

УДК 621.396.1

Бугрова Т.І.¹, Горохов Є.П.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. БК-914м НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ FPV ДРОНІВ

Машинний зір виконує ключову роль у системах штучного інтелекту, забезпечуючи можливість «бачити» та аналізувати візуальну інформацію. Його основні функції спрямовуються на автоматичне розпізнавання об'єктів, текстур, руху, форм; контроль якості в промисловості (виявлення дефектів); навігацію в автономних системах (роботи, дрони, авто); взаємодію з користувачами (розпізнавання облич, жестів); медичну діагностику, безпеку, агроаналіз тощо. Машинним зором називають алгоритм автоматичного розпізнавання образів на зображенні. Дрон, оснащений такою технологією, запам'ятовує картинку – обриси цілі і орієнтується на неї. Він утримує образ цілі для самонаведення, а також може відслідковувати її в русі.

У більш складних системах машинний зір з допомогою елементів штучного інтелекту може знаходити і розпізнавати об'єкти без участі людини. В умовах війни при дії РЕБ на дрони машинний зір вирішує головну проблему умовних "останніх 100 метрів" до цілі, точніше - термінальної ділянки. Оператор з машинним зором просто підводить дрон до цілі з вільного від перешкод напрямку, виділяє її, натискає "знищити", а далі FPV-дрон все робить самостійно, використовуючи наступну схему керування, яка включає в себе: GPS-модуль — для глобального позиціонування; гіроскоп/IMU — для стабілізації та орієнтації дрона; VIO (Visual-Inertial Odometry) — для точної локалізації в просторі; відстеження траєкторії — для аналізу та корекції маршруту (рис.1).

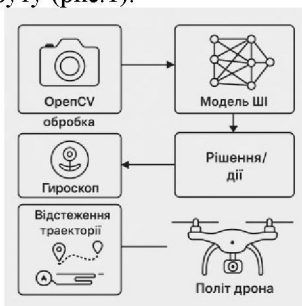


Рисунок 1 – Структурна схема машинного зору для дрона

Апаратне забезпечення включає в себе: основну плату NVIDIA Jetson Nano / Xavier NX, камеру RealSense D435 / Raspberry Pi HQ / ZED mini, GPS-модуль u-blox NEO-M8N, IMU / гіроскоп MPU6050 / BNO055, VIO сенсори Intel T265 / ZED2 / комбіновані камери + IMU. Додатково знадобиться ESC + мотори, живлення (LiPo), рама, модуль Wi-Fi.

Програмне забезпечення включає операційну систему Ubuntu 20.04 + ROS Noetic / ROS 2, машинний зір OpenCV, TensorFlow / PyTorch, YOLOv8, VIO ORB-SLAM2 / VINS-Fusion / RTAB-Map, відстеження траєкторії MAVROS, PX4, ROS Navigation Stack, GPS-навігацію за підтримки MAVLink, GPSD, QGroundControl, керування польотом за допомогою PX4 Autopilot або ArduPilot.

Далі виступає на передній план навчання самого машинного зору за технологіями нейромережі. Його необхідно натренувати для розпізнавання цілі у доволі складних умовах бою.

Виявляється, що розпізнавання бронетехніки, наприклад, танка чи БМП, значно простіша задача, ніж розпізнавання людини. Танк не може впасти на землю, або повністю змінити свою форму, як це може зробити людина, просто піднявши руки чи присівши. Тому навчання машинного зору розпізнаванню людини є складною задачею. На рис.2 показаний результат машинного навчання машинного зору, внаслідок якого здійснюється ідентифікація та захоплення цілі.



Рисунок 2 – Індикація захоплення та супроводження рухомої цілі внаслідок успішного машинного навчання

Наостанок слід зазначити, що реалізація машинного зору не завжди потребує значного підвищення вартості самого дрона. Зокрема, такі рішення є змога реалізувати на комплектуючих вартістю не більше 150 доларів.

Водночас, інтеграція машинного зору дозволяє одночасно вирішити дві основні проблеми ефективності FPV-дронів на полі бою: залежності від впливу РЕБ, бо дрон з машинним зором автоматично наводиться на вказану ціль, а також зліквідувати пряму залежність навченості оператора на результат атаки.