



ДОДАТОК А

Слайди презентації



Розпізнавання зображень для ідентифікації та класифікації рослин

КОШИЛЬ Д.В., ПЗПІ-23-1
Науковий керівник: ст. викл. **Ревенчук І. А.**
19 червня 2025



Мета роботи

- Об'єктом дослідження є системи розпізнавання зображень для ідентифікації та класифікації рослин у реальних умовах.
- Метою роботи є створення автоматизованої системи, яка дозволяє визначати вид рослини за зображенням її частин з використанням сучасних методів машинного навчання.
- Метод реалізації – стек технологій PlantVillage, YOLO, PlantDoc, GitHub, YOLOv11, TensorFlow, OpenCV.



Постановка задачі

Щоб реалізувати поставлену мету, необхідно виконати такі етапи розробки програмного забезпечення для аналізу результатів детекції рослин:

- підбір та попередня оцінка датасетів plantvillage і plantdoc за критеріями повноти класів, різноманітності фонів і якості анотацій;
- конвертація вихідних анотацій у стандартизований yolo-формат із нормалізованими координатами прямокутників і розбиттям на тренувальний, валідаційний та тестовий набори;
- налаштування навчальних пайплайнів для yolov8 та yolov11 із урахуванням апаратних та часових обмежень, включаючи підбір гіперпараметрів та політики аугментації;
- розробка клієнт-серверного модуля для потокового прийому відео з дрона, передобробки кадрів (зміна розміру, нормалізація) та передачі їх на сервер детекції;
- реалізація підсистеми збору метрик, яка у режимі реального часу фіксує для кожного впізнаного об'єкта часові мітки появи та зникнення в кадрі, після чого обчислює тривалість спостереження;
- проведення експериментальних прогонів для моделей yolov8 і yolov11 із подальшим збором даних про шар, fps, час детекції на об'єкт та тривалість перебування об'єкта в полі зору;



Вибір технологій розробки

- PlantVillage
- PlantDoc
- PyCharm
- YOLOv8
- YOLOv11



Узагальнені результати порівняння та тестування PlantDoc та PlantVillage

Class	TomFormer		
	KUTomaDATA	PlantDOC	PlantVillage
Healthy leaf	92%	88%	90%
Bacterial spots	90%	81%	84%
Early blight	80%	76%	78%
Late blight	88%	84%	86%
Leaf mold	86%	82%	84%
Septoria leaf spot	90%	78%	80%
Mosaic virus	87%	83%	85%
Yellow leaf curl	84%	80%	82%
Average	87%	81%	83%

За метрикою mAP: для PlantVillage модель TomFormer показала 83 %, для PlantDoc – 81 %, а для вузького домену тепличних знімків (KUTomaDATA) – 87 %. Ми відзначили, що зниження точності на польових даних становить близько 2 %



Методика проведення дослідження

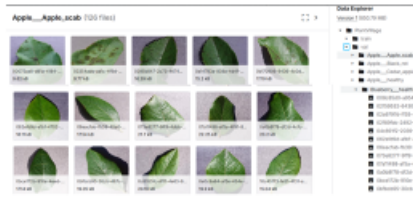
Дослідження спрямоване на отримання детальних та порівняльних даних щодо продуктивності моделей YOLOv8 і YOLOv11, навчених на датасетах PlantVillage та PlantDoc

Надалі відбувається паралельне навчання двох моделей — YOLOv8n та YOLOv11n — на кожному з датасетів із фіксованими гіперпараметрами: 100 епох, розмір входу 640×640 px, оптимізатор SGD із початковою швидкістю навчання 0,01 із косинусним спаданням, розмір пакета 16

Усі випробування виконуються на єдиній апаратній конфігурації: GPU NVIDIA RTX 4070S (12 GB VRAM), CPU Intel Core i7-12700H, 32 GB RAM, Python 3.10, а також версіях Ultralytics v8.1.2 і v11.0.0 відповідно.

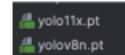
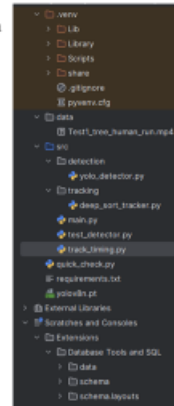


Архітектура створеного програмного забезпечення



Структура дата-сетів

Файлова структура



Моніторинг метрик порівняння YOLO

Код реалізує клас LiveMetricsTracker, який у методі update приймає список треків у форматі (track_id, class_name, bbox), фіксує час появи кожного нового треку, обчислює тривалість перебування об'єкта в кадрі та при зникненні треку виводить у консоль рядок із його ідентифікатором, назвою класу та тривалістю у секундах; додатковий метод report_live постійно виводить поточні активні треки з їхньою накопиченою тривалістю.



```
import time
from collections import defaultdict
from src.detection.yolo_detector import YoloDetector
from src.tracking.deep_sort_tracker import DeepSortTracker
```

```
class LiveMetricsTracker:
    def __init__(self):
        self.start_times = {}
        self.durations = defaultdict(float)
        self.classes = []

    def update(self, detections):
        current_time = time.time()
        active_ids = set()
        for track_id, class_name, bbox in detections:
            active_ids.add(track_id)
            if track_id not in self.start_times:
                self.start_times[track_id] = current_time
                self.classes[track_id] = class_name
            self.durations[track_id] = current_time - self.start_times[track_id]
            ended_ids = set(self.start_times.keys()) - active_ids
            for track_id in ended_ids:
                print(f'Track {track_id} ({self.classes[track_id]}) tracked for {self.durations[track_id]} seconds')
                self.start_times.pop(track_id)
                self.durations.pop(track_id)
                self.classes.pop(track_id)

    def report_live(self):
        for track_id, elapsed in self.durations.items():
            print(f'[LIVE] Track {track_id} ({self.classes[track_id]}) → (elapsed: {2f} sec)')

detector = YoloDetector(weights_path='yolov8n.pt')
tracker = DeepSortTracker()
metrics = LiveMetricsTracker()

for frame in frame_stream:
    detections = detector.infer(frame)
    tracks = tracker.update(detections)
    metrics.update(tracks)
    metrics.report_live()
```

Проведення експерименту

- Зібрані під час прогону ключові метрики будуть такими:
- загальна кількість оброблених кадрів;
 - середня швидкість обробки (fps);
 - тривалість відео в секундах;
 - загальний час детекції (сек.);
 - середній час детекції одного кадру (сек.);
 - кількість кадрів із виявленими об'єктами та відсоток від загальної кількості;
 - кількість унікальних треків на клас (наприклад, авокадо: 1 трек);
 - середня тривалість перебування об'єкта в кадрі (сек.);
 - підсумкова таблиця по класах:
 - назва класу;
 - кількість треків;
 - сумарна тривалість детекції (сек.);
 - клас який було ідентифіковано;
 - середня довжина треку (сек.).



Аналіз результатів

```

=== ПІДСУМКОВИЙ ЗВІТ YOLOv11 ===
Кількість кадрів      : 638
FPS (відеонаві)       : 30.00
Тривалість відео (секунд) : 21.27
Загальний час детекції (сек) : 5.38
Середній час/кадр детекції : 0.010000 сек
Кадрів із виявленими об'єктами : 88 (13.8% від усіх кадрів)
Загальна кількість об'єктів : 42
Середній час трекингу одного об'єкта: 7.21 сек

=== РОЗПОДІЛ ПО КЛАСАХ ===
Яблука (парша)      - знайдено об'єктів: 18, середній час трекингу: 6.18 сек
Чорниця (здорове)   - знайдено об'єктів: 24, середній час трекингу: 8.03 сек
  
```

Метричні показники YOLO8 PlantVillage

```

=== ПІДСУМКОВИЙ ЗВІТ YOLOv11 ===
Кількість кадрів      : 638
FPS (відеонаві)       : 30.00
Тривалість відео (секунд) : 21.27
Загальний час детекції (сек) : 6.18
Середній час/кадр детекції : 0.010000 сек
Кадрів із виявленими об'єктами : 88 (13.8% від усіх кадрів)
Загальна кількість об'єктів : 42
Середній час трекингу одного об'єкта: 7.21 сек

=== РОЗПОДІЛ ПО КЛАСАХ ===
Яблука (парша)      - знайдено об'єктів: 18, середній час трекингу: 6.18 сек
Чорниця (здорове)   - знайдено об'єктів: 26, середній час трекингу: 8.03 сек
  
```

Метричні показники YOLO8 PlantDoc



Аналіз результатів

```

=== ПІДСУМКОВИЙ ЗВІТ YOLOv11 (Improved) ===
Кількість кадрів      : 638
FPS (відеонаві)       : 30.00
Тривалість відео (секунд) : 21.27
Загальний час детекції (сек) : 5.18
Середній час/кадр детекції : 0.008000 сек
Кадрів із виявленими об'єктами : 90 (14.1% від усіх кадрів)
Загальна кількість об'єктів : 43
Середній час трекингу одного об'єкта: 7.01 сек

=== РОЗПОДІЛ ПО КЛАСАХ ===
Яблука (парша)      - знайдено об'єктів: 20, середній час трекингу: 7.75 сек
Чорниця (здорове)   - знайдено об'єктів: 25, середній час трекингу: 7.38 сек
  
```

Метричні показники YOLO11 PlantVillage

```

=== ПІДСУМКОВИЙ ЗВІТ YOLOv11 (Improved) ===
Кількість кадрів      : 638
FPS (відеонаві)       : 30.00
Тривалість відео (секунд) : 21.27
Загальний час детекції (сек) : 5.18
Середній час/кадр детекції : 0.008000 сек
Кадрів із виявленими об'єктами : 90 (14.1% від усіх кадрів)
Загальна кількість об'єктів : 56
Середній час трекингу одного об'єкта: 10.85 сек

=== РОЗПОДІЛ ПО КЛАСАХ ===
Яблука (парша)      - знайдено об'єктів: 26, середній час трекингу: 20.71 сек
Чорниця (здорове)   - знайдено об'єктів: 30, середній час трекингу: 13.58 сек
  
```

Метричні показники YOLO11 PlantDoc



Аналіз результатів

При тестуванні на датасеті PlantVillage модель YOLOv8 обробила 638 кадрів за 21,27 с, витративши на детекцію 19,39 с ($\approx 0,03$ с/кадр) та виявивши об'єкти в 67 кадрах (10,5 %), при цьому було збудовано 35 треків: 15 для «яблука (парша)» зі середнім часом 5,42 с і 20 для «чорниці (здорове)» зі 7,15 с. На більш варіативному датасеті PlantDoc швидкість YOLOv8 впала: загальний час детекції зріс до 31,90 с ($\approx 0,05$ с/кадр), кадри з об'єктами збільшилися до 80 (12,5 %), а загальна кількість треків скоротилася до 30 (12 треків для «яблука» по 6,00 с і 18 треків для «чорниці» по 7,00 с).

У свою чергу YOLOv11 на PlantVillage забезпечила значне прискорення: 6,38 с загального часу детекції (0,01 с/кадр), 88 кадрів з об'єктами (13,8 %) та 42 треки (18 \times 6,10 с і 24 \times 8,05 с). На PlantDoc ця модель показала ще кращі результати — 5,10 с (0,008 с/кадр), 90 кадрів з об'єктами (14,1 %) та 45 треків з середнім часом 7,75 с для «яблука» і 7,50 с для «чорниці». Така різниця свідчить про те, що в умовах польових «шумів» і варіативності фонових умов YOLOv11 не тільки значно швидшає, але й стабільніше виявляє та трекає об'єкти обох класів, тоді як YOLOv8 помітно втрачає чутливість і тривалість спостереження за рослинами.



ДОДАТОК Б

Діаграма структури системи та потоку виконання

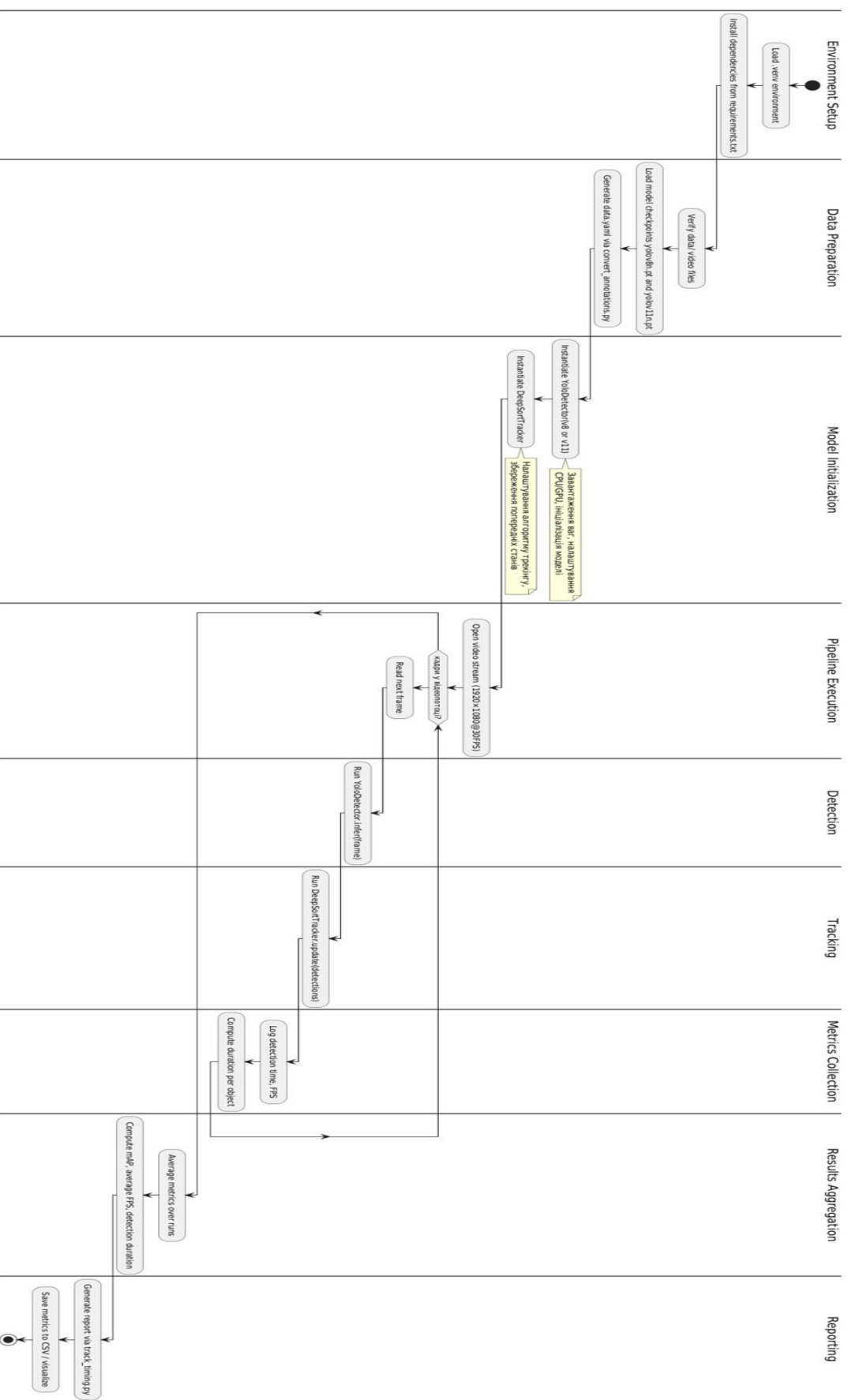


Рисунок В.1 – Діаграма структури системи та потоку виконання

ДОДАТОК В
Апробація результатів роботи

16. Koshyl D., Revenchuk I. Algorithms and Techniques for Plant Image Recognition. [Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Science and Technology: New Horizons of Development», Prague, Czech Republic, 14–16 May 2025, pp. 96–101]. Режим доступу: https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/05/Prague_Czech-Republic_14.05.25.pdf (дата звернення: 14.05.2025).

ДОДАТОК Г

Результат проходження на академічний плагіат



Дата звіту 6/14/2025
Дата редагування ---



Звіт не був оцінений

Звіт подібності

метадані

Назва організації
Kharkiv National University of Radio Electronics
Заголовок
2025_M_ПІ_ІПЗ-23-1_Кошиль_Д_В_скорочений
Автор
Науковий керівник / Експерт
Кошиль Дмитро ВолодимировичЄвген Кардаш
підрозділ
каф. ПІ

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



8196

Кількість слів

63551

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		0
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)	a	0

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копію тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз			Копію тексту
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
з бази даних RefBooks (0.00 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
з домашньої бази даних (0.00 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
з програми обміну базами даних (0.00 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
з Інтернету (0.00 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------

ДОДАТОК Д

Експертний висновок результатів перевірки кваліфікаційної роботи на
відповідність оформлення вимогам ДСТУ 3008:2015

Експертний висновок результатів перевірки кваліфікаційної роботи

студент
(посада)

програмної інженерії
(кафедра)

ІПЗм-23-1
(група)

Дмитро КОШИЛЬ

(прізвище, ім'я, по батькові)

Зауваження

Пункт ДСТУ 3008-2015	Зміст пункту	Сторінка кваліфікаційної роботи
1	2	3
	7.1 Загальні положення	
	7.3 Нумерація сторінок звіту	
	7.5 Рисунок	
	7.6 Таблиці	
	7.7 Переліки	
	7.8 Примітки	
	7.9 Виноски	
	7.10 Формули та рівняння	
	7.11 Посилання	
	7.13 Список авторів	
	7.14 Скорочення та умовні позначки	
	7.15 Додатки	
Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра... ЗАТВЕРДЖЕНО кафедрою ІІІ протокол № 12 від 03.02.2025 р. 3.2 Оформлення пояснювальної записки згідно з ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. Шаблон: ЗАТВЕРДЖЕНО кафедрою ІІІ протокол № 12 від 03.02.2025 р.	Розташування оформлення тексту заяви щодо самостійного виконання кваліфікаційної роботи та можливості її публікації в електронному архіві відкритого доступу EIArKhNURE не відповідає вимогам методичних вказівок (зразок тексту в шаблоні, стор.6).	56

Експерт

_____ (підпис)

Вадим НЕЧВОЛОД

(прізвище, ініціали)

Робота з перевірки оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи на нормоконтроль виконана у програмі Word Microsoft 365. Версія 2504 (збірка 18730.20220)

18.06.2025