

АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ FPV ДРОНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Para I.I.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: illia.para@nure.ua

Анотація: У роботі розглянуто підходи до створення системи ідентифікації та розпізнавання об'єктів для FPV (First Person View) дронів. Проаналізовано методи керування БПЛА, а також основні інструменти комп'ютерного зору, такі як згорткові нейронні мережі (CNN), алгоритми трекінгу об'єктів в реальному часі. Реалізація розробленої системи надасть змогу ідентифікувати об'єкти в реальному часі.

Ключові слова: комп'ютерний зір, розпізнавання об'єктів, керування БПЛА, згорткові нейронні мережі (CNN), обробка зображень.

OBJECT IDENTIFICATION AND RECOGNITION SYSTEM FOR THE COMPUTER VISION OF FPV DRONES

Para I.I.

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Sciences, 14

E-mail: illia.para@nure.ua

Abstract: This paper examines approaches to developing an object identification and recognition system for FPV (First Person View) drones. UAV control methods and key computer vision tools, such as convolutional neural networks (CNN) and real-time object tracking algorithms, are analyzed. The implementation of the proposed system enables real-time object identification.

Keywords: computer vision, object recognition, UAV control, convolutional neural networks (CNN), image processing.

FPV дрони стають усе популярнішими у різних сферах діяльності, від розваг до професійних завдань. Однією з найважливіших функцій FPV дронів є здатність до автономної роботи, що залежить від ефективності системи комп'ютерного зору.

Метою цієї роботи є розроблення системи, яка забезпечує точну ідентифікацію та розпізнавання об'єктів в реальному часі, враховуючи обмеження обчислювальних ресурсів FPV дронів.

Комп'ютерний зір (Computer Vision) – одна з областей штучного інтелекту, яка дає змогу комп'ютерам і системам отримувати корисну інформацію з цифрових зображень, відео, візуальних даних та виконувати дії або давати рекомендації на основі отриманої інформації. Комп'ютерний зір дозволяє машинам бачити, спостерігати й розуміти. Комплексні рішення на базі Computer Vision вже активно використовуються у різних сферах бізнесу та виробництва [2].

Система комп'ютерного зору має багато складових:

Ідентифікація об'єктів. Система аналізує отриману візуальну інформацію та ідентифікує окремих об'єкт на фото або відео, наприклад, система зможе знайти певну ручку серед інших або відрізнити одну кішку від іншої [3].

Класифікація об'єктів. Система аналізує отриману візуальну інформацію та призначає розпізнаним об'єктам певну категорію/класу на основі їх характеристик.

Стеження за об'єктом. Система обробляє отримане відео, знаходить об'єкт за заданими критеріями пошуку після чого відстежує його переміщення.

Також сюди можна віднести таке комплексне поняття, як розпізнавання об'єктів. Розпізнавання об'єктів- це техніка комп'ютерного зору, яка використовується для ідентифікації, визначення місцезнаходження та класифікації об'єктів на цифрових зображеннях або реальних сценаріях.

МЕТОДИ КЕРУВАННЯ БПЛА. Методи управління БПЛА включають різні техніки та алгоритми. Існує декілька режимів керування дронами: ручний (пілотажний), напівавтоматичний (навігаційний) та автоматичний (диспетчерський) [4]. Пілотажний метод керування.



Рисунок 2.1 – Структура пілотажного методу керування БПЛА

У цьому випадку керування БПЛА виконується безпосередньо за допомогою пункту керування, з якого передаються кути розвороту, параметри роботи силових машин, тощо. Навігаційний метод керування.

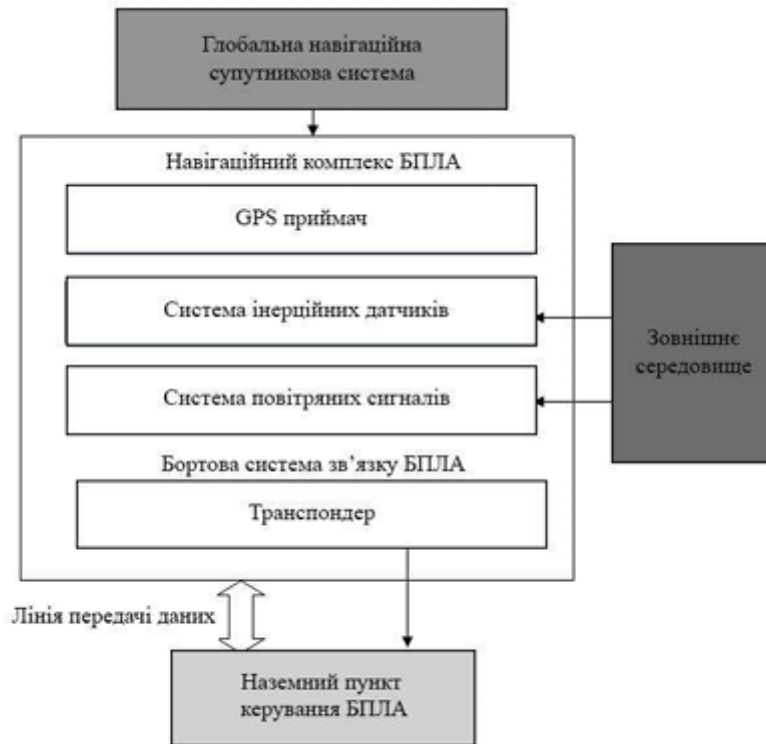


Рисунок 2.2 – Структура навігаційного методу керування БПЛА

Керування БПЛА здійснюється не передачею йому команд для виконання маневрів, а шляхом завдання точок маршруту щодо земної поверхні.
Диспетчерський метод керування.

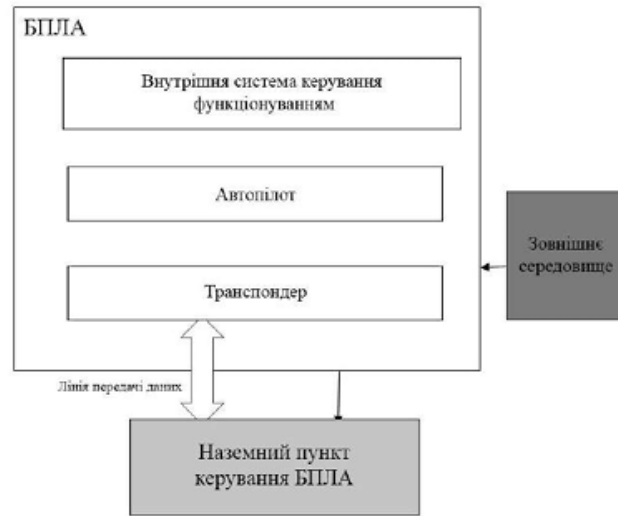


Рисунок 2.3 – Структура диспетчерського методу керування БПЛА

Для його використання має бути створена внутрішня система управління функціонуванням БПЛА. Вона покликана реалізувати алгоритми функціонування алгоритмів внутрішніх систем.

ВИДИ КАМЕР НА БОРТУ БПЛА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВІДЕО/ФОТО. Камера в квадрокоптері є одним з ключових компонентів. У її функції входить не тільки фото- та відеозйомка, а й маневреність агрегату в польоті. Існує кілька різновидів камер для дронів.

FPV камера - це пристрій, що встановлюється на дрон і забезпечує передачу зображення в режимі реального часу з точки зору дрона. Завдяки FPV камері оператор може керувати дроном, орієнтуючись на зображення, передане на екран, окуляри чи шолом.

RGB камера - це стандартний тип цифрової камери, яка захоплює зображення в трьох основних кольорах: червоному (Red), зеленому (Green) та синьому (Blue). Ці три канали використовуються для формування повнокольорового зображення, яке відповідає сприйняттю людського ока.

Теплова камера - це пристрій, які дозволяють виявляти та візуалізувати теплове випромінювання об'єктів. Вони широко застосовуються в різних галузях для діагностики, контролю, безпеки та аналізу.

Екшн камера - це компактна, легка, і надзвичайно міцна відеокамера, призначена для зйомки в екстремальних умовах. Завдяки своїм характеристикам, вона широко використовується в незвичайних умовах, які потребують мобільності та високої якості відео

CNN. Конволюційні нейронні мережі (Convolutional Neural Networks, CNN) — це тип глибоких нейронних мереж, які надзвичайно ефективні для задач комп'ютерного зору, таких як класифікація зображень, розпізнавання об'єктів, сегментація та багато інших. CNN використовують конволюційні операції, які дозволяють виявляти просторові та ієрархічні залежності в зображеннях.

АРХІТЕКТУРА CNN. Існує декілька архітектурних рішень:

1. LeNet-5. Перша CNN, яка показала ефективність на задачах розпізнавання рукописних цифр.

2. AlexNet. Згортована нейронна мережа, що застосовується для розпізнавання зображень. Виграла ImageNet Challenge у 2012, стала проривом у комп'ютерному зорі.
3. VGGNet. Глибока мережа з простими архітектурними блоками.
4. ResNet. Представила механізм резидуальних зв'язків, який дозволяє тренувати дуже глибокі мережі.
5. Inception (GoogLeNet). Ефективна структура з використанням паралельних фільтрів різних розмірів.
6. EfficientNet. Оптимізовані моделі для балансу між точністю і швидкістю.

Конволюційні нейронні мережі (CNN) мають значні переваги, які зробили їх ключовим інструментом для вирішення задач комп'ютерного зору. До переваг можна віднести: автоматичне виділення ознак, ієрархічність аналізу даних, зменшення кількості параметрів, стійкість до змін у даних, стабільність до "шуму", масштабованість, використання просторової інформації та гнучкість у виборі архітектури.

ВИСНОВКИ. У цій роботі розглянуто актуальність використання систем комп'ютерного зору на основі конволюційних нейронних мереж (CNN) для автономної роботи FPV дронів. Проаналізовано методи ідентифікації та розпізнавання об'єктів, алгоритми трекінгу в реальному часі, а також ефективність різних архітектур CNN. Результати дослідження підтверджують, що такі системи є ключовим елементом для забезпечення точності ідентифікації об'єктів та стабільної роботи дронів у реальних умовах. Реалізація запропонованих рішень дозволить підвищити точність і швидкість розпізнавання об'єктів та забезпечити автономність роботи FPV дронів завдяки адаптації до обмежених обчислювальних ресурсів. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на оптимізації алгоритмів трекінгу об'єктів, інтеграції інших технологій комп'ютерного зору та підвищенні енергоефективності системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Gopejenko, V., & Kosenko, V. (2025). Development of mathematical support for adaptive control for the intelligent gripper of the collaborative robot manipulator. *Advanced Information Systems*, 9(3), 57-65.
2. Невлюдов, І., Євсєєв, В., Максимова, С., & Артюх, Р. (2025). Математична модель адаптивного ієрархічного високорівневого керування триланкового колаборативного робота-маніпулятора. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*, (2 (32)), 58-68.
3. Moisieiev M. Research on Methods for Controlling a Group of Mobile Robots Under Uncertainty / M. Moisieiev, V. Yevsieiv // *Manufacturing & Mechatronic Systems 2025 : Theses of Reports of IX-st International Conference*, October 25-26, 2025. - Kharkiv, 2025. - P. 26-29.
4. Yevsieiev V. Comparative Analysis of Neural Network Architectures for Intelligent Microclimate Control in Production / V. Yevsieiev, I. Holod // *Manufacturing & Mechatronic Systems 2025 : Theses of Reports of IX-st International Conference*, October 25-26, 2025. - Kharkiv, 2025. - P. 15-17.
5. Yevsieiev V. Implementation of STEM education in distance learning conditions during martial law in Ukraine: challenges, tools and prospects for training future engineers / V. Yevsieiev, S. Starikova // *Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGA (MC&FPGA-2025) : VII International Scientific and Practical Conference*, June 27-28, 2025. – Kharkiv : NURE. – P. 21-25.

***Науковий керівник:** Євсєєв Владислав В'ячеславович, професор кафедри КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки*