

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ВТРАТИ З'ЄДНАННЯ З ОПЕРАТОРОМ

Блазаренас І.В., магістрант, ivan.blazarenas.kita@donntu.edu.ua;

Теличко Г.О., к.т.н., hanna.telychko@donntu.edu.ua;

«Донецький національний технічний університет», Луцьк, Україна

Використання безпілотників у нашій країні відіграє ключову роль у досягненні економічних, логістичних і військових цілей. Втрата управління з пристроєм є частою проблемою за будь-якого виду пристроїв - агродронів, квадрокоптерів з можливістю високоякісного знімання, дронів-розвідників та віднедавна дронів-кур'єрів.

Зникнення дрона може статися, якщо він виходить за радіус дії сигналу або загублюється у невідомій місцевості, що призводить до втрати обладнання. Це може викликати фінансові втрати та втрату цінних даних, якщо на борту була камера з записаним матеріалом.

Втрата сигналу може породжувати небезпечні ситуації, особливо коли дрон перебуває біля людей, житлових зон, повітряного простору чи інших чутливих місць. Непередбачуваний рух або падіння дрона можуть створити загрозу для оточення. У цій доповіді розглянемо важливі аспекти модернізації систем автоматичного керування БПЛА з метою забезпечення надійного функціонування під час втрати з'єднання з оператором.

Сучасні системи автоматичного керування безпілотними літальними апаратами (БПЛА) можуть бути класифіковані за різними критеріями, такими як тип БПЛА, метод навігації та управління, алгоритми прийняття рішень та зв'язок [1]. Існують варіанти автоматичного керування дроном під час втрати з'єднання. Виділимо найпоширеніші:

- 1) Метод "рою", концепція полягає в перерозподілі завдань, у разі втрати з'єднання з пультом управління. Мінусом методу виступає потреба в багаточисленних пристроїв, і так чи інакше в "зграї" дронів, що летять, має бути хоча б один коптер, який не втратив зв'язок [3].
- 2) Повернення на станцію управління. Найпоширеніший метод для одиночного дрону. Для реалізації необхідна наявність зв'язку з GPS супутником. Але покриття сигналу може не досягати пристрою за наявності перешкод у вигляді споруд, засаджених дерев, погодних умов, а також у разі навмисного глушіння сигналу [3].

Будь які методи вимагають значної обчислювальної потужності, що позначається у вартості під час проєктування.

Метою роботи є розробка автономного та доступного методу, який мав би здатність повертати дрон на наземну станцію або до точки, де було встановлене останнє з'єднання, при повній відсутності зв'язку.

Найоптимальнішим рішенням, виходячи з вимог, буде використання ієрархічної системи [4], що дасть нам змогу сформулювати підрівні для можливості реалізації на пристроях з малою і середньою обчислювальною потужністю:

- верхній рівень системи формує повноваження для виконання завдань дрону на основі проведення аналізу отриманого відеопотоку;
- середній рівень включає в себе прийом та відправку даних від датчиків, забезпечується стабілізація та регулювання БПЛА;
- нижчий рівень здійснює виконання процесів вищих рівнів.

Нижній рівень є виконавчим, у модернізації немає потреби. Основою редагування є середній і верхній рівні системи, що становлять зв'язок: середній рівень забезпечує збір інформації з нижнього рівня та передачу на верхній, де відбувається формування цілей та пошук рішень.

Ієрархічна система потрібна для розвантаження обчислювальної потужності дрона. В момент відсутності з'єднання, система робить зупинку

пристрою, і здійснює захоплення поточного потоку зображення і зіставлення архівного зображення на момент наявності з'єднання. При знаходженні співпадаючих фрагментів дрон повертається по правильній траєкторії на ділянку з наявністю зв'язку. Блок схему описаного методу показана рис. 1.

Вхідне зображення з середнього рівня складається з пікселів, спираючись на складові частини. Кожен піксель можна відобразити у трьох основних кольорах - червоному, зеленому і синьому. Ці дані достатньо для виділення об'єктів на місцевості, дозволить сформувати зображення оточення і на його основі знайти ефективне рішення.

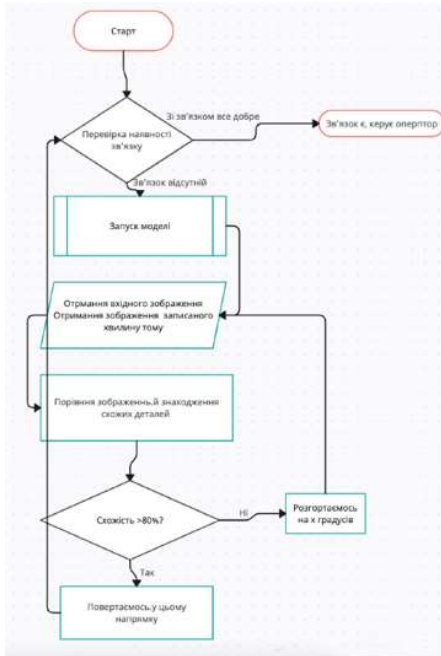


Рисунок 1. Представлення алгоритму

Зображення фільтрується за формулою (1)

$$y(i) = \begin{cases} y_1 \leq x \\ y_2 > x \end{cases}, \quad (1)$$

Де x - вихідна точка на вході, y - прогнозований вихід зображення, y_1 і y_2 - нижній і верхній рівні вихідної яскравості. Після прогнозування всі значення поділяються на дві групи. Ті значення, що менші за порогове значення x , приймають значення 255 - відповідне зеленому кольору, а ті, що більші за поріг, стають чорними. При фіксації конкретних значень також

можна використовувати множинне прогнозування, прогнозування з кількома обмеженнями та інші підходи.

Зробимо модель, яка зможе знаходити фрагменти місцевості й порівнювати зображення. Моделювання проводилось за допомогою мови Python й підключеної бібліотеки TensorFlow, сервіс Supervisely використовувався для перетворення та фільтрації зображення.

За основу було взято відео з дрона [5], на ньому пристрій пролітає поля, посадку і висаджені дерева - найчастіші локації у втраті з'єднання з дроном.

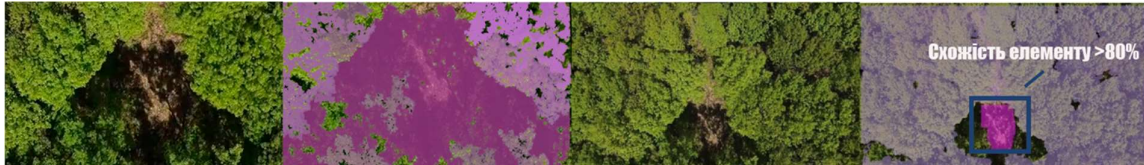


Рисунок 2. Порівняння вхідного зображення та архівного з моментом наявності зв'язку

На рис. 2 бачимо чотири зображення – це порівняння вхідного зображення й зробленого на момент останнього з'єднання а також продубльована фільтрація вихідників. Перше й третє зображення – звичайний вихідник, друге й четверте – отфільтрований вихідник перед перетворенням на машинний код. На правому зображенні кожен колір відповідає конкретному класу об'єкта - дереву, або іншій деталі, яка розпізнається з висоти польоту.



Під час навчання можна використовувати й інші класи, які дадуть змогу використовувати систему для інших потреб. Фільтрація зображення дасть змогу перевести зображення на зрозумілу мову для машини рис. 3.

Рисунок 3. Зображення у машиному коді

Для навчання використовувався метод зворотного поширення, що позначає в собі пошук помилки в прогнозі, для зміни "розрахунків", щоб у наступних компіляціях робити більш точні передбачення.

Як показало моделювання, метод зіставлення зображень можна використовувати як основу для автономної системи автоматичної системи управління в разі втрати з'єднання.

Вихідний код [6] можна перетворити і для інших цілей. Для коректної роботи методу рекомендується використовувати камеру з можливістю 360° захоплення зображення.

У роботі було запропоновано систему ієрархічного розподілу для розвантаження обчислювальної потужності пристрою. Як розв'язання проблеми втрати повного з'єднання з оператором і супутником GPS запропоновано метод зіставлення зображень вхідного потоку і вже пройденого шляху верхнім рівнем ієрархічної системи. Виділення відповідних фрагментів дає змогу вибрати правильний напрямок для повернення на точку з наявністю зв'язку. За результатами моделювання метод знаходить фрагменти, встановлений поріг становить 80%, з урахуванням похибки в габаритах і орієнтації фрагмента. Вихідний код доступний для вільного використання, що дає змогу розглянути застосування методу і для інших цілей.

Література

1. Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment / Reg Austin, 2010. — 368 с.
2. Becerra, V.M. Autonomous Control of Unmanned Aerial Vehicles. Electronics 2019, 8, 452.
3. Control of Autonomous Aerial Vehicles: Advances in Autopilot Design for Civilian Uavs (Advances in Industrial Control) / Andrea L'Afflitto, Gokhan Inalhan, Hyo-Sang Shin / Springer Nature, 2023. — 353 p.
4. "Artificial Intelligence for Robotics" / Luca Marchionni and Siddhartha Shaky, 2021. — С. 128—134.
5. https://www.youtube.com/watch?v=8IM2eVdssG4&ab_channel=OleksandrKuskov / Відео приклад для навчання моделі
6. <https://github.com/blazarenas/code.git> / Репозиторій вихідного коду

Анотація

Робота охоплює аналіз наявних рішень і технологій, проведення моделювання та розробку алгоритмів, спрямованих на забезпечення автономності керування дроном у разі втрати з'єднання з пультом оператора та супутником GPS.

Ключові слова: ТАК, БПЛА, штучний інтелект, АСУ.

Abstract

The paper covers the analysis of available solutions and technologies, modelling and development of algorithms aimed at ensuring autonomy of drone control in case of loss of connection with the operator console and GPS satellite.

Keywords: TAC, UAV, PIU, PIU, ACS.