

Застосування SIFT алгоритму для самонаведення БПЛА на специфічні об'єкти

Розглянуто різні функції автономного управління БПЛА, які зараз активно розвиваються. Запропоновано верхньорівневий опис системи по взаємодії дрона-розвідника з дронами ураження для полегшення етапу захоплення специфічних цілей. Проведено опробування роботи SIFT алгоритму для успішного знаходження об'єкту пошуку за характерними ознаками.

Поширення автономних функцій у БПЛА

На сьогодні спостерігається стрімкий розвиток технологій пов'язаних з БПЛА. Зокрема це зумовлено війною, де БПЛА різного типу використовуються для широкого спектру задач. Зараз в Україні розроблюються, проходять тестування та удосконалюються БПЛА від всіх провідних виробників світу. Вже зараз в тій чи іншій формі є розробки, які додають дронам різних форм автономності.

Давно відомі функції – політ по місії за заданими координатами GPS. Це використовується для розвідувальних операцій, може використовуватися для логістичних операцій.

В умовах складних умов експлуатації GPS сигнал може бути недоступний на певних територіях, тому для автономної навігації використовують алгоритми штучного інтелекту та комп'ютерного зору для вирішення задач геолокації за оптичним каналом. Співставляючи кадри з відео на БПЛА з попередньо загруженою аерофотозйомкою району роботи та метаданих з координатами прив'язаних до цих кадрів. В разі успішного співставлення отримані координати можуть замінювати або доповнювати дані з GPS датчика.

Навігація за альтернативними каналами використовувалася давно – наприклад у військовій техніці, в ракетах застосовувалися навігація по карті висот, рельєфу. Також існує інерціальна система. Вони мають свої недоліки, похибки, проте в комплексі мають своє ефективне застосування.

Наступним розвитку набувають підходи донаведення на ціль, метою яких є автономна робота літального апарату в умовах роботи перешкод та неможливості оператора керувати апаратом на фінальній дистанції. Для цього використовують різні алгоритми трекінгу цілі. Якщо це напіваавтоматичний режим – тоді для запуску трекера оператор БПЛА має захопити та вказати ціль, а вже після цього алгоритм автономно сам скерує дрон в необхідне місце.

Для того, щоб напіваавтоматичний режим зробити повністю автоматичним потрібно реалізувати підхід, коли захоплення цілі також буде робити комп'ютер-компаньон. Для вирішення цієї задачі на перший етап в деяких розробках додають object detection алгоритм. Одним популярним з таких алгоритмів є YOLO модель. В роботі [2] проводилась оцінка швидкодії роботи

такого алгоритму на одноплатних комп'ютерах і видно, що це нешвидкий та вибагливий алгоритм. Також object detection алгоритми потребують попереднього навчання на певні типи об'єктів, які він зможе визначати. Процес якісного навчання є дуже ресурсозатратним і проводиться на спеціалізованому обладнанні з потужними графічними процесорами. Таке рішення для задачі захоплення цілі накладає обмеження, що БПЛА зможе захоплювати цілі певного типу, це може бути досить поширений тип – БМП чи гармата. Проте це не дозволяє захопити специфічні цілі – конкретну будівлю, специфічно замаскований комплекс РЕР чи ППО. Також вимогливість алгоритмів з розпізнавання об'єктів до продуктивності комп'ютера-компаньона суттєво підвищує ціну на такі рішення. Використання Jetson Nano для задач з самознищенням зазвичай не є виправданим.

Взаємодія дрона-розвідника та дронів-камікадзе

В роботі пропонується підхід, який вирішує задачу захоплення цілі дешевим дроном-камікадзе шляхом передачі йому декількох зображень специфічної цілі з більш якісного дрона-розвідника та вказання району розміщення такої цілі.

Для пошуку та захоплення цілі дроном-камікадзе пропонується використовувати SIFT (scale-invariant feature transform) алгоритм. Його суттєвими перевагами є стійкість до зміни масштабу та кутів огляду. Це дозволяє розраховувати на вдаль роботу такого алгоритму навіть якщо ціль вже перемістилася, або БПЛА бачить її під іншим кутом.

Саме такий підхід роботи системи дронів може бути ефективним для виявлення та автономного оперативного ураження цілей, на які складно завчасно навчити моделі нейромереж по розпізнаванню об'єктів.

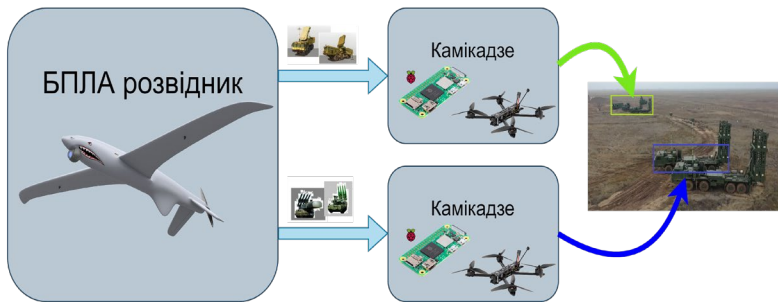


Рис. 1. Взаємодія дрона-розвідника та дронів-камікадзе.

В рамках роботи проводилося моделювання такої взаємодії та оцінка якості роботи алгоритму SIFT для пошуку заданих об'єктів на більш великих кадрах. Результати пошуку показали хороший результат успішного знаходження. Зображення з різних ракурсів також позитивно впливають на результативність, хоч і пропорційно збільшують час роботи алгоритмів. На

(Рис.2) показано успішне спрацювання алгоритму на зображення навіть невисокої якості.



Рис. 2. Успішна робота знаходження розвернутого об'єкту алгоритмом SIFT

Наступними кроками дослідження будуть запуск алгоритмів пошуку на відео, а не одиничних зображеннях. Для цього потрібно провести підготовчий етап по збору якісних тестових даних, враховуючи досить специфічну вимогу. Так як потрібне відеозображення з камери одного дрону, а також фотографії конкретного об'єкту, що є на цьому відео, зроблене з різних ракурсів іншим дроном.

Висновки

В роботі розглянуті тенденції та актуальні напрями розробок по поєднанню алгоритмів штучного інтелекту, комп'ютерного зору з БПЛА для досягнення їх автономності. Запропонована та описана схема взаємодії дрона-розвідника та дронів-камікадзе для вирішення задачі автономного захоплення цілі. Проведено моделювання та тестування співставлення зображень шуканих об'єктів та кадрів потенційного пошуку алгоритмом SIFT.

Список літератури

1. Mohsan S. A. H. et al. Unmanned aerial vehicles (UAVs): practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. *Intelligent Service Robotics*. 2023. Vol. 16, Iss. 1. P. 109–137. DOI: 10.1007/s11370-022-00452-4.
2. Лукаш Ю.В. Аналіз продуктивності алгоритму детекції об'єктів YOLOv8n на мікрокомп'ютерах RaspberryPi та NVidia Jetson Nano. *Проблеми інформатизації та управління*. 2024. Випуск 1(77), с. 61-67 DOI: 10.18372/2073-4751.77.18658
3. Gao, J., Sun, Z. An Improved ASIFT Image Feature Matching Algorithm Based on POS Information. *Sensors*. 2022. Vol 22 (20), art. no. 7749. DOI: 10.3390/s22207749