

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Дослідження методів розпізнавання образів
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
в потоковому відео

Здобувача Попової В.Р.
(прізвище, ініціали)

2 курсу 556а групи

Керівники: к.т.н., доц. Шестопалов С.В.
(посада, прізвище та ініціали)
ст. викл. Жуковецька С.Л.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: _____
(посада, прізвище та ініціали)
д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 30.11 2023 р., протокол № 3

Завідувач кафедри комп. інженерії _____ Сергій АРТЕМЕНКО
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту
Кафедра комп'ютерної інженерії
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма спеціалізовані комп'ютерні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії
Сергій АРТЕМЕНКО
« 30 » листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Попової Владислави Русланівни

1. Тема роботи Дослідження методів розпізнавання образів в потоковому відео

Затверджена наказом університету від « 30 » листопада 2022 р., наказ № 884-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 28 листопада 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

1. Зображення 2. Текстовий редактор Microsoft Word 3. Середовище розробки PyCharm

4. Середовище розмітки датасету labelImg

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Вступ. 2. Аналіз предметної області та методів розпізнавання образів, дослідження існуючих аналогів. 3. Проектування. 4. Практична реалізація та результати дослідження.

5. Економічна частина. 6. Охорона праці в IT сфері при роботі з комп'ютером.

7. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Слайд 2. Актуальність, мета, об'єкт, предмет, наукова новизна, практичне значення.

Слайд 3. Поширені методи розпізнавання образів. Слайд 4,5. Існуючі аналоги.

Слайд 6. Представлення системи методом чорного ящика. Слайд 7. Функціональна схема системи розпізнавання образів. Слайд 17. Вибір програмного забезпечення.

Слайд 18. Валідаційний датасет. Слайд 20. Клас Detect і його розширення Segment.

Слайд 21. Результати навчання. Слайд 23. Економічна частина. Слайд 24. Загальні висновки

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>к.т.н., доц. Шестопапов С.В.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>ст. викл. Жуковецька С.Л.</i>		

7. Дата видачі завдання 30.11.2022

Керівники

Сергій ШЕСТОПАЛОВ

Світлана ЖУКОВЕЦЬКА

Завдання прийняв до виконання

Владислава ПОПОВА

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Дослідження предметної області</i>	<i>26.12.2022</i>	
2.	<i>Дослідження існуючих аналогів</i>	<i>30.01.2023</i>	
3.	<i>Дослідження методів розпізнавання образів в потоковому відео</i>	<i>28.02.2023</i>	
4.	<i>Проектування</i>	<i>15.08.2023</i>	
5.	<i>Розробка демонстраційної версії ПЗ</i>	<i>27.10.2023</i>	
6.	<i>Підготовка техніко-економічної частини</i>	<i>15.11.2023</i>	
7.	<i>Підготовка розділу охорони праці</i>	<i>15.11.2023</i>	
8.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>27.11.2023</i>	
9.	<i>Оформлення графічної частини та лістингу</i>	<i>27.11.2023</i>	

Здобувач-дипломник Владислава ПОПОВА

Керівники роботи Сергій ШЕСТОПАЛОВ

Світлана ЖУКОВЕЦЬКА

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Владислава ПОПОВА

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена методам розпізнавання образів у потоковому відео. У роботі досліджуються методи розпізнавання образів у потоковому відео з метою автоматизації аналізу великого обсягу відеоданих. Застосування таких методів дозволяє здійснювати автоматичне визначення та класифікацію об'єктів та подій у реальному часі.

В першому розділі проведено огляд існуючих методів розпізнавання образів у потоковому відео. Розглядаються як класичні підходи, так і сучасні технології, такі як глибоке навчання. Проводиться порівняння ефективності та обмежень різних методів. Здійснено аналіз існуючих аналогів.

У другому розділі визначаються ключові етапи проектування системи розпізнавання образів у потоковому відео. Представлено систему методом чорного ящика та у вигляді функціональної схеми.

Третій розділ присвячено опису процесу розробки системи розпізнавання образів на основі сформованого технічного завдання. Подаються результати тестування, включаючи точність розпізнавання, швидкість реакції та стійкість до різноманітних умов.

У четвертому розділі обґрунтовується економічна вигода від використання розробленої системи розпізнавання образів. Розглядаються витрати на впровадження, очікувані прибутки та інші аспекти економічної стійкості проекту.

Результатом роботи є отримана система розпізнавання образів у потоковому відео, що може бути використана в різних галузях, зокрема для розпізнавання образів воєнної техніки.

Ключові слова: розпізнавання образів, потокове відео, нейронні мережі, алгоритми відеоаналітики, швидкодія, оптимізація.

ABSTRACT

The qualification work is devoted to methods of pattern recognition in streaming video. This paper investigates methods of pattern recognition in streaming video with the aim of automating the analysis of a large amount of video data. Application of such methods allows automatic identification and classification of objects and events in real time.

In the first section, an overview of existing methods of pattern recognition in streaming video is provided. Both classical approaches and modern technologies such as deep learning are considered. The effectiveness and limitations of various methods are compared.

The second section defines the key stages of designing a system for pattern recognition in streaming video. Definition of analysis parameters, selection of model architecture for recognition, and integration with existing technologies are considered.

The third section is devoted to the description of the process of developing a pattern recognition system based on the technical task. Test results are provided, including recognition accuracy, response speed, and robustness to a variety of conditions.

The fourth chapter substantiates the economic benefits of using the developed pattern recognition system. Implementation costs, expected profits and other aspects of the economic sustainability of the project are considered.

The result of the work is the obtained pattern recognition system in streaming video, which can be used in various fields, in particular, for pattern recognition of military equipment.

Keywords: *pattern recognition, streaming video, neural networks, video analytics algorithms, speed, optimization.*

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ.....	12
1.1 Аналіз предметної області та методів розпізнавання образів у потоковому відео.....	12
1.2 Дослідження існуючих аналогів.....	18
1.2.1 <i>Clarifai</i>	19
1.2.2 <i>Google lens</i>	21
1.2.3 <i>Amazon rekognition</i>	22
1.2.4 <i>Camfind</i>	24
1.2.5 <i>Ocarina</i>	28
1.2.6 Нейромережа, яка оцінює курс ракети	29
1.2.7 <i>Arcas</i>	31
1.2.8 <i>Maven</i>	32
1.3 Постановка завдання.....	34
Висновки до першого розділу.....	35
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ	36
2.1 Функціональні вимоги.....	36
2.2 Нефункціональні вимоги.....	38
2.3 Представлення системи методом «чорного ящика» та у вигляді функціональної схеми	39
2.3.1 Блок секвенції відео.....	42
2.3.2 Блок попередньої обробки	45
2.3.3 Блок класифікації зображень	48

					КРМ.КІ. 1.884-03.1.10									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розробив		Владислава ПОПОВА			Дослідження методів розпізнавання образів в потоковому відео									
Перевірів		Сергій ШЕСТОПАЛОВ												
Рецензент		Володимир ПОПОВ												
Нормоконтроль		Світлана ЖУКОВЕЦЬКА												
Затвердив		Сергій АРТЕМЕНКО												
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Літ.</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Арк.</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Акрушів</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">136</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding-top: 10px;">гр. 556, ОНТУ</td> </tr> </table>	Літ.	Арк.	Акрушів	6	6	136	гр. 556, ОНТУ		
Літ.	Арк.	Акрушів												
6	6	136												
гр. 556, ОНТУ														

2.3.4 Блок прийняття рішень.....	61
Висновки до другого розділу	63
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ...	64
3.1 Вибір і обґрунтування засобів розробки.....	64
3.1.1 Вибір мови програмування	64
3.1.2 Використання <i>PyCharm</i>	65
3.1.3 Використання <i>labelImg</i> для розмітки датасету	66
3.2 Розробка класів.....	68
3.2.1 Клас <i>Detect</i> та <i>Segment</i>	68
3.2.2 Клас <i>DetectionModel</i>	69
3.3 Розробка <i>Main.py</i>	71
3.4. Тренування моделі	72
3.5 Запуск <i>check.py</i>	76
3.3.1 Валідація на навчальному датасеті	77
3.3.1 Тестування на відкладеному датасеті	78
3.6 Скрипт для розпізнавання образів у потоковому відео	79
Висновок до третього розділу.....	82
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	83
4.1 Організаційно-економічне та маркетингове обґрунтування проекту	84
4.2 Маркетингове обґрунтування	93
4.3Ефективне впровадження економічних розрахунків нового програмного продукту	94
Висновок до четвертого розділу.....	99
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ В ІТ СФЕРІ ПРИ РОБОТІ З КОМП'ЮТЕРОМ	100
5.1 Вимоги до приміщення.....	101
5.2 Вимоги до особистого робочого місця працівника	104
5.3 Безпека під час роботи.....	107
5.4 Техніка безпеки по закінченню роботи за комп'ютером.....	109
5.5 Правила розміщення монітора.....	109
5.6 Безпека при аварійних ситуаціях.....	110

5.7 Перерви в роботі за комп'ютером та гігієна	111
5.8 Медогляди працівників, які працюють в ІТ сфері	112
Висновки до п'ятого розділу.....	113
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	114
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	116
ДОДАТКИ.....	120
Додаток А основні скрипти.....	120
Додаток Б Графічний матеріал	124

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ВСТУП

В епоху, позначену безпрецедентним прогресом технологій і широкою доступністю високошвидкісного Інтернету, споживання потокового відеовмісту стало невід’ємною частиною нашого повсякденного життя. Безперервна та миттєва доставка мультимедійного вмісту змінила спосіб доступу до інформації, розваг і новин. Однак у цій цифровій революції лежить величезний невикористаний потенціал у розумінні та аналізі поточкових відеоданих за допомогою методів розпізнавання образів.

Розпізнавання образів – це наука про виявлення закономірностей у даних і їх використання для прогнозування, класифікації інформації або отримання цінної інформації [4]. У контексті потокового відео ця область дослідження має величезне значення, оскільки пропонує унікальну можливість декодувати складні візуальні наративи, виявляти тенденції та розкривати приховані зв’язки у величезному морі рухомих зображень.

Потокове відео можна описати як передачу та прийом цифрових відеоданих по мережі, з використанням різних протоколів та технологій. Це передбачає доставку та відтворення відеоконтенту в режимі реального часу і включає декілька наукових принципів і технологій. Часто виникає задача розпізнавання образів в потоковому відео.

Одним із важливих застосувань розпізнавання образів в аналізі потокового відео є його потенціал для глибшого розуміння важливих глобальних подій. Тема присвячена дослідженню методів розпізнавання образів у контексті поточного конфлікту: війни в Україні. Війна в Україні є складною та багатогранною геополітичною подією, яка спричинила величезні людські страждання та глобальні наслідки. Застосовуючи методи розпізнавання шаблонів у потокових відеоданих, пов’язаних із конфліктом, виникає прагнення допомогти нашим військовим з розпізнаванням образів у потоці, а також можливо, передбачити нові тенденції розвитку подій на полі бою.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розпізнавання обладнання в полі за допомогою квадрокоптера – це захоплююче застосування технологій розпізнавання образів і комп’ютерного зору. У різних галузях промисловості, включаючи сільське господарство, будівництво та пошуково–рятувальні операції, літальні платформи, такі як квадрокоптери (також відомі як дрони), оснащені камерами, стали безцінними інструментами для збору та аналізу даних.

Основна проблема розпізнавання обладнання з квадрокоптера полягає в ефективній обробці величезної кількості візуальної інформації, отриманої під час польоту.

В умовах української війни використання квадрокоптерів для розпізнавання військової техніки має значний потенціал. Такі додатки можуть надати цінні розвідувальні дані різним зацікавленим сторонам, залученим у конфлікт, і допомогти у прийнятті обґрунтованих рішень.

Актуальність теми. Застосування квадрокоптерів із можливостями розпізнавання обладнання під час війни в Україні може дати важливу інформацію для військових, розвідувальних і гуманітарних операцій. Проте вкрай важливо вирішити пов’язані з цим проблеми та етичні міркування, щоб забезпечити відповідальне та ефективне використання цієї технології в таких делікатних і складних сценаріях. З розвитком технологій і вдосконаленням алгоритмів штучного інтелекту очікується, що можливості цих систем будуть зростати, що ще більше розширить потенціал для розпізнавання повітряного обладнання в різних сценаріях. Враховуючи вищесказане можна вважати тему кваліфікаційної роботи досить актуальною.

Метою роботи є дослідження методів розпізнавання образів у потоковому відео.

Об’єктом дослідження є процес розпізнавання образів у потоковому відео.

Предметом дослідження є методи розпізнавання образів у потоковому відео.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Основними задачами які необхідно вирішити в ході роботи є:

1. Аналіз предметної області.
2. Дослідження існуючих аналогів.
3. Постановка задачі.
4. Проектування програмного забезпечення з використанням нейронної мережі.
5. Розробка програмного забезпечення, створення датасету.
6. Навчання нейронної мережі.
7. Тестування на потоковому відео.

Методи дослідження. Для розробки нейронної мережі використовуються методи аналізу існуючих аналогів.

Наукова новизна одержаних результатів. Удосконалено методи розпізнавання воєнної техніки у потоковому відео.

Практичне значення одержаних результатів. Полягає в розробці власного програмного забезпечення по розпізнаванню воєнної техніки у потоковому відео в реальному часі.

Апробація результатів роботи і публікація. Попова В.Р. Дослідження розпізнавання образів у потоковому відео / С.В. Шестопапов, В.Р. Попова // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2023», Одеса, 28-29 жовтня 2023 р. – Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – С. 237.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ

1.1 Аналіз предметної області та методів розпізнавання образів у потоковому відео

Аналіз предметної області та методів розпізнавання зображень у потоковому відео припускає вивчення області комп'ютерного зору та обробки зображень переважно до відеопотоків у реальному часі. Цей аналіз охоплює предмет дослідження, використані методи та їх значення.

Повітряна розвідка з використанням дронів та розпізнавання зображень у потоковому відео – потужне поєднання, яке зробило революцію у різних галузях, включаючи сільське господарство, моніторинг довкілля, пошуково–рятувальні роботи та спостереження, а сьогодні під час війни на території нашої країни це є вкрай необхідним рішенням.

У даній предметній області основна увага приділяється відеоданим, які передаються в режимі реального часу. Відео потік може включати в себе різні типи контенту, наприклад записи з камер спостереження, прямі трансляції, включаючи відео з дронів у реальному часі, онлайн-відеоплатформи та багато інших.

Розпізнавання образів – це основний фокус дослідження. Розпізнавання образів включає в себе ідентифікацію та класифікацію об'єктів, шаблонів або дій в окремих кадрах або послідовностях кадрів у потоковому відео. Він спрямований на автоматизацію процесу розуміння візуального контенту у відео.

Повітряна розвідка включає в себе збирання візуальних даних з висоти з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) або дронів. Ці дрони оснащені камерами та датчиками для захоплення зображень та відео з повітря.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк. 12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Поєднання технології дронів та алгоритмів розпізнавання зображень дає цінну інформацію, полегшує процес прийняття рішень та підвищує ефективність у галузях, які покладаються на збір та аналіз аерофотознімків.

До ключових аспектів розпізнавання образів можна віднести[1]:

1. Обробка у реальному часі. Розпізнавання зображень у потоковому відео вимагає алгоритмів і методів, оптимізованих для аналізу в реальному часі або майже реальному часі, щоб не відставати від частоти кадрів відео.

2. Виявлення об'єктів. Виявлення та відстеження об'єктів, людей або певних особливостей у відеопотоках, часто для таких програм, як спостереження, автономні транспортні засоби та доповнена реальність.

3. Розпізнавання дій. Розпізнавання дій людини у відеопослідовності, що цінно в таких додатках, як управління жестами, спортивний аналіз та безпека.

4. Розуміння сцени. Ідентифікація та класифікація сцен або середовищ, знятих на відео, що дозволяє системам адаптуватись або реагувати відповідним чином.

5. Глибоке навчання. Використання глибоких нейронних мереж, особливо згорткових нейронних мереж (*CNN*), рекурентних нейронних мереж (*RNN*) та їх варіантів для вилучення ознак, виявлення об'єктів та класифікації в потоковому відео.

6. Аналіз руху. Розуміння закономірностей руху, відстеження об'єктів, що рухаються, і прогнозування майбутніх положень об'єктів у відеокадрах.

Методи розпізнавання образів – це техніки та алгоритми, які використовуються для ідентифікації, класифікації та інтерпретації об'єктів, візерунків або особливостей зображень. Ці методи широко використовуються в комп'ютерному зорі, штучному інтелекті та різноманітних програмах, таких як аналіз зображень, виявлення об'єктів, розпізнавання обличчя тощо [1].

Ось кілька поширених методів розпізнавання образів [2]:

1. Традиційне машинне навчання.

Метод опорних векторів (*SVM*): *SVM* використовуються для завдань двійкової та багатокласової класифікації. Вони знаходять оптимальну

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

гіперплощину, яка найкраще розділяє різні класи в просторі ознак. Приклад можна побачити на рисунку 1.1.

Дерева рішень: дерева рішень поділяють дані на підмножини на основі значень ознак і створюють деревоподібну структуру для класифікації.

Випадкові ліси: метод ансамблю, який поєднує кілька дерев прийняття рішень для підвищення точності та надійності.

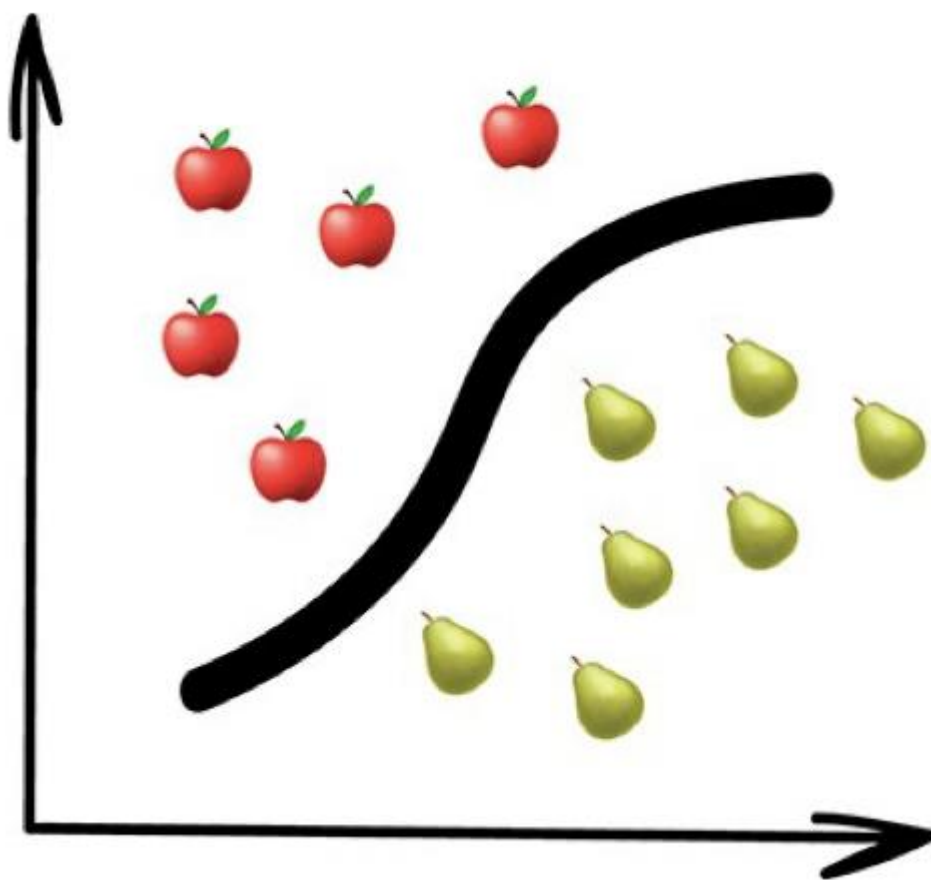


Рис. 1.1 – Поділ об'єктів за заздалегідь відомою ознакою

Традиційні методи машинного навчання використовуються при розпізнаванні зображень для таких завдань, як аналіз медичних зображень, виявлення об'єктів у системах з обмеженими ресурсами, класифікація текстур, сегментація зображень, пошук зображень на основі контенту, розпізнавання виразів осіб, перевірка підписів, розпізнавання рукописного тексту та багато іншого. Ці методи засновані на функціях, створених вручну, і їм часто віддають

перевагу, коли зазначені дані обмежені або коли важливе оброблення в реальному часі та ефективність обчислень.

2. Глибоке навчання.

Згорткові нейронні мережі (*CNN*): *CNN* – це клас глибоких нейронних мереж, спеціально розроблених для розпізнавання зображень. Вони використовують згорткові шари для автоматичного вивчення ієрархічних функцій із зображень.

Рекурентні нейронні мережі (*RNN*): *RNN*, включаючи мережі довгострокової короткочасної пам'яті (*LSTM*), використовуються для послідовностей зображень і даних часових рядів, що дозволяє розпізнавати шаблони з часом.

Передавальне навчання: попередньо підготовлені моделі глибокого навчання (наприклад *VGG16*, *RESNET*, *INCEPTION*) налаштовуються для конкретних завдань розпізнавання шляхом додавання нових шарів або коригування існуючих.

Глибоке навчання використовується при розпізнаванні зображень для таких завдань, як виявлення об'єктів, класифікація зображень, розпізнавання облич та багато іншого. Моделі глибокого навчання автоматично вивчають ієрархічні функції зображення, усуваючи необхідність у функціях, створених вручну. Вони чудові, коли доступні великі набори даних і великі обчислювальні ресурси, і досягли сучасної продуктивності в багатьох програмах розпізнавання зображень.

3. Вилучення функцій.

Гістограма орієнтованих градієнтів (*HOG*): *HOG* витягує інформацію про локальний градієнт із зображень і часто використовується для виявлення об'єктів і розпізнавання пішоходів.

Масштабоінваріантне ознакове перетворення (*SIFT*): *SIFT* визначає ключові точки та локальні функції, інваріантні до масштабування, обертання та перекладу, що робить його придатним для розпізнавання об'єктів. Приклад можна побачити на рисунку 1.2.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Локальні двійкові шаблони (*LBP*): *LBP* використовується для класифікації текстур шляхом порівняння піксельних значень центрального пікселя з його сусідами.

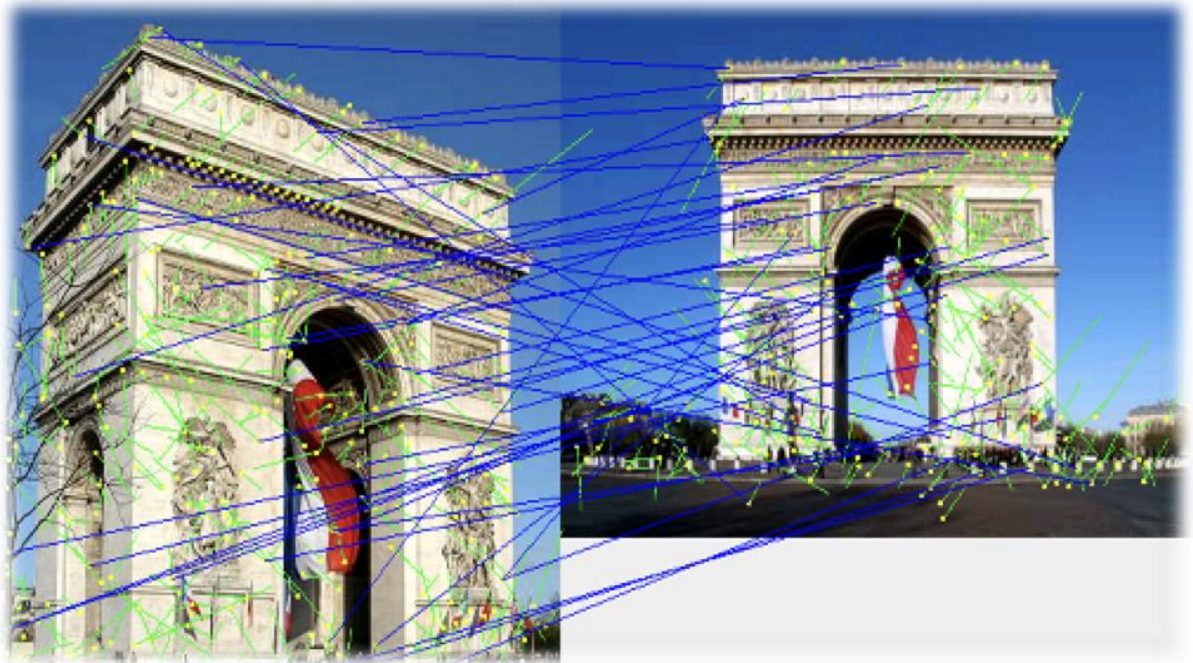


Рис. 1.2 – Представлення точок збігу за допомогою SIFT

4. Найближчого сусіда.

K-найближчі сусіди (*K-NN*): *K-NN* класифікує точки даних на основі мажоритарного класу серед своїх *K*-найближчих сусідів у просторі ознак.

Таким чином, метод найближчого сусіда – це простий і універсальний метод, який використовується для задач класифікації та регресії шляхом пошуку найближчих точок даних у наборі навчальних даних до заданої точки запиту на основі показників розташування [2].

5. Кластеризація.

Кластеризація методом *k*-середніх: використовується для групування подібних зображень на основі їхнього візуального вмісту, часто в не контрольованих або напівконтрольованих сценаріях навчання. Приклад можна побачити на рисунку 1.3.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Отже, кластеризація – це метод машинного навчання, який групує точки даних у кластери на основі їхньої подібності, що полегшує дослідження даних, виявлення закономірностей та організацію в різних галузях[3].

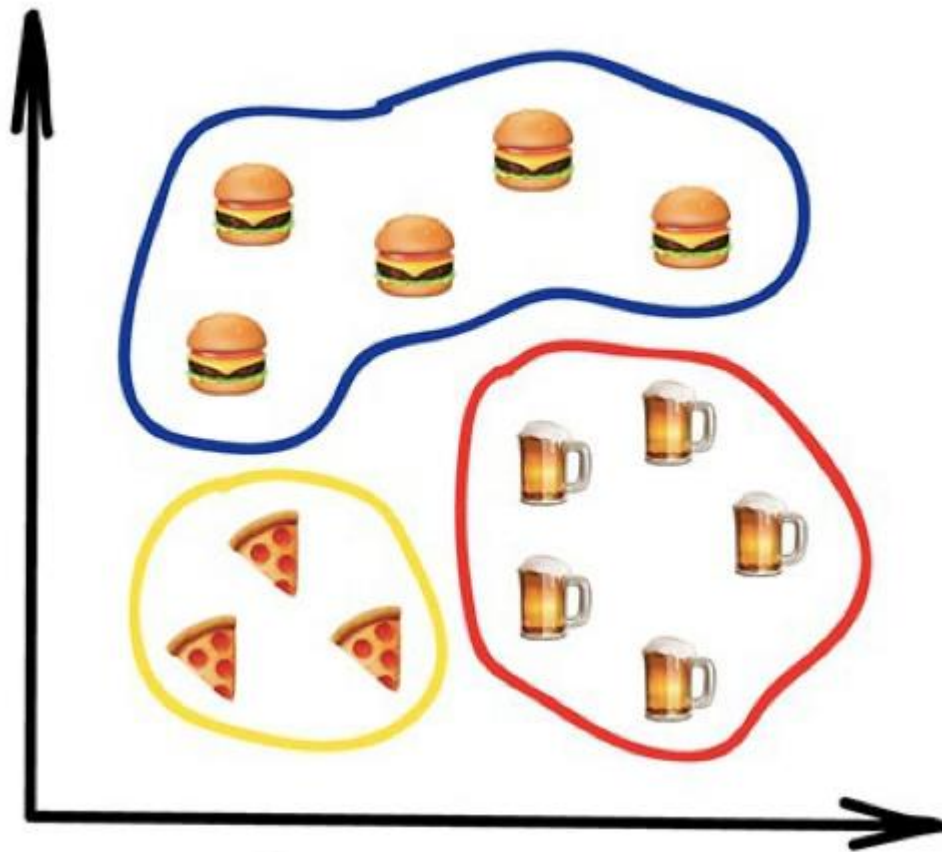


Рис. 1.3 – Поділ об'єктів за невідомою ознакою

6. Глибокого вивчення показників.

Ці методи спрямовані на вивчення показників подібності безпосередньо з даних, що робить їх придатними для таких завдань, як перевірка обличчя або пошук зображень.

7. Виявлення об'єктів.

YOLO (You only look once): *YOLO* – це алгоритм виявлення об'єктів, який може виявляти кілька об'єктів у режимі реального часу за один прохід [5]. Приклад застосування алгоритму можна побачити на рисунку 1.4.

Швидший R-CNN: Швидший *R-CNN* поєднує мережі регіональних пропозицій (*RPN*) із *CNN* для точного виявлення об'єктів.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Виявлення об'єктів – це завдання комп'ютерного зору, спрямоване на ідентифікацію та виявлення об'єктів на зображеннях або відеокадрах, що робить її важливою технологією в різних програмах, від автономних систем до безпеки та спостереження. Приклад виявлення об'єктів нейронною мережею можна побачити на рисунку 1.4.

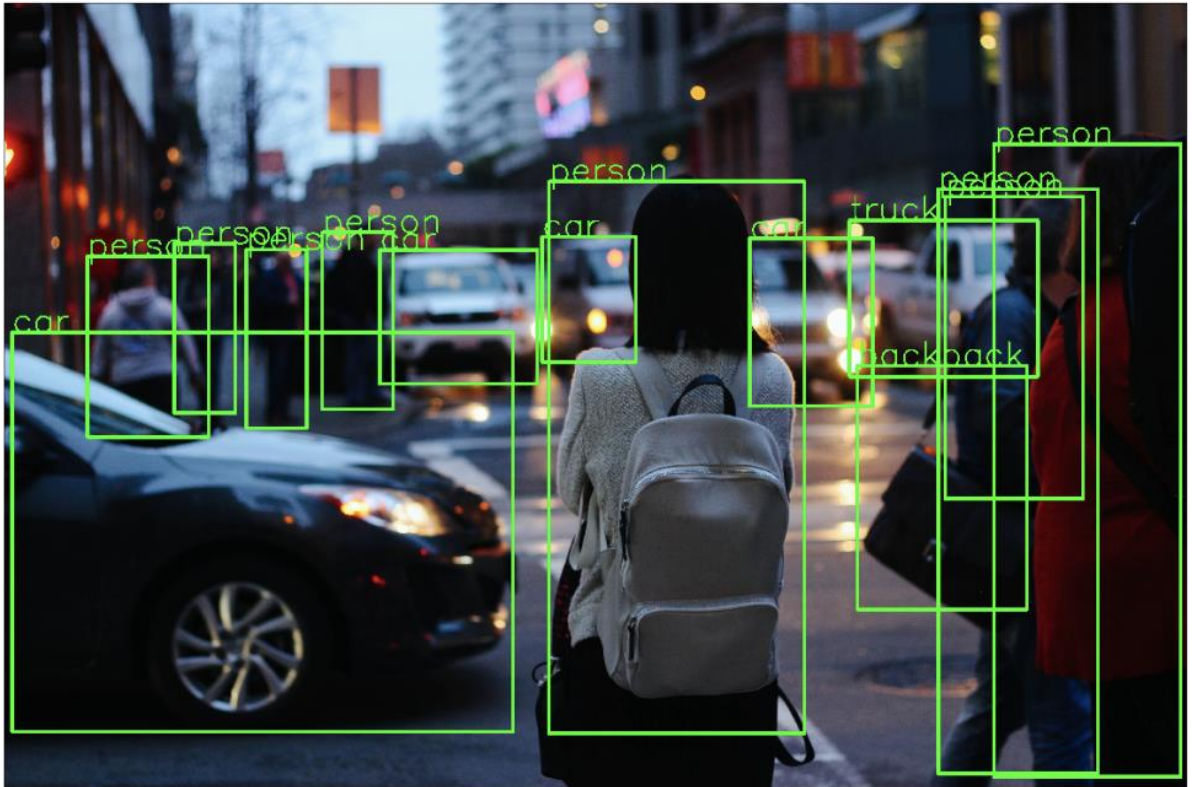


Рис. 1.4 – Виявлення об'єктів

Вибір методу залежить від конкретного завдання розпізнавання відеообразів, складності даних, обсягу доступних навчальних даних і бажаного рівня точності. Часто для досягнення надійних і точних результатів використовується комбінація кількох методів. З розвитком технологій продовжують з'являтися нові та більш складні методи, що ще більше розширює можливості систем розпізнавання образів відео.

1.2 Дослідження існуючих аналогів

Використання нейронних мереж для розпізнавання закономірностей у нашому житті стає все більш поширеним із розвитком додатків штучного

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

інтелекту та машинного навчання. Нейронні мережі, клас алгоритмів глибокого навчання, натхненних структурою та функціонуванням людського мозку, довели свою високу ефективність у задачах розпізнавання образів.

Приклади додатків, які розпізнають образи у потокових відео:

1.2.1 Clarifai

Clarifai – це компанія, яка надає хмарну платформу для завдань штучного інтелекту (ШІ) і машинного навчання з основним фокусом на комп'ютерному зорі. Вони пропонують широкий спектр рішень ШІ, включаючи розпізнавання зображень і відео, обробку природної мови та аналіз даних.

Ключовою послугою, яку надає *Clarifai*, є *API* розпізнавання зображень і відео, який дозволяє розробникам створювати програми, здатні розуміти та інтерпретувати візуальний зміст зображень і відео. Їхні моделі штучного інтелекту навчаються на масивних наборах даних, що дозволяє їм розпізнавати та позначати різні об'єкти, сцени, концепції та дії у візуальних медіа [6]. Приклад використання додатку можна побачити на рисунку 1.5.

Деякі з можливостей, які пропонує *API* розпізнавання зображень і відео від *Clarifai*, включають [6]:

1. Виявлення об'єктів: ідентифікація та локалізація цікавих об'єктів на зображеннях і відео. Наприклад, виявлення людей, автомобілів, тварин або певних продуктів у сцені.
2. Розпізнавання сцени: розпізнавання загального контексту або сцени, зображеної на зображенні, як-от пляж, офіс, ліс тощо.
3. Розпізнавання понять: розпізнавання абстрактних понять, візерунків або атрибутів у зображеннях, таких як кольори, емоції, стилі тощо.
4. Розпізнавання активності: ідентифікація дій або дій, які виконують люди чи об'єкти у відео, наприклад біг, стрибки, танці тощо.
5. Модерація та фільтрація вмісту: аналіз зображень і відео для виявлення та фільтрування неприйнятної або конфіденційного вмісту, що робить його придатним для програм модерування вмісту.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6. Розпізнавання тексту: вилучення та інтерпретація тексту із зображень, що корисно в таких програмах, як *OCR* (оптичне розпізнавання символів).

7. Навчання користувацьких моделей: *Clarifai* дозволяє користувачам навчати користувацькі моделі на своїх конкретних наборах даних, дозволяючи їм створювати моделі *AI*, адаптовані до їхніх конкретних потреб.

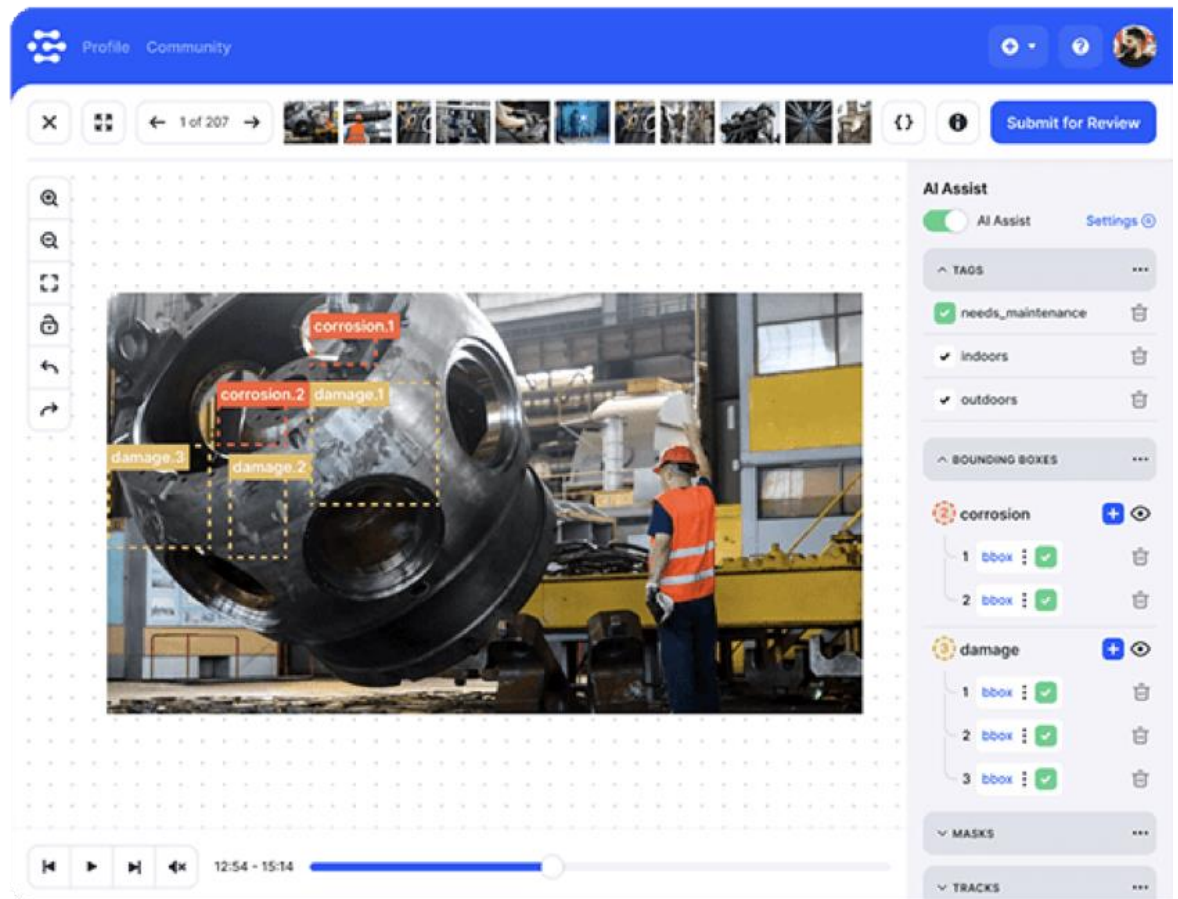


Рис. 1.5 – Використання *Clarifai*

Платформа *Clarifai* є зручною та доступною для розробників із різним рівнем досвіду. Він широко використовується в різних галузях, включаючи електронну комерцію, соціальні мережі, цифрову рекламу, модерацию вмісту тощо. Компанії та розробники використовують можливості *Clarifai* для створення додатків на основі штучного інтелекту, покращення взаємодії з користувачами та автоматизації завдань, пов'язаних із візуальним аналізом даних.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

1.2.2 *Google lens*

Google lens – це технологія розпізнавання зображень і комп’ютерного зору, розроблена *Google* [7]. Вона доступна як окремий додаток на пристроях *ANDROID* і *IOS*, а також інтегрований у власні програми камери деяких пристроїв *ANDROID* і програму *google photos*. *Google lens* дозволяє користувачам отримувати інформацію та виконувати різноманітні дії на основі об’єктів і вмісту, знятих камерою їх пристрою, або завантажених зображень із їх бібліотеки фотографій.

Ключові функції *Google lens* [7]:

1. Розпізнавання об’єктів: *Google lens* може ідентифікувати та надавати інформацію про об’єкти, продукти, тварин, рослини та орієнтири, зняті на фотографіях. Він може розпізнавати такі предмети, як одяг, меблі, книги, тварин і відомі пам’ятки.

2. Розпізнавання тексту: *Google lens* може витягувати текст із зображень, включаючи рукописні нотатки, візитні картки, вивіски та документи. Ця функція підтримує технологію оптичного розпізнавання символів (*OCR*).

3. Пошук зображень: користувачі можуть виконувати візуальний пошук за допомогою *Google lens*, щоб знайти відповідну інформацію про об’єкти чи орієнтири на фотографії.

4. Переклад: *Google lens* може перекладати текст з однієї мови на іншу в реальному часі. Користувачі можуть навести камеру на іноземний текст, і *lens* накладе переклад на екран.

5. Розумне виділення тексту: Ця функція дозволяє користувачам вибирати та копіювати текст із зображень або документів, знятих камерою.

6. Інформація про покупки та продукти: *Google lens* може ідентифікувати продукти та надавати посилання на онлайн-магазини, де користувачі можуть їх придбати. Він також може показувати відгуки та інші відомості про продукт.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

7. Доповнена реальність: у деяких випадках *Google lens* може запропонувати досвід доповненої реальності (AR), наприклад накладання 3D-моделей або інтерактивного вмісту поверх розпізнаних об'єктів або сцен.

Google lens використовує машинне навчання та велику базу даних *Google*, щоб надавати точну та контекстуально відповідну інформацію на основі вмісту зображень. Приклад використання додатку можна побачити на рисунку 1.6. Його можна використовувати для багатьох цілей, зокрема для вивчення світу, отримання інформації про продукти, перекладу тексту та виконання швидкого пошуку.

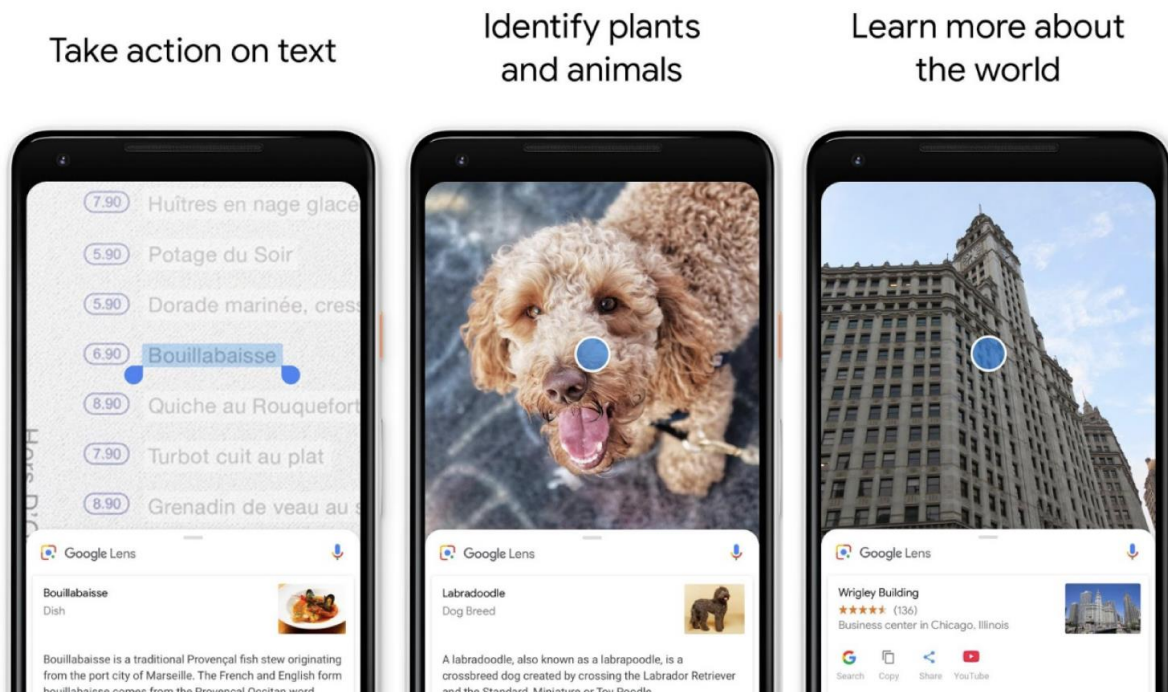


Рис.

1.6 – Використання *Google lens*

1.2.3 *Amazon rekognition*

Amazon rekognition – це хмарна служба аналізу зображень і відео, яку надає *Amazon Web Services (AWS)*. Він використовує передові алгоритми машинного навчання для виконання різноманітних завдань комп'ютерного зору, таких як аналіз зображень і відео, розпізнавання об'єктів, аналіз обличчя, виявлення тексту та модерація вмісту [8]. *Amazon rekognition* має на меті полегшити

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

розробникам інтеграцію складних можливостей комп'ютерного зору у свої додатки без необхідності мати глибокий досвід у машинному навчанні.

Основні функції *Amazon rekognition* включають [8]:

1. Виявлення об'єктів і сцен: *Amazon rekognition* може ідентифікувати та позначати об'єкти та сцени на зображеннях і відео. Він може виявляти звичайні об'єкти, як—от автомобілі, меблі, тварин тощо.

2. Аналіз обличчя: сервіс може аналізувати обличчя на зображеннях і відео, надаючи інформацію про атрибути обличчя, емоції та навіть розпізнаючи відомих знаменитостей або зареєстровані обличчя.

3. Виявлення тексту: *Amazon rekognition* може витягувати текст із зображень і відео, що робить його корисним для програм, що включають *OCR* (оптичне розпізнавання символів).

4. Модерація вмісту: сервіс включає можливості модерації вмісту, що дозволяє розробникам автоматично виявляти та відфільтровувати неприйнятний або небезпечний вміст у зображеннях і відео.

5. Порівняння та пошук облич: *Amazon rekognition* може порівнювати обличчя одне з одним, щоб визначити, чи належать вони одній людині. Він також підтримує пошук облич, що дозволяє користувачам знаходити схожі обличчя в колекції.

6. *Celebrity recognition*: Сервіс може розпізнавати знаменитостей на зображеннях і надавати інформацію про них.

7. Аналіз відео: *Amazon rekognition* може обробляти відеопотоки та виявляти об'єкти, сцени та обличчя в реальному часі.

Amazon rekognition є масштабованим, надійним і розробленим для обробки широкого діапазону випадків використання, включаючи безпеку та спостереження, аналіз медіа, персоналізацію вмісту та залучення користувачів. Він використовується розробниками та організаціями для створення програм, які вимагають розширених можливостей аналізу зображень і відео, включаючи візуальний пошук, автоматичне додавання тегів, аналіз настроїв і багато іншого. Приклад використання додатку можна побачити на рисунку 1.7.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Як і в усіх сервісах AWS, користувачі платять за ресурси, які вони споживають, а ціноутворення залежить від кількості оброблених зображень і відео та конкретних використовуваних функцій. *Amazon rekognition* надає зручний API, що дозволяє розробникам легко інтегрувати його функції у свої програми.

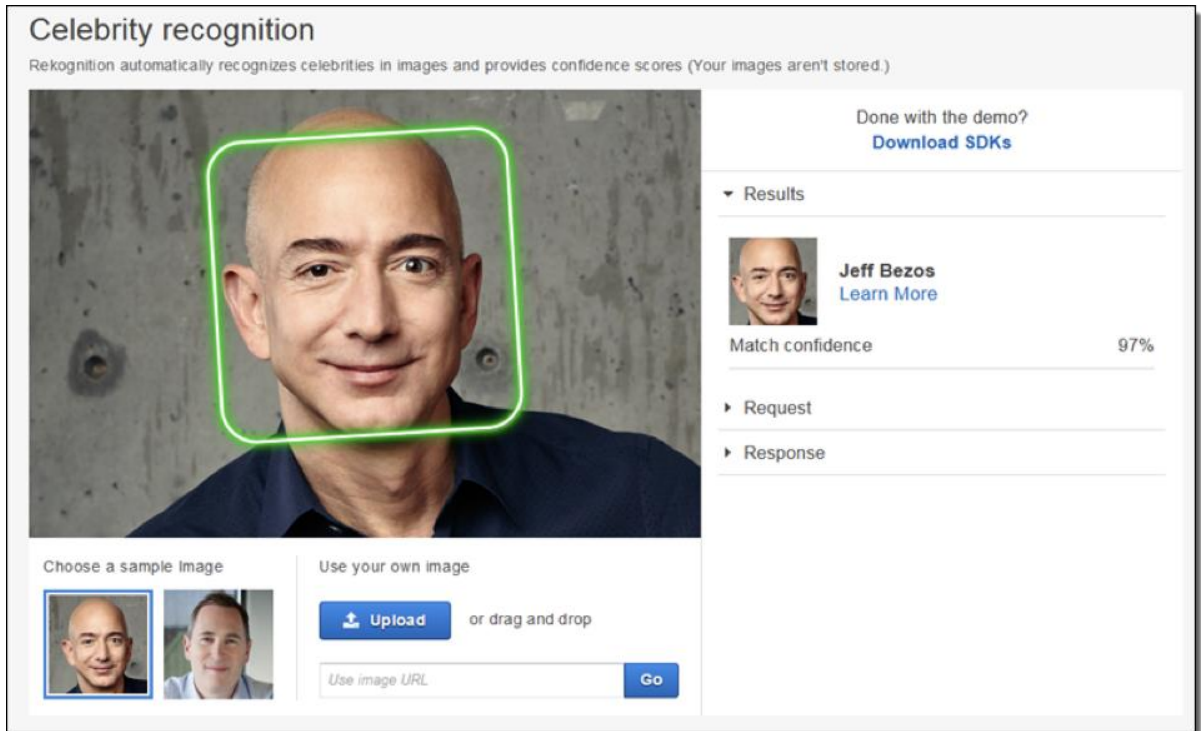


Рис. 1.7 – Використання *Amazon Rekognition*

1.2.4 *Camfind*

Camfind – це мобільний додаток, який забезпечує візуальний пошук і розпізнавання [9]. Це дозволяє користувачам ідентифікувати та дізнатися більше про об’єкти, продукти, орієнтири та інші візуальні елементи, просто зробивши фотографію камерою свого мобільного пристрою. Додаток використовує передові алгоритми розпізнавання зображень і машинного навчання для виконання аналізу в реальному часі та надання відповідної інформації на основі зроблених зображень.

Основні функції *Camfind* включають [9]:

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1. Розпізнавання об'єктів: *Camfind* може ідентифікувати широкий спектр об'єктів і елементів, присутніх на фотографіях, таких як рослини, тварини, предмети побуту, одяг, гаджети тощо.

2. Пошук продукту: програма пропонує функцію пошуку продукту, що дозволяє користувачам фотографувати продукт або його штрих-код, щоб отримати інформацію, ціни та посилання для онлайн-покупок.

3. Розпізнавання тексту: *Camfind* може витягувати текст із зображень, дозволяючи користувачам отримувати більше інформації про знаки, етикетки, візитні картки та інший текстовий вміст.

4. Підтримка мов: додаток підтримує кілька мов для розпізнавання тексту, що робить його корисним для користувачів у всьому світі.

5. Пошук зображень: *Camfind* надає можливість пошуку схожих зображень або пов'язаного вмісту в Інтернеті на основі зробленої фотографії.

6. Голосовий пошук: користувачі можуть здійснювати пошук за допомогою голосових команд, що робить додаток зручним для роботи без рук.

Camfind розроблено таким чином, щоб бути зручним і доступним для людей будь-якого віку. Він підходить для різних застосувань, таких як ідентифікація невідомих об'єктів, вивчення продуктів, отримання перекладів і виконання швидкого пошуку. Додаток можна використовувати в освітніх цілях, для покупок, подорожей і щоденного пошуку інформації, приклад застосування можна побачити на рисунку 1.8.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

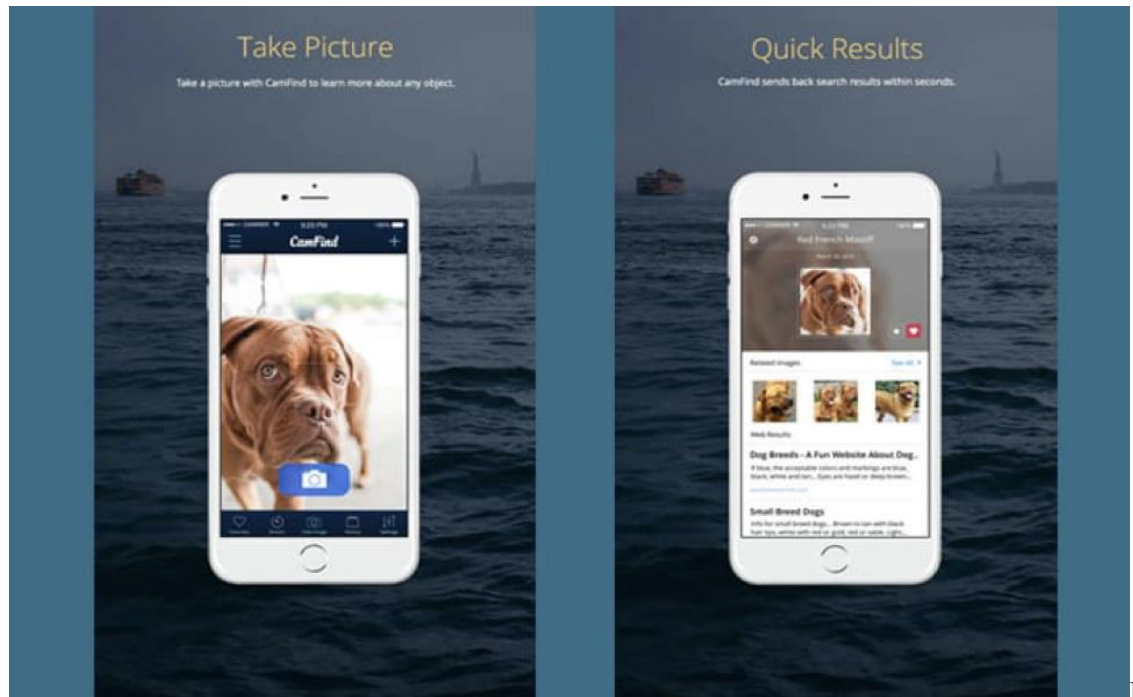


Рис.

1.8 – Використання *Camfind*

У військових операціях також часто застосовують нейронні мережі. Розробки кожної країни знаходяться під охороною з грифом секретності. Ось деякі ключові аспекти військового штучного інтелекту (ШІ) [9]:

1. Автономні системи. Військовий ШІ часто асоціюється з розробкою автономних систем, включаючи безпілотні літальні апарати (БПЛА), наземні транспортні засоби та військово–морські кораблі. Ці автономні системи можуть виконувати завдання, як розвідка, спостереження, логістика і навіть бойові операції з різним ступенем контролю з боку людини.

2. Розпізнавання цілей. Алгоритми штучного інтелекту використовуються для розпізнавання та класифікації цілей на зображеннях, включаючи супутникові знімки та відеопотоки з дронів. Це допомагає військовослужбовцям виявляти потенційні загрози та приймати обґрунтовані рішення.

3. Прогнозоване обслуговування. ШІ використовується для моніторингу стану та продуктивності військової техніки, такої як танки, літаки та кораблі. Алгоритми прогнозного обслуговування можуть допомогти скоротити час простоїв та підвищити надійність військової техніки.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4. Аналіз даних. Аналіз даних на основі штучного інтелекту використовується для обробки величезних обсягів даних, включаючи розвідувальні звіти, дані датчиків та перехоплені повідомлення. Ці інструменти допомагають військовим аналітикам більш ефективно виявляти закономірності, тенденції та потенційні загрози.

5. Підтримка прийняття рішень. Системи штучного інтелекту допомагають військовим командирам та особам, які приймають рішення, надаючи базовану на даних інформацію та рекомендації. Ці системи можуть допомогти оптимізувати розміщення військ, розподіл ресурсів та стратегічне планування.

6. Кібербезпека. ШІ використовується у сфері військової кібербезпеки для виявлення кіберзагроз та атак та реагування на них у режимі реального часу. Системи виявлення вторгнень з урахуванням штучного інтелекту можуть виявляти незвичайні моделі поведінки, що вказують на кібератаки.

7. Обробка природної мови (НЛП). Методи НЛП дозволяють автоматично аналізувати текст і мовлення, допомагаючи військовим розвідувальним службам обробляти та розуміти широкий спектр джерел інформації, включаючи перехоплені повідомлення та розвіддані з відкритих джерел.

8. Управління логістикою та ланцюжками поставок. ШІ використовується для оптимізації військової логістики та операцій ланцюжка постачання, забезпечуючи ефективне отримання військами необхідного обладнання та матеріалів.

9. Навчання та моделювання. Моделювання та сценарії навчання на основі штучного інтелекту допомагають підготувати військовослужбовців до реальних місій. Ці симуляції можуть імітувати різні бойові сценарії та надати цінний досвід навчання.

10. Етичні та юридичні міркування. Використання військового ШІ порушує важливі етичні та юридичні питання, особливо щодо таких питань, як автономна зброя, підзвітність та здатність ШІ приймати життєво важливі рішення на полі бою.

Важливо відзначити, що розробка та впровадження військових технологій

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

штучного інтелекту регулюються та контролюються національними урядами та міжнародними організаціями. Етичні проблеми та можливість неправильного використання ШІ у військових цілях продовжують залишатися темами дискусій та дискусій у міжнародному співтоваристві.

Детальніше розглянемо деякі відомі воєнні нейромережі.

1.2.5 *Ocarina*

Northrop grumman у партнерстві з Університетом Центральної Флориди (*UCF*) розробив інтуїтивно зрозумілий помічник для оператора гвинтокрила, який використовують пілоти *UH-60 BLACKHAWK* для виконання як візуального, так і інструментального польоту, що змінюється залежно від погодних умов, часу доби та інших факторів навколишнього середовища [10].

Метою цього проекту було допомогти пілотам швидше навчатися, зменшити кількість потенційних помилок та запобігати катастрофічним подіям. Приклад застосування додатку можна побачити на рисунку 1.9.

Гвинтокрили стикаються з багатьма вимогами, особливо загрозами для будівель, місцевості, людей і ворожих РАДАР-систем. Сьогодні найпоширеніша система попередження – це найпоширеніший інструмент, який допомагає літати літаку. Ці системи, які можна зруйнувати, обмежені та можуть створювати ненавмисні навантаження для пілотів.

Мета проекту полягає в тому, щоб оснастити помічників зі штучним інтелектом *PTG* переносними пристроями, які дозволять помічникам спостерігати за тим, що сприймає користувач, і знати, що він знає. Використовуючи обробку інформації на сторінці та доповнену реальність, програма спрямована на те, щоб асистенти штучного інтелекту надавали голосові підказки та інструкції та координували графіку в потрібному місці та в потрібний час під час польоту літака.

Використовуючи потужний, перевірений процес розробки та впровадження алгоритмів, *Northrop grumman* розробляє та інтегрує передові рішення штучного інтелекту у великі, складні наскрізні системи місій, які є

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

критично важливими для національної безпеки. Приклад використання *Oscarina* можна побачити на рисунку 1.9.

Northrop grumman – це технологічна компанія, яка зосереджена на глобальній безпеці та людських відкриттях.



Рис. 1.9 – Використання *Oscarina*

1.2.6 Нейромережа, яка оцінює курс ракети

Китайські військові дослідники кажуть, що вони розробили технологію штучного інтелекту, яка може оцінити курс гіперзвукової крилатої ракети, коли вона влучає в ціль зі швидкістю, що в п'ять разів перевищує швидкість звуку [11].

За словами дослідників, система протиповітряної оборони на основі штучного інтелекту може оцінити потенційну траєкторію вбивства зброї, що наближається, і розпочати відповідь протягом трьох хвилин.

Середня ракета залишається в зоні цілі в 8 км (5 міль), що досить вузько для зброї, яка може подолати відстань всього за дві секунди [11].

Прогнозування траєкторії має вирішальне значення для боротьби з оцінкою намірів і перехопленням протиповітряної оборони.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Гіперзвукова зброя в наведенні атакує з космосу і, на відміну від звичайних балістичних ракет, може влетіти в атмосферу та вилітати з неї, як скеля, стрибаючи через воду та берег ліворуч або праворуч, що ускладнює відстеження та перехоплення. Траєкторію польоту ракети можна побачити на рисунку 1.10.

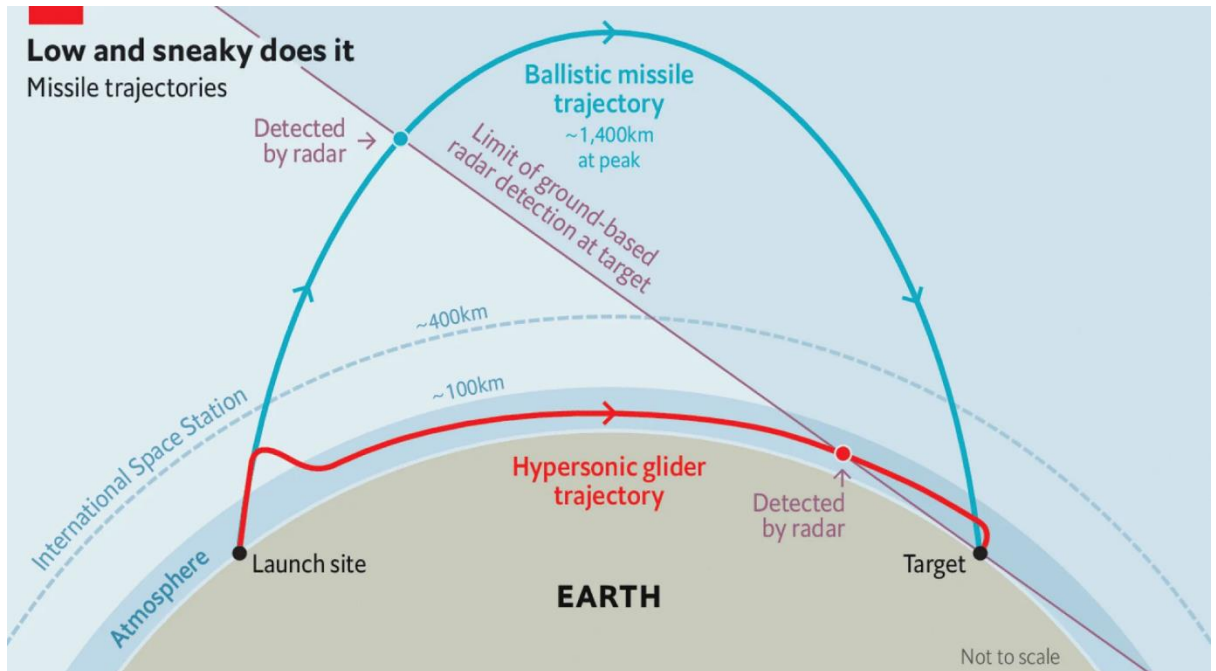


Рис. 1.10 – Траєкторія ракети

На швидкості 5 Махів або вище системі протиповітряної оборони залишається мало часу на реакцію, а існуюча технологія, як правило, вважається нездатною зупинити гіперзвукову крилату ракету.

Але штучний інтелект може впоратися з такими не визначеними завданнями.

Сторона, що захищається, зазвичай нічого не знає про масу, розмір, форму, систему аеродинамічного керування чи призначення зброї супротивника, але штучний інтелект може зробити досить точні припущення, аналізуючи дані польоту.

На думку дослідників, ракета, незалежно від того, наскільки просунута чи швидка вона є, має підкорятися певним законам фізики, і кожен її рух дасть деякі невеликі, але корисні підказки про її дизайн, можливості та місію.

Таким чином, алгоритм машинного навчання може вчитися на даних, зібраних на ранніх етапах гіперзвукового польоту, і використовувати нещодавно

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

отримані знання для розрахунку найбільш вірогідного курсу на останніх етапах польоту.

Команда китайських дослідників розробила унікальний алгоритм глибокого навчання, який може автоматично приглушувати виявлені сигнали. Заощаджуючи обчислювальні ресурси, алгоритм також імітує діяльність людського мозку, зосереджуючись лише на останніх, найважливіших даних.

Хоча нова система є більш складною, ніж будь-який попередній ШІ для прогнозування гіперзвукових траєкторій, вона може працювати на ноутбучі та надавати результат за 15 секунд.

Імітаційні випробування показали, що цей метод залишається ефективним проти різноманітної зброї, яка рухається зі швидкістю до 12 Махів.

1.2.7 *Arcas*

Ізраїль розробив нейромережу, що полегшує стрільбу з автомата: вимірює відстань до цілі, виконує балістичні поправки, виявляє джерела вогню та рух, може розрізняти друзів і ворогів, відстежує кількість патронів у зброї [12].

Інноваційна система перетворює штурмові гвинтівки на цифрові мережеві бойові машини.

Arcas надає піхотинцям і солдатам спеціальних операцій бойові можливості, яких вони раніше не мали, включаючи: пасивну дальність, автоматичну балістичну корекцію, виявлення джерел вогню, відеодетектор руху, можливість стріляти з кута та з стегна, інтерфейс з тактичним командуванням і контролем (C2), навігаційною допомогою, ідентифікацією свого чи ворога, відстеженням протистояння, а також приведенням боєприпасів і зброї без потреби в бойовій стрільбі [12].

Комп'ютер зі штучним інтелектом інтегрований в рукоятку автомата, на якому запущено інноваційне програмне забезпечення та різноманітні програми. Мініатюрний комп'ютерний блок отримує та обробляє дані, зібрані з поля зору солдата (як сприймає приціл *EO*), тактичну інформацію від систем C2, дані від інших користувачів *Arcas* у команді та інформацію про механіку гвинтівки.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Бойова інформація подається солдату як інтуїтивно зрозумілий шар доповненої реальності над ландшафтом, який видно через оптичний приціл або окуляр, встановлений на шоломі. Солдати керують системою за допомогою кнопки-джойстика на передній рукоятці гвинтівки та графічного інтерфейсу користувача, натхненного світом ігор. Як виглядає гвинтівка можна побачити на рисунку 1.11.

Ця розробка є важливим елементом для передових рішень у пішохідних солдатів, вона підвищує ефективність та живучість піхоти та спеціальних сил.



Рис. 1.11 – Штурмова гвинтівка на основі штучного інтелекту

Розроблений з підходом відкритої архітектури, *Arcas* має дві конфігурації. Він може мати тепловий або слабко освітлений приціл як частину системи та може взаємодіяти з будь-яким існуючим прицілом *EO*. *Arcas* може запускати додаткові програми та програми сторонніх розробників залежно від операційних потреб і вимог.

1.2.8 *Maven*

Проект *Maven* – це ініціатива Міністерства оборони США (*DOD*), спрямована на інтеграцію технологій штучного інтелекту (*AI*) і машинного навчання у військові операції. Проект спрямований на використання штучного

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

інтелекту для покращення аналізу зображень і відеоданих, зібраних військовими платформами, такими як дрони та супутники. Приклад застосування додатку можна побачити на рисунку 1.10.

Ось деякі основні моменти *Project maven* [13]:

Місія: Основна місія проекту *Maven* – прискорити впровадження штучного інтелекту та машинного навчання в армії для підвищення ефективності та точності аналізу даних, зокрема в області комп'ютерного зору.

Візуальна аналітика: однією з головних сфер діяльності *project maven* є візуальна аналітика даних. Це включає розробку алгоритмів ШІ для автоматичного виявлення та класифікації цікавих об'єктів на зображеннях, таких як винищувачі або транспортні засоби противника.

Автоматизація: *Project maven* спрямований на автоматизацію тривалих і трудомістких завдань, пов'язаних із переглядом та інтерпретацією великих обсягів візуальних даних. Використовуючи штучний інтелект, проект має на меті звільнити людей-аналітиків для більш складних завдань прийняття рішень.

Покращене прийняття рішень: Дані та ідеї, створені системами штучного інтелекту *Project maven*, розроблені, щоб дати військовим особам, які приймають рішення, кращу обізнаність про ситуацію та допомогти їм приймати більш обґрунтовані та своєчасні рішення.

Підтримка кількох програм: хоча *Project maven* спочатку був зосереджений на боротьбі з тероризмом, його програми розширилися, щоб включити підтримку різноманітних військових місій, включаючи розвідку, спостереження, розвідку та ідентифікацію цілей.

Співпраця: *Project maven* співпрацює з різними партнерами, включно з оборонними підрядниками, академічними установами та технологічними компаніями штучного інтелекту, для розробки та впровадження рішень ШІ для військових цілей. Приклад застосування *Maven* можна побачити на рисунку 1.12.

Етичні та політичні аспекти: використання ШІ у військових програмах, включаючи *Project maven*, викликає етичні та політичні питання. Викликають

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

занепокоєння питання, пов'язані з прозорістю, підзвітністю та можливостями автономних систем озброєння.



Рис. 1.12 – Приклад застосування *Maven*

Загалом, через делікатний характер військових операцій і занепокоєння національною безпекою конкретні назви та деталі військових програм ШІ часто засекречуються або не розголошуються. Тому важко надати вичерпний список назв військових програм ШІ або додатків.

Військові організації та оборонні підрядники зазвичай розробляють і використовують власне програмне забезпечення та системи для своїх конкретних потреб, і назви цих програм можуть бути недоступними для всіх. Крім того, розробка штучного інтелекту для військових цілей часто передбачає адаптацію існуючих технологій і моделей штучного інтелекту, а не розробку абсолютно нових програм.

1.3 Постановка завдання

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження методів розпізнавання образів у потоковому відео.

Основний функціонал та контент, який слід розробити:

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1. Написання скрипту для секвенції відео.
1. Збір датасету. На цьому етапі важливо забезпечити різноманітність зображень, включаючи різні умови освітлення, кути зйомки та інші фактори.
2. Розмітка датасету. Для навчання моделі потрібно розмітити датасет, позначити місцеположення та клас об'єктів, які потрібно буде розпізнавати.
3. Проектування нейронної мережі. Потрібно обрати метод для розпізнавання образів у потоковому відео, визначити функції та алгоритми.
4. Навчання нейронної мережі. Використовуючи зібраний та розмічений датасет потрібно навчити модель розпізнавати образи, контролюючи метрики продуктивності, точності та втрат, за потреби вдосконалювати модель.
5. Тестування на потоковому відео. Після навчання моделі потрібно використовувати її для розпізнавання образів, за потреби вдосконалювати модель.

Висновки до першого розділу

1. Тематичний аналіз розпізнавання потокового відео показує широкий спектр застосування цієї технології. Це може бути відеоспостереження, медична візуалізація, автономна навігація, аналіз трафіку, військове бачення та багато інших сфер.
2. Дослідження показує, що існують різні методи розпізнавання моделей, включаючи традиційні методи машинного навчання, глибоке навчання з використанням функцій *HOG* і *SIFT*, методи найближчого сусіда та методи групування. Кожен із цих методів має свої переваги та обмеження, а вибір методу залежить від конкретних завдань дослідження та потреб.
3. Аналізи показали, що існують різні аналоги та програмні рішення для розпізнавання моделей у потоковому відео. Це може бути програмне забезпечення для відеоспостереження, системи медичної діагностики на основі зображень, системи стеження за транспортом, військовими цілями тощо.
4. На основі проведених досліджень та аналізу здійснено постановку завдання.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ

У сучасному світі, етап проектування є надзвичайно важливою складовою будь-якого проекту. Саме на цьому етапі визначається майбутній успіх і ефективність розробленої системи розпізнавання образів у потоковому відео. Проектування вимагає ретельного вивчення вимог і потреб користувачів, аналізу можливих технічних рішень та розробки оптимальної архітектури системи.

Розпізнавання образів у відео дозволяє автоматично аналізувати та інтерпретувати зміст відеоматеріалу. Це може бути використано для різних цілей, включаючи розпізнавання воєнної техніки у потоковому відео, що робить тему дуже актуальною під час війни в Україні.

Розпізнавання образів у потоковому відео вимагає використання різноманітних методів обробки зображень та машинного навчання, а також враховує велику кількість факторів, таких як освітлення, перспектива, рух та зміна контексту. Тому ця тема вимагає глибокого розуміння алгоритмів комп'ютерного зору та обробки відео.

Тема є критично важливою для розвитку автоматизованих систем, допомагаючи покращувати безпеку, медицину, розваги та багато інших галузей.

Таким чином, етап проектування є ключовим у забезпеченні успішної інтеграції системи розпізнавання образів у потоковому відео в різноманітні галузі, допомагаючи вирішувати важливі завдання та поліпшувати різні аспекти сучасного життя.

2.1 Функціональні вимоги

Функціональні вимоги визначають функціональність програмного забезпечення, описуючи які можливості повинна надавати система, яка розробляється.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк. 36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Загальний принцип визначення функціональності програмного забезпечення через функціональні вимоги виявляє свою конкретизацію в контексті розробки нейронної мережі для розпізнавання образів у потоковому відео. Функціональні вимоги для цієї мережі визначають, які саме завдання вона повинна виконувати, і їхній перелік визначає функціональний обсяг проекту.

У конкретному контексті нейронної мережі для розпізнавання образів у потоковому відео, система повинна:

- ефективно розпізнавати об'єкти;
- виявляти рух;
- адаптуватися до змін у середовищі.

Такий підхід дозволяє точно визначити, які можливості повинна надавати система для досягнення конкретних цілей. У даному випадку, метою є нейронна мережа, яка здатна ефективно розпізнавати та аналізувати образи у потоковому відео. Таким чином, загальний принцип і його конкретизація створюють систему визначення функціональності, яка віддзеркалюється в функціональних вимогах програмного забезпечення.

Були виявлені функціональні вимоги для нейронної мережі, призначеної для розпізнавання образів потокового відео:

1. Обробка введення. Мережа повинна мати можливість приймати потокове відео в режимі реального часу.
2. Розпізнавання образів. Основна функція полягає у розпізнаванні певних шаблонів, об'єктів чи подій у відеопотоці.
3. Обробка в реальному часі. Нейронна мережа повинна забезпечувати швидку та ефективну обробку, щоб не відставати від джерела потокового відео.
4. Надійність. Нейронна мережа має бути стійкою до змін умов освітлення, ракурсу камери, оклюзії та інших реальних проблем.
5. Адаптованість. Нейронна мережа повинна бути адаптована до нових шаблонів та об'єктів за допомогою безперервного навчання або перенавчання без серйозних архітектурних змін.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6. Інтерфейс користувача. Для взаємодії з людиною може знадобитися зручний інтерфейс для налаштування, моніторингу та керування мережею.

7. Управління ресурсами. Ефективне використання ресурсів з точки зору пам'яті та обчислювальної потужності, особливо у вбудованих середовищах або середовищах з обмеженими ресурсами.

2.2 Нефункціональні вимоги

Нефункціональні вимоги описують властивості та обмеження, що накладаються на інформаційну систему. Нефункціональні вимоги до нейронної мережі, призначеної для розпізнавання образів потокового відео, охоплюють аспекти, пов'язані з продуктивністю, надійністю, масштабованістю та іншими характеристиками, які можуть не мати прямого відношення до основних функцій, але мають вирішальне значення для загальної ефективності мережі. Були виявлені такі нефункціональні вимоги:

1. Продуктивність. Нейронна мережа повинна забезпечувати низьку затримку при розпізнаванні шаблонів, щоб гарантувати своєчасну відповідь. Нейронка повинна мати можливість обробляти великий обсяг відеокадрів на секунду.

2. Точність. Нейронна мережа має забезпечити високу точність розпізнавання образів, щоб звести до мінімуму кількість неправильних класифікацій.

3. Ресурсоефективність. Мають бути ефективно використані ресурси пам'яті, зводячи до мінімуму витік пам'яті або її надмірне споживання.

4. Простота розгортання. Потрібно реалізувати просте встановлення та налаштування для скорочення часу розгортання.

5. Документація. Потрібно надати детальну документацію щодо налаштування, використання та обслуговування системи для полегшення ефективної підтримки та усунення несправностей.

6. *UI*. Інтерфейс користувача повинен бути інтуїтивно зрозумілим і зручним для налаштування та моніторингу.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

7. Тестування. Повинні бути проведені ретельні процеси тестування та перевірки для забезпечення відповідності мережі вимогам до продуктивності та надійності.

2.3 Представлення системи методом «чорного ящика» та у вигляді функціональної схеми

Типова система розпізнавання зображень у контексті потокового відео складається з кількох взаємопов'язаних компонентів, які разом обробляють і аналізують відеокадри в реальному часі. Проектування програмного забезпечення зазвичай починається з розробки чорного ящика. У проектуванні та розробці «чорний ящик» відноситься до системи, компонента або пристрою, які розуміють і взаємодіють з ними в основному через його вхідні та вихідні дані, не потребуючи знання внутрішньої роботи чи складності[14].

У контексті розробки нейронної мережі для розпізнавання образів у потоковому відео «чорний ящик» зазвичай відноситься до самої моделі нейронної мережі. Нейронні мережі часто вважаються чорними ящиками, оскільки їхні внутрішні операції можуть бути дуже складними, і їх важко інтерпретувати людям. Модель приймає вхідні дані (відеокадри) і створює вихідні дані (результати розпізнавання), а деталі того, як вона отримує ці результати, можуть бути складними для безпосереднього розуміння або інтерпретації.

Розглянемо детальне пояснення концепції чорного ящика в розробці нейронної мережі для розпізнавання образів у потоковому відео[14]:

1. Складна внутрішня обробка: Нейронні мережі, які використовуються для розпізнавання зображень або шаблонів, складаються з кількох шарів взаємопов'язаних нейронів, і математичні операції, які виконуються в цих шарах, можуть бути дуже складними. Ця складність часто виходить за межі людського розуміння, особливо в глибоких нейронних мережах з багатьма прихованими шарами.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. Відношення вхід-вихід: У контексті потокового відео нейронна мережа приймає відеокадри як вхідні дані та створює результати розпізнавання як вихідні дані. Користувачі або дизайнери взаємодіють із цією системою, надаючи відеодані та отримуючи результати розпізнавання.

3. Навчання функцій: Нейронні мережі вміють автоматично вивчати та витягувати функції з вхідних даних, такі як грані, текстури або форми об'єктів. Потім ці функції використовуються для розпізнавання образів, не вимагаючи явного програмування чи розробки функцій.

4. Навчання на основі даних: Нейронні мережі навчаються на великих наборах даних, і процес навчання часто передбачає коригування мільйонів внутрішніх параметрів. Продуктивність моделі покращується завдяки такому навчанню, але конкретні зв'язки між вхідними характеристиками та результатами розпізнавання може бути нелегко вивести.

5. Передача навчання: У деяких випадках нейронні мережі, розроблені для розпізнавання образів, можуть використовувати попередньо навчені моделі, які вже вивчають функції та шаблони з великих наборів даних. Це ще більше абстрагує внутрішню роботу моделі.

Незважаючи на те, що нейронні мережі вважаються чорними ящиками, вони довели свою високу ефективність у різних задачах розпізнавання образів, у тому числі в потоковому відео. Їх здатність автоматично вивчати складні шаблони та адаптуватися до різних типів даних робить їх безцінними інструментами в програмах комп'ютерного зору. Система розпізнавання образів представлена методом чорного ящика зображена на рисунку 2.1.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Система розпізнавання образів у потоковому відео

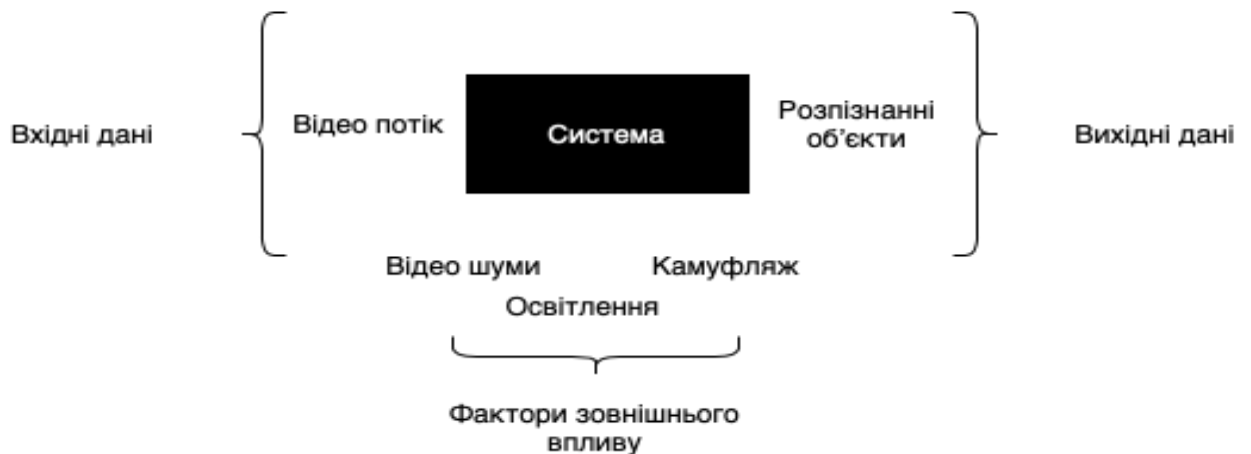


Рис. 2.1 – Представлення системи розпізнавання образів методом «Чорного ящика»

«Чорний ящик» отримує вхідні відеодані з потоку та використовує внутрішні алгоритми нейронної мережі для аналізу та розпізнавання образів. Але існують різноманітні зовнішні фактори, які можуть впливати на ефективність та функціонування. Погана якість вхідного відео (наприклад, низька роздільна здатність або великий рівень шуму) може ускладнити завдання розпізнавання образів. Зміна об'єктів або освітлення в потоці відео може вплинути на точність розпізнавання. Відповідь чорного ящика представляє собою вихідні дані, які можуть включати в себе результати розпізнавання, класифікації об'єктів чи подій у відео.

Таким чином, «чорний ящик» у розробці нейронної мережі для розпізнавання шаблонів у потоковому відео стосується самої моделі нейронної мережі, яка є складною керованою даними системою для розпізнавання шаблонів у відеоданих із складними внутрішніми процесами, які нелегко інтерпретувати людям.

Наступний етапом йде проектування функціональної схеми роботи системи. На цій схемі показано основні функціональні блоки системи.

Функціональну схему системи розпізнавання образів у потоковому відео можна побачити на рис.2.2.

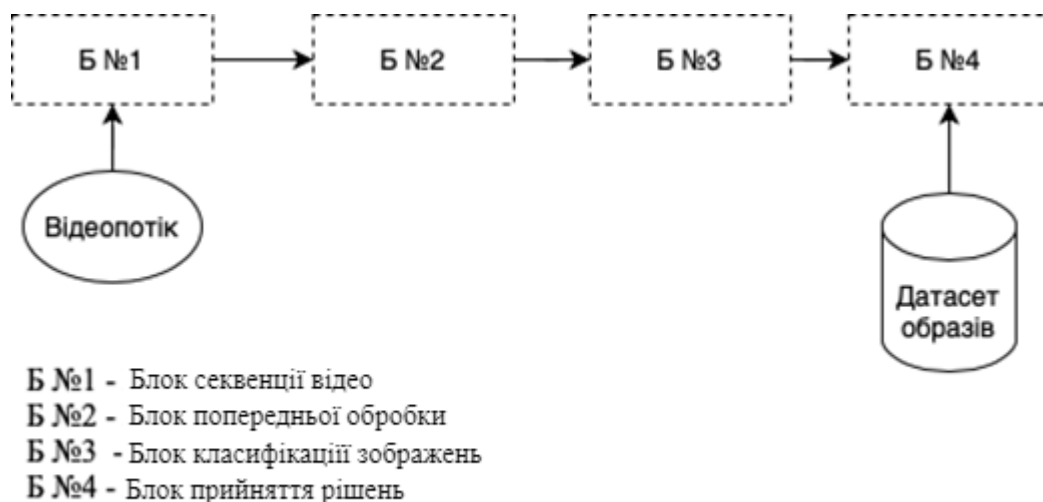


Рис. 2.2 – Функціональна схема системи розпізнавання образів

2.3.1 Блок секвенції відео

Блок секвенції відео, відповідальний за розбиття його на кадри, є першим етапом обробки відеоданих у системі розпізнавання образів.

Секвенція відео – це послідовність зображень (кадрів), які відтворюються одне за одним в певному порядку, створюючи візуальну історію або рухливий образ. У відео кожен кадр представляє собою зображення, і колекція цих кадрів утворює відеофайл.

Використання секвенцій в нейромережах дозволяє моделям краще розуміти та аналізувати динаміку подій у відеопотоці, що може покращити їхню здатність до розпізнавання образів та вирішення задач в реальному часі.

Початковим етапом є захоплення або створення відеопослідовності. Це може бути здійснене за допомогою камери для реального відео або шляхом обробки статичних зображень для створення відео.

Відеопослідовність розбивається на окремі кадри, кожен з яких відображає зображення в конкретний момент часу. Ці кадри можуть бути збережені в послідовності зображень.

Формула для розрахунку кількості кадрів за часовий інтервал представлена у виразі 2.1.

$$\text{Кількість кадрів} = \text{Частота кадрів} \times \text{Часовий інтервал} \quad (2.1)$$

де:

Кількість кадрів – це кількість кадрів у відеопотоці за вказаний часовий інтервал;

Частота кадрів – це кількість кадрів, які відображаються на екрані за одну секунду (вимірюється в кадрах на секунду, *FPS*);

Часовий інтервал – це тривалість часу, за який необхідно розбити відеопотік (вимірюється в секундах).

За допомогою виразу 2.1 можна розрахувати кількість кадрів, які отримуються за вказаний часовий інтервал при заданій частоті кадрів.

Відеопотік постійно отримується з камери, веб-камери, квадрокоптеру чи будь-якого іншого джерела відео. Цей потік може бути в різних форматах, таких як цифрове відео, аналогове відео або канали *IP*-камери.

Відеопотоки – це безперервні послідовності зображень, знятих протягом певного часу. Зазвичай вони складаються із серії кадрів (окремих зображень), що відображаються один за одним, створюючи ілюзію руху під час перегляду з високою частотою кадрів [15].

Для ефективної обробки відеоданих важливо розбити безперервний потік на окремі кадри. Кожен кадр представляє статичне зображення, зняте в певний момент часу.

Кадри зазвичай витягуються з відео з високою частотою кадрів, наприклад 30 кадрів на секунду (*FPS*). Це означає, що кожна секунду витягується та обробляється 30 окремих кадрів. Вища частота кадрів часто використовується для обробки відео в реальному часі для захоплення дрібних деталей і руху.

Фреймова частота визначає, скільки кадрів відео відтворюється за секунду. Позначається як *FPS* (*Frames Per Second*). Розраховується за допомогою виразу 2.2.

$$FPS = \frac{\text{Кількість кадрів}}{\text{Тривалість відео в секундах}} \quad (2.2)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Кожен кадр пов'язаний із міткою часу, яка вказує, коли його було знято. Позначки часу мають вирішальне значення для синхронізації та аналізу даних у часі.

Кадри, вилучені з відеопотоку, зберігають роздільну здатність і співвідношення сторін вихідного відео. Роздільна здатність може змінюватися залежно від можливостей камери та вимог програми.

Вираз для розрахунку роздільної здатності представлено у виразі 2.3:

$$\text{Роздільна здатність} = \text{Ширина кадру} \times \text{Висота кадру} \quad (2.3)$$

де:

Роздільна здатність – це кількість пікселів, які складають кожен кадр відеопотоку. Вона вимірюється в пікселях (px).

Ширина кадру – це кількість пікселів у ширину кадру, вимірюється в пікселях (px) [16].

Висота кадру – це кількість пікселів у висоту кадру, вимірюється в пікселях (px) [16].

Ця формула дозволяє розрахувати роздільну здатність кожного окремого кадру з врахуванням його розмірів у пікселях. Співвідношення сторін можна розрахувати як відношення ширини кадру до його висоти, як у виразі 2.4:

$$\text{Співвідношення сторін} = \frac{\text{Висота кадру}}{\text{Ширина кадру}} \quad (2.4)$$

Цей вираз вказує на те, у скільки разів ширина кадру більша або менша за його висоту. Ці параметри можуть бути змінені залежно від можливостей камери та вимог програми.

Отримані кадри зазвичай мають стандартний формат зображення, наприклад *JPEG* або *PNG*, що робить їх придатними для подальшої обробки та можливого використання.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

У деяких системах кадри можуть бути буферизовані або тимчасово збережені, щоб забезпечити безперервний потік кадрів для подальшої обробки, особливо якщо є будь-які затримки в обробці наступних блоків.

У системах, де кадри буферизуються або тимчасово зберігаються для забезпечення безперервного потоку кадрів або вирішення затримок в обробці, можна використовувати формулу 2.5. для обчислення кількості кадрів, які потрібно буферизувати для певної затримки.

$$\text{Кількість буферизованих кадрів} = FPS \times D \quad (2.5)$$

Ця формула дозволяє визначити, скільки кадрів потрібно зберегти в буфері, щоб забезпечити відсоток часової затримки D .

Секвенція кадрів зазвичай виконується в режимі реального часу, щоб не відставати від частоти кадрів відеопотоку. Обробка в режимі реального часу має важливе значення для таких додатків, як спостереження, аналіз відео та прямі трансляції.

Залежно від системних вимог і обчислювальних ресурсів секвенція відео може виконуватися паралельно з використанням багатопоточних методів для підвищення ефективності та забезпечення своєчасного захоплення кадрів.

У налаштуваннях з декількома камерами або декількома датчиками можна використовувати механізми синхронізації для вирівнювання кадрів із різних джерел на основі часових позначок для координованого аналізу.

Блок секвенції відео є фундаментальним кроком у системах обробки відео, що дозволяє перетворювати безперервний відеопотік у послідовність окремих кадрів, які потім можуть бути оброблені, проаналізовані або передані для різних програм, включаючи виявлення об'єктів, розпізнавання облич, аналіз руху тощо.

2.3.2 Блок попередньої обробки

Блок попередньої обробки включає серію методів попередньої обробки, застосованих до окремих кадрів, виокремлених із відеопотоку. Цей блок відповідає за підготовку кадрів для подальшого аналізу та розпізнавання.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Методи покращення зображення використовуються для покращення якості та чіткості кадрів.

Для розпізнавання образів воєної техніки на вже виокремлених кадрах з відео можна використати наступні методи:

1. Регулювання контрастності: регулює контрастність і яскравість зображення, полегшуючи розрізнення деталей і об'єктів [17]. Один із популярних методів – це використання лінійного перетворення. У виразі 2.6 можна побачити як розраховується контрастність зображення.

$$I_{\text{нове}} = \alpha \times I_{\text{початкове}} + \beta \quad (2.6)$$

де:

$I_{\text{нове}}$ – нова яскравість пікселя;

$I_{\text{початкове}}$ – початкова яскравість пікселя;

α – коефіцієнт контрастності;

β – коефіцієнт яскравості.

Зміну контрастності можна побачити на рисунку 2.3.

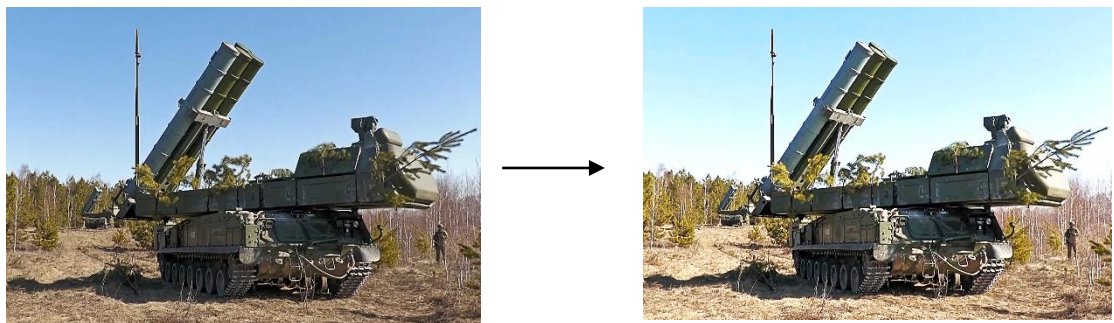


Рис. 2.3 – Зміна контрастності

2. Зменшення шуму: такі методи, як розмиття за Гаусом або медіанна фільтрація, можна застосувати для зменшення шуму, який може виникати через такі фактори, як умови слабого освітлення або дефекти датчика камери.

Вираз для обчислення значень пікселів після розмиття за Гаусом:

$$\text{Значення пікселя після розмиття} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k A \times e^{-\frac{i^2+j^2}{2\sigma^2}} \quad (2.7)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де:

σ – стандартне відхилення гаусівської функції,

A – початкове значення пікселя,

k – радіус розмиття (зазвичай вибирається на основі значень стандартного відхилення).

2. Підвищення різкості: фільтри підвищення різкості можуть покращити краї та дрібні деталі зображення, полегшуючи наступні блоки обробки для виявлення особливостей.

Фільтри для підвищення різкості часто використовують операції обробки зображень для підсилення контрастності між сусідніми пікселями та вирізання країв об'єктів на зображенні.

Формула 2.8 для фільтрації підвищення різкості може виглядати наступним чином:

$$I_{\text{нове}}(x, y) = I(x, y) \times \alpha \left(I(x, y) - \text{Blur}(I(x, y)) \right) \quad (2.8)$$

де:

(x, y) – значення яскравості пікселя в координатах (x, y) ;

$I_{\text{нове}}(x, y)$ – нове значення яскравості пікселя після фільтрації підвищення різкості;

α – коефіцієнт підсилення, що контролює силу ефекту;

$\text{Blur}(I(x, y))$ – результат застосування фільтра розмивання до початкового зображення.

З цією формулою додається різниця між початковим значенням пікселя та його розмитим значенням, помножену на коефіцієнт підсилення, до початкового значення. Це дозволяє підвищити різкість та виділити деталі там, де є великі зміни в яскравості.

Формула 2.9 для розмивання $\text{Blur}(I(x, y))$ може бути визначена як усереднення значень пікселів у певній області координат (x, y) .

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$Blur(I(x,y)) = \frac{1}{N} \sum_{i=-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} \sum_{j=-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} I(x+i, y+j) \quad (2.9)$$

де:

N – розмір області або ядра розмивання;

$I(x, y)$ – значення пікселя в координатах (x, y) ;

Сума проводиться по всіх пікселях у визначеній області координат (x, y) .

Збільшення різкості зображення можна побачити на рисунку 2.4.

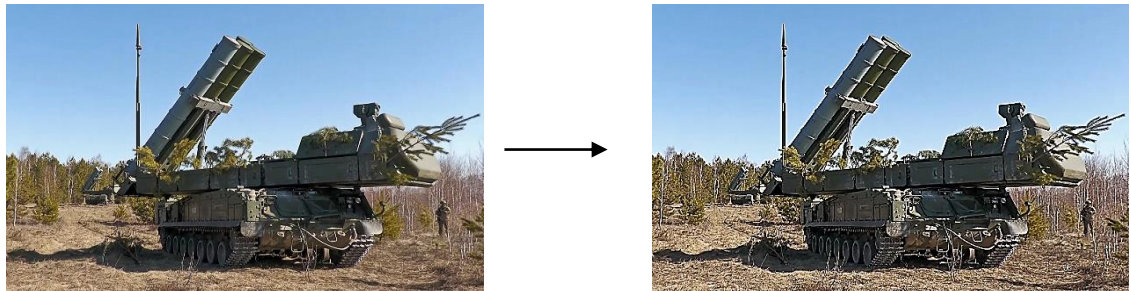


Рис. 2.4 – Зміна різкості

Попередня обробка є вирішальним кроком у системах відеоаналізу, оскільки вона може суттєво вплинути на продуктивність наступних завдань розпізнавання та аналізу. Покращуючи та стандартизуючи кадри, витягнуті з відеопотоку, цей блок допомагає гарантувати, що система може точно ідентифікувати об'єкти, обличчя чи інші елементи у відео.

2.3.3 Блок класифікації зображень

Класифікація зображень є ключовим завданням комп'ютерного зору, і моделі глибокого навчання, зокрема згорткові нейронні мережі (*CNN–Convolutional Neural Networks*), зробили революцію в цій галузі [18].

Для розробки нейронної мережі, яка буде здатна у режимі реально часу розпізнавати образи військової техніки, було обрано алгоритм *YOLO*. Цей алгоритм покращує швидкість виявлення, оскільки він може передбачати об'єкти в реальному часі, а також це метод прогнозування, який забезпечує точні результати з мінімальними фоновими помилками.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

YoloV5 має архітектуру глибокої нейронної мережі, яка поєднує різні рівні з різною роздільною здатністю для виявлення об'єктів у різних масштабах. Він використовує магістральну мережу *DARKNET-53* для вилучення функцій із вхідного зображення. *DARKNET-53* – це згорткова нейронна мережа з глибиною 53 рівні. Приклад того, як проходить обробка та розпізнавання образів можна побачити на рис. 2.5.

YOLO: You Only Look Once

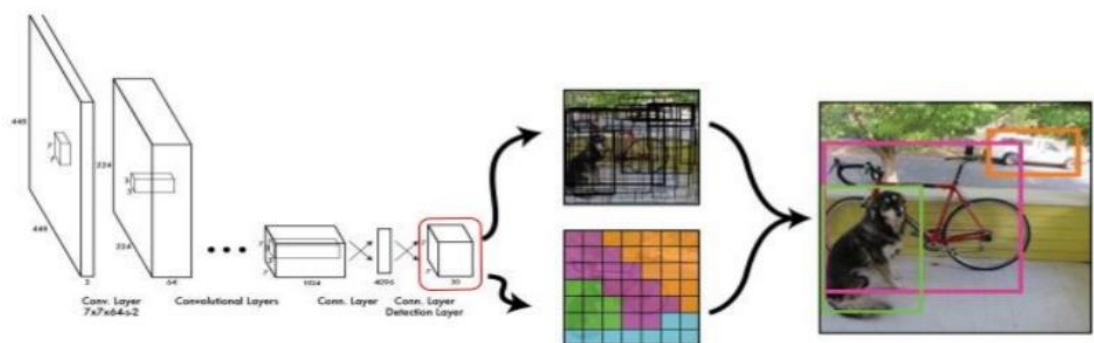


Рис. 2.5 – Обробка та розпізнавання образів

Цей метод ділить вхідне зображення на сітку та передбачає обмежувальні рамки в трьох різних масштабах: великому масштабі, середньому масштабі та малому масштабі. Кожна рамка відповідає за виявлення об'єктів різного розміру. Для кожної комірки сітки в кожному масштабі *YoloV5* передбачає кілька обмежувальних рамок. Принцип звіряння зображенні в *YOLO* можна побачити на рисунку 2.6. Кожна обмежувальна рамка визначається своїми координатами (X , Y) для центру рамки, шириною, висотою та пов'язаним показником достовірності.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

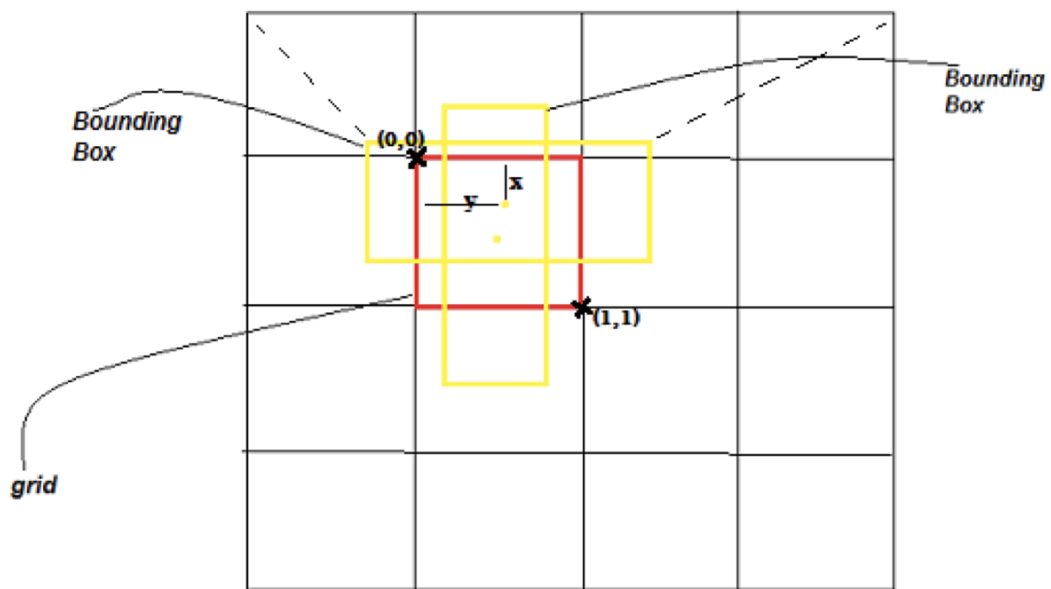


Рис. 2.6 – Звіряння зображенні в YOLO

Обрана модель виконує багатокласову класифікацію, прогнозуючи ймовірність належності виявленого об'єкта до різних класів об'єктів. Для кращої роботи з багатомасштабним виявленням YoloV5 об'єднує функції з попередніх рівнів з функціями з шарів з вищою роздільною здатністю для отримання інформації про об'єкти в різних масштабах.

Після того, як прогнози зроблені в кожному масштабі, YoloV5 використовує NMS (Non-Maximum Suppression) для видалення дублікатів або обмежувальних рамок, що сильно перекриваються, зберігаючи найбільш впевнені та точні прогнози. NMS – це метод комп'ютерного зору, який вибирає один об'єкт із багатьох перекриваючих об'єктів. Критеріями зазвичай є відкидання об'єктів, які знаходяться нижче заданої межі ймовірності.

YoloV5 підтримує продуктивність у реальному часі, що робить його придатним для сценаріїв, які вимагають швидкого та ефективного виявлення об'єктів у відеопотоках або живих каналах камери. Ця можливість максимально підходить під цілі даної роботи.

YOLO переосмислює завдання виявлення об'єктів, розглядаючи його як проблему регресії замість класифікації. Замість розділення на класи, ця система

Прогнози обмежувальної рамки будуються подібним чином як на рисунку

2.8:

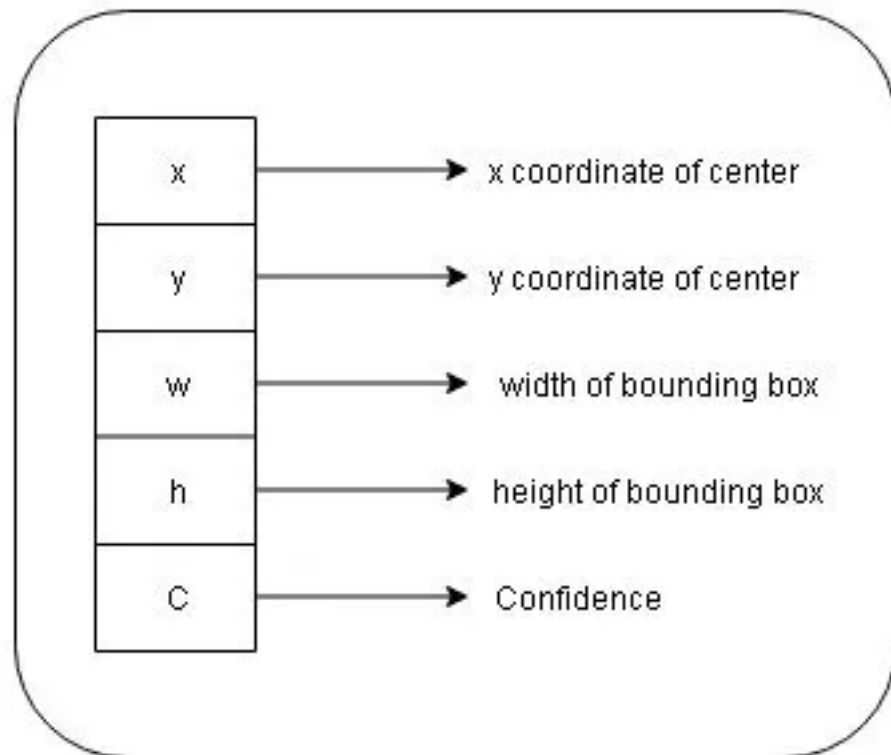


Рис. 2.8 – Прогнози обмежувальної рамки

Кожен обмежувальний прямокутник складається з п'яти прогнозів: X , Y , W , H і достовірності,

де:

(X, Y) – координати, що представляють центр прямокутника. Ці координати обчислюються відносно меж комірок сітки.

W – ширина обмежувальної рамки.

H – висота обмежувальної рамки.

Кожна комірка сітки також передбачає ймовірності умовного класу та розраховується за формулою 2.10:

$$C = PR\left(\frac{CLASS}{OBJECT}\right) \quad (2.10)$$

де:

C – це оцінка детекції об'єкта.

$PR\left(\frac{CLASS}{OBJECT}\right)$ – ймовірність того, що об'єкт, виявлений алгоритмом, належить до певного класу.

Він передбачає лише один набір ймовірностей класу на комірку сітки, незалежно від кількості блоків B . Під час тестування ці умовні ймовірності класу множаться на передбачення достовірності окремих блоків (вираз 2.11), які дають оцінки довіри для кожного класу. Ці бали показують як достовірність цього класу, так і те, наскільки добре коробка підходить до об'єкта.

$$PR\left(\frac{Клас I}{Об'єкт}\right) \times PR(Об'єкт) \times IOU = PR(Клас I) \times IOU \quad (2.11)$$

де:

$PR\left(\frac{CLASS}{OBJECT}\right)$ – ймовірність того, що об'єкт, виявлений алгоритмом, належить до конкретного класу (Клас I).

$PR(Об'єкт)$ – загальна ймовірність виявлення об'єкта.

IOU – показник схожості між областями.

$PR(Клас I)$ – загальна ймовірність того, що об'єкт належить до конкретного класу.

Остаточні прогнози кодуються за формулою 2.12:

$$S \times S \times (B \times 5 + C) \quad (2.12)$$

IOU використовується для оцінки алгоритму виявлення об'єктів. Це перекриття між базовою правдою та прогнозованим обмежувальним прямокутником, тобто він обчислює, наскільки прогнозований прямокутник схожий на базову правду. Приклад роботи IOU можна побачити на рис.2.9.

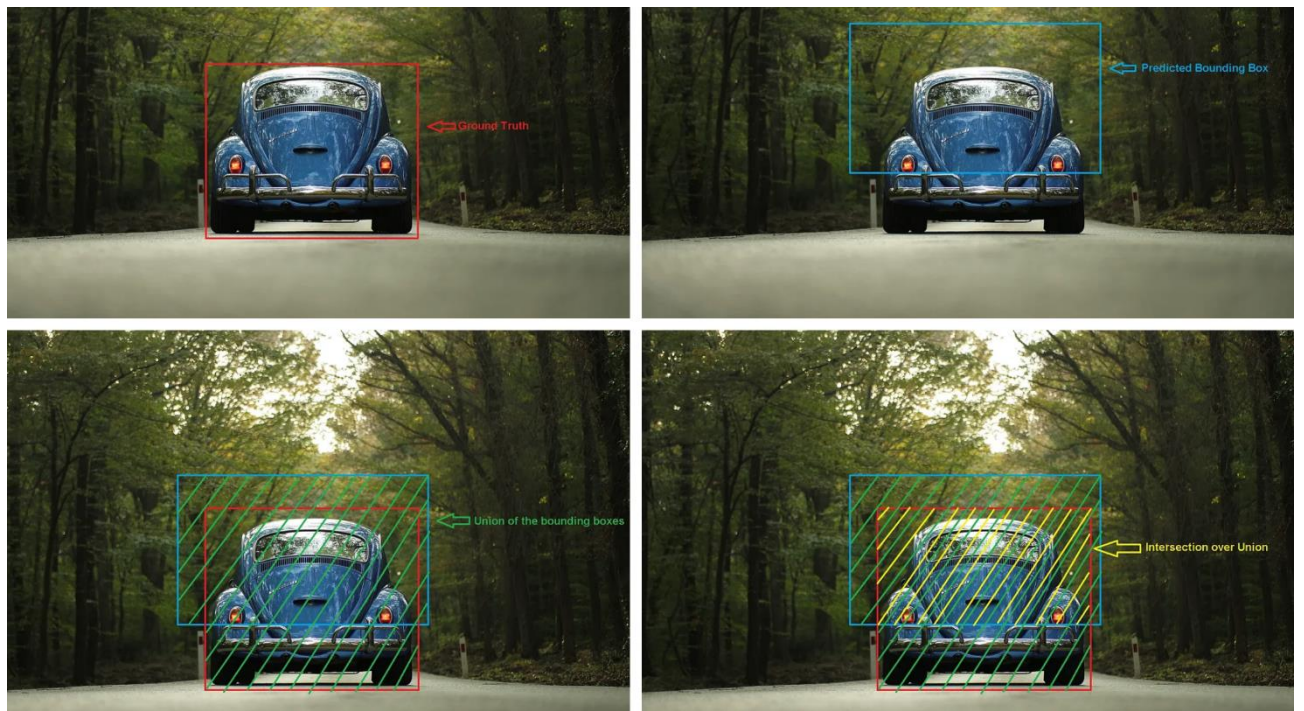


Рис. 2.9 – Використання IOU

Точність (*precision*) позначає відсоток вірних передбачень для вікна, що включає (*true positives*), серед усіх результатів для цього класу та розраховується за формулою 2.13.

$$Precision = \frac{True\ positives}{True\ positives + False\ positives} \quad (2.13)$$

де:

True Positives – кількість випадків, коли модель правильно визначила позитивний клас (правильно виявлені екземпляри цільового класу).

False Positives – кількість випадків, коли модель неправильно визначила позитивний клас (виявлені екземпляри, які насправді належать до негативного класу).

Повнота (*recall*) позначає відсоток знайдених вікон для даного класу, що виявляють, серед усіх, представлених у *ground truth* цього зображення. Рахується за формулою 2.14:

$$Recall = \frac{True\ positives}{Number\ of\ ground\ truth\ boxes} \quad (2.14)$$

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де:

True Positives – кількість правильно виявлених об'єктів даного класу.

Number of ground truth boxes – загальна кількість екземплярів цього класу, які насправді існують у вихідних даних.

Оскільки проводиться оцінка точності для алгоритму виявлення та класифікації, не можна обмежуватися середньою точністю, далі використовується поняття *mean average precision*. Розраховується за допомогою виразу 2.15.

$$\text{Mean Average Precision (MAP)} = \frac{\sum_{q=1}^Q AP(q)}{Q} \quad (2.15)$$

Mean Average Precision (MAP) – середня величина *AP*

де:

Q – кількість запитів

$AP(q)$ – це значення *Average Precision* для конкретного запиту q , яке вимірює точність виявлення об'єктів для цього конкретного запиту.

Зазвичай кількість запитів відповідає кількості класів, на які навчено алгоритм.

Модель *YOLO* має деякі обмеження:

- просторові обмеження на передбачення обмежувальної рамки, оскільки кожна клітинка сітки передбачає лише дві коробки та може мати лише один клас;
- важко виявити дрібні предмети, які з'являються групами;
- їй важко узагальнити об'єкти в нових або незвичайних співвідношеннях сторін, оскільки модель навчається передбачати обмежувальні рамки на основі самих даних;

YOLO V5 використовує функцію втрати, яка включає компоненти для класифікації об'єктів, локалізації та розміру об'єктів. Формула функції втрати може виглядати так (вираз 2.16) :

$$L = \lambda\{COORD\} \times L\{COORD\} + \lambda\{NOOBJ\} \times L\{NOOBJ\} + L\{CLASS\} \quad (2.16)$$

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де:

$\lambda\{COORD\}$ – ваговий коефіцієнт для компонента локалізації.

$L\{COORD\}$ – складова функції втрати, пов'язана з локалізацією.

$\lambda\{NOOBJ\}$ – ваговий коефіцієнт для компонента виявлення відсутності об'єкта.

$L\{NOOBJ\}$ – складова функції втрати, пов'язана з виявленням відсутності об'єкта.

$L\{CLASS\}$ – складова функції втрати, пов'язана з класифікацією об'єктів.

Основна ідея *YOLO* полягає в розділенні зображення на сітку і передбаченні об'єктів та їхніх боксів в кожній клітинці сітки. Ця простота концепції сприяє легкості в розумінні та імплементації алгоритму. Також *YOLO* використовує регресію для передбачення розмірів та положення боксів. Це означає, що він може вчитися оптимальним чином виправляти та вдосконалювати прогнози щодо положення об'єктів.

YOLO може передбачати класи об'єктів, його положення та розміри одночасно. Це робить його дуже ефективним для задач виявлення та класифікації об'єктів.

Використання *YOLO* є гарним рішенням з математичної точки зору через свою швидкість, ефективність та простоту в розумінні та імплементації, що робить його важливим інструментом у сфері комп'ютерного зору та глибокого навчання.

YOLO використовує конволюційні нейронні мережі (*CNN*) в своїй архітектурі.

CNN – це клас моделей глибокого навчання, розроблених спеціально для завдань, пов'язаних із зображеннями, включаючи класифікацію зображень. Вони стали основою багатьох найсучасніших систем комп'ютерного зору[18].

CNN використовують згорткові шари для автоматичного вивчення та вилучення функцій із вхідних зображень. Ці шари застосовують до вхідного зображення набір доступних для навчання фільтрів (ядер), які згортаються по

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

всьому зображенню, щоб ідентифікувати такі елементи, як краї, текстури та форми.

Шари об'єднання використовуються для зменшення дискретизації карт функцій, створених згортковими шарами, зменшуючи просторові розміри та кількість параметрів. Загальні операції об'єднання включають об'єднання максимального та середнього об'єднання.

Після виділення ознак *CNN* [18] зазвичай включають один або більше повністю пов'язаних рівнів, які виконують остаточну класифікацію. Ці рівні з'єднують усі вивчені функції з вихідним рівнем, де мережа робить прогнозування класу.

Функції активації, такі як *RELU* [19] (*Rectified Linear Unit*), використовуються для введення нелінійності в модель, дозволяючи їй вивчати складні зв'язки в даних.

CNN навчаються на великих наборах даних, що містять мільйони позначених зображень. Попередньо навчені моделі *CNN*, такі як *VGG*, *Resnet*, *Inception* і *Mobilenet*, набули популярності. Ці моделі тренуються на великих наборах даних і можуть бути точно налаштовані для конкретних завдань класифікації зображень за допомогою менших, специфічних наборів даних.

Трансферне навчання є звичайною практикою, коли попередньо навчена модель *CNN* адаптується для нового завдання. Замість навчання моделі з нуля знання, отримані з пов'язаного завдання або набору даних, переносяться до нового завдання. Цей підхід часто призводить до швидшої конвергенції та кращих результатів, особливо коли дані з мітками обмежені.

Методи розширення даних, такі як випадкове кадрування, обертання та перевертання, застосовуються для збільшення різноманітності навчальних даних і підвищення надійності моделі.

Моделі *CNN* навчаються за допомогою алгоритмів оптимізації, таких як стохастичний градієнтний спуск (*SGD*) або його варіанти. Під час навчання параметри моделі оновлюються, щоб мінімізувати функцію втрат. Тонка

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

настройка передбачає коригування ваг попередньо навченої моделі відповідно до нового завдання.

Після навчання моделі *CNN* можуть виконувати висновки в режимі реального часу на окремих кадрах із відеопотоку, класифікуючи об'єкти чи шаблони за мілісекунди.

Використання *CNN* для класифікації зображень у обробці відео дозволяє розпізнавати широкий спектр об'єктів і шаблонів, що робить його застосовним до різних областей, включаючи спостереження, автономні транспортні засоби, медичне зображення тощо. Здатність аналізувати зображення в режимі реального часу з високою точністю відкрила нові можливості для автоматизованого прийняття рішень та інтелектуальних систем аналізу відео.

Для завдань класифікації зображень важливим етапом є визначення класів, тобто категорій чи типів об'єктів, які модель буде намагатися розпізнати.

Вибір класів для датасету залежить від конкретної задачі, яка планується вирішуватися за допомогою нейронної мережі. При виборі класів слід також враховувати баланс між класами у датасеті. Якщо один клас відсутній або представлений надто мало, це може вплинути на якість моделі.

Потрібно розуміти, що деякі класи можуть бути важкі для визначення або розмітки. Обираючи класи для датасету, створюється основа для навчання та розв'язання задачі машинного навчання або розпізнавання об'єктів. Важливо підійти до цього питання з усією відповідальністю та зробити обґрунтований вибір, який відповідає потребам.

Для нейронної мережі, яка буде розпізнавати образи військової техніки у потоковому відео було обрано наступні класи:

- танки: включення класу «танки» дозволить розпізнавати різні види бойових танків;
- бойові бронетранспортери: цей клас може включати різні бойові бронетранспортери та військову техніку для перевезення військового особового складу;

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- артилерія: клас «артилерія» може включати різні види артилерійських гармат та морських гармат;
- повітряна техніка: цей клас може охоплювати військові літаки, вертольоти та безпілотні літальні апарати (БПЛА);
- військові машини: включення класу «військові машини» дозволить розпізнавати різні види військової спецтехніки, такої як інженерні машини, бульдозери, тощо;
- військові судна: включення в клас «військові суда» дозволить розпізнавати військові кораблі та плавучі засоби;
- інше: клас «інше» для об'єктів, які не підпадають під інші категорії воєнної техніки.

Для ефективного розпізнавання образів воєнної техніки у потоковому відео були визначені наступні класи: танки, бойові бронетранспортери, артилерія, повітряна техніка, військові машини, військові судна та інше. Для вирішення цієї задачі було обрано конволюційну нейронну мережу (*CNN*), яка відома своєю ефективністю в обробці зображень. Архітектура мережі включає вхідний шар для прийому зображення з потокового відео, конволюційні шари для виявлення різних фільтрів та особливостей, шари пулінгу для зменшення розміру та виділення важливих ознак, повнозв'язні шари для класифікації та вихідний шар для остаточного визначення класу. Ця схема покликана ефективно розпізнавати воєнну техніку та класифікувати її відповідно до визначених класів. Для оптимізації точності можливі додаткові експерименти з параметрами та об'ємом тренувальних даних. Схему шарів для описаної нейронної мережі можна побачити на рисунку 2.10.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

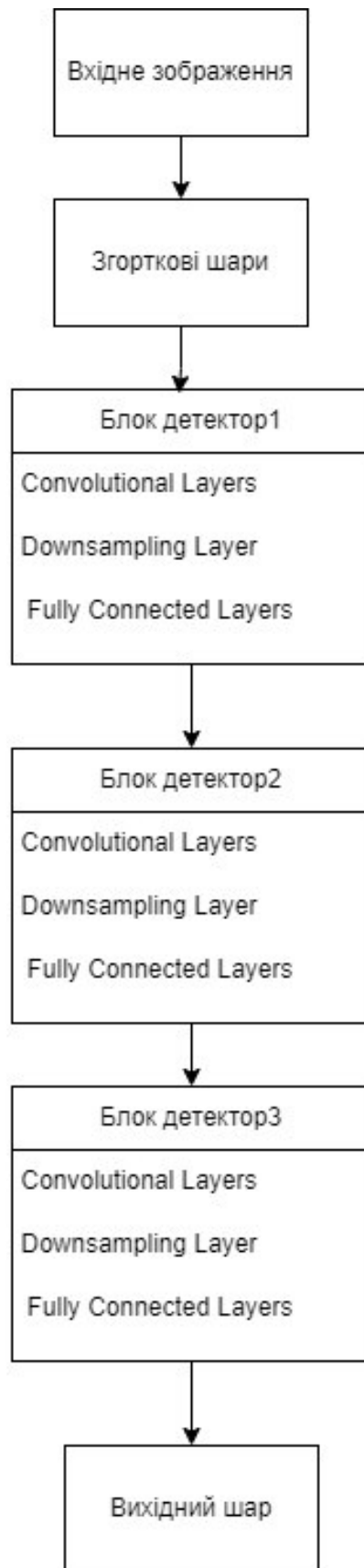


Рис. 2.10 – Схема нейронної мережі

Вхідний шар приймає вхідне зображення з потокового відео. Кількість каналів визначається кольоровим простором (*RGB*).

Конволюційні шари – це шари для виявлення різних фільтрів та особливостей, таких як краї та форми [20].

Шар пулінгу зменшують розмір вхідного зображення та виділяє найважливіші ознаки.

Повнозв'язні шари здійснюють класифікацію на різні класи (танки, бронетранспортери і т. д.).

Вихідний шар із кількістю нейронів, рівною кількості класів, здійснює остаточну класифікацію.

2.3.4 Блок прийняття рішень

Блок «прийняття рішень» у обробці відео відповідає за прийняття рішення на основі результатів класифікації, отриманих у результаті розпізнавання зображень. Крім того, це передбачає відображення результату в режимі реального часу для втручання людини або подальшого аналізу.

За результатами класифікації зображень система може приймати автоматизовані рішення. У багатьох випадках важливо залучати людину до процесу прийняття рішень. Система може надавати результати класифікації операторам для перегляду та підтвердження. Тоді люди-оператори можуть підтвердити загрозу безпеці або взяти під контроль виокремлений об'єкт.

Результати розпізнавання зображень часто відображаються в режимі реального часу на екранах моніторингу. Ці екрани дозволяють операторам переглядати класифіковані зображення та рішення, прийняті системою. Відображення в реальному часі має вирішальне значення для додатків, які вимагають негайної реакції, наприклад для спостереження та безпеки.

Інструменти візуалізації можна використовувати для більш ефективного відображення результатів класифікації. Наприклад, можна додати обмежувальні рамки або анотації, щоб виділити розпізнані об'єкти у кадрі. Теплові карти також можна використовувати для відображення цікавих областей на зображенні.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Зазвичай, для блока прийняття рішень в нейромережах використовують функцію *Softmax* для отримання ймовірностей належності вхідного образу до кожного з класів [21]. *Softmax* – це математична функція, яка використовується в машинному навчанні та глибокому навчанні, зокрема в задачах класифікації. Функція приймає вектор значень та повертає ймовірності, які нормалізуються до одиниці. Це часто використовується для перетворення векторів оцінок на ймовірності класів.

Нормалізована сума для кожного класу може обчислюватися за формулою 2.17:

$$z_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} \times x_j + b_i \quad (2.17)$$

де:

- z_i – нормалізована сума для класу i ;
- n – кількість ознак вхідного образу;
- w_{ij} – вага між ознакою j та класом i ;
- x_j – значення ознаки j ;
- b_i – зсув для класу i .

Ймовірність класу за допомогою *Softmax* обчислюється за формулою 2.18

$$P\left(\frac{y_i}{x}\right) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{k=1}^k e^{z_k}} \quad (2.18)$$

де:

- $P\left(\frac{y_i}{x}\right)$ – ймовірність належності вхідного образу до класу I ;
- k – загальна кількість класів;
- e – число Ейлера.

Обрання класу з найвищою ймовірністю рахується за формулою 2.19.:

$$\hat{y} = \arg \max_i P\left(\frac{y_i}{x}\right) \quad (2.19)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де:

\hat{y} – обраний клас;

$\arg \max$ – аргумент, при якому досягається максимальне значення серед усіх можливих індексів i .

Ці формули дозволяють моделі приймати рішення щодо класифікації вхідного образу на основі ваг та ймовірностей.

Блок «прийняття рішень» є критично важливою частиною систем обробки відео, оскільки він усуває розрив між автоматичним розпізнаванням і втручанням людини. Це дає змогу системі вживати заходів у режимі реального часу, незалежно від того, чи є ця дія негайною відповіддю на загрозу безпеці чи персоналізованою рекомендацією вмісту на медіа-платформі. Ефективність цього блоку часто вимірюється здатністю системи приймати точні рішення при мінімізації помилкових спрацьовувань і помилкових негативів.

Висновки до другого розділу

1. Представлено систему для розпізнавання образів в потоковому відео методом чорного ящика.
2. Розроблено функціональну модель системи з детальним описом кожного блоку.
3. Запропоновано використовувати модель *YOLO* для розпізнавання образів в потоковому відео в реальному часі.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Вибір і обґрунтування засобів розробки

3.1.1 Вибір мови програмування

Для розробки нейронної мережі, яка буде обробляти відео та розпізнавати образи у потоці, було обрано мову програмування *Python*.

Python – це універсальна мова, яку можна використовувати для різних завдань, окрім розробки нейронних мереж, таких як попередня обробка даних, візуалізація даних та системна інтеграція [22]. Він може слугувати єдиним рішенням для всього проєкту. Стійкі переваги цієї мови програмування можна побачити на рисинку 3.1.

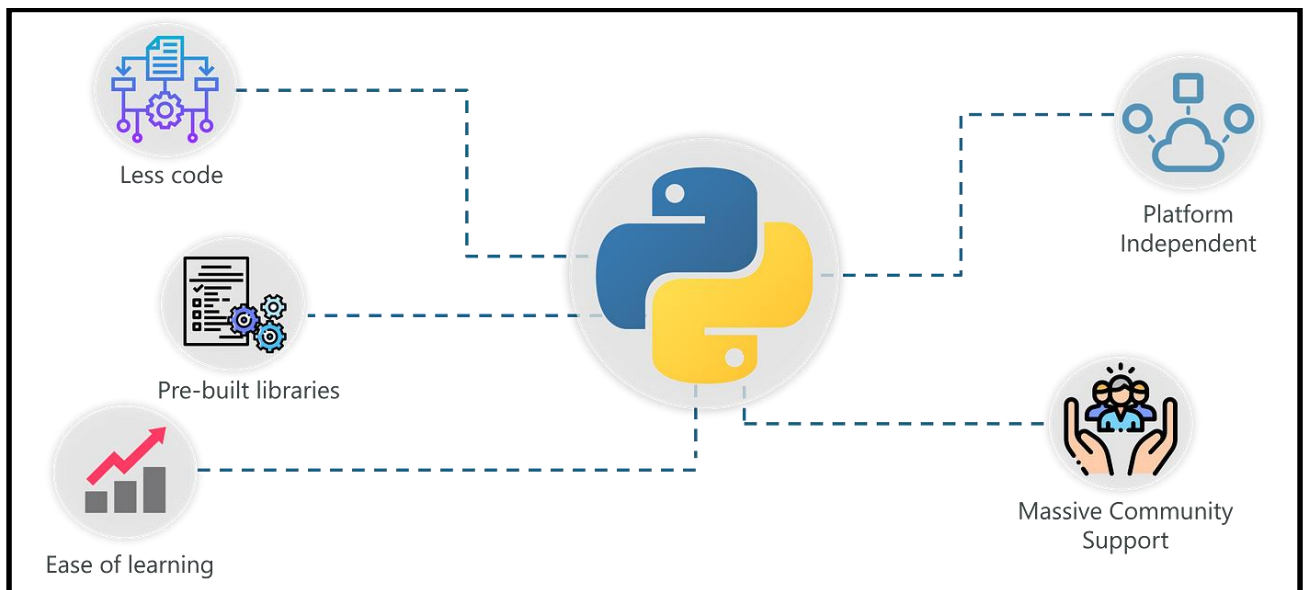


Рис. 3.1 – *Python*

Python є кросплатформною мовою, що означає, що код, розроблений на одній платформі (*Windows*, *macOS* або *Linux*), часто може працювати на інших платформах без значних змін.

Python може похвалитися багатою та великою екосистемою бібліотек і фреймворків для машинного та глибокого навчання. Зокрема, такі популярні

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

бібліотеки, як *TensorFlow*, *PyTorch* і *Keras*, надають безліч інструментів і ресурсів для розробки нейронних мереж.

Також *Python* пропонує численні бібліотеки для обробки зображень і відео, які можуть бути вирішальними для обробки потокових відеоданих, включаючи *OpenCV* для завдань комп'ютерного зору. *Python* легко інтегрується з іншими інструментами та бібліотеками.

Алгоритм *YOLO* реалізовано за допомогою фреймворків глибокого навчання на *Python*, таких як *TensorFlow*, *PyTorch* і *Darknet*.

Python із його великими бібліотеками, активною спільнотою та фреймворками глибокого навчання забезпечує надійну платформу для роботи з *YOLO*. Він спрощує розробку та розгортання рішень виявлення об'єктів на основі *YOLO* і широко використовується як у дослідницьких, так і в комерційних програмах для виявлення об'єктів у реальному часі в потоковому відео.

3.1.2 Використання *PyCharm*

PyCharm – універсальна *Python IDE*, яка ефективно використовувати для побудови нейронних мереж за допомогою правильних конфігурацій і плагінів [23].

PyCharm підтримує плагіни та включає плагіни для популярних бібліотек нейронних мереж, таких як *TensorFlow*, *PyTorch* і *Keras*. Ці плагіни можуть забезпечити доповнення коду, підсвічування синтаксису та інтеграцію з цими системами. Бібліотеки нейронних мереж часто мають певні вимоги до версії, тому дуже важливо правильно керувати середовищем *Python*. *PyCharm* дозволяє створювати віртуальні середовища проекту, які можуть допомогти вам керувати залежностями.

PyCharm має вбудовану підтримку систем контролю версій, таких як *Git*. Використовуючи контроль версій можна відстежувати зміни у своєму коді, співпрацювати з іншими та керувати історією проекту. Використання *PyCharm* на рисунку 3.2.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

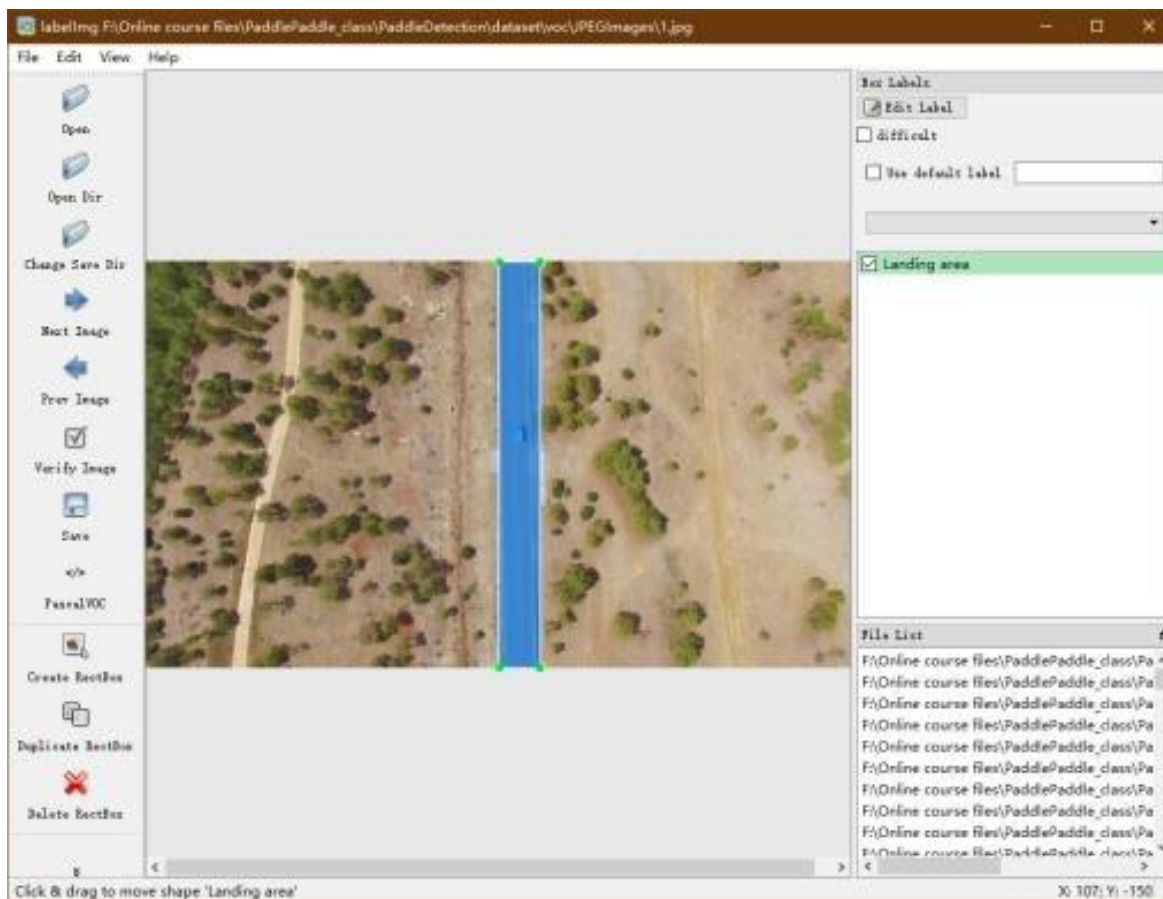


Рис. 3.3 – Розмітка датасету

Щодо збереження, то зазвичай анотації зберігаються у форматі, який легко обробляти нейронній мережі. Це може бути файл у форматі *XML*, *JSON* або текстовий файл, який містить інформацію про координати та класи об'єктів на кожному зображенні.

Далі розділяється датасет на навчальну, валідаційну та тестову частини. Зазвичай навчальна частина використовується для навчання мережі, валідаційна – для налаштування параметрів та визначення якості моделі, а тестова – для оцінки загальної ефективності моделі.

Під час навчання нейронної мережі використовуються розмічені дані для навчання вашої нейронної мережі. Використовується фреймворк для навчання, такий як *TensorFlow* [25] або *PyTorch* [26], та вказуються розмічені дані під час процесу навчання.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Після навчання моделі оцінюються її продуктивність за допомогою валідаційного та тестового датасетів. Потрібно переконатися, що модель розпізнає об'єкти з високою точністю.

Після навчання та оцінки моделі можна використовувати її для розпізнавання об'єктів на нових зображеннях або в потоковому відео.

Розмітка датасету – це важливий крок у створенні нейронної мережі для виявлення об'єктів. Вона забезпечує модель з необхідною інформацією для навчання та розпізнавання об'єктів на зображеннях.

3.2 Розробка класів

3.2.1 Клас *Detect* та *Segment*

Клас *Detect* і його розширення *Segment* є ключовими компонентами архітектури моделей *YOLOv5* для завдань детекції об'єктів та сегментації на зображеннях [27].

Клас *Detect* і його розширення *Segment* містять наступні функції:

- прогнозування боксів та класів: використовуючи конволюційний шар та вивід, клас *Detect* генерує прогнози для боксів (*rectangle bounding boxes*) та ймовірностей класів об'єктів на зображенні;

- координатні сітки (*Grid*): забезпечує генерацію координатних сіток, які використовуються для приведення прогнозованих координат боксів;

- робота в режимі навчання та інференції: метод *forward* може працювати як для режиму навчання, так і для режиму інференції, забезпечуючи необхідні виводи в кожному випадку;

- розширення для сегментації: клас *Segment* розширює функціональність для сегментації, додаючи параметри та модулі для обробки даних у контексті завдань сегментації;

- прототипи (*Proto*): включає в себе модуль *Proto* для роботи з прототипами (*prototypes*), які, використовуються в задачах сегментації;

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- контроль параметрів: класи дозволяють налаштувати параметри, такі як кількість класів, якорі, кількість фільтрів у конволюційних шарах тощо;
- індивідуальні шари: кожен шар конволюції може мати свої власні фільтри та параметри, що дозволяє адаптувати архітектуру під конкретні вимоги задачі;
- інференція та експорт: клас надає можливість використовувати модель для інференції та експортувати її для використання на різних платформах або в середовищах.

Нижче наведений лістинг 3.1, який демонструє клас *Detect*

Лістинг 3.1. Фрагмент коду класа *Detect*

```
def __init__(self, nc=80, anchors=(), nm=32, npr=256, ch=(),
            inplace=True):
    super().__init__(nc, anchors, ch, inplace)
    self.nm = nm # number of masks
    self.npr = npr # number of protos
    self.no = 5 + nc + self.nm # number of outputs per anchor
    self.m = nn.ModuleList(nn.Conv2d(x, self.no * self.na, 1) for x in
                           ch) # output conv
    self.proto = Proto(ch[0], self.npr, self.nm) # protos
    self.detect = Detect.forward
```

3.2.2 Клас *DetectionModel*

Клас *DetectionModel* є реалізацією моделі для завдань детекції об'єктів на зображеннях з використанням архітектури *YOLOv5*.

Основні функції цього класу:

1. Метод `__init__`:

- ініціалізує об'єкт класу. Приймає аргументи *cfg*, *ch*, *nc*, та *anchors*;
- завантажує конфігураційний файл моделі (якщо передано шлях) та ініціалізує модель *YOLOv5* за цими параметрами;
- при необхідності здійснює перевизначення значень змінних *nc* (кількість класів) та *anchors* (координати якорів);
- ініціалізує ваги та параметри моделі.

										Арк.
										69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	КРМ.КІ.1.884-03.1.10					

2. Метод *_forward_once*:

- викликається з методу *forward*. Проходиться по всіх шарах моделі та обчислює вихідний тензор для переданого вхідного тензору *x*;
- якщо встановлені параметри *profile* або *visualize*, викликає функції для обчислення *FLOPs* та візуалізації вихідних функцій.

3. Метод *_forward_augment*:

- викликається для режиму аугментації (збільшення об'єктів) під час інференсу;
- збільшує вхідне зображення за допомогою різних масштабів та обертів;
- викликає *_forward_once* для кожного аугментованого зображення та об'єднує їх результати.

4. Метод *_descale_pred*:

- використовується для "відмасштабування" прогнозів, які були зроблені під час аугментації;
- перетворює координати об'єктів назад до оригінального масштабу зображення.

5. Метод *_clip_augmented*:

- викликається для обрізання надлишкових даних під час аугментації;
- обрізає вихідні тензори, що виникають під час аугментованого інференсу.

6. Метод *_initialize_biases*:

- ініціалізує зсуви (*biases*) для об'єктів моделі *Detect()* за вказаними правилами;
- використовується для коректної ініціалізації об'єктів у шарі детекції.

Загалом, *DetectionModel* визначає конфігурацію та функціональність для моделі *YOLOv5* для завдань детекції об'єктів на зображеннях.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.3 Розробка *Main.py*

Блок *main.py* підготовлює дані для тренування моделі *YOLOv5* для завдання об'єктного виявлення на зображеннях.

Цей блок виконує наступне:

1. Розділення даних:

- визначаються шляхи до зображень (*IMAGES_PATH*) та файлів міток (*LABELS_PATH*);
- зчитуються імена файлів міток та розділяються на тренувальний, тестовий та валідаційний набори за допомогою *train_test_split*;
- створюються директорії для тренувальних, тестових та валідаційних зображень та міток.

2. Копіювання файлів відповідно до розділення:

- функція *move_files_to_dir* копіює файли зображень та відповідних файлів міток у визначені директорії для кожного з тренувального, тестового та валідаційного набору.

3. Оголошення та запис *data.yaml*:

- записується файл *data.yaml*, який містить шляхи до тренувальних, тестових та валідаційних наборів, кількість класів (*nc*) та імена класів (*names*).

4. Вивід інформації:

- виводиться інформація про структуру даних та підготовлені шляхи для тренування моделі *YOLOv5*.

Блок *main.py* допомагає створити структуру даних та файли конфігурації, які необхідні для тренування моделі *YOLOv5*. Після виконання цього коду йде конфігурація та тренування моделі за допомогою *YOLOv5*. Лістинг коду у додатку А.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.4. Тренування моделі

На цьому етапі модель вчиться розпізнавати та виділяти закономірності в тренувальних даних, що дозволить їй робити коректні прогнози на нових або невідомих даних, генерує внутрішнє представлення функцій або ознак даних, яке є оптимальним для виконання конкретної задачі, під час тренування параметри моделі оптимізуються за допомогою оптимізатора, що дозволяє мінімізувати функцію втрат та покращити якість передбачень.

Нижче наведений лістинг 3.2, який демонструє оптимізатор.

Лістинг 3.2. Фрагмент коду оптимізатора

```
# Optimizer

nbs = 64 # nominal batch size

accumulate = max(round(nbs / batch_size), 1) # accumulate loss
before optimizing

hyp['weight_decay'] *= batch_size * accumulate / nbs # scale
weight_decay

optimizer = smart_optimizer(model, opt.optimizer, hyp['lr0'],
hyp['momentum'], hyp['weight_decay'])
```

Цей блок коду готує оптимізатор для тренування, враховуючи розмір пакета, накопичення та інші гіперпараметри оптимізатора.

Для коректного навчання є заздалегідь підготовлений датасет та його розмітка.

У `train\images` знаходиться набір зображень представлений на рисунку 3.4

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Кожен з *.txt* має параметри наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Параметри розмітки зображення

Індекс	X1	X2	Y1	Y2
3	0.60380122950	0.6509836065377	0.792397536067	0.680327865246

Перше значення це атрибут класу до якого належить об'єкт, решта то координати розміченої сітки з уточненням, де саме знаходиться об'єкт на зображенні.

Існує 6 класів, які сприймає нейромережа та надає відповідь:

- *Assault Rifle;*
- *Camouflaged Soldier;*
- *Military Aircraft;*
- *Sniper Gun;*
- *Tank;*
- *Unmanned Combat Aerial Vehicle.*

Використовуючи ці дані можна приступити до навчання нейронної мережі.

Тренування моделі може відбуватися як на процесорах(*CPU*), так і на відеокартах (*GPU*). Вибір залежить від конкретної ситуації, процесори загального призначення (*CPU*) є універсальними і можуть виконувати широкий спектр завдань, включаючи тренування моделей, а відеокарти зазвичай мають паралельні обчислювальні одиниці, що робить їх відмінними для прискорення обчислень, які включають тренування нейронних мереж.

Дана нейромережа вчиться на *CPU*, адже не вистачає потужності *GPU*.

Процес навчання можна побачити на рисунку 3.6.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

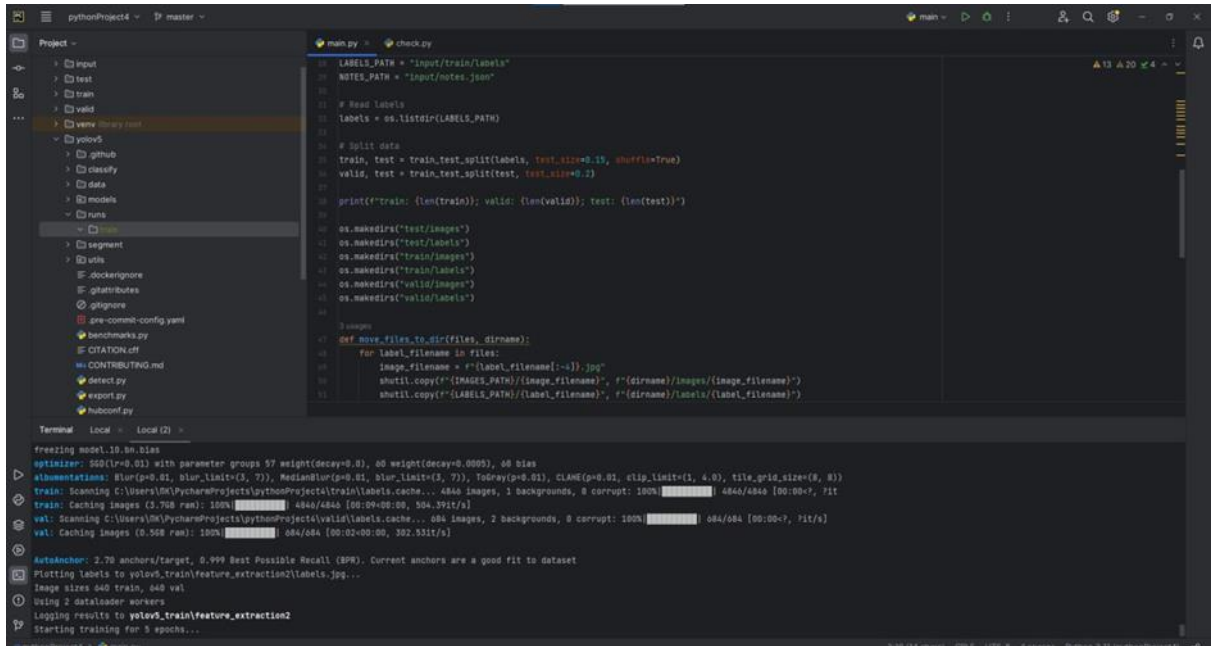


Рис. 3.6 – Навчання нейронної мережі

Після завершення навчання з'явиться *Model summary* (рисунок 3.7) – це зведена інформація про архітектуру моделі машинного навчання, яка дозволяє швидко отримати уявлення про кількість параметрів, розміри входів і виходів, а також інші характеристики моделі. Це допомагає ефективно контролювати та аналізувати модель.

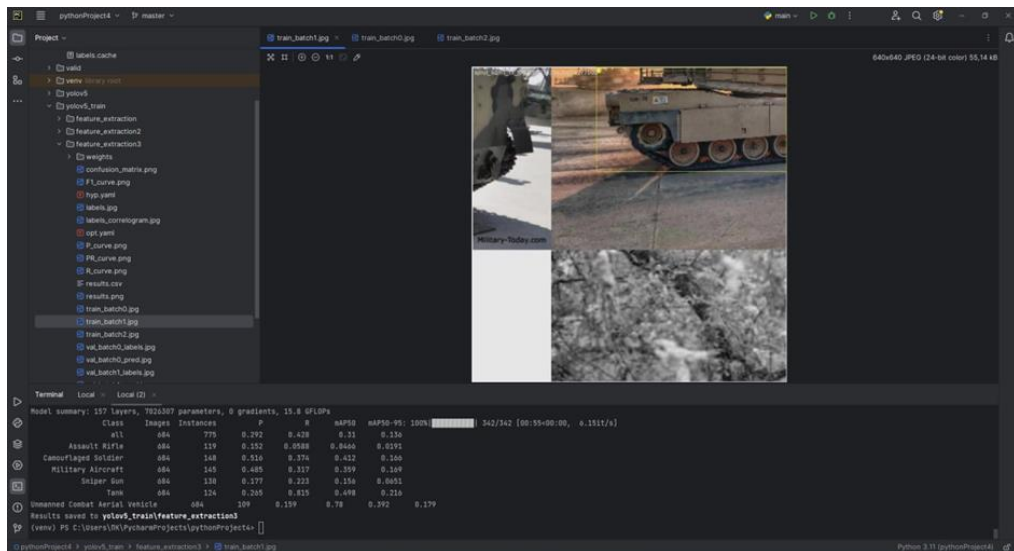


Рис. 3.7 – Model summary

Після завершення навчання можна подивитись на графік *Precision-Confidence Curve*.

Цей графік відображає залежність точності (*precision*) від впевненості (*confidence*) моделі класифікації для різних порогів впевненості. Графік представлений на рисунку 3.8.

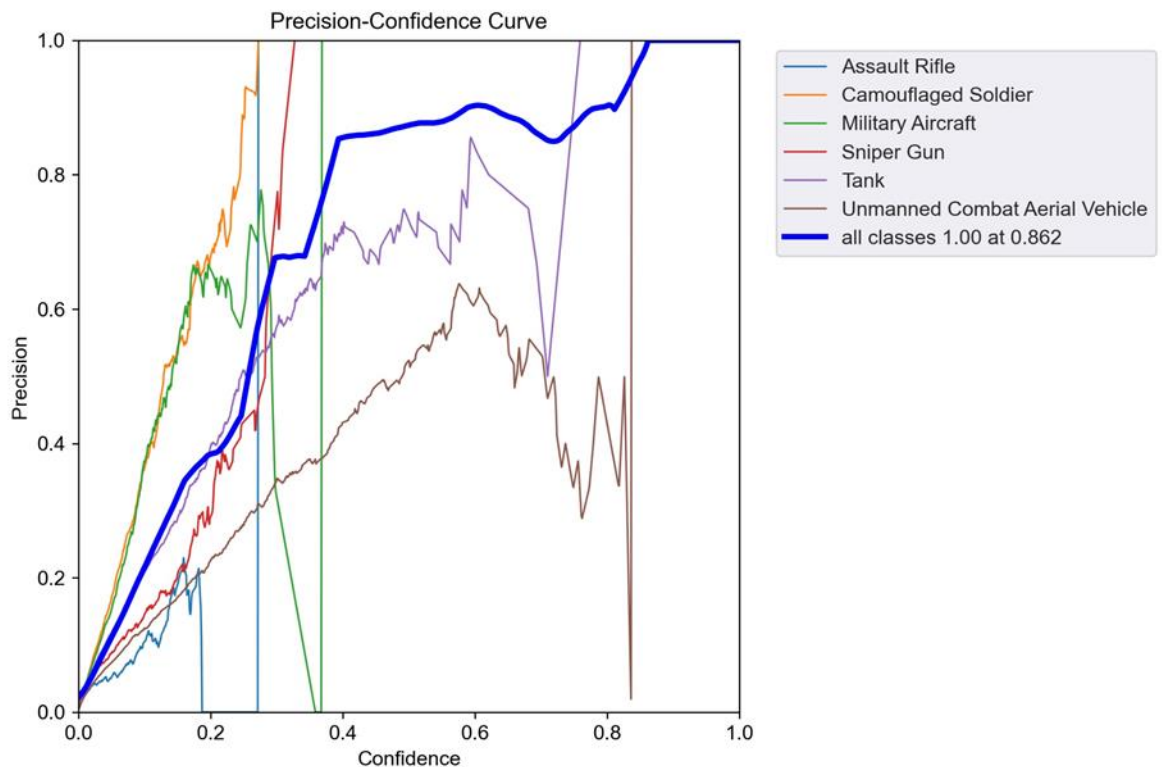


Рис. 3.8 – *Precision-Confidence Curve*

Результат *precision-confidence curve* на *all classes 1.00 at 0.862* вказує на те, що для всіх класів точність дорівнює 1.00 при пороговому значенні впевненості 0.862. Це гарний результат, оскільки вказує на високу точність класифікації для всіх класів при відносно високому пороговому значенні впевненості.

3.5 Запуск *check.py*

Блок *check.py* служить для візуальної оцінки результатів виявлення моделі на тестовому наборі зображень.

Нижче наведений лістинг 3.3, який демонструє *check.py*

Лістинг 3.3. Фрагмент коду для *check.py*

```
detect_path = f"{PROJECT_NAME}/detect_test"
```

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

```
test_images_path = f"test/images"
```

```
test_labels_path = f"test/labels"
```

Зображення з виділенням може допомогти визначити, наскільки точно модель виявляє об'єкти на зображеннях, якщо виявлення не є задовільним, візуалізація може вказати на проблеми та допомогти в налагодженні параметрів моделі або виборі інших архітектурних рішень. Лістинг коду представлений у додатку А.

3.3.1 Валідація на навчальному датасеті

Перевірка моделі на датасеті, на якому вона навчалася, є важливим етапом в процесі розробки та тестування нейронної мережі. Модель може навчитися «запам'ятовувати» тренувальний датасет, а не вивчати загальні закономірності. Перевірка на тому ж датасеті допомагає виявити ознаки перенавчання та оцінити загальну здатність моделі.

Результат перевірки на датасеті на якому навчалась нейромережа можна побачити на рисунках 3.9, 3.10, 3.11.



Рис. 3.9 – Розпізнавання літального засобу

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Рис. 3.10 – Розпізнавання танку



Рис. 3.11 – Розпізнавання зброї

3.3.1 Тестування на відкладеному датасеті

Перевірка на тестовому датасеті, який модель ще не бачила під час навчання, є важливим етапом для оцінки загально здатності моделі та її здатності генералізувати знання на нові дані.

Тестування на новому датасеті дозволяє визначити, наскільки добре модель може робити передбачення на даних, які вона раніше не бачила.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Модель повинна бути універсальною і здатною працювати з різними типами даних. Тестування на новому датасеті допомагає визначити, наскільки добре модель адаптується до різноманітних умов.

Тестування на тестовому датасеті, який модель не бачила під час навчання, є критичним етапом для визначення реальної ефективності та застосовності нейромережі.

Результат розпізнавання на незнайомому для нейромережі можна побачити на рисунках 3.12, 3.13.



Рис.3.12 – Розпізнавання танку



Рис.3.13 – Розпізнавання літального засобу

3.6 Скрипт для розпізнавання образів у потоковому відео

Розпізнавання образів у потоковому відео включає в себе застосування нейромережі для аналізу кожного кадру відео з метою виявлення та класифікації об'єктів на зображенні.

Скрипт працює за принципом:

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

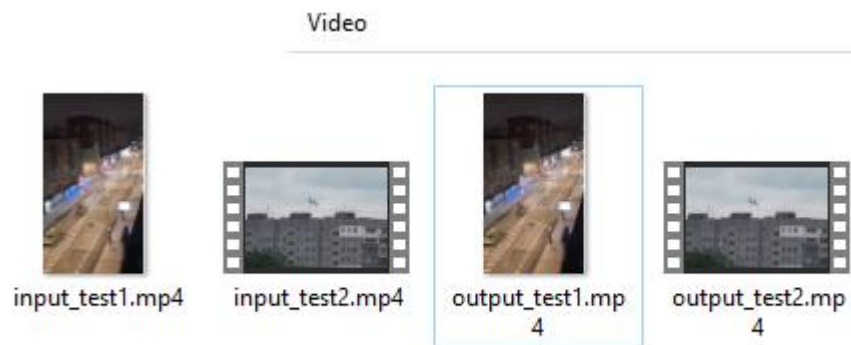


Рис. 3.15 – Відео-output скрипта

Результат представлений на рисунках 3.16, 3.17.



Рис. 3.16 – Результат роботи скрипта

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

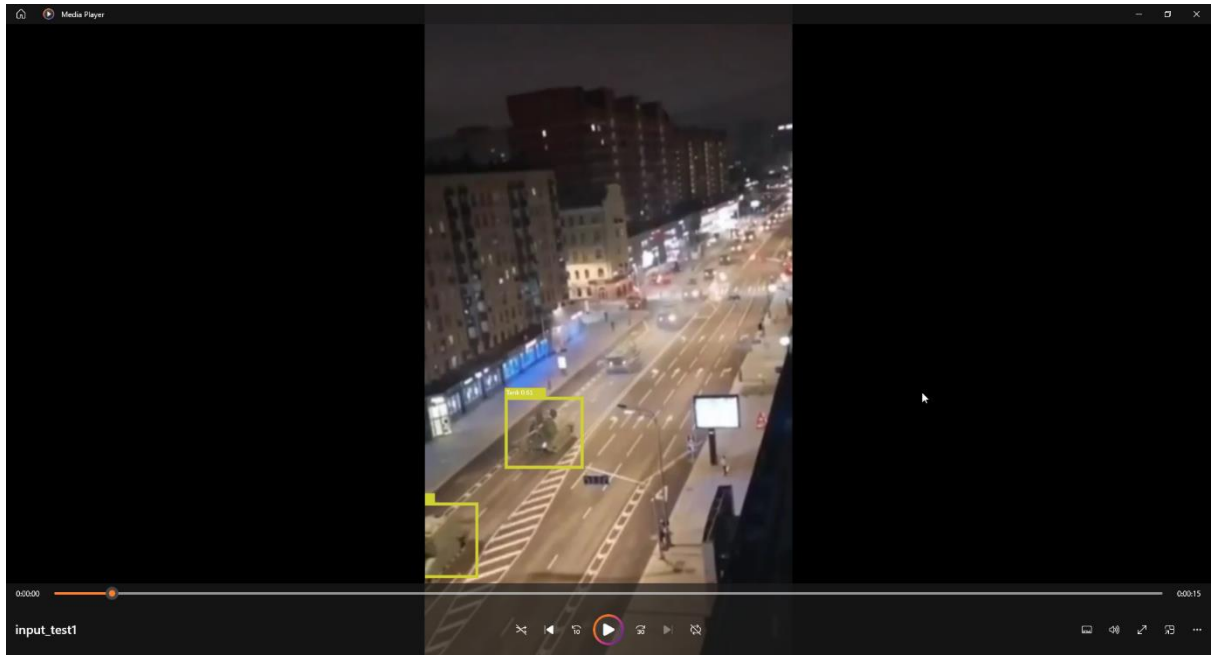


Рис.3.17 – Результат роботи скрипта

Висновок до третього розділу

1. Обрано програмне забезпечення: *Python, PyCharm, LabImg*.
2. Здійснено розробку класів для нейромережі: *Assault Rifle, Camouflaged Soldier, Military Aircraft, Sniper Gun, Tank, Unmanned Combat Aerial Vehicle*.
3. Проведено тренування мережі на валідаційному датасеті для налаштування ваг моделі та визначення її ефективності.
4. Проведено тестування програмного забезпечення на відео та перевірено його працездатність.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Якщо розглядати техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження різноманітних додатків в мобільних телефонах, то це перш за все дуже зручно та економічно з приводу часу та функціональності. У своєму проєкті, я дослідила методи розпізнавання образів у потоковому відео. Завдяки сучасним технологіям розпізнавання образів у потоковому відео військові та безпекові організації можуть оптимізувати та поліпшити свою діяльність. Застосування розпізнавання образів в реальному часі у військових справах та безпеці громадян дозволяє значно збільшити ефективність та точність виявлення різних типів військової техніки. Користуючись мобільними платформами та спеціалізованими додатками, військові оператори можуть отримати інформацію про рух та тип техніки в режимі реального часу. Це не лише збільшує швидкість реакції на події, але й забезпечує можливість вжити швидких та відповідних заходів у разі виявлення загроз.

Засоби розпізнавання образів у потоковому відео можуть легко інтегруватися в сучасні воєнні системи та стати необхідним інструментом для забезпечення безпеки [28]. Оптимізуючи процеси виявлення воєнної техніки через технології розпізнавання образів, військові можуть зосередитися на більш важливих завданнях та пришвидшити прийняття стратегічних рішень.

Підсумовуючи, використання технологій розпізнавання образів у потоковому відео допомагає військовим та безпековим організаціям оптимізувати свою діяльність, забезпечуючи точність та ефективність у виявленні воєнної техніки в реальному часі. Це є важливим інструментом у сучасних умовах, коли швидкість та точність реакції вирішують питання безпеки та оборони.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4.1 Організаційно-економічне та маркетингове обґрунтування проекту

В даній роботі досліджено існуючі на даний момент потреби армії. Всі дослідження проведені на теоретичних даних.

Враховується можливість динамічної зміни характеристик та оцінок експертів. Для досягнення забезпечення обліку роботи програмних засобів з розпізнавання образів у потокових відео, було створено власну нейромережу. Цей програмний засіб дає можливість оцінювати системи управління надання сервісів з великою кількістю характеристик, редагувати цей список та працювати і зберігати таблицю експертних оцінок для оцінок систем за однаковими характеристиками.

У якості середовища розробки обрано *PyCharm*, в якості мови програмування – *Python*.

Метою даного проекту є розробка програмного засобу розпізнавання образів у потоковому відео

Об'єктом розробки є нейронна мережа.

Результат – нейромережа по розпізнаванню образів у потоковому відео.

Організаційне обґрунтування проекту включає:

- за класифікаційною оцінкою різновиду проекту мій проект є монопроектом;
- за типом – це комерційний проект;
- вид – комбінований проект;
- за тривалістю – середньостроковий;
- за складністю проекту – складний;
- за масштабом проекту – середній.

Життєві цикли будь-якого проекту включають в себе весь період, який включає всі етапи від створення самої ідеї до завершення та здачі проекту [29]:

Етапи виконання всіх розділів кваліфікаційної роботи з розробки нейромережи:

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1. Постановка технічного завдання: потрібно описати для виконавців систему розпізнавання воєнної техніки у потоковому відео для забезпечення високої точності та ефективності в реальному часі. Звісно, це все повинно бути зрозуміло.

2. Розробка робочого проекту: шляхом складання простого алгоритму нам треба розробити таку модель програми, яка буде простою та логічною. На початку створення робочого програмного засобу відбувається перш за все призначення керівників та формування команди, створюється вся документація, яка необхідна для нашого програмного засобу (це різні специфікації, інструкції та пояснювальні записки, тощо), вивчаються цілі, виконуються потреби, та в кінцевому етапі затверджуються всі концепції.

3. Реалізація програмного засобу: пошук клієнтів для майбутніх контрактів, організація виконання робіт, впровадження системи мотивації всіх учасників нашого проекту, організація робіт, комунікація та зв'язок учасників проекту, контроль за виконанням всіх робіт пов'язаних з програмним продуктом.

4. Техніко-економічна частина: у цій частині роблять розрахунки витрат та обґрунтовують економічну доцільність впровадження саме цього програмного продукту.

Етап завершення проекту та його впровадження.

У кваліфікаційних роботах запропонований наступний склад робіт:

1. Технічне завдання. Термін виконання – від 14 до 21 доби.

2. Розробка алгоритму програмного продукту. Термін виконання – від 20 до 30 днів.

3. Розробка безпосередньо робочого проекту. Термін виконання ми плануємо майже шість місяців з урахуванням вихідних, при цьому якщо рахувати по робочім дням, то це 106 днів.

4. Впровадження проекту планується виконати за 10 робочих днів.

Створення програмної системи для розпізнавання образів воєнної техніки у потоковому відео – це перспективна бізнес-ідея. Дослідження показують

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

зростання популярності таких систем у військовій сфері, де потреба в надійному та швидкому виявленні військової техніки надзвичайно велика.

Аналіз успіху схожих проєктів у сфері військової безпеки, таких як системи відеоспостереження та розпізнавання об'єктів у режимі реального часу, свідчить про високий попит на подібні рішення. Розробка програми для відслідковування та класифікації військової техніки у потоковому відео дозволить забезпечити надійну безпеку та швидкість реакції для військових та безпекових служб.

Основна ідея полягає у створенні надійної та точної системи розпізнавання, яка може працювати в режимі реального часу, оптимізуючи виявлення воєнної техніки та допомагаючи зменшити час реакції в критичних ситуаціях.

Розробка ефективного програмного продукту для розпізнавання образів воєнної техніки у потоковому відео може стати важливим інструментом для військових, правоохоронних та безпекових організацій, забезпечуючи їм високий рівень безпеки та ефективності.

Система для розпізнавання образів воєнної техніки у потоковому відео складатиметься з трьох основних компонентів:

- алгоритм розпізнавання;
- вхідний датасет;
- скрипт для розбиття відео на кадри.

Алгоритм розпізнавання забезпечує реалізацію алгоритмів розпізнавання образів воєнної техніки в реальному часі, оптимізацію алгоритмів для швидкості та точності виявлення об'єктів у потоковому відео, інтеграцію з апаратною частиною для оптимального використання ресурсів.

Розроблена мною *Use-Case* діаграма дозволє більш наглядово показати всю підтримку процесів в програмній системі нашого додатку.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Її можна побачити на рисунку 4.1

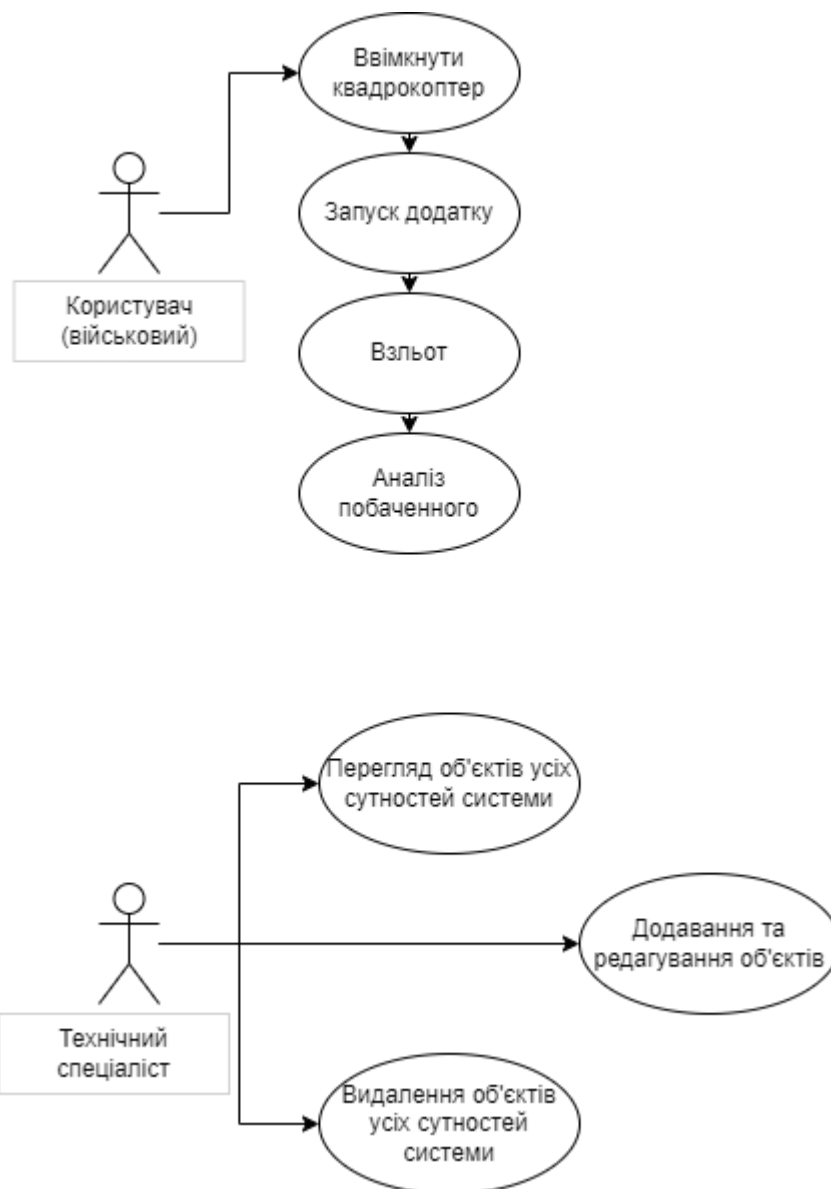


Рис. 4.1 – Use-Case діаграма обробки замовлення клієнта

Основні завдання при розробці нашого додатку для розпізнавання образів воєнної техніки у потоковому відео включають:

1. Розробка алгоритму розпізнавання. Створення точного алгоритму для розпізнавання різних типів військової техніки у реальному часі. Забезпечення швидкої та надійної роботи алгоритму навіть при ускладнених умовах спостереження;

2. Реалізація візуалізації результатів. Розробка інтерфейсу для відображення розпізнаних військових об'єктів користувачам у режимі реального

часу. Забезпечення можливості переглядати аналізовані дані на веб- та мобільних пристроях;

3. Стабільність та надійність. Оптимізація системи для запобігання переривань у роботі навіть при великому навантаженні та збільшенні кількості одночасних користувачів;

4. Можливість конфігурації та адаптації. Реалізація налаштувань для користувачів, які дозволяють адаптувати алгоритм до різних умов спостереження та типів воєнної техніки.

Ці завдання є ключовими для створення надійної та ефективної системи розпізнавання образів воєнної техніки у потоковому відео.

Структура проекту (а саме його життєві цикли) представлена на рисунку 4.2.

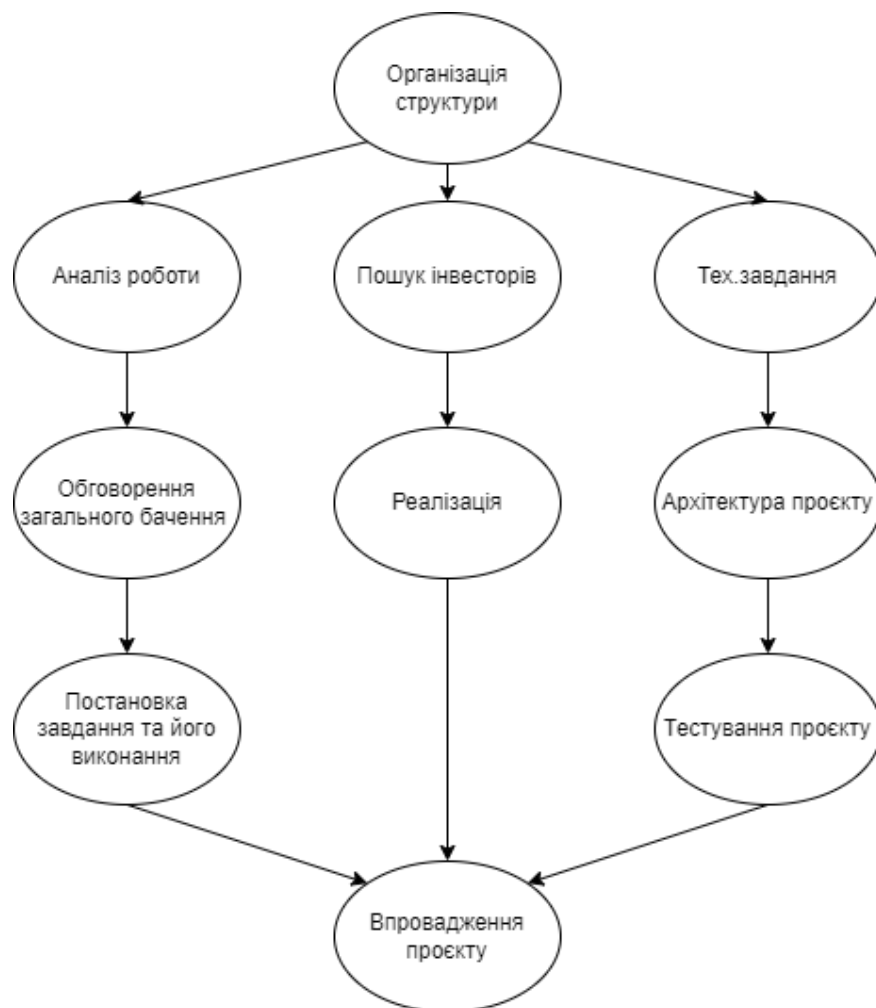


Рис. 4.2 – Структура проекту

Також дуже важливим чинником успішного програмного продукту являється його архітектура. Архітектура обов'язково має бути гнучкою та масштабованою [30]. Якщо вона буде такою, то з часом в нашу структуру дуже легко буде вносити будь-які зміни, а саме додавати бібліотеку задля більшої кількості майбутніх розпізнавань.

Кожну фазу життєвого циклу будь-якого проекту оцінюють за трудовитратами: Моя перектна розробка концепції буде становити приблизно 25%; планування самого проекту 20%; саме проектування буде займати 35%; та нарешті закриття проекту буде складати 20%.

Таблиця 4.1

Склад робіт по життєвому циклу проекту

№, код роботи	Назва роботи	T, дні	Попередня робота
1–2	Збір даних та аналіз існуючої інформації	14	–
2–3	Виявлення актуальних потреб	7	1–2
2–4	Затвердження концепцій роботи	3	1–2
3–5	Постановка цілей, до вимог майбутніх замовників	12	2–4
4–5	Концепція планування предметної області й інших елементів проекту, та її розвиток	10	2–3
5–6	Розробка та затвердження плану проекту	6	3–5; 4–5
5–7	Планування строків виконання проекту	5	3–5
6–8	Виконання всіх етапів роботи, Організація та виконання робіт.	5	5–6
7–8	Проектування та технічні специфікації по деталях	26	5–7

8–9	Регулювання основних показників по проекту	14	6–8; 7–8
9–10	Підтвердження по закінченню всіх робіт	2	8–9
9–11	Тестування	21	9–10
10–12	Оцінка результатів проекту та здача	5	9–11
12–13	Реалізація таблиць і інтерфейсу для користувачив та тренування використання	5	10–12; 11–12
13–14	Підведення підсумків та закриття проекту	3	12–13

За складом робіт життєвого циклу складений мережевий графік рис. 4.3.

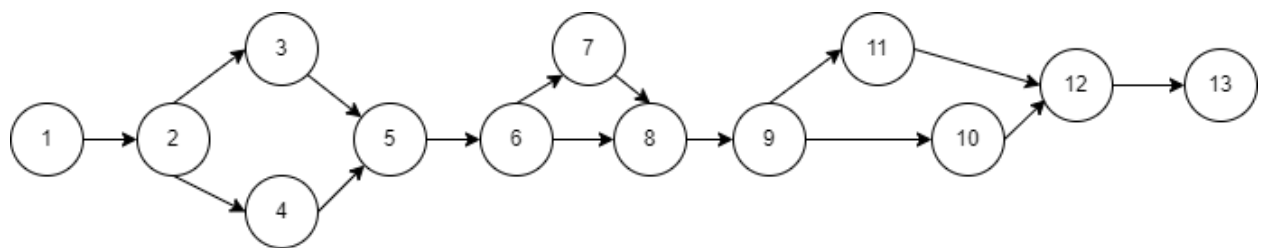


Рис. 4.3 – Мережевий графік проекту

Тривалість проекту представлена в Таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Тривалість проекту

№ попередньої роботи	№ фактичної роботи	Зміст роботи	Тривалість	Виконавець
1	2	Збір даних та аналіз існуючої інформації	05.06–22.06	Контроль якості

Продовження таблиці 4.2

2	3	Виявлення актуальних потреб	23.06–03.07	Контроль якості
2	4	Затвердження концепцій роботи	04.07–06.07	Розробник
3	5	Постановка цілей, до вимог майбутніх замовників	07.07–24.07	Контроль якості
4	5	Концепція планування елементів проекту, та її розвиток	24.07–04.08	Розробник, Контроль якості
5	6	Розробка та затвердження плану проекту	04.08–11.08	Контроль якості
5	7	Планування строків виконання	14.08–18.08	Розробник
6	8	Детальне проектування технічної специфікації	22.08–28.08	Контроль якості
7	8	Проектування та технічні специфікації по деталях	29.08–03.10	Розробник

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 4.2

8	9	Регулювання показників	04.10–23.10	Розробник
9	10	Підтвердження закінчення всіх робіт	24.10–25.10	Контроль якості
9	11	Тестування	26.10–16.11	Розробник
10	12	Оцінка проекту	16.11–22.11	Розробник
12	13	Реалізація таблиць і інтерфейсу	22.11–28.11	Розробник, Контроль якості
13	14	Підсумки та закриття проекту	28.11–30.11.2023	Контроль якості

Надалі нам потрібен розрахунок параметрів мережевого графіку. Позначимо: ранній строк здійснення роботи (T_i); пізній строк здійснення події (T_j), резерв часу події (R_j)

Таблиця 4.3

Розрахунок параметрів мережного графіку

Код роботи	Попередня робота	Тривалість роботи	Ранній строк (T_i)	Пізній строк (T_j)	Резерв часу події (R_j)
1–2	–	14	14	14	0
2–3	1–2	7	21	21	0
2–4	1–2	3	17	21	4
3–5	2–4	12	33	33	0
4–5	2–3	10	31	33	2
5–6	3–5; 4–5	6	39	39	0
5–7	3–5; 4–5	5	38	39	1

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 4.3

6–8	5–6	5	44	44	0
7–8	5–7	26	58	58	0
8–9	6–8; 7–8	14	72	72	0
9–10	8–9	2	46	72	26
9–11	9–10	21	93	93	0
10–12	9–11	5	98	98	0
12–13	10–12;11–12	5	103	103	0
13–14	12–13	3	106	106	0

Нашу модель оптимізувати не потрібно, тому, що тривалість критичного шляху не перевищує час, який необхідний на проектування. Він дорівнює 106 робочих днів. В умовах цього проекту склад учасників буде наступним:

- ініціатор (автор ідеї проекту Попова В.Р., надалі як розробник);
- замовник-інвестор (майбутній власник);
- керівник проекту (Шестопалов С.В., надалі як контроль якості).

4.2 Маркетингове обґрунтування

Для створення нашого програмного продукту був зроблений аналіз існуючих подібних додатків, та врахована компетентність та можливості розробників. В якості середовища розробки обрано *PyCharm*, в якості мови програмування – *python*.

Переваги нашого програмного продукту:

Даний продукт не дешевий, але це дуже корисна та зручна програма задля оборонної структури держави. Всі функції доволі прості та зрозумілі для користувачів додатку. Реклама на всеможливих ресурсах інтернету, не робиться, тут особисто программа пропонується належним структурам, які потребують у подібних ресурсах. Від ефективності роботи маркетолога безпосередньо на підприємстві, залежить можливість сбути свій додаток якнайвигідніше на стадії до розробки проекту , та як кінцевий результат буде – прибуток з продажу додатка.

											Арк.
											93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							

КРМ.КІ.1.884-03.1.10

Що стосується ціноутворення, то розробник проекту, в моєму випадку – це я, студент дипломник Попова В.Р, рахує всі витрати на створення данного додатку по розпізнаванню, та додає умовно бажану сумму. Вона повинна бути адекватною риночній вартості подібного продукту.

4.3 Ефективне впровадження економічних розрахунків нового програмного продукту

Тривалість розробки нашого Стартап проекту здебільшо залежить від складності самого проекту, кількості людей залучених в нашому в проекті, обов'язково враховується кваліфікації персоналу, це має бути ранг не нижче ніж *middle* . Також враховуються терміни, які прописані в договорі розробки з замовником. Останній показник може корегуватися та редагуватися тільки додатковими умовами, які теж підписуються письмово між замовником та виконувачем.

Ціна будь якого проекту вираховується обов'язково враховуючи нормативний прибуток та собівартість за нашим кошторисом. Є формула, по якій ми будемо це вираховувати (вираз 4.1):

$$Ц = K(1.1) \times (C + Pr) \quad (4.1)$$

де:

C – кошторисна собівартість (витрати на розробку).

Pr – нормативний прибуток.

Нормативний прибуток рахуємо по формулі (вираз 4.2):

$$Pr = (C - CM) P_n / 100 \quad (4.2)$$

де:

P_n – норматив рентабельності ($P_n = 25\%$);

CM – витрати на матеріали, грн.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Матеріали, які необхідні при розробці данного проекту.

Таблиця 4.5

Канцелярські витрати

Найменування матеріалів	Ціна, грн/од	Кількість шт	Сума, грн.
Папір	200	2	400
Флешка на 128 гб	250	1	250
Олівець	10	1	10
РАЗОМ			660

См = 660 грн

Спеціальне устаткування.

Всі витрати, які пов'язані з обчислювальною технікою, та її використання визначають по формулі (вираз 4.3) :

$$С_{еом} = Т_{еом} \times К_{веом} \times Ц_{еом} \times К_{бдеом} \times К_{е еом} \quad (4.3)$$

де:

$T_{еом}$ – час використання ЕОМ, 64год.

$K_{веом}$ – коефіцієнт обліку часу використання ЕОМ. Він є поправочним, та дорівнює (1),

$C_{еом}$ – ціна умовно визначеної години праці,

$K_{бдеом}$ – коефіцієнт ступеню використання СУБД ($K_{бдекм} = СУБД$ використовується),

$K_{е еом}$ – коефіцієнт обліку швидкодії ЕОМ (1,0 – швидкодія ЕОМ більше $20 \cdot 10^i$, опер./с.).

$$С_{еом}(\text{спеціальне устаткування}) = Т_{еом} \times К_{веом} \times Ц_{еом} \times К_{бдеом} \times К_{е еом} \quad (4.4)$$

$$С_{еом} = 64 \times 1 \times 5 \times 1.1 \times 1 = 352.00 \text{ грн.}$$

$K_{ко}$ 1. вартість комп'ютерного устаткування (беремо *IPHONE 15 PRO*) :

$$K_{ко} = 80\,000 \text{ грн.};$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. вартість допоміжного устаткування (монітор, мишка та квадрокоптер беремо в оренду : $K_{во} = 700\ 20\ 000 + 5\ 000 + 5\ 000 = 30\ 000$ грн.

$$K_{ко} = 80\ 000 + 30\ 000 = 110\ 000 \text{ грн}$$

Таблиця 4.6 – Склад учасників проекту, заробітна плата учасників та ступінь участі: Для такої роботи необхідні достатньо тверді навички та вміння у програмуванні та розробці, тому ми беремо програміста з навичками *middle*. Заробітна плата на ринку праці програміста рангу *middle* приблизно дорівнює 100 000 грн на місяць. Научний керівник, отримує заробітну плату згідно штатного розкладу університету, це приблизно 20 000 грн щомісяця.

Таблиця 4.6

Склад учасників проекту

Учасник проекту	Місячна заробітна плата, грн.	Тривалість роботи, міс	Ступінь участі, %
Розробник	100 000	5	100
Науковий керівник роботи(згідно штатного розкладу університету)	20 000	1	10
Науковий керівник, надалі враховуємо як контроль якості(надбавка за складність проекту)	20 000	5	100

$$C_{30} = \frac{\sum Z_i}{\forall * \tau} \quad (4.5)$$

де:

Z_i – середньомісячний оклад одного виконавця з урахуванням ступеня його участі в проекті (для керівника проекту ступінь участі – 10%, або 0,1, для розробника –100%, або 1,0);

\forall – в місяці зазвичай 22 робочі дні;

									Арк.
									96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	КРМ.КІ.1.884-03.1.10				

τ – трудомісткість робіт, що виконуються одним виконавцем та керівником.

Будемо визначати за календарним планом, та обчислюється як людина-дні.

$$C_{30} = 100\,000 : 22 \times 106 + (20\,000 \times 0.1) : 22 \times 22 + (20\,000 : 22 \times 106) = 481\,770 + 2000 + 96\,365 = 580\,135 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна платня (премії, обіди, відпустка, тощо)

$$C_{3d} = C_{30} \times \forall d \quad (4.6)$$

де:

$\forall d = 0.1$ – це коефіцієнт додаткової заробітної плати.

$$C_{3d} = 580\,135 \times 0.1 = 58\,013,50 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування

Всі відрахування на соціальне страхування вираховуються з усіх видів виплат (заробітну плату + всі додаткові виплати). Коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування складає 22% згідно Налогового законодавства.

$$C_{cc} = \forall cc \times (C_{30} + C_{3d}) \quad (4.6)$$

де:

$\forall cc$ – коефіцієнт відрахувань на соціальне страх.

$$C_{cc} = 0.22 \times (580\,135,00 + 58\,013,50) = 140\,393,67 \text{ грн}$$

Накладні витрати (Загальногосподарські витрати, витрати на управління)

Зазвичай вираховують у % відношенні до основної заробітної плати по наступній формулі:

$$C_n = \forall n \times C_{30} \quad (4.7)$$

де:

$\forall n$ – коефіцієнт накладних витрат ($n = 0,5$).

$$C_n = 0.5 \times 580\,135,00 = 290\,067,50 \text{ грн}$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок амортизаційних відрахувань комп'ютерного устаткування беруть від вартості основних виробничих фондів за встановленими нормативами (у кожній групі фондів свій), які використовують при проведенні НДР (основного та додаткового обладнання, комп'ютерної техніки, інших фондів, крім приміщення). визначається за формулою:

$$CA = K_{кко} \cdot HA / 100 \quad (4.8)$$

де:

HA – норма амортизаційних відрахувань (HA = 15 %).

$$CA = 110\,000 \cdot 0,6 = 66\,000 \text{ грн.}$$

Річна вартість споживаної електроенергії, визначається за формулою:

$$C_{ел} = MY \cdot T_{ко} \cdot Цэ \cdot Ки \quad (4.9.)$$

де:

MY – установлена сумарна потужність комп'ютерного устаткування 0,6 кВт;

T_{ко} – річний фонд роботи ЕОМ з урахуванням часу на профілактичні огляди: T_{ко} = 5500 годин;

Цэ – вартість 1 кВт – години ел. енергії 3,45 грн;

Ки – коефіцієнт інтенсивного використання потужності K_п = 0.9.

$$C_{ел} = 0,6 \cdot 5500 \cdot 3.45 \cdot 0,9 = 10\,246,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок кошторисної вартості та ціни нормативного прибутка (П) занесено в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7

Кошторисна вартість проекту

Найменування статті	Собівартість(грн)	Відсотки (%)
Матеріали	660,00	0.5
Спеціальне устаткування	352,00	0.5

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Основна заробітна плата	580 135,00	54
Додаткова заробітна плата	58013,50	5
Відрахування на соціальне страхування	140 393,67	13
Накладні витрати	290 067,50	27
Кошторис	1 068 609,67	100

Нормативний прибуток $\Pi = (1\,068\,609,67 - 660 \times 0,25 = 266\,987,41$ грн

Ціна нашого проекту $\text{Ц} = (K \times 1.1) + \Pi = (1\,068\,609,67 \times 1.1) + 266\,987,41 = 1\,442\,458,05$ грн.

Висновок до четвертого розділу

1. Було проведене маркетингове обґрунтування проекту розробки додатка нейромережі по розпізнаванню об'єктів, а саме: перш за все була визначена необхідність подібних додатків, розроблена структура проекту та спроектовано мережевий графік.

2. Був спроектований склад робіт по життєвому циклу проекту, та на останок була розраховані капітальні витрати цього проекту. Та в кінці розрахована вартість всього *MONO* проекту. Ціна проекту не дешева, але вона того варта. Цей проект вигідний, так як робиться по спеціальному замовленню, та реалізується одразу після його завершення та всіх випробувань.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ В ІТ СФЕРІ ПРИ РОБОТІ З КОМП'ЮТЕРОМ

Основним документом, який регламентує забезпечення безпечних вимог та охорону праці являється Трудовий Кодекс України. Саме цього документу потрібно дотримуватись на будь якому підприємстві при організації робочих приміщень, робочого місця, тощо. У своїй роботі я буду розглядати підготовку приміщення та робочого місця для працівників сфери *IT*. Також буду показувати яких вимог треба дотримуватись щодо охорони праці при роботі з комп'ютером згідно техніки безпеки та Закону про працю. На підприємстві зазвичай є начальник охорони праці або спеціально назначені люди, які відповідають за охорону праці та відділ кадрів, який відповідає за будь які договори, заяви між підприємством та працівником. Також контролювати все, що пов'язано з безпекою та використанням техніки, повинен сам керівник, крім випадків, коли є укладення працівником та роботодавцем трудового договору про дистанційну роботу. Кількість годин, які може працювати людина згідно КЗОТ – не може перевищувати 40 годин на тиждень, та при цьому працівник не може працювати більше 6 днів на тиждень.

Перед тим, як працівник приступить до роботи, між ним та роботодавцем повинні бути узгоджені всі моменти стосовні роботи. А саме працівник з роботодавцем повинні обговорити наступне:

1. Місцезнаходження робочого місця (офіс, відділ, тощо) та дату, коли працівник приступить до роботи.
2. Показати місце, де працівник буде виконувати свою роботу, яке буде забезпечене комп'ютером, додатковим монітором, планшетом та всім необхідним для виконання роботи.
3. Повинен озвучити права, обов'язки працівника та всі інші умови щодо роботи.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4. Розповісти правила трудового розпорядку, узгодити робочий час (тривалість) та час відпочинку.

5. Робітник повинен пройти всі інструктажі перед тим, як приступити до роботи. Зазвичай це стосується інструктажу з охорони праці та протипожежної безпеки.

6. Відділ кадрів інформує майбутнього працівника про кількість днів щорічної відпустки, якщо передбачена додаткової відпустки (кількість днів), інформує о різних додаткових привілеях, таких як спортивна зала, басейн, тощо. А саме головне відділ кадрів повинен проінформувати майбутнього працівника про умови праці та саме розмір заробітної оплати яка передбачена згідно окладу.

7. Також відділ кадрів має роз'яснити процедуру, в якому випадку може бути припинення трудового договору.

5.1 Вимоги до приміщення

Роботодавець ще на стадії планування відкриття офісу при підборі приміщення, особливо якщо він купує його, обов'язково має перевірити документацію на будівлю та всю відповідність проектних документів будинку.

Всі плани приміщення обов'язково повинні бути зареєстровані, перевірені та погоджені з БТІ (Бюро технічної інвентаризації). Несучі стіни приміщення повинні бути не пошкоджені та чітко відповідати плану приміщення, їх не можна зносити на стадії ремонту ні в якому разі. Також згідно з умовами воєнного часу обов'язково повинно бути в цій будівлі (якщо будівля нова), або поряд, має бути бомбосховище, куди при необхідності можуть спуститися працівники під час повітряної тривоги.

Бомбосховище повинно відповідати всім нормам, які зазначені у нормативних документах по будівництву бомбосховищ. Якщо точніше, то згідно з останніми правками, всі сховища тепер повинні виконувати функцію не тільки бомбосховища, а ще й бути протирадіаційним укриттям та спорудою подвійного призначення з відповідними властивостями захисту.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Ці всі Державні норми записані у відповідному законі ДБН В.2.2.5-97 та правках, які оновлені 19 січня 2023 р. у зв'язку з теперішньою необхідністю, багато роботодавців закупають для підключають для використання при необхідності потужні генератори, особливо якщо це підприємства. Роботодавці ІТ сфери не є винятками [ДБН]. Тому Міністерство Здоров'я України (26 листопада 2022 р.) ухвалила постанову про використання генераторів, де повністю прописано все: починаючи з обрання самого генератора, обрання місця під нього. Генератор виділяє при своїй роботі чадний газ, тому можна ставити його тільки на відкритому повітрі або добре провітрюваній території та на відстані не менше ніж 6 метрів від приміщень та від вікон, дверей або гаража. Також прописані заходи від звуко - та шумоізоляції та закінчуючи установкою з обов'язковим дотриманням усіх норм.

У нормах прописані обов'язкові до виконання норми щодо підключення електростанції. Всі ці роботи можуть виконувати тільки фахівці, а от власник повинен потурбуватися про те, щоб місце під генератор було підібрано правильно. А саме: щоб генератор стояв відповідно до норм та завжди був сухим. Обов'язково потрібно захистити генератор від опадів або підтоплення.

Також потрібно потурбуватися о приміщенні для запасів бензину чи запчастин. Це все зберігається в окремому приміщенні, та ні в якому разі це не можна зберігати поряд із генератором. Самий легкий та безпечний спосіб використання електростанцій – це до нього підключити подовжувач та вже до подовжувача підключати всі прилади для роботи. Важливо! Відповідальність за підключення генератора до мережі несе власник приміщення. Роботодавець не може нехтувати санітарними нормами. В майбутньому офісі має бути передбаченим обов'язково туалетна кімната та рукомийник.

Також мають бути виконані усі приписи пожежної інспекції з вогнестійкості приміщення, наявність сигналізаційних сповіщувачів пожежі та перевірені з пожежною інспекцією вогнегасники (на вогнегаснику повинна бути відповідна відмітка та на паперовому аркуші акт перевірки пристрою з рекомендацією наступної можливої дати перевірки вогнегасника), тощо.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вже на стадії ремонту, після придбання приміщення (або оренди) роботодавець має потурбуватися про майбутній мікроклімат, де будуть працювати робітники заздалегідь. Це безпосередньо стосується звукоізоляції, вологості у приміщенні та майбутньої комфортної температури. Можуть бути встановлені кондиціонери з клімат контролем. Якщо передбачається кухня, де працівники зможуть обідати та відпочивати, то в цій кімнаті має добре працювати вентиляція повітря на випадок роботи мікрохвильової печі, холодильнику, тощо. Також це приміщення теж повинно мати сигналізаційні сповіщувачі пожежі.

На стадії ремонту офісу, обов'язково необхідно перевірити систему центрального або індивідуального опалення на теч або іржу та у разі необхідності привести все до ладу. Всі системи у приміщенні мають бути дуже надійно закриті спеціальними знімними щитками для захисту від можливого потрапляння під напругу працівника. Закривають зазвичай батареї опалення, водопровідні труби, вентиляційні кабелі, кабелі напруги, тощо. Кожен кабінет, де мають працювати робітники за комп'ютером, має бути добре освітлений. Це може бути природне освітлення та штучне освітлення додатково на випадок необхідності. Вікна кабінету бажано закрити захисною плівкою від виблискування променів або можливо також повішати регульовані жалюзі та працівники самі зможуть коригувати освітлення у кабінеті за необхідності.

Керівництво обов'язково має переконатися щоб характеристики інфрачервоного та ультрафіолетового поля завжди відповідати зазначеним нормам. На кожному підприємстві повинні перш за все дотримуватись максимального рівня безпеки. Це стосується будь яких аспектів, а саме:

1. Має бути аптечка, у якій мають бути всі засоби першої допомоги людині у випадку необхідності.
2. На підприємстві повинна бути справна та добре працювати система пожежної сигналізації.
3. Серверна повинна бути у окремій кімнаті.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4. Всі дроти повинні бути у коробах, а не зв'язані пучком або сховані дроти під підлогове покриття (ламінат, тощо).

5. Також забороняється користуватися технікою, якщо у неї є надриви ізоляції, треба визвати спеціаліста та усунути проблему перш ніж почати роботу.

6. Вогнегасники повинні бути не тільки в наявності, але й вчасно перевірені та відповідати строкам придатності та їх повинно бути в достатній кількості (це залежить від метрів квадратних всіх приміщень).

7. Якщо на робочому місці трапилося займання, то перш за все швидко необхідно вимкнути всю техніку від живлення. Також, якщо є під руками щільна тканина, то можна її накинути на предмет займання (відсутність кисню зазвичай допомагає погасити спалах). А вже потім треба скористатися вогнегасником – бажано порошковим. На крайній випадок можна скористатися землею з квіткових горщиків. Кожен працівник повинен обов'язково знати, що електричні займання не можна гасити водою. Приміщення, в якому працюватиме багато різної техніки, повинно мати окремий дрот живлення та на видному місці на вході має бути службовий вимикач електрики, яким можна буде скористатися у разі потреби – це дозволить знеструмити приміщення від живлення.

Всі вище перераховані проказники санітарних норм прописані в Державних санітарних правилах і нормах роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно – обчислюваних машин ДСанПІН 3.3.2.007–98, 5 затверджених Постановою Головного державного санітарного лікаря України №7 від 10 грудня 1998 року, та мають вільний доступ.

5.2 Вимоги до особистого робочого місця працівника

Сьогодні, хоч і такий складний час, але сфера *IT* дуже турбується про своїх робітників та якщо робітник має можливість працювати у офісі то для нього будуть створені найкращі умови. Але, нажаль, багато людей зараз працюють навіть в інших країнах, але і їм теж надається потужна технічна підтримка. Це стосується техніки на якій працює робітник, її обслуговування тощо.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Працівники, які мають можливість працювати у офісі, то для їх створюють дуже комфортні робочі місця з великим письмовим столом та зручним стільцем. Всі ІТ спеціалісти працюють на дуже потужній техніці за якою не тільки приємно працювати, а й є всі можливості виконувати дуже різні завдання підвищеної складності [33]. І це дуже добре, коли роботодавці дотримуються вимог на законодавчому рівні та вносяться естетичні новації з приводу зручності для своїх працівників.

Роботодавець повинен заздалегідь потурбуватися про те, щоб робоче місце працівників було не тільки комфортним, але й воно повинно відповідати всім нормам, а саме:

1. Згідно з нормативами розмір одного робочого міста має бути не менш ніж 6 квадратних метрів, але якщо робочі місця є спареними, то між столами обов'язково повинна бути прозора перегородка та висота її повинна бути 2 та більше метрів, але це все застарілі норми та сьогодні так вже не роблять, а просто ставлять робочі столи на достатній відстані задля комфорту. У кожного працівника є навушники, якщо йому треба поговорити на «мітінгу» чи прослухати якусь інформацію стосовно роботи, щоб не заважати іншим. Однак відсутність перегородки, дає більше свіжого повітря та покращує освітлення.

2. У кожного працівника має бути достатньо місця на робочій поверхні для всієї необхідної техніки. На просторому столі має бути місце для: двох моніторів, принтера, планшета, колонок, тощо. Також біля робочого місця мають бути різні ящики та тумбочки та їх теж повинно теж бути достатньо.

3. Що стосується робочого стільця, то він повинен бути зручним, легко регулюватися за висотою, щоб його було можливо виставити для ніг, та має бути спинка теж регульованою, щоб виставити зручне положення для спини працівника. Спина та хребет повинен мати належну та зручну підтримку.

4. Що стосується монітору для роботи, то він повинен бути досить великим з добрим дозволом, щоб на ньому не було нечітких зображень та щоб всі зображення не розпливалися. Розмір монітору Хоча сьогодні багато роботодавців ставлять два монітори, але це не являється обов'язковою умовою.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Кількість моніторів, рекомендована для програміста, варіюється в залежності від специфіки виду діяльності та індивідуальних переваг співробітника.

5. На робочому столі повинні бути антивібраційні килимки. Працівник повинен слідкувати за своїм робочим місцем вчасно прибирати на робочому місці всі зайві документи та непотрібні для роботи предмети.

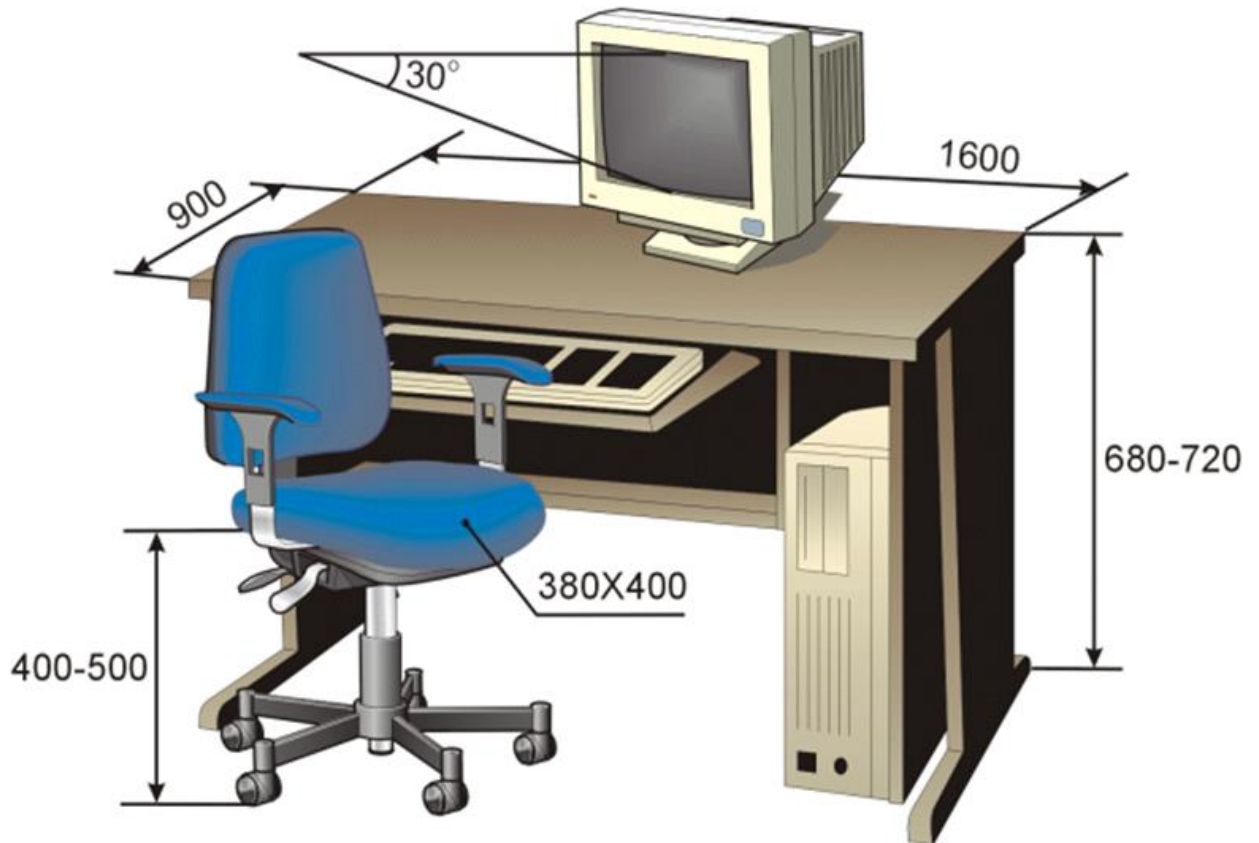


Рис. 5.1 – Схема, як потрібно сидіти за комп'ютером

Що стосується приміщення та робочого стола, то:

1. У кабінетах, де працюють за моніторами повинно бути дуже гарне освітлення, а на робочому столі повинна бути додаткова лампа денного освітлення. Монітори повинні стояти так, щоб з вікна не було бліків, а відстань до очей була та уклон відповідною(зазвичай це 60 градусів, а відстань до очей залежить від діагоналі монітора).

2. Робітник повинен регулярно користуватися антистатиком чи нейтралізатором, так як на залізних поверхнях системного блоку чи монітору можуть виникати невеликі розряди струму.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3. У приміщенні де працює багато техніки обов'язково повинно бути заземлення, його у разі потреби можна перевірити спеціальним вимірюваним приладом.

4. Приміщення для офісу рекомендовано вибирати з важко займистих матеріалів. Це може бути метал, або скло чи навіть цегла. При цьому вентиляція повинна бути дуже гарною та вогнегасники повинні бути у достатній кількості, бо багато техніки працюватимуть одночасно. ІТ сфера враховується престижною гількою, та керівництво не проти похизуватися між конкурентами та намагається оформити офіси та створити умови своїх працівників. Вони відкривають просторі та комфортні офіси, роблять їх креативними та зручними. В офісі багато кімнат особливого призначення (ігрова, кімната відпочинку, спортивна кімната, приємна кухня з технікою для користування, тощо).

Що стосується техніки, то вона дуже потужна та сучасна. І це дуже добре, якщо роботодавець не тільки виконує приписи на законодавчому рівні, але й вносить приємні новації з приводу зручності для роботи своїх працівників. Що стосується прибирання. В офісному приміщенні вологе прибирання повинно виконуватись щоденно, а працівник перед початком свого робочого дня повинен витерти пил зі свого робочого стола та тумб біля свого робочого місця, ні хехтуя монітором та технікою, якою він користується зазвичай.

5.3 Безпека під час роботи

Вся складна техніка, зазвичай персональний комп'ютер, працює від живлення електричного струму, тому відповідно на неї розповсюджуються всі правила безпеки при взаємодії з провідниками струму. А саме[35]:

1. Категорично заборонено на проводах від техніки, розміщувати будь-які речі як особисті так і для техніку.
2. Без поважної причини міняти розташування приборів: моніторів, принтерів, тощо.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3. Не можна на робочому столі тримати склянку чи графин з водою або бідь-якою рідиною. Це оберігає від замикання в разі якщо випадково сталося пролиття рідини на клавіатуру або будь яку техніку поруч.

4. Кулери, графини, склянки мають стояти окремо на окремому столі. В більш сучасних офісах передбачена кімната для прийому їжі, там установлюють кавові автомати, кулери, холодильники з напоями. Це більш безпечніше та зручніше.

5. Також не допускається робота с вологими руками.

6. Всю техніку на початку робочого дня спочатку протирають від пилу, а вже потім вмикають. Не можна це робити навпаки; Ремонтні роботи та технічне обслуговування техніки заборонено проводити на робочому місці, для цього має бути окреме приміщення. Самостійно цього робити забороняється.

Повинен бути окремий працівник технічної служби, який забере несправну техніку і ремонтувати її або налагоджувати він буде у себе в майстерні. Саме фахівець технічного відділу, має перевіряти чи ремонтувати техніку в офісі, він несе за це відповідальність.

Робітники при роботі з комп'ютером, якщо користуватися неперевіреною технічним відділом технікою, піддаються таким видам небезпек:

1. Загоряння.
2. Небезпека пов'язана з енергетичною небезпекою, вона виникає через коротке замикання, чи опіки, чи електричну дугу.
3. Ураження електричним струмом.
4. Випромінювана небезпека.
5. Хімічна небезпека. Це дія з деякими хімікатами (їх використовують задля обслуговування обладнання).
6. Механічна (поріз об гострі частини чи травми через падіння) Всі без виключень працівники, перед тим, як допускати до роботи, повинні прослухати курс з охорони праці та техніки безпеки.

Після прослуховування цих курсів, працівник особисто ставить свій підпис у відповідній документації, яка зберігається у відповідального за це працівника.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5.4 Техніка безпеки по закінченню роботи за комп'ютером

Завершення роботи та вимикання техніки треба виконувати правильно. А саме:

1. Необхідно коректно зберегти всі виконані завдання та закрити всі програми, які використовувались та були активними під час роботи.
2. Виключити мишку, витягти флешки та будь які носії інформації.
3. Натиснути – вимкнути комп'ютер чи ноутбук і тільки після повного відключення вимкнути живлення також бесперебойник, всі кабелі з розеток. Одним словом, повністю знеструмити техніку у кабінеті.
4. На своєму робочому місті повинно залишитись чисто. Всі нотатки повинно прибрати у стіл, а сміття вибросити.

5.5 Правила розміщення монітора

Є вимоги, яких слід дотримуватись при розміщенні монітора. Ці вимоги розроблені вузькими спеціалістами з урахуванням особливостей людини при роботі за комп'ютером. А саме це:

1. Між моніторами сусідніх столів треба дотримуватись відстані ні менше двох метрів.
2. Якщо встановлюють один монітор на робочому столі, то його краще розмістити по центру. Так ший буде зручніше, та вона не буде боліти. Якщо на столі все ж встановлюють два монітори, то їх теж розміщають по середині стола, але під зручним кутом.
3. Очі треба щоб на екран монітору дивилися або на рівні, або трохи нижче верхнього краю екрану. Для цього регулюють монітор та стілець окремо під кожного співробітника окремо один раз.
4. Відстань від монітору до очей користувача, при моніторі діагоналлю 20 дюймів, повинна бути не менше ніж 40 см.

Також перш ніж приступити до роботи за комп'ютером, на робочому моніторі треба виставити комфортну для очей яскравість та контрастність. Це

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

допоможе очам менше стомлюватись; У кабінеті світло повинно бути комфортним, не яскравим та не яскравішим за світло монітору. На вікнах у робочих кабінетах зазвичай вішають спеціальну плівку або білі жалюзі.

5.6 Безпека при аварійних ситуаціях

На підприємстві, де багато техніки, обов'язково є спеціальний технічний відділ, який відповідає за справність техніки та своєчасно пильную та керує її ремонтом. Це допомагає зберегти цілість та довговічність техніки.

Якщо у сьогоднішній ситуації, програміст вимушений знаходитись далеко від офісу та працює видалено (інше місто або країна), то працівник цього відділу також вимушений видалено керувати профілактичними маніпуляціями з технікою, та тільки з його дозволу можна віддати техніку на профілактику у сервісний центр за домовленістю. Якщо все по стандарту та робітник працює в офісі, то будь які роботи з технікою проводяться виключно спеціальним відділом. Ні в якому разі це не може виконувати сам користувач особисто. Що мається на увазі: Наприклад: працівник побачив будь-яку неполадку з боку електрики пристрою, то він перш за все негайно повинен відключити комп'ютер від електричної мережі та сповістити про це відділ по ремонту; Якщо працівник побачив неполадки будь - якого роду в електропостачанні, то він відразу повинен відключити техніку від мережі; Також це стосується оголених дротів. Якщо працівник виявив оголені дроти, то в цьому разі потрібно сповістити руководство та колеги по офісу. Це допоможе не допустити випадкового контактування з оголеними дротами; Згідно правил пожежної безпеки на підприємствах повинні перебувати вогнегасники ОУБ-3 або ОУ-2. Наявність та справність вогнегасників, протипожежної сигналізації та пожежного щітку раз на рік перевіряє пожежна служба. У відповідному журналі робиться відповідний запис пожежних перевірок підприємства. Обов'язково візується підписом перевіряючого та ставиться дата перевірки;

Біля пожежного щітку повинно бути оголошення з усіма номерами пожежних служб у разі чого кожен з працівників зможе викликати допомогу; На

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

підприємстві повинна бути людина, яка завжди зможе оказати першу необхідну допомогу, а саме штучне дихання та зовнішній масаж серця у разі нещасного випадку. Також відразу при необхідності викликається служба порятунку.

5.7 Перерви в роботі за комп'ютером та гігієна

Є певні норми СанПН, де повністю розписано скільки та коли працівник повинен відпочивати за робочий день, та на підприємствах треба виконувати ці положення задля більш продуктивної роботи своїх працівників.

Згідно цього документу, а саме СанПН, працівник повинен працювати за комп'ютером не більше 60 хвилин поспіль, а потім у нього обов'язкова повинна бути перерва 15-20 хвилин. Це може бути ходьба чи розминка чи гімнастика для очей або вихід на свіже повітря або звичайна перерва на каву. Це все передбачене додатками 8-10 до СанПН.

Якщо Дотримуватись цих правил роботи за комп'ютером, працівник може уникнути багатьох проблем зі здоров'ям. Це дуже важливо як для працівника, так і для роботодавця. У компанії мають бути чітко встановлені перерви для відпочинку працівників (окрім обідньої), як правило, тривалістю 10-15 хвилин раз на годину або дві залежно від складності роботи.

У будь-якому випадку роботодавець повинен передбачити такий розпорядок роботи на підприємстві, щоб час безперервної роботи з комп'ютером був не більше ніж 4 години. Додатково, для збереження належного рівня здоров'я та професійної придатності робітників, рекомендується виділити на підприємстві окреме побутове приміщення для відпочинку працівників і зняття ними нервово-емоційної напруги, яка виникає при роботі з комп'ютером.

Однак, на мою думку, працівники частіше самі ігнорують всі ці інструкції. Тому на ІТ підприємствах є спеціальний відділ піпл партнерів та калчер менеджерів – це професіонали, які займаються саме взаємодією між співробітниками та їх морального і фізичного стану. Саме на цей відділ покладено постійне проведення різних бесід, тренінгів, воркшопів зі

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

співробітниками та доводити до них які можуть бути наслідки ігнорування вище викладених вимог.

Якщо працівник працює за декількома комп'ютерами, він повинен не забувати в обов'язковому порядку мити руки після того, як закінчить роботу (навіть чи прибиральниця ретельно робе прибирання саме робочого стола та комп'ютерної клавіатури). У комп'ютері дуже багато збирається пилу, а це дуже шкідливе для органів дихання. Це є наслідком електричного поля, яке виникає навколи монітору, системного блоку та сабвуферу. Також електричне поле може викликати іонізацію повітря в приміщенні і зниженню вологості. Це дуже погано діє на оботу легенів працівника.

Комп'ютери, як нові, так і більш старого покоління, нагріваються та виділяють в зовні шкідливі речовини, які користувач потім вдихає. Для того щоб полегшити та покращити повітря приміщення, треба як найчастіше робити вологе прибирання та ретельно провітрювати приміщення. Рекомендовано в офісах при можливості поставити прилад, який буде зволожувати та іонізувати повітря.

5.8 Медогляди працівників, які працюють в ІТ сфері

Згідно з СанПіН 3.3.2.007-98 – всі майбутні працівники, перед прийомом до роботи з ВДТ ЕОМ і ПЕОМ, обов'язково повинні пройти медичний огляд.

Надалі медичний огляд працівників робиться за кошти роботодавця. Працівникам, яким ще не виповнилось 21 рік, медогляд являється обов'язковою процедурою, та проходиться один раз на рік. Зазвичай у перелік проходження лікарів входять: терапевт, невропатолог та офтальмолог, хірург, рентген легень та за необхідністю роблять профілактичні щеплення за віком.

На сьогоднішній день, керівництво ІТ сфери дуже добре піклується про здоров'я своїх робітників. Зазвичай підприємства заключають корпоративне страхування. Для кожного працівника придбається страховий поліс з розширеними медичними фахівцями. Працівник в будь який час може скористатися цим полісом і це дуже зручно і економно як по часу, так і по

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

фінансових затратах. Але роботодавцю це теж вигідно: по перше – це скорочення різних незапланованих бюджетом розтрат, у тому числі – на матеріальну допомогу працівникам у разі хвороби; по друге це мінімізація витрати робочого дня на відвідування різних лікувальних закладів. По третє це зведення до мінімуму днів відсутності працівників на підприємстві через їхню непрацездатність. Та на остаток це придбання іміджу на ринку праці та рекомендація себе як сучасного роботодавця.

Висновки до п'ятого розділу

1. У розділі виявлено важливі аспекти забезпечення безпеки та здоров'я працівників в сфері інформаційних технологій. Аналізуючи ризики та можливості у цьому секторі, було з'ясовано, що вдосконалення робочих умов, впровадження сучасних технологій та навчання персоналу з питань безпеки є ключовими чинниками для запобігання можливим негативним наслідкам.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						113
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Тематичний аналіз розпізнавання потокового відео показує широкий спектр застосування цієї технології. Це може бути відеоспостереження, медична візуалізація, автономна навігація, аналіз трафіку, військове бачення та багато інших сфер.

2. Дослідження показує, що існують різні методи розпізнавання моделей, включаючи традиційні методи машинного навчання, глибоке навчання з використанням функцій *HOG* і *SIFT*, методи найближчого сусіда та методи групування. Кожен із цих методів має свої переваги та обмеження, а вибір методу залежить від конкретних завдань дослідження та потреб.

3. Аналізи показали, що існують різні аналоги та програмні рішення для розпізнавання моделей у потоковому відео. Це може бути програмне забезпечення для відеоспостереження, системи медичної діагностики на основі зображень, системи стеження за транспортом, військовими цілями тощо.

4. На основі проведених досліджень та аналізу здійснено постановку завдання.

5. Представлено систему для розпізнавання образів в потоковому відео методом чорного ящика.

6. Розроблено функціональну модель системи з детальним описом кожного блоку.

7. Запропоновано використовувати модель *YOLO* для розпізнавання образів в потоковому відео в реальному часі.

8. Обрано програмне забезпечення: *Python*, *PyCharm*, *LablImg*.

9. Здійснено розробку класів для неймережі: *Assault Rifle*, *Camouflaged Soldier*, *Military Aircraft*, *Sniper Gun*, *Tank*, *Unmanned Combat Aerial Vehicle*.

10. Проведено тренування мережі на валідаційному датасеті для налаштування ваг моделі та визначення її ефективності.

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

11. Проведено тестування програмного забезпечення на відео та перевірено його працездатність.

12. Було проведено маркетингове обґрунтування проекту розробки додатка нейромережі по розпізнаванню об'єктів, а саме: перш за все була визначена необхідність подібних додатків, розроблена структура проекту та спроектовано мережевий графік.

13. Був спроектований склад робіт по життєвому циклу проекту, та на останок була розраховані капітальні витрати цього проекту. Та в кінці розраховнава вартість всього *MONO* проекту. Ціна проекту не дешева, але вона того варта. Цей проект вигідний, так як робиться по спеціальному замовленню, та реалізується одразу після його завершення та всіх випробувань.

14. У розділі виявлено важливі аспекти забезпечення безпеки та здоров'я працівників в сфері інформаційних технологій. Аналізуючи ризики та можливості у цьому секторі, було з'ясовано, що вдосконалення робочих умов, впровадження сучасних технологій та навчання персоналу з питань безпеки є ключовими чинниками для запобігання можливим негативним наслідкам.

					<i>KPM.KI.1.884-03.1.10</i>	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нейромережа. URL: <https://termin.in.ua/neyromerezha/> (дата звернення: 15.07.2023).
2. *Object-detection*. URL: <https://impresee.com/understanding-object-detection-methods-2/> (дата звернення: 18.07.2023).
3. *Detection method*. URL: <https://www.hindawi.com/journals/misy/2022/6725840/> (дата звернення: 25.07.2023).
4. Розпізнавання образів. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Завдання_розпізнавання_образів (дата звернення: 15.07.2023).
5. *YOLO*. URL: <https://www.v7labs.com/blog/yolo-object-detection> (дата звернення: 01.08.2023).
6. *Clarifay*. URL: <https://medium.com/@Clarify/what-is-the-clarify-mobile-app-5170f3a52b3f> (дата звернення: 01.08.2023).
7. *Google Lens*. URL: <https://blog.google/products/google-lens/google-lens-features/> (дата звернення: 01.08.2023).
8. *Amazon rekognition*. URL: <https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/dg/what-is.html> (дата звернення: 02.08.2023).
9. *Camfind*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/CamFind> (дата звернення: 02.08.2023).
10. *Ocarina*. URL: <https://www.airforce-technology.com/news/darpa-northrop-grumman-prototype/> (дата звернення: 02.08.2023).
11. Курс ракети. URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/vijna-ta-nejromerezhi-yak-shtuchnyj-intelekt-vykorystovuyut-na-poli-boyu> (дата звернення: 12.08.2023).
12. *Arcas*. URL: <https://www.arcablanca.com/gnns/> (дата звернення: 12.08.2023).
13. *Maven*. URL: <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1254719/project-maven-to-deploy-computer-algorithms-to-war-zone-by-years-end/> (дата звернення: 12.08.2023).

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

14. Чорний ящик. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Чорний_ящик (дата звернення: 01.09.2023).

15. Відеопотік. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Відеопотік> (дата звернення: 02.09.2023).

16. Роздільна здатність. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Роздільна_здатність_\(комп%27ютерна_графіка\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Роздільна_здатність_(комп%27ютерна_графіка)). (дата звернення: 05.09.2023).

17. Є. Ваврук, І. Грицик. Вибір методу підвищення візуальної якості зображень. – Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра електронних обчислювальних машин, 2008. – 7 с.

18. *Convolutional neural network*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Convolutional_neural_network (дата звернення: 12.09.2023).

19. *RELU*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rectifier_\(neural_networks\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Rectifier_(neural_networks)) (дата звернення: 12.09.2023).

20. Згорткова нейронна мережа. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Згорткова_нейронна_мережа (дата звернення: 15.09.2023).

21. *Softmax function*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Softmax_function (дата звернення: 18.09.2023).

22. *Python*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Python> (дата звернення: 02.10.2023).

23. *PyCharm*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/PyCharm> (дата звернення: 02.10.2023).

24. Розмітка зображень. URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/image-annotation.html> (дата звернення: 05.10.2023).

25. *TensorFlow*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TensorFlow> (дата звернення: 02.10.2023).

26. *PyCharm*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PyCharm> (дата звернення: 07.10.2023).

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

27. *YoloV5*. URL: <https://iq.opengenus.org/yolov5/> (дата звернення: 09.10.2023).
28. Завдання розпізнавання образів. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Завдання_розпізнавання_образів (дата звернення: 07.10.2023).
29. Життєві цикли проєкту. URL: <https://buklib.net/books/34069/> (дата звернення: 10.10.2023).
30. Архітектура нейромережі. URL: <https://termin.in.ua/neyromerezha/> (дата звернення: 11.10.2023).
31. Методи виявлення об'єкта на зображенні. URL: <http://www.ohrana-ua.com/articles/770-populyarn-metodi-viyavlennya-rozprnavannya-oblich.html> (дата звернення: 11.10.2023).
32. Бібліотека *OpenCv*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата звернення: 15.10.2023).
33. Бібліотека *TensorFlow*. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/first-steps-in-nlp-tensorflow/> (дата звернення: 15.10.2023).
34. Бібліотека *Pandas*. URL: https://johnfoster.pge.utexas.edu/numerical-methods-book/ScientificPython_Pandas.html (дата звернення: 15.10.2023).
35. Бібліотека *FFmpeg*. URL: <https://ffmpeg.org> (дата звернення: 16.10.2023).
36. *Video Generation with Python*. URL: <https://www.stackbuilders.com/blog/python-video-generation> (дата звернення: 18.10.2023).
37. *Extracting and Saving Video Frames*. URL: <https://stackoverflow.com/questions/33311153/python-extracting-and-saving-video-frames> (дата звернення: 22.10.2023).
38. ДБН. URL: <https://mtu.gov.ua/files/Додаток%201%20ДБН%20В.2.2-5-97.pdf> (дата звернення: 23.10.2023).
39. Санітарно-гігієнічні норми. URL: <https://te.dsp.gov.ua/robota-v-ofisi-osnovni-sanitarno-gigiyenichni-vymogy/#:~:text=-%20площа%20приміщення%20повинна%20бути%20не,одного%20комп%27ютера%20та%20екраном> (дата звернення: 23.10.2023).

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

40. Взаємодія з провідниками струму. URL:<https://energy.kr.ua>
/електробезпека/ (дата звернення: 27.10.2023).

					КРМ.КІ.1.884-03.1.10	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		