

УДК: 004.8+004.93+629.735

*Глик В. В., здобувач вищої освіти,
Ніколюк П. К., д-р фіз.-мат. наук, професор,
професор кафедри інформаційних технологій,
Донецький національний університет імені Василя Стуса*

ВИЯВЛЕННЯ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОНИХ МЕРЕЖ

Анотація. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) із застосуванням нейронних мереж, зокрема згорткових нейронних мереж (CNN), забезпечують точне виявлення та відстеження об'єктів у військових, рятувальних та аграрних операціях. Використання CNN підвищує автономність та ефективність БПЛА в реальному часі навіть у складних умовах.

Ключові слова: БПЛА, нейронні мережі, CNN, виявлення об'єктів, автономні системи.

Вступ. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) активно використовуються в різних сферах, як-от військова справа, логістика, аграрний сектор, охорона здоров'я та рятувальні операції. Завдяки їх маневреності, здатності літати на різних висотах та в умовах, що є небезпечними або недоступними для людей, БПЛА стають невід'ємною частиною сучасних технологій.

Останні досягнення в області сенсорів, камер високої роздільної здатності та систем передачі даних дають змогу БПЛА здійснювати моніторинг, збір інформації та виконувати автоматизовані завдання з високою точністю. Зокрема, ці технології дають змогу використовувати БПЛА для виявлення та відстеження об'єктів на землі та в повітрі.

Важливість виявлення та відстеження об'єктів для різних застосувань БПЛА:

1. Військові операції. У військових цілях БПЛА використовуються для виявлення та відстеження рухомих об'єктів, як-от транспортні засоби або групи людей. Це допомагає забезпечити розвідку в режимі реального часу, виявлення потенційних загроз і підтримку тактичних операцій.

2. Рятувальні операції. Під час пошуку людей, які зникли внаслідок катастроф або стихійних лих, БПЛА можуть сканувати великі території з повітря, виявляти рух або термальні сліди людей, що дає змогу швидше знаходити постраждалих.

3. Логістика та доставка. БПЛА використовуються для доставки товарів, і здатність виявляти та уникати перешкод на маршруті є критичною для безпеки та точності виконання завдань.

Основний текст. Нейронні мережі, зокрема згорткові нейронні мережі (CNN), демонструють значну ефективність у завданнях комп'ютерного зору, як-от виявлення та класифікація об'єктів. Завдяки здатності розпізнавати складні патерни та особливості зображень вони можуть швидко і точно ідентифікувати об'єкти на основі відео або зображень з камер БПЛА [1].

1. Сільське господарство

БПЛА використовуються для моніторингу здоров'я рослин, виявлення шкідників та оцінки стану посівів. Наприклад, Parrot Bluegrass – дрон, який спеціалі-

зується на агрономії. Завдяки нейронним мережам він може виявляти ділянки, які потребують додаткового зрошення, аналізуючи зображення, отримані в реальному часі (рис. 1).



Рисунок 1 – Parrot Bluegrass

2. Логістика та транспортування

БПЛА можуть оптимізувати процеси доставки товарів і моніторингу запасів. Наприклад, Amazon Prime Air. Amazon використовує БПЛА для доставки товарів. Завдяки нейронним мережам ці дрони можуть автоматично уникати перешкод і здійснювати точні маневри, щоб безпечно доставити посилки (рис. 2).



Рисунок 2 – Amazon Prime Air

3. Військове застосування

БПЛА активно використовуються у військових операціях для розвідки та моніторингу. Наприклад, безпілотник General Atomics MQ-9 Reaper використовується для моніторингу і виявлення ворожих об'єктів на великих відстанях. Застосування нейронних мереж дає змогу автоматично обробляти дані з камер, що забезпечує високий рівень точності в розпізнаванні цілей (рис. 3) [2].



Рисунок 3 – General Atomics MQ-9 Reaper

Прикладом може слугувати випробування виявлення та відстеження транспортних засобів у міських умовах за допомогою БПЛА. Дрони, обладнані камерою та CNN, мають можливість точно виявляти автомобілі на дорогах навіть у складних умовах руху, як-от перехрещення кількох шляхів, що дає змогу проводити безперервний моніторинг міського трафіку. Після детекції об'єктів (транспортних засобів) за допомогою YOLO алгоритм DeepSORT забезпечував їх відстеження протягом кількох хвилин, навіть за зміни швидкості та напрямку руху [3].

Застосування дронів для моніторингу наслідків природних катастроф, як-от повені або землетруси. Використання автономних дронів для збирання даних у постраждалих районах. Дрони здатні швидко створювати карти зон катастроф, що полегшує координацію рятувальних робіт та оцінку збитків. Завдяки використанню CNN для виявлення руйнувань та оцінки ступеня пошкоджень операції з рятування стали більш ефективними. Отримані результати показують, що інтеграція нейронних мереж із безпілотними літальними апаратами дає змогу суттєво підвищити точність і швидкість виявлення об'єктів, забезпечуючи вищий рівень ситуаційної обізнаності та безпеки в різних умовах. Автономність дронів і їх здатність до самостійного прийняття рішень стають ключовими аспектами розвитку цієї технології як у військових, так і в цивільних галузях.

Однією з основних формул є функція втрат, що використовується в алгоритмах глибокого навчання, як-от YOLO чи Faster R-CNN (1).

Формула функції втрат для виявлення об'єктів:

$$L_{OSS} = \lambda_{cls} * L_{cls} + \lambda_{obj} * L_{obj} + \lambda_{bbox} * L_{bbox}, \quad (1)$$

де L_{cls} – втрата класифікації (помилка між передбаченими та істинними класами об'єктів);

L_{obj} – втрата об'єктного виявлення (помилка виявлення об'єктів у кадрі);

L_{bbox} – втрата для обчислення координат об'єктів (помилка в координатах обмежуючих рамок);

λ_{cls} , λ_{obj} , λ_{bbox} – вагові коефіцієнти, які визначають важливість кожного з компонентів втрат.

Висновки. Інтеграція штучного інтелекту дає змогу дронам працювати автономно, що підвищує їх ефективність та зменшує потребу в постійному людському контролі, особливо в небезпечних або складних умовах. У майбутньому розвиток технологій автономних дронів та їх здатність до самостійного прийняття рішень обіцяє значні переваги для різних галузей, роблячи їх незамінними інструментами в моніторингу, рятувальних операціях і навіть у повсякденному житті.

Список використаних джерел

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press. 2016. 777 с.
2. Shao-Yu Y., Hsu-Yung C. Real-Time Object Detection and Tracking for Unmanned Aerial Vehicles Based on Convolutional Neural Networks. Electronics. 2023. Vol. 12(24). DOI: 10.3390/electronics12244928.
3. Gagan G., Haque A. Path Planning for Autonomous Drones: Challenges and Future Directions. Drones. 2023. № 7(3). P. 169. DOI: 10.3390/drones7030169.