



Кваліфікаційна робота магістра на тему:

“Розробка технології розпізнавання рухомих образів методами науки про дані”

Виконав студент групи ІАВ-21
Марчук Дмитро Андрійович

Науковий керівник
Хлевна Юлія Леонідівна

Київ - 2025

АКТУАЛЬНІСТЬ

У СУЧАСНОМУ СВІТІ, ЯКИЙ НАЗИВАЄТЬСЯ ЦИФРОВОЮ ТРАНСФОРМАЦІЄЮ, ОБСЯГ ДАНИХ ЗРОСТАЄ З ЕКСПОТЕНЦІЙНОЮ ШВИДКІСТЮ. ЦЕЙ ФЕНОМЕН, ВІДОМИЙ ЯК BIG DATA ДЕФІНУЄ ПЕРЕД НАУКОВЦЯМИ, ІНЖЕНЕРАМИ ТА АНАЛІТИКАМИ ВАЖЛИВЕ ЗАВДАННЯ — ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ ЕФЕКТИВНОЇ ОБРОБКИ, АНАЛІЗУ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОРИСНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ЯКУ МОЖНА ВИКОРИСТАТИ ДЛЯ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВИРІШЕННЯ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ. ОДНІЄЮ З НАЙБІЛЬШ ДИНАМІЧНИХ ТА ПЕРСПЕКТИВНИХ ОБЛАСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ DATA SCIENCE Є РОЗПІЗНАВАННЯ РУХОМИХ ОБРАЗІВ. СФЕРА ЛЕЖИТЬ НА ПЕРЕТИНІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ, МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ І ЗОСЕРЕДЖЕНА НА ІДЕНТИФІКАЦІЇ, КЛАСИФІКАЦІЇ, ВІДСТЕЖЕННІ ТА АНАЛІЗІ ОБ'ЄКТІВ, ЯКІ ЗМІНЮЮТЬ СВОЄ ПОЛОЖЕННЯ АБО СТАН З ЧАСОМ, ЯК ПРАВИЛО, У ВІДЕОПОТОЦІ ЧИ ПОСЛІДОВНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ.

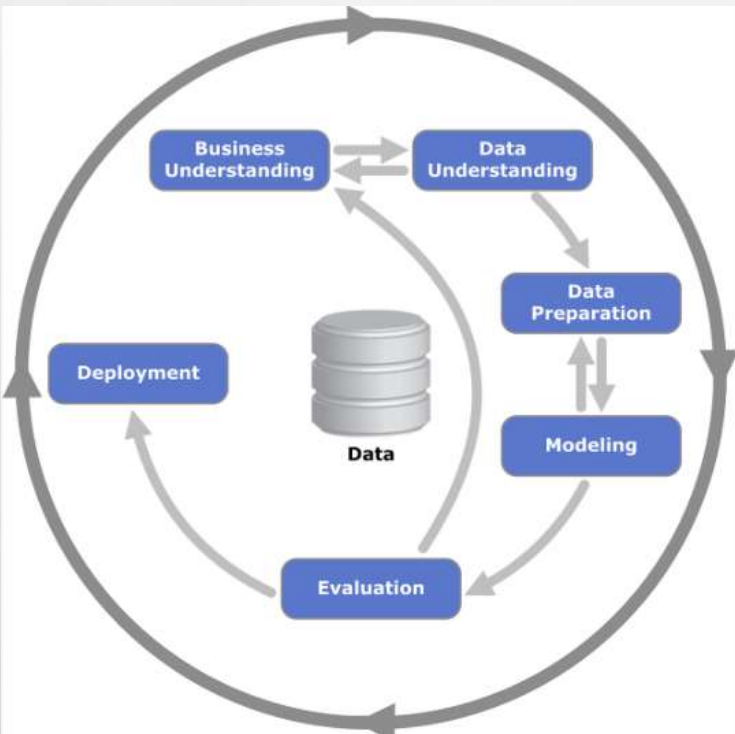


ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

- 1) МЕТА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА – ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА РОЗВИТКУ ТЕМИ МЕТОДАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ РУХОМИХ ОБРАЗІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ DATA SCIENCE.
- 2) НАУКОВА НОВИЗНА РОБОТИ ПОЛЯГАЄ В СТВОРЕННІ ВЛАСНОГО ДОДАТКУ НА ОСНОВІ РОБОТИ АЛГОРИТМІВ YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) В СФЕРІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ DATA SCIENCE.
- 3) ПРЕДМЕТОМ ДОСЛІДЖЕННЯ Є ПРОЦЕСИ, МЕТОДИ, АЛГОРИТМИ ТА ПІДХОДИ, ПОВ'ЯЗАНІ З РОЗРОБКОЮ, НАВЧАННЯМ, ОПТИМІЗАЦІЄЮ, ІНТЕРПРЕТАЦІЄЮ ТА КОМБІНУВАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ У РАМКАХ ТЕХНОЛОГІЙ DATA SCIENCE.
- 4) ОБ'ЄКТОМ ДОСЛІДЖЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Є РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ DATA SCIENCE, ЗАСНОВАНИХ НА МЕТОДАХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ, ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ РУХОМИХ ОБРАЗІВ У РІЗНОМАНІТНИХ СФЕРАХ ЗАСТОСУВАННЯ.

МЕТОДОЛОГІЯ ТА МОДЕЛІ

CRISP-DM



YOLOV8



R-CNN



МЕТОДОЛОГІЯ ТА МОДЕЛІ

Математична модель

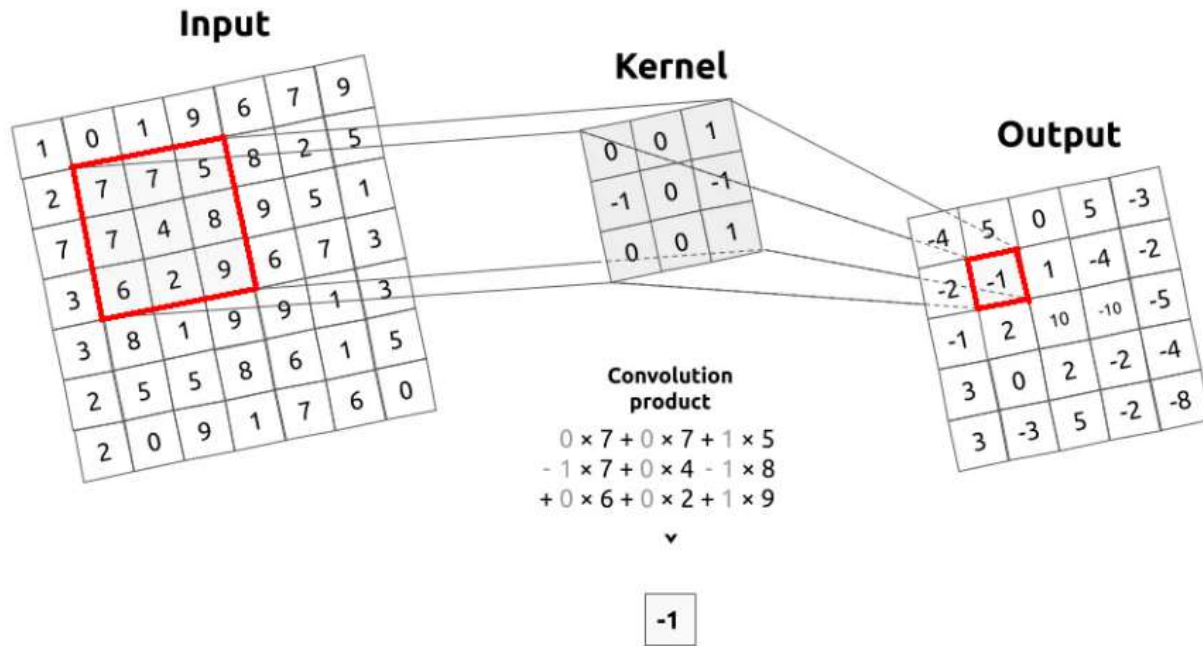
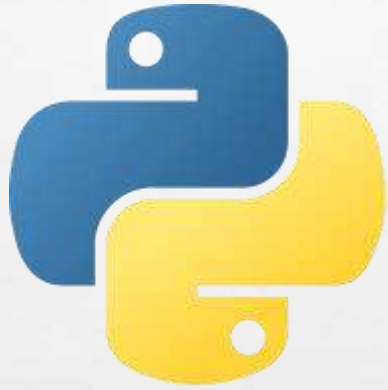


РИСУНОК 1 – ПРИКЛАД ОПЕРАЦІЇ ЗГОРТКИ

ЗГОРТКА — ЦЕ МАТЕМАТИЧНА ОПЕРАЦІЯ, ЯКА ПОЄДНУЄ ДВІ ФУНКЦІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТРЕТЬОЇ. У КОМП'ЮТЕРНОМУ ЗОРІ ТА ОБРОБЦІ СИГНАЛІВ ЗГОРТКА ЧАСТО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРІВ ДО ЗОБРАЖЕНЬ АБО СИГНАЛІВ, ПІДСВІЧУЮЧИ ПЕВНІ ШАБЛОНИ. У ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖАХ (CNN) ЗГОРТКА ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ІЗ ВХІДНИХ ДАНИХ, ТАКИХ ЯК ЗОБРАЖЕННЯ. ЗГОРТКИ СТРУКТУРОВАНІ ЯДРАМИ (K), КРОКАМИ (S) І ВІДСТУПАМИ (P).

ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛЕЙ



ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ

Датасет

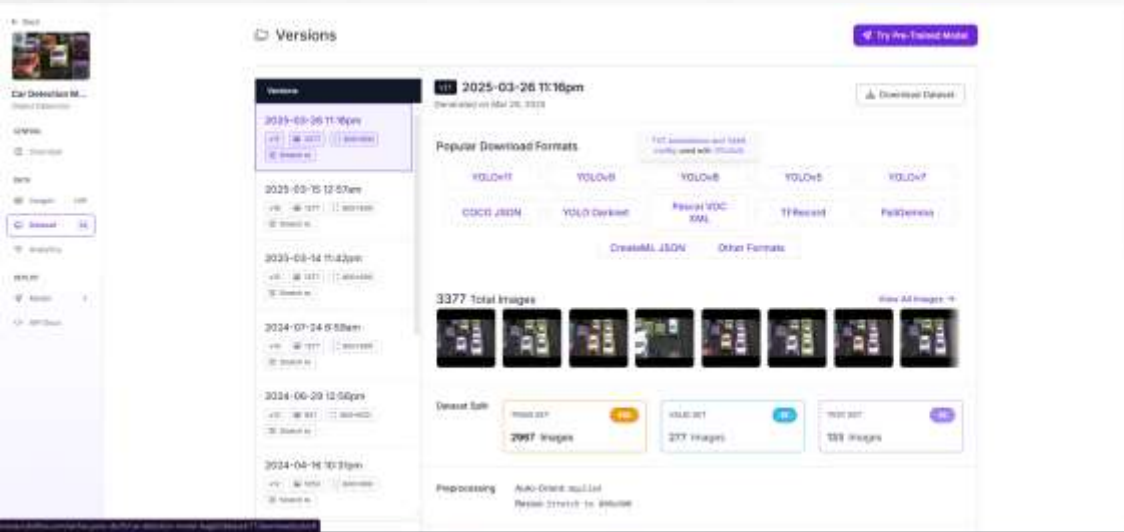


РИСУНОК 2 – [HTTPS://UNIVERSE.ROBOFLOW.COM](https://universe.roboflow.com)

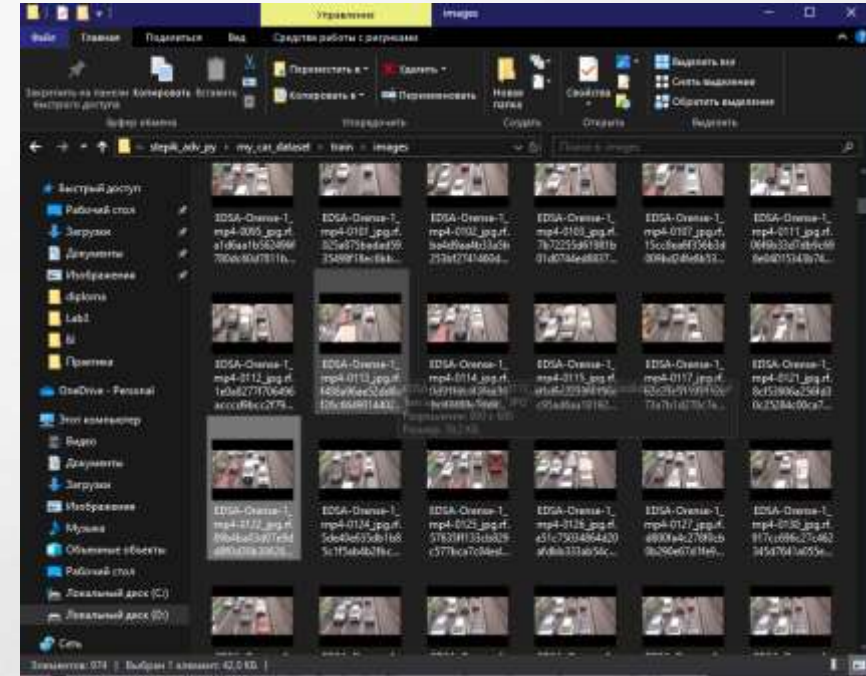


РИСУНОК 3 – ФОТОГРАФІЇ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ НАВЧАННЯ

ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ

Результат роботи навченої та не навченої моделей

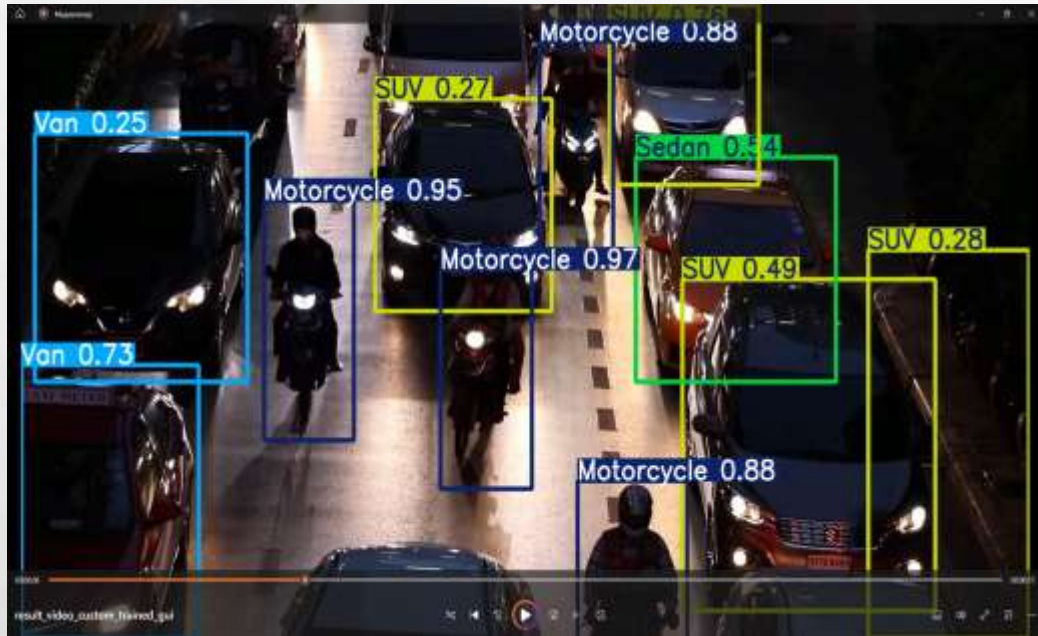


РИСУНОК 4 – РЕЗУЛЬТАТ РОБОТИ ПЕРЕДНАВЧЕНОЇ МОДЕЛІ



РИСУНОК 5 – РЕЗУЛЬТАТ РОБОТИ МОДЕЛІ БЕЗ ПЕРЕДНАВЧАННЯ

ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ

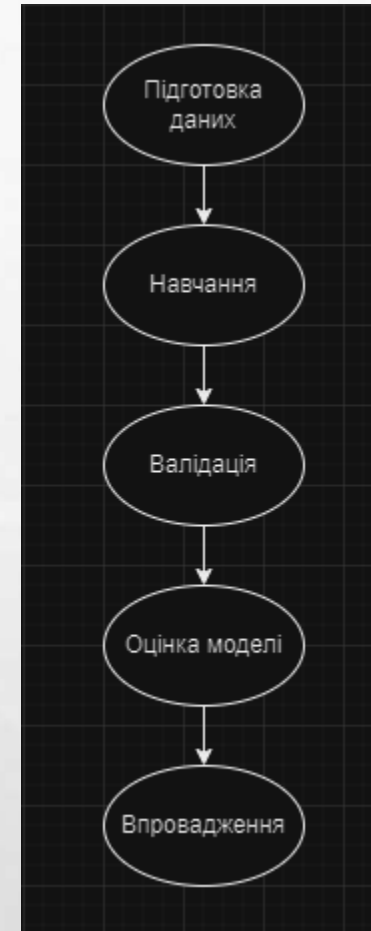
Оцінки якості побудованої моделі

Метрика	Результат	Метрика	Результат
Загалом оброблено кадрів	575	Instances	2467
Загальний час інференсу (роботи моделі)	25.84 с	P (Precision / Точність)	72%
Середній FPS (тільки інференс)	22.25 к/с	R (Recall / Повнота)	55%
Загальний час обробки відео (включно з I/O)	30.52 с	mAP50	57%
Середній загальний FPS (включно з I/O)	18.84 к/с	mAP50-95	38%

ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

АЛГОРИТМ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ВКЛЮЧАЄ КІЛЬКА ОСНОВНИХ ЕТАПІВ.

РИСУНОК 6 – АЛГОРИТМ РОБОТИ З ТЕХНОЛОГІЄЮ



ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

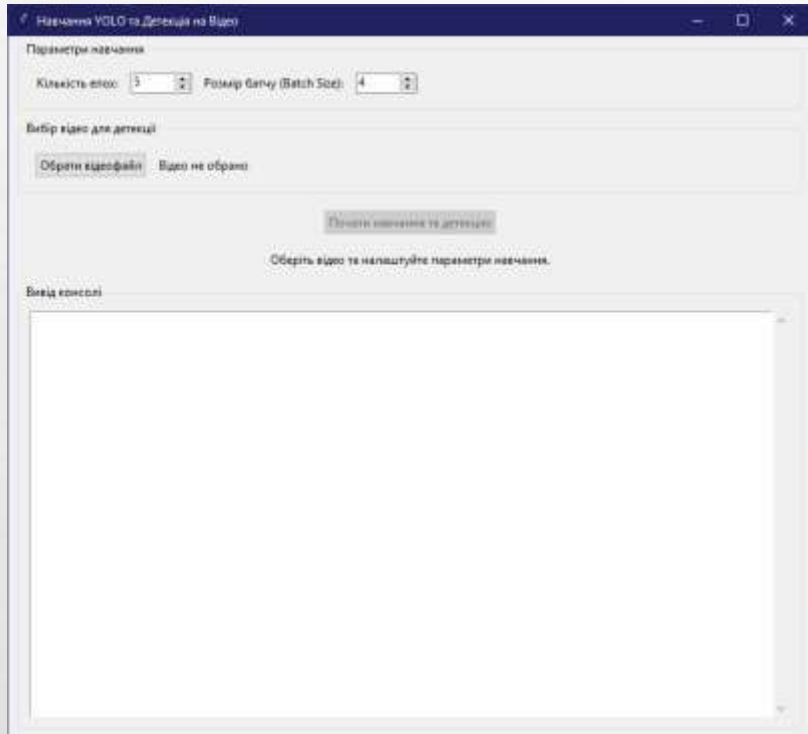


РИСУНОК 7 – ГОЛОВНЕ МЕНЮ

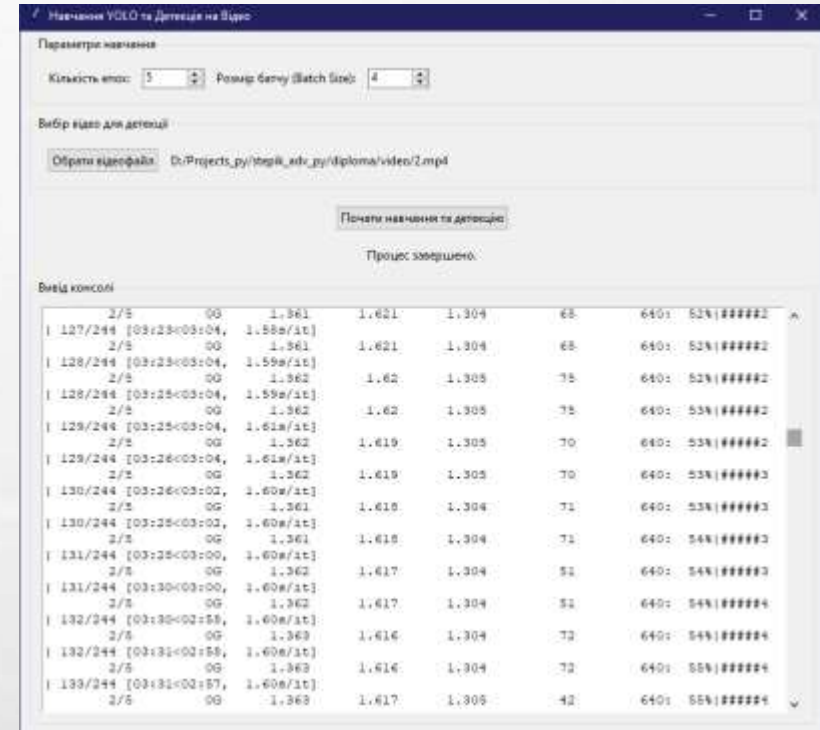


РИСУНОК 8 – ГОЛОВНЕ МЕНЮ ПІСЛЯ ПОЧАТКУ НАВЧАННЯ

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

- 1) ПІДГОТОВКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛІ: НАВЧАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ МОДЕЛІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДПОВІДНИХ НАБОРІВ ДАНИХ ТА АЛГОРИТМІВ НАВЧАННЯ. ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ТА ШВИДКОДІЇ.
- 2) ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ РОЗГОРТАННЯ: ВИБІР ВІДПОВІДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗГОРТАННЯ МОДЕЛІ, ТАКОЇ ЯК DOCKER, KUBERNETES, ХМАРНІ СЕРВІСИ (AWS, GCP, AZURE) АБО ЛОКАЛЬНІ СЕРВЕРИ.
- 3) ІНТЕГРАЦІЯ З ІНШИМИ СИСТЕМАМИ: РОЗРОБКА АРІ (APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE) ДЛЯ ВЗАЄМОДІЇ З МОДЕЛЮ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ. ІНТЕГРАЦІЯ МОДЕЛІ З ІСНУЮЧИМИ СИСТЕМАМИ ТА ДОДАТКАМИ.
- 4) МОНІТОРИНГ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ: ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА СТАНУ МОДЕЛІ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.
- 5) ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ ДАНИХ: ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ, ТАКИХ ЯК ШИФРУВАННЯ ДАНИХ, АУТЕНТИФІКАЦІЯ ТА АВТОРИЗАЦІЯ ДОСТУПУ ДО МОДЕЛІ ТА ПОВ'ЯЗАНИХ СИСТЕМ.
- 6) МАСШТАБУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ: ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ МАСШТАБУВАННЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ВІДПОВІДНО ДО ЗРОСТАЮЧИХ ПОТРЕБ ТА НАВАНТАЖЕНЬ. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ НА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ РЕСУРСИ, ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ ТА ІНФРАСТРУКТУРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, АВТОМАТИЧНОГО МАСШТАБУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ.
- 7) БЕЗПЕРЕРВНА ІНТЕГРАЦІЯ ТА ПОСТІЙНЕ ПОЛІПШЕННЯ: ВПРОВАДЖЕННЯ ПРАКТИК БЕЗПЕРЕРВНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ТА БЕЗПЕРЕРВНОГО РОЗГОРТАННЯ ДЛЯ ШВИДКОГО ТА ЕФЕКТИВНОГО ОНОВЛЕННЯ МОДЕЛІ ТА ПОВ'ЯЗАНИХ СИСТЕМ.

ВИСНОВКИ

ДАНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА БУЛА СФОКУСОВАНА НА ГЛИБОКОМУ ДОСЛІДЖЕННІ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ РУХОМИХ ОБРАЗІВ, ВИКОРИСТОВУЮЧИ СУЧАСНІ ПІДХОДИ DATA SCIENCE ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. У ХОДІ ДОСЛІДЖЕННЯ БУЛО ЗДІЙСНЕНО ВСЕБІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД ТА АРХІТЕКТУР НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ, ЯКІ Є ФУНДАМЕНТОМ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ У ДИНАМІЦІ. БУЛО ДЕТАЛЬНО РОЗГЛЯНУТО НАЙБІЛЬШ ПОПУЛЯРНІ ТА ЕФЕКТИВНІ ІСНУЮЧІ АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕО, ПРОАНАЛІЗОВАНО ЇХНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ, МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

КЛЮЧОВИМ ЕТАПОМ СТАЛО БЕЗПОСЕРЕДНЄ ПОБУДУВАННЯ ТА НАВЧАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ МОДЕЛІ. ДЛЯ ЦЬОГО БУВ ВИКОРИСТАНИЙ РЕТЕЛЬНО ПІДГОТОВЛЕНИЙ ДАТАСЕТ, ЩО МІСТИВ ЯКІСНО ПРОМАРКОВАНІ ФОТОГРАФІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ. ПІСЛЯ УСПІШНОГО ЕТАПУ ТРЕНУВАННЯ БУЛИ ПРОВЕДЕНІ ВИЧЕРПНІ ТЕСТИ МОДЕЛІ НА РЕАЛЬНИХ ВІДЕОДАНИХ, ЩО ДОЗВОЛИЛО ОЦІНИТИ ЇЇ ЗДАТНІСТЬ ДО ДЕТЕКЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ РУХУ ТА ЗМІН ВІЗУАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА. ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ТЕСТУВАННЯ ЗДІЙСНЕНО ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ОТРИМАНИХ ПРОГНОЗІВ, ПРОАНАЛІЗОВАНО ПОВЕДІНКУ МОДЕЛІ В РІЗНИХ СЦЕНАРІЯХ ТА ОЦІНЕНО ЯКІСТЬ ЇЇ РОБОТИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІДПОВІДНИХ МЕТРИК, ЩО ДАЛО ЗМОГУ ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ ПРО ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОГО ПІДХОДУ ТА ВИЗНАЧИТИ ПОТЕНЦІЙНІ НАПРЯМИ ДЛЯ ПОДАЛЬШИХ УДОСКОНАЛЕНЬ.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ