УДК 004.9

РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ШКІДНИКІВ РОСЛИН НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Островська К.Ю., к.т.н., доцент[1]; Левашкевич А.К.[2]
[1,2] Український державний університет науки та технологій
[1,2] Україна, Дніпро
[1] kuostrovskaya@gmail.com; [2] LevashkevichAK@gmail.com

Анотація. *У ході дослідження було реалізовано та проаналізовано модель детектування об'єктів на основі архітектури YOLOV5s. Також реалізовано взаємодію користувача з серверною частиною з інтерфейсом у вигляді чат-бота. Розроблений веб-додаток забезпечує два повноцінні режими роботи: режим інференсу нейромережі (predict) та режим збору даних (collect). Перемикання між режимами здійснюється як через команди, так і автоматично – на основі наявності моделі у файловій системі серверної частини веб-додатку.*
Ключові слова: *нейронна мережа YOLOv5s 3-5; аугментація; датасет; мова Python.*

Вступна частина. В останні роки спостерігається стійка тенденція до активного фінансування агротехнологій, спрямованих на впровадження інноваційних методів обробки ґрунту, зрошення, а також систем раннього виявлення шкідників та захворювань рослин, що може мати вирішальне значення для підвищення продуктивності сільського господарства в цілому та безпеки харчових продуктів, що постачаються на внутрішній та зовнішній ринки.

Процес визначення шкідників рослин є складним завданням, що вимагає значних витрат тимчасових, фізичних, а також інтелектуальних ресурсів. Основними ознаками, що використовуються при визначенні, наприклад, шкідників рослин, є колір, форма, текстура та розмір. У зв'язку з цим особливий інтерес становить застосування рішень на основі комп'ютерного зору і, зокрема, згорткових нейронних мереж, що демонструють високу ефективність задач аналізу зображень. Обробка великого обсягу візуальних даних дозволяє здійснювати ефективний моніторинг посівних площ, проводити аграрний аналіз, формувати прогнози та приймати обґрунтовані рішення.

Актуальною є задача розробки нейромережевих моделей, що забезпечують високу точність детектування шкідників рослин за мінімальних обчислювальних та часових витрат. Вирішення цього завдання сприятиме розвитку цифрових технологій в аграрній галузі та надаватиме можливість для оперативного та точного виявлення загроз сільськогосподарським культурам, зокрема, визначення шкідників рослин.

Метою даної є розробка веб-додатку для визначення шкідників рослин на основі нейромережевих технологій.

Основна частина. У роботі використана версія нейронної мережі YOLOv5s. Вибір даної моделі обумовлюється найкращим співвідношенням приросту якісних показників до зменшення продуктивності, наприклад, у версії YOLOv5x, згідно з даними таблиці 1, показник mAP 0,5 становить 68,9 при швидкості розпізнавання 766 мс/кадр на процесорі, у той час як у YOLOv5s показник mAP 0,5 становить 56,8 при швидкості розпізнавання 98 мс/кадр на тому ж процесорі. З отриманої інформації можна дійти невтішного висновку у тому, що з допустимої втрати якості відбувається різке збільшення швидкості розпізнавання.

Варіант моделі YOLOv5s включає 7,2 мільйона навчальних параметрів і складається з 122 шарів. Структура (топологія) моделі представлена на рисунку 1.

Для навчання та валідації моделі був використаний набір даних, сформований на основі відкритих датасетів, розміщених на платформі Roboflow. Всі дані доступні за ліцензією Public Domain (суспільне надбання), що забезпечує вільне використання у рамках дослідницьких та прикладних завдань.

Таблиця 1

Кількісні показники пропущених моделей [4]

Model	Size (pixels)	mAP^{val} 50-95	mAP^{val} 50	Speed CPU b1(ms)	Params (M)	FLOPs @640 (B)
YOLOv5n	640	28,0	45,7	45	1,9	4,5
YOLOv5s	640	37,4	56,8	98	7,2	16,5
YOLOv5m	640	45,4	64,1	224	21,2	49,0
YOLOv5l	640	49,0	67,3	430	46,5	109,1
YOLOv5x	640	50,7	68,9	766	86,7	205,7

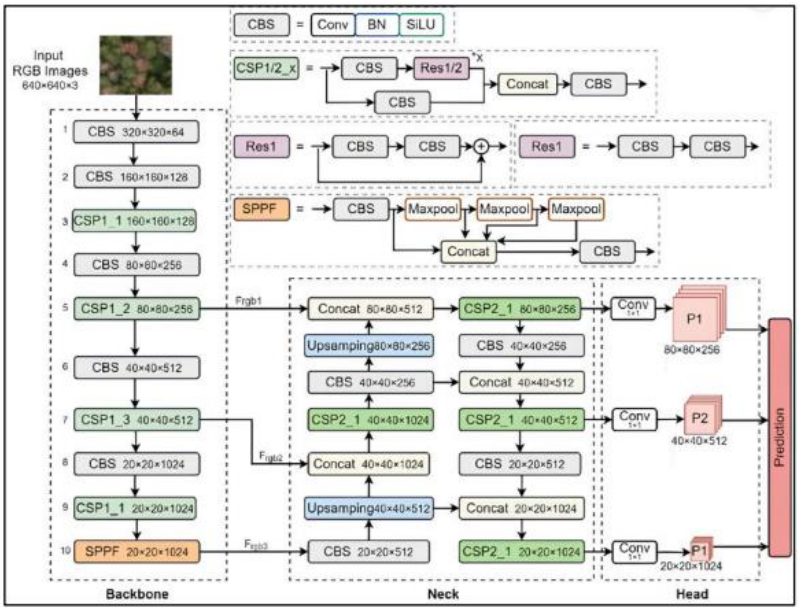

Рис. 1. Топологія нейронної мережі YOLOv5s [5]

Підсумковий датасет включає 3766 анотованих зображень, кожне з яких містить не менше одного об'єкта, що відноситься до одного з 18 наперед визначених класів.

Для підвищення узагальнюючої здатності моделі та розширення різноманітності навчального датасета на етапі передобробки використовувалася бібліотека аугментацій Albumentations, що реалізує набір ймовірнісних та параметризованих перетворень зображень.

Основні параметри, застосовані у процесі генерації аугментованих даних:

1) значення відтінку зображення варіювалися в межах ±1.5% від вихідного значення, імітуючи різноманітність умов освітлення;

2) насиченість зображення змінювалася в межах ±70%, дозволяючи моделі адаптуватися до різної колірної інтенсивності вхідних зображень;

3) яскравість зображення варіювалася в межах ±40%, підвищуючи стійкість моделі до різних рівнів освітлення;

4) зображення піддавалися зсуву по горизонталі та вертикалі до ±10% від розмірів зображення, сприяючи стійкості до невеликих позиційних зсувів об'єктів;

5) зображення масштабувалися в діапазоні від ±50% від вихідного розміру, дозволяючи імітувати об'єкти різного розміру та відстані до камери.

Основні ймовірні параметри, застосовані в процесі генерації аугментованих даних:

1) зображення випадково відображалися по горизонталі з ймовірністю 50%, збільшуючи стійкість моделі до зміни орієнтації об'єктів;

2) мозаїчна аугментація (рисунок 2) застосовувалася в 100% випадків, поєднуючи чотири зображення в одне, збільшуючи контекст та різноманітність навчальних прикладів.



Рис. 2. Приклад мозаїчної аугментації зображень

Таким чином, застосований набір аугментацій спрямований на імітацію широкого діапазону умов зйомки та візуального розмаїття, забезпечуючи при цьому розумний баланс між реалістичністю та варіативністю даних.

Для надання інтерфейсу користувача до розробленої моделі детектування шкідників рослин був використаний чат-бот.

Цей підхід забезпечує зручність взаємодії кінцевого користувача з моделлю без необхідності налаштування середовища чи встановлення додаткового програмного забезпечення.

У процесі розробки веб-програми була використана мова програмування високого рівня Python версії 3.8.10. Як інтегроване середовище розробки застосовувалася Visual Studio Code версії 1.100.0, розроблена корпорацією Microsoft. Вибір даного середовища обумовлений його широкими функціональними можливостями, що забезпечують зручну роботу з сервісами та програмними компонентами.

Реалізація програми здійснювалася з використанням наступних інструментів та бібліотек:

1) python-telegram-bot – високорівнева бібліотека для побудови чат-ботів, що надає зручний API для обробки повідомлень, завантаження зображень та управління станом діалогу;

2) Flask - мікрофреймворк, що забезпечує обробку HTTP запитів і реалізацію функціональності веб-інтерфейсу для контролю доступу користувача;

3) Pillow – бібліотека для обробки зображень, що використовується для базових операцій з вхідними даними, включаючи читання, конвертацію та збереження;

4) opencv-python (OpenCV) – інструмент для виконання операцій передобробки зображень та візуалізації результатів детектування (у тому числі малювання bounding box та підписів класів);

5) numpy – бібліотека для чисельних обчислень, що застосовувалася під час перетворення та нормалізації вхідних даних.

Тестування проводилося відповідно до заданих вимог і включало ручну перевірку сценаріїв взаємодії користувача із серверною частиною веб-програми.

Висновки. У ході дослідження було реалізовано та проаналізовано модель детектування об'єктів на основі архітектури YOLOV5s, вибір якої обґрунтований її високою обчислювальною ефективністю та стійкістю. Також реалізовано взаємодію користувача з серверною частиною з інтерфейсом у вигляді чат-бота. Розроблений веб-додаток забезпечує два повноцінні режими роботи: режим інференсу нейромережі (predict) та режим збору даних (collect). Перемикання між режимами здійснюється як через команди, так і автоматично – на основі наявності моделі у файловій системі серверної частини веб-додатку.

За результатами тестування підтверджено стабільну роботу серверної частини та демонструє повну відповідність заявленим функціональним вимогам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Turk, S. (2019) Evaluation of fixed-view cameras for pest tracking in crop fields. // *Crop Protection.* № 25(4), 321 – 335.

[2] Kang, C., Zhu, W. (2018) Evaluation of an efficient plant pest monitoring system using tracking technology. // *Journal of Pest Management,* 123 – 135.

[3] Ramesh, Y., Choi, J. (2019) Assessment of Plant Pest Tracking Method Using Fixed View Cameras. // *Plant Protection Researc.* № 12(2), 75 – 82.

[4] Ultralytics YOLOv5 Architecture | Ultralytics.
URL: https://docs.ultralytics.com/yolov5/tutorials/architecture_description

[5] Zhou, Y., Liu, W., Bi H., Chen, R., Zong, S., Luo, Y.A. (2022) Detection Method for Individual Infected Pine Trees with Pine Wilt Disease Based on Deep Learning. // *Forests,* T.13. №11, p. 1880

Ostrovska K.Yu., Levashkevich A.K.

Development of a web application for determining plant pests based on neural network technologies

Abstract. *During the study, an object detection model based on the YOLOV5s architecture was implemented and analyzed. User interaction with the server part with an interface in the form of a chat bot was also implemented. The developed web application provides two full-fledged operating modes: the neural network inference mode (predict) and the data collection mode (collect). Switching between modes is carried out both via commands and automatically - based on the presence of the model in the file system of the server part of the web application.*

Keywords: *neural network YOLOv5s 3-5; augmentation; dataset; Python.*