандартна *USB*-камера.
- *input_args* налаштування для *ffmpeg* з додатковими аргументами як керувати камерою (формат потоку, кількість кадрів на секунду).
- *roles* налаштування функцій використання камери.
- *detect* використовувати камери для розпізнавання руху та класифікації об'єктів. В цьому параметрі є додаткові функції налаштування для зменшення часу реагування камери на об'єкти чи додавання нових.
- *record* робити запис відео з даної камери.

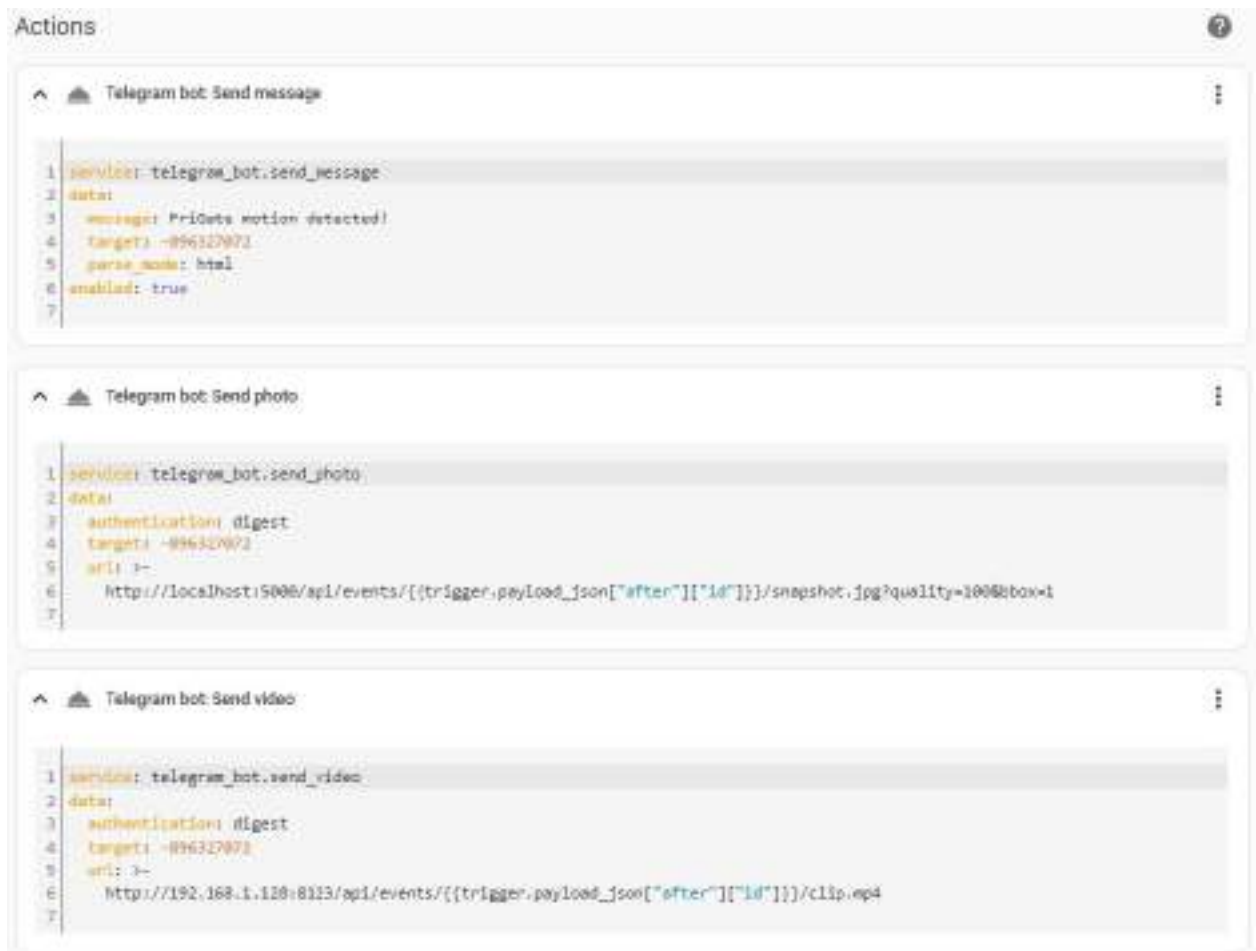


Рис. 3.4.10 – Приклад готової автоматизації *Frigate*

Так це виглядає після написанню коду в саму інтерфейсі програми. Автоматизація яка викликається *MQTT* повідомленням, на ілюстрації 3.4.10, відправка Телеграм повідомлення, фото, відео по порядку в групу або в персональні повідомлення в залежності від бажання користувача. Систему

можливо налаштувати на будь-яку платформу, будь то *Gmail*, *Dropbox*, *Outlook*, *Viber* та інше.

Записане відео починається з початку руху об'єкту до його класифікації як відповідного до фільтра та увесь час руху класифікованого об'єкту.



Рис. 3.4.11 – Повідомлення про потенційну загрозу в Телеграм.

Отже, *Frigate* генерує *MQTT* повідомлення на початку розпізнавання об'єкту та після закінчення. Повідомлення включають у себе *ID* номер івенту, назву камери, класифікований об'єкт за інструкцією штучного інтелекту (машина, людина), та інше. Ці данні через *MQTT* повідомлення відправляються згідно налаштувань *Frigate* до *Home Assistant*. У *Home Assistant* діє автоматизація яка спрацьовує на нові *MQTT* повідомлення, після чого інформація з повідомлення, така як *ID*, використовується для отримання фото, відео і подальшої відправки у сервіс Телеграм.

4. ЕКСПЕРИМЕНТИ ТА ТЕСТУВАННЯ

В цьому розділі буде розглянуто результати та приведено висновки згідно них. Результатом роботи системи стало 73 фотографії та 122 відеозаписи зроблені автоматично системою впродовж двох тижнів. Експерименти та тестування — це повторювані процеси, які сприяють постійному вдосконаленню. Регулярне тестування дозволяє розробникам вдосконалювати алгоритми, оновлювати програмне забезпечення та впроваджувати нові функції, завдяки тому, що було обрано систему Home Assistant як серверний базис, ми можемо впроваджувати нові функції набагато більше. Тестування допомагає оцінити масштабованість системи, визначаючи її здатність обробляти все більшу кількість камер, датчиків і вхідних даних без шкоди для продуктивності.

Також, за допомогою експериментів системні параметри та алгоритми штучного інтелекту можна налаштувати й оптимізувати. Також є можливість навчати наш штучний інтелект завдяки постійно поповнюємії базі даних. Цей процес допомагає підвищити ефективність системи та зменшити кількість помилкових спрацьовувань.

Отже, узагальнимо, проведення експериментів і тестування систем відеоспостереження має вагоме значення з таких причин як:

- оцінка загальної продуктивності системи, визначення точності алгоритмів ШІ для ідентифікації загроз безпеці.
- підтвердження ефективності або неефективності моделей ШІ. В свою чергу, це включає оцінку точності, запам'ятовування тих чи інших показників за завданою ШІ інструкцією дій задля забезпечення надійного прийняття рішень.
- тестування надійності передбачає вплив на систему різних сценаріїв, наприклад різноманітних умов навколишнього середовища, як ми збираємося зробити в наступному розділі.

- отримання зворотного зв'язку від користувачів, його збирають задля визначення областей, які потрібно вдосконалити з точки зору дизайну інтерфейсу, простоти використання та загального задоволення від клієнтів, це є частиною тестування системи.
- тестування виявлення та зменшення потенційних ризиків до розгортання системи в реальних умовах. Цей проактивний підхід мінімізує ймовірність проблем або небажаних наслідків під час фактичної роботи.

4.1. Організація середовища

Наша система відеоспостереження та сигналізації має відповідати різним потребам в залежності від конкретного середовища:

- У різноманітних районах міста, де велика густина населення, висока потреба в системі виявлення та відслідковування подій, вона забезпечує підвищення безпеки громади, їх спокою та підвищує ефективне реагування на можливі виклики з боку правоохоронних служб.
- У сільських областях, де може бути менше потреба у відслідкуванні саме подій, автономна система може пристосовувати свою роботу, фокусуючись на інших подіях, це такі як аварії чи нелегальний перетин приватної території.
- Екологічно чутливі зони потребують систем, які сприяють моніторингу та захисту природного середовища, виявляючи незаконне вторгнення або допомагаючи в управлінні зонами збереження перевіряючи міграцію окремих видів.
- У промислових об'єктах ця система допомагає в автоматизованому виявленні ефективності працівників, що сприяє вдосконаленню виробничих процесів.

- В транспортному секторі, де потрібно покращити безпеку руху, система виявлення порушень дорожнього руху відповідає потребі у надійному контролі дорожньої ситуації.

Таким чином, потреба в автономних системах визначається специфічними вимогами кожного середовища та завданнями, які вони повинні вирішувати. Як приклад, ми будемо використовувати цю систему для забезпечення безпеки приватної території та окремих ділянок. Наприклад, камери, які встановлені на вулиці, повинні зчитувати деталі автомобіля. Камери слід встановлювати не лише в громадських місцях; також дуже корисно мати їх вдома. [13]

У минулому системи відеоспостереження зазвичай використовувалися в деяких громадських місцях або місцях, які вимагали безпеки, але з сучасним технологічним розвитком систему відеоспостереження можна використовувати вдома. [14]

Ми отримали три місця за яким постійно проводилось відеоспостереження, а саме:

Загальна територія перед під'їздом для збору максимальної кількості даних, що перевірялась на наявність руху машин та сигналізувала й робила фотографію якщо в кадрі було помічено рух людини. Це місце було обрано задля умови забезпечення охорони припаркованої машини та для перевірки наявності на території осіб без дозволу.

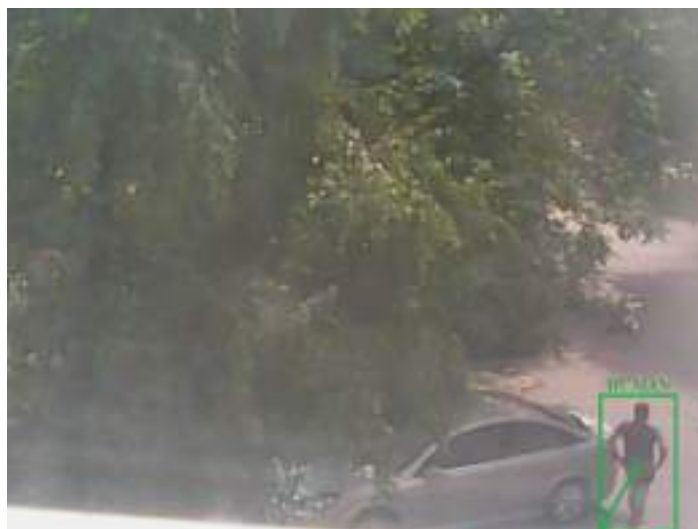


Рис. 22 – Територія для досліджу №1

Також було досліджено цю ж саму територію але за умови пізньої години дня, це надасть нам змогу більш точно перевіряти отриману систему на ефективність, адже нічна година є набагато більш складною для штучного об'єкту, адже алгоритмам розпізнавання об'єктів складніше працювати:



Рис. 23 – Територія для досліду №1 в нічну годину

- Широка приватна територія без огорожувальних конструкцій:



Рис. – Територія для досліду №2

Територія №2 була обрана після перевірки потреб користувачів після опитування в *Google Forms*. Також, ця територія є ідеальним прикладом для

проведення дослідів, щодо використання системи *ROI*, що перевіряє рух саме при перетині певних заданих ділянок на відеоряді. Ця система не обмежена в розподілі екрану на сегменти, а може бути обрана завдяки рівних ліній на екрані.

4.2. Збір даних для тестування

Для проведення експериментів нам потрібно зазначити точні параметри за якими ми будемо робити наші висновки. Еталонні параметри взяті з вільної мережі Інтернет та дослідницьких публікацій останніх років. Було отримано такі параметри для експериментальних даних, щодо ефективності отриманої системи відеоспостереження з ШІ для охорони приватної території як:

Сценарій експерименту:

Тип приватної території:

- Житловий масив з кількома під'їздами, паркувальною зоною.
- Відкрита приватна територія.

Збір яких саме даних було проведено:

1. Виявлення порушників:

- Система розгорнута протягом двох тижнів.
- Має бути виявлено та відреаговано на 97% імітованих сценаріїв порушників, включаючи спроби злому та несанкціонований доступ на певні ділянки території.

2. Час відгуку:

- Середній час реакції на виявлені вторгнення має бути менше 12 секунд.
- Система повинна успішно повідомити співробітників служби безпеки або власників будинків протягом встановленого часу відповіді.

3. Частота помилкових тривог:

- Має бути проведено різноманітні тести, перевіряючи перешкоди через тварин та птахів, а також різні погодні умови.

- Система має мати низький рівень помилкових тривог близько 3%, забезпечуючи точне визначення загрози.

4. Нічне бачення:

- Нічне спостереження протягом вечірніх періодів часу протягом двох тижнів.

- Система має продемонструвати точність 88% у виявленні та реагуванні на вторгнення в умовах слабкого освітлення.

5. Інтеграція з правоохоронними органами:

- Співпраця з місцевою правоохоронною системою для реагування на надзвичайні ситуації.

- Система може бути повністю інтегрована з органами влади, скорочуючи час реагування на надзвичайні ситуації якщо це буде необхідно.

4.3. Оцінка ефективності алгоритмів. Аналіз отриманих даних.

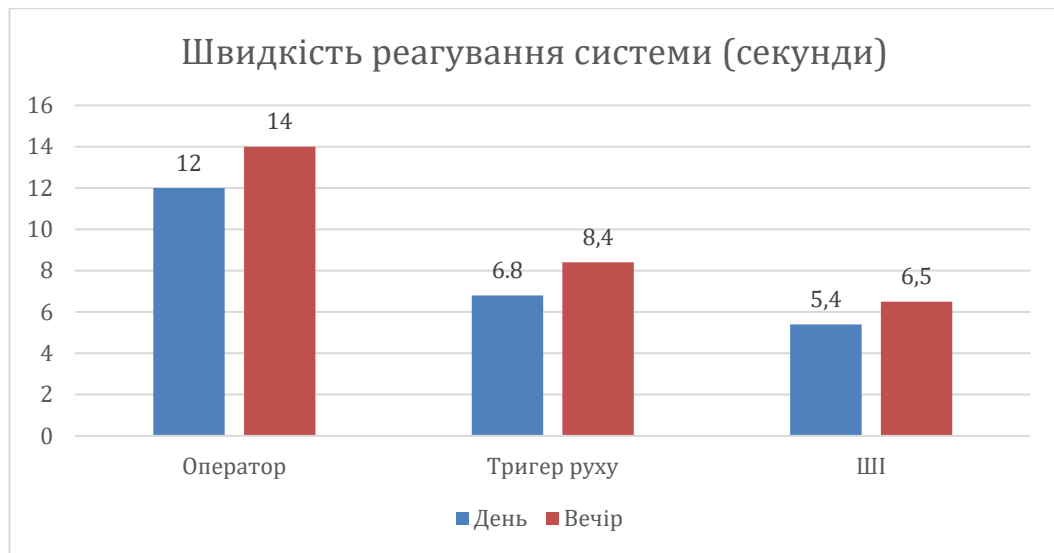
В цьому розділі буде розглянуто результати отримані в прикладі №1(з тригером руху по пікселям) та прикладі №2 (з ІІІ). Експериментальні данні збирались протягом двох тижнів, ними стали 173 фотографії та 34 відео ділянки №1 (загальна територія перед під'їздом) та 33 фотографії й 7 відео ділянки №2 (приватна територія без огорожувальної конструкції з використанням системи *ROI*). За еталон було взято середні значення реагування оператора звичайної системи відеоспостереження для порівняння доцільності використання.

Завдяки отриманим нами експериментальним даним було розроблено інфографіки для точного відображення й порівняння еталонних параметрів та параметрів експерементально-дослідницького зразка. Ці данні мають допомогти зробити нам висновки як різні умови впливають на ефективність роботи системи відеоспостереження та на загальну ефективність кожної системи.

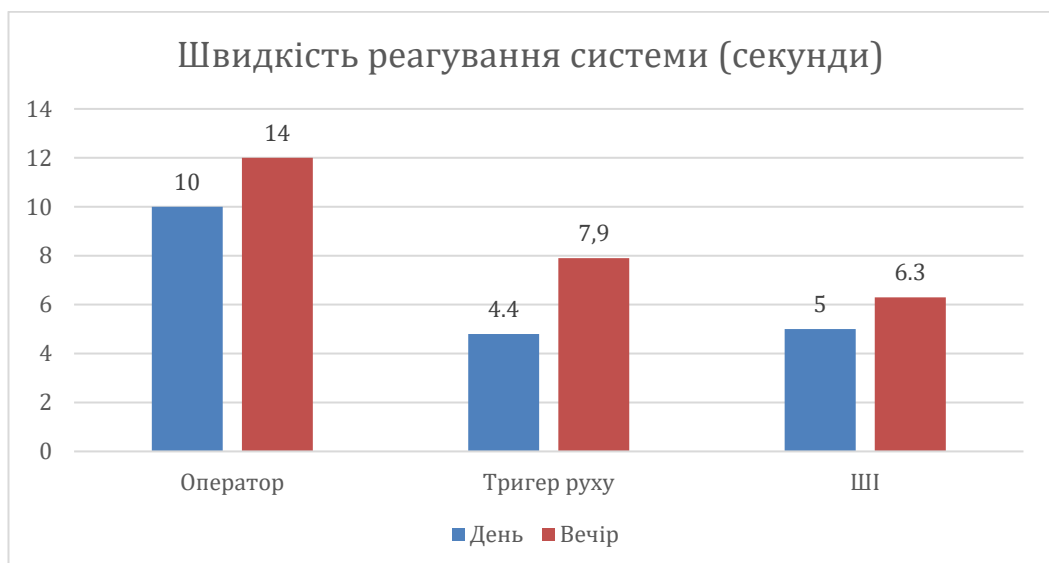
Середній час реакції оператора відеокамери на потенційну загрозу може значно варіюватися і залежить від різних факторів таких як його досвід, місце роботи та тощо. Надати точні цифри щодо середнього часу реакції є складним завданням тому еталонне значення було обрано з користувацького опитування серед 20 опитуваних, ним стало 12 секунд через велику кількість камер та середній рівень втоми, та 14 ввечері.

Першим інфорграфіком за результатами є перевірка швидкості реагування системи в різний час доби.

Перевірка на експериментній ділянці №1:



Перевірка на експериментній ділянці №2:

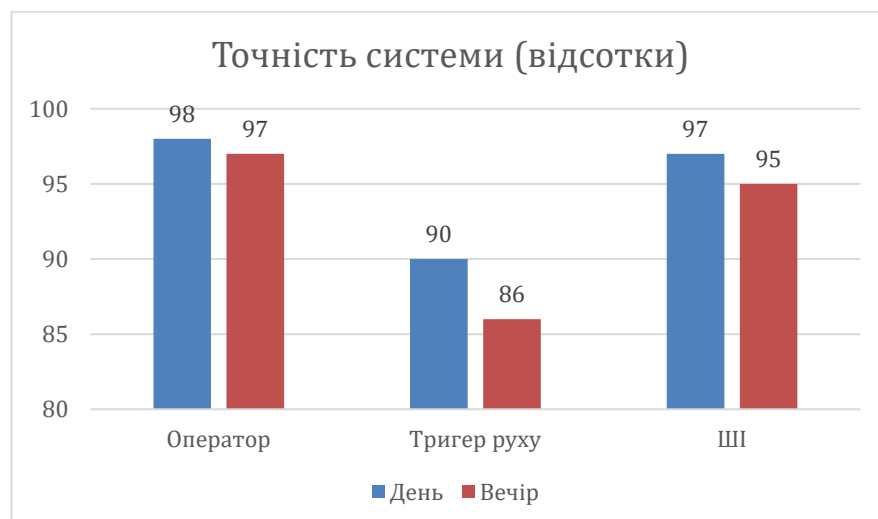


Результатами цих двох експериментів стало:

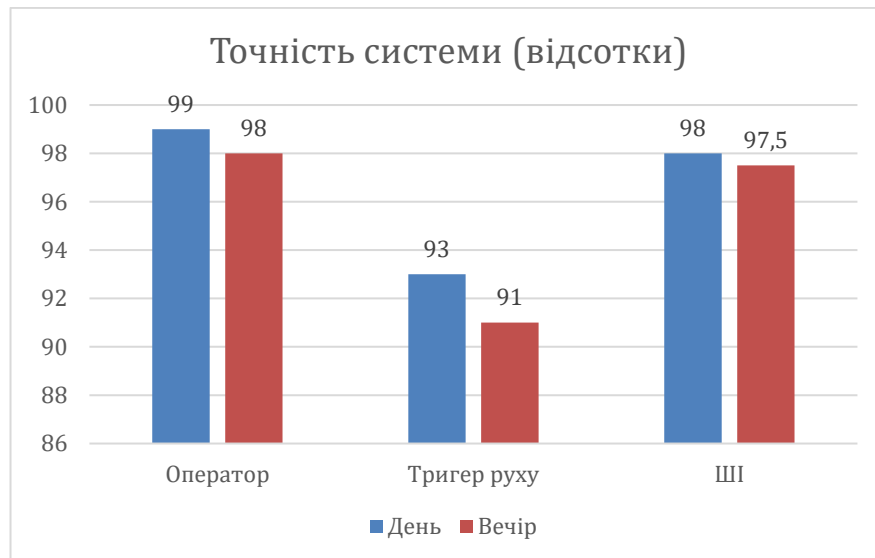
- Було суцільно доведено, що системи відеоспостереження та сигналізації котрі перевіряються лише оператором є застарівшими та потребують модифікацій, адже система з тригером руху та система з штучним інтелектом мали значно вищі показники швидкості реагування навіть у різні періоди часу.
- Завдяки різним ділянкам також було перевірено точність систем в залежності від різних погодних умов, було помічено, що система з тригером руху й система з штучним інтелектом не сильно відрізняються за швидкістю реагування в зимових умовах через більшу чіткість зображення та об'єктів на білому фоні.

Другим інфографіком за результатами експерименту є точність спрацювань на потенційну загрозу у відсотках, в цьому прикладі оператор має найнижчий показник адже людина завжди чіткіше здатна реагувати на потенційні загрози й приймати правильні вивірені рішення. Часті помилкові спрацювання можуть підірвати довіру до систем відеоспостереження. Коли помилкові сигнали тривоги стають звичним явищем, співробітники служби безпеки та екстрені служби можуть почати сумніватися в надійності системи. Це може призвести до самовдоволення та запізнілої реакції, коли виникає справжня загроза, збільшуючи ризик для безпеки. [17]

Перевірка на експериментній ділянці №1:



Перевірка на експериментній ділянці №2:



Результатами цих двох експериментів стало:

- Система з детектором руху значно гірше працює, ніж системи з штучним інтелектом чи керовані оператором. Це спричинене особливістю роботи таких систем, вони не ідентифікують об'єкт на відеозаписі, а лише зміну кількості пікселів. Це сильно помітно на обох результатах, детектор часто реагував на тварин та рухи дерев від різких поривів вітру.
- Система з штучним інтелектом дуже швидко реагує на потенційні загрози й автоматично ідентифікує їх. Порівняння оператора й штучного інтелекту довело, що штучний інтелект перевершує оператора, адже відсоток оператора є таким лише при постійному перегляді лише за однією камерою.
- Найкращим рішенням будь-якої системи спостереження є комбінація цих методів для максимізації ефективності її роботи. Якщо не має такої можливості, чи система влаштовується для перегляду такої частної території як власна домівка, тоді штучний інтелект є найкращим варіантом.

4.4. Виявлені переваги та недоліки

Данні експерименту свідчать про те, що автономна система відеоспостереження та сигналізація на основі штучного інтелекту здатна ефективно захищати приватну територію на високому рівні вне залежності від складних погодних умов. Експериментний зразок забезпечив швидке та точне виявлення зловмисників, мінімізуючи помилкові тривоги до рівня вищого за користувацькі вимоги. Однією з майбутніх переваг цієї системи є інтеграція з правоохоронними органами, що додатково покращить загальну інфраструктуру безпеки завдяки достатньо високому відсотку точності та швидкості реакції. Це дозволить зробити її надійним рішенням для захисту приватних житлових будинків, підприємств й тощо.

Головною перевагою цієї системи стала її автономність у забезпеченні охорони, кожна камера має власний процесор та здатна надсилати цю інформацію на локальний сервер, що дозволить максимізувати кількість камер при цьому не змінюючи кількість оператор системи відспостереження на підприємстві.

Головним недоліком системи відеоспостереження є складність її точного налаштування адже подібні моделі потребують подальшого навчання та оновлення для забезпечення все кращих показників. Навіть найрозумніші системи на основі штучного інтелекту можуть залежати від надійності технологій, що були використані в них та можуть мати вразливості перед новими видами атак або технічними проблемами, що не були передбачені інженером. Розгортання та підтримка автономних систем може вимагати значних витрат на обладнання та програмне забезпечення.

5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ

5.1 Опис ідеї проєкту

Стартап може бути поділений на 2 категорії за цим дослідженням. Перша це продаж нашої власної автономної системи відеоспостереження та сигналізації розробленої на базі Raspberry Pi та програмного забезпечення з штучним інтелектом Frigate, її ціна вийшла низької порівняно з аналогами й вона відповідає параметрам ефективності навіть систем середнього типу. Друга це продаж сервісу з допомоги імplementації нашого рішення проблеми інтеграції в готову систему та сигналізації на обрану користувачем платформу.

Стартап буде умовно обмежений за ціма категоріями й доповнений згідно кожної таблиці разом для отримання більш точної інформації вирішуючі проблеми зазначені в розділі 1.

В таблиці 1 проаналізовано:

- зміст ідеї;
- можливі напрямки застосування;
- основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямком застосування);

Аналіз даних пунктів дає можливість визначитись з базовими потенційними ринками, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів:

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробка системи відеоспостереження та сигналізації на основі штучного інтелекту та надання послуг з додавання штучного інтелекту в готову, проте застарілу систему спостереження.	Безпека власної приватної території домівки	Особиста, забезпечення спокою під час проживання.
	Забезпечення роботоздатності на підприємстві	Можливість слідкування робочого часу працівників
	Забезпечення перевірки водіїв на порушення правил	Інтеграція системи ROI, що також може бути

Основним призначенням даного приладу є забезпечення підвищення безпеки на підприємствах, приватних територіях, домівки чи іншої території згідно бажання користувача.	паркування біля торгового центру	використана і для інших ситуацій
---	----------------------------------	----------------------------------

Таблиця 1. Опис ідеї стартап-проекту

Оскільки цей стартап базується на штучному інтелекту галузі в котрих він може використовуватись майже необмежені, проте головним напрямом залишається забезпечення безпеки.

Після визначення потенційного ринку, основним завданням є аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів. В таблиці 2 наочно показано чим дана ідея відрізняється від існуючих аналогів та замінників:

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Товари та можливі концепції конкурентів			W	N	S
		Наш проєкт	Intelsee	Pentegra			
1	Металевий корпус	+	-	+		+	
2	Bluetooth	+	+	+			+
3	Wi-Fi	+	-	-		+	
4	Вологозахищеність	IP54	IP66	IP66	+		
5	ШП на власному процесорі чи сервері	Швидкісний на власному процесорі	Сервер	Сервер			+
6	Ціна	<250\$	750\$	640\$			+
7	Розмір	+	-	-			+

Таблиця 2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

В таблиці 2 літери W, N, S розшифровуються як:

W — слабка сторона;

N — нейтральна сторона;

S — сильна сторона.

Завдяки використанню апаратного прискорювача ми змогли використовувати штучний інтелект на самому приладі, що значно підвищує його показники автономності порівняно з більшістю систем. Це дуже корисно враховуючі поточний стан енергосистеми.

Розмір набагато менше ніж у аналогів завдяки використанні міні-комп'ютеру.

По собівартості продукт вийшов близько 58\$ за звичайною ціною, оптова може бути набагато нижче.

Основним мінусом є низька волозахищеність, що буде виправлена в наступних модифікаціях

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Завдяки отриманих даних в цьому підрозділу буде проведено аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту та різні її варіанти виконання. Для визначення технологічної здійсненності ідеї проекту необхідно дати відповідь на наступні питання:

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту?

Результати проведеної роботи занесені в табл. 3:

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розробка	Бездротовий	Наявна	Доступна
2	відеоспостереження та сигналізації на основі штучного інтелекту.	Дротовий	Наявна	Доступна

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: бездротова лише для додаткового налаштування в разі потреби. Дротова частина не входить в комплект, через використання спеціального бізнес-плану.

Таблиця 3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Наступним кроком є визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту. Даний пункт дозволить спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (табл. 4):

№	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	На східно-європейському ринку є декілька компаній. Головні гравці це Pentegra, Intelsee.
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум. од	350\$-550\$
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Швидко зростає завдяки ШІ
4	Наявність обмежень для входу	<ul style="list-style-type: none"> • Реклама • Лояльність покупців
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	<ul style="list-style-type: none"> • Технічні вимоги • Експлуатаційна документація
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	За 2023 рівень рентабельності в оптовій та роздрібній торгівлі зіставив 19.7% на електроніку.

Таблиця 4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Надалі визначимо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 5):

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Спрямованість рекламної компанії	Вимоги споживачів до товару
1	Потреба в безпеці	Власники домівок	Простота використання та обслуговування, зовнішній вигляд товару	Якість та довговічність товару
2	Потреба зменшенні витрат на операторів та безпеці	Власники підприємств	Ціна, ефективність	Використання оптимального варіанту

Таблиця 5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Наступним кроком проведемо аналіз ринкового середовища: складемо таблицю факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. № 6-7). Фактори в таблиці подані в порядку зменшення значущості.

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Реклама	Конкурентність	1.Пошук інвесторів, які забезпечать початковий рекламний капітал. 2.Реклама через соціальні мережі (Instagram, Youtube, Telegram, Tik-tok)
2	Лояльність покупців	Людина, яка володіє системою, отримає безкоштовне обслуговування та налаштування в рамках їх потреб	Проведення якісної рекламної кампанії, в якій при купівлі пропонуються набагато вигідніші умови порівняно з конкурентами завдяки виконанню точної потреби саме під їх середовище

Таблиця 6. Фактори загроз

Надалі проведемо аналіз пропозиції: визначимо загальні риси конкуренції на ринку (табл. 7).

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції - олігополія	Даний товар з'явився відносно нещодавно на ринку, тому його виробляє декілька компаній, які мало конкурують між собою й зайняли свої ніші різних напрямів ШІ	Потрібен швидкий старт компанії, який зможе збільшити її конкурентоспроможність. Одним із варіантів дій компанії є реклама із усіх можливих джерел інформації, яка буде містити прилипливий слоган, також приваблювання покупців різними акціями та подарунками, а також унікальними функціями та технологіями.
2. За рівнем конкурентної боротьби - міжнародний	При аналізі ринку були знайдені товари закордонних виробників в великій кількості, й мала кількість у локальних виробників	Особливість цього рівня для товару полягає в тому, що його мало на національному ринку, спершу планується відкрити його тут, пізніше - вийти на конкурентний міжнародний.
3. За галузевою ознакою: внутрішньо-галузева	Дана продукція є широконаправленою та може використовуватись одразу як заміна декількох ніш різних компаній	Додатковий розвиток проекту дасть змогу перевершити одразу багато конкурентів
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Проект має на меті виконання однієї задачі, проте досить багатофункціональний для того, щоб замінити декілька	Цей проект додасть широкопрофільне вирішення проблеми та зможе почати досить відкриту конкуренцію з іншими компаніями

5. За характером конкурентних переваг - цінова та функціональна	Однією з основних переваг майбутнього проекту при аналізі ринку була його мала ціна та низка додакових можливостей та функцій (автоматизація, сповіщення)	Максимально розкрити дану перевагу при рекламі та продажу, при цьому зауважуючи, що якість товару нічим не відрізняється від конкурентів та навіть краще при правильній розробці
6. За інтенсивністю - марочна	Кожна компанія рекламує його під власною маркою, без загальних корпорацій	Популяризація власної марки шляхом реклами, якісного товару та кооперацій

Таблиця 7. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Висновком з цією таблицею є те що продукція, котру наша майбутня компанія планує виробляти разом з кооперативними фірмами (оптові закупки Raspberry та Dorhea), дозволяє диктувати власні рамки ціни та користуватись найбільш прибутковими моделями бізнесу при успішній маркетинговій компанії.

Обґрунтуємо перелік факторів конкурентоспроможності (табл. 10).

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Ціна	Легка модульність даного проекту дозволяє легко впливати на його вартість й знизити її до оптимальної
2	Новизна	Можливість привнести нові характеристики для розпізнавання аномалій під певні потреби
3	Функціонал	Легка інтеграція з системами розумного дому

Таблиця 10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Складемо матрицю аналізу сильних та слабких сторін, загроз та можливостей, на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін описаних раніше завдяки методу SWOT.

Сильні сторони: а) Ціна; б) Розмір; в) Функціональність	Слабкі сторони: а-б) Можлива початкова необхідність підтвердження рівня безпеки; в) Програмування займе більшість часу розробки навіть після випуску
Можливості: а) Високий рівень автоматизації й інтеграції, який виділяється з загальної маси товарів конкурентів б) Бізнес-модель, що дасть змогу знайти більше клієнтів за меншу кількість часу	Загрози: а) необхідність задовольнити потреби одразу різних зацікавлених груп б) необхідність початкового маркетингового капіталу

Таблиця 11. SWOT- аналіз стартап-проекту

Розробка ринкової стратегії проекту

Для розробки ринкової стратегії першим кроком визначимо стратегію охоплення ринку. Для цього зробимо опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 12):

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Підприємства	Висока, якщо використати правильну рекламу	Попит відповідно також є високим	Висока	Середня, на ринку спостерігається велика зацікавленість
2	Власники приватних домівок	Середня готовність	Попит в умовах проблем з енергосистемами	Висока	Достатньо легий вхід через розповсюженість попиту, проте складно таргетувати рекламу

Таблиця 12. Вибір цільових груп потенційних споживачів

За результатами аналізу потенційних груп споживачів в якості цільової групи було обрано одну групу, а саме «Власники приватних домівок», тому обрана стратегія охоплення ринку — низька початкова ціна стандартної комплектації з додатковими платними функціями від потреб користувача.

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Концентрація на потребах одного цільового сегменту, виділення товару серед конкурентів за рахунок його відмінностей	Рекламна компанія спрямована на певну функцію доведена до максимальної ефективності завдяки штучного інтелекту	Люди зацікавлені в автономних пристроях незалежних від окремих систем здатних до сповіщення на обрану платформу	Стратегія спеціалізації;
2	Надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей	Впровадження відмінного товару на ринок, який містить всі важливі з точки зору споживача властивості	Люди з високими побажаннями в налаштуваному штучному інтелекті для отримання якісних даних	Стратегія диференціації

Таблиця 13. Визначення базової стратегії розвитку

Базова стратегія розвитку обрана з оглядом на задоволення потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти за рахунок відмінних властивостей продукту. Стратегія одночасно може бути і «Низька початкова ціна з додатковими функціями» і «Низька ціна продукту, але підтримка додаткова»

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В першому розділі магістерської дисертації було описано та визначено актуальність теми автономних систем відеоспостереження та сигналізації на базі штучного інтелекту. В особливості було зазначено основні проблеми й виклики в цій області завдяки чому була отримана мета цієї роботи, а саме дослідження доцільності та доцільності використання ШІ як ланки безпеки та її автономність без людини-оператора.

У другому розділі було проведено теоретичний огляд існуючої інформації про ефективність роботи таких систем й можливості їх використання. Було виявлено тенденції й основні напрями розвитку штучного інтелекту та обрано напрям для експериментів для дослідження майбутньої системи відеоспостереження.

В третьому розділі було зазначено основну архітектуру автономних систем відеоспостереження й обрано обладнання для збору фото й відеоданих, а також програмне забезпечення котре буде використовуватись з ним. Було обрано оптимальні варіанти з урахуванням автономності. Для перевірки ефективності й доцільності було обрано 2 програмних забезпечення, одне з тригером руху, інше з штучним інтелектом для їх подальшого порівняння й доведення, що штучний інтелект - це майбутнє.

Четвертий розділ став вирішальним для цієї роботи. Були отримані результати з двох експериментних ділянок, були зроблені порівняння, що вказали на особливості використання штучного інтелекту в різних умовах. Було проведено порівняння ефективності систем спостереження з тригером руху й систем з штучним інтелектом, й завдяки результатам зроблено висновок, що штучний інтелект є найбільш ефективним способом забезпечення максимальної безпеки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SECURITY: OPPORTUNITIES AND IMPLICATIONS - [Бумажний варіант книги].
2. Переваги використання - *ddcountermeasures.com* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ddcountermeasures.com/diy-solar-powered-wireless-security-camera/> - Назва з сайту.
3. IP-камера– *uk.wikipedia.org* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/IP-камера> – Назва з екрану.
4. M. W. Green. The appropriate and effective use of security technologies in U.S. schools: a guide for schools and law enforcement agencies. National Institute of Justice, 1999. 12, 13
5. Розпізнавання об'єктів - *uk.wikipedia.org* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/Завдання_розпізнавання_образів
6. Загальна інформація про камери з ШІ - *www.cctvcamerapros.com* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.cctvcamerapros.com/AI-security-cameras-s/1512.htm>
7. Інформація про шанс помилки ШІ – *cnet.com* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.cnet.com/home/smart-home/amazon-ring-alerts-often-tie-up-police-with-false-alarms/>
8. Інформація про камеру – *keystudio.com* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.keyestudio.com/products/keyestudio-camera-fish-eye-wide-angle-camera-for-raspberry-pi-3-2-b-camera-5mp-1080p>
9. Інформація про камеру – *arducam.com* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.arducam.com/product/arducam-m12-night-vision-ir-cut-raspberry-pi-camera/>
10. Інформація про *HA* *pocket-lint.com.ua* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.pocket-lint.com/what-is-home-assistant-how-does-it>

work/#:~:text=What%20makes%20Home%20Assistant%20so,from%20within%20a%20single%20app.

11. Уточнення з приводу ШІ з *HA* pocket-lint.com.ua [Електронний ресурс].
– Режим доступу : [https://www.pocket-lint.com/what-is-home-assistant-how-does-it-](https://www.pocket-lint.com/what-is-home-assistant-how-does-it-work/#:~:text=What%20makes%20Home%20Assistant%20so,from%20within%20a%20single%20app)

work/#:~:text=What%20makes%20Home%20Assistant%20so,from%20within%20a%20single%20app

12. Типи штучних нейронних мереж wikipedia.org [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: [https://uk.m.wikipedia.org/wiki/](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Типи_штучних_нейронних_мереж)
Типи_штучних_нейронних_мереж

13. Загальна інформація - Artificial Intelligence for smarter surveillance using CCTV cameras in the UAE - Fatma Sabeel Alblooshi – [Дисертація]

14. Загальна інформація - STUDY OF KEY TECHNOLOGIES FOR INTELLIGENT MONITORING AND FACE RECOGNITION SYSTEMS – Savonia University [Дисертація]

15. Загальна інформація - Artificial Intelligence, Surveillance, and Big Data - David Karpa

16. ШІ в сфері безпеки - Artificial Intelligence Methods for Security and Cyber Security Systems - Mark Rudd-Orthner – [Дисертація]

17. Embracing AI-Powered Video Surveillance: Improving Safety and Security
www.linkedin.com [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.linkedin.com/pulse/embracing-ai-powered-video-surveillance-improving-safety-security/> - Назва з сайту