

УДК 004.627:519.687.7

DOI: 10.18372/2073-4751.74.17886

Сорокопуд В.І.,
orcid.org/0000-0002-3256-7031,
Приставка П.О., д.т.н.,
orcid.org/0000-0002-0360-2459

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ЦІЛЬОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Національний авіаційний університет

vlad.sorokopud.i@gmail.com

Вступ

Протягом останніх років сфера безпілотних повітряних суден (БПС) активно розвивається і займає своє місце у ряді галузей свого застосування [1] – військовій, аграрній та цивільній. Завдяки цьому з'являється велика кількість різнотипних інструментів та технологій від виробників БПС до сторонніх розробників.

Цей ріст викликає збільшення кількості літальних апаратів та людей, які навчаються на базі одного типу або виробника, а також постає проблема зміни наявної апаратної бази [2]. Ця проблема полягає в тому, що набуті напрацювання та технології на базі одного типу апаратів практично неможливо перенести на інші типи, по причині їх невідповідності.

Також така тенденція може бути сприйнята як позитивний напрямок розвитку галузі, однак надмірна стимуляція та відсутність систематизації напрацювань спричиняє накопичування дублюючих технологій, які базуються на одних і тих самих інструментах. Зазвичай ці технології реалізуються як готові рішення, які не дозволяють проводити подальше покращення та інтеграції з іншими технологіями.

Постановка проблеми

Для вирішення задач, викладених вище, виникає необхідність розробки інформаційної технології (ІТ), що дозволить об'єднати різні методи обробки цільового навантаження з апаратним забезпеченням та вхідною інформацією, яка може бути доступна на борту БПС.

Цільовими задачами технології є вирішення таких питань як: розпізнавання об'єктів, відстеження цілі, коректування

траєкторії та навігації за оптичним каналом на борту. Також за допомогою цієї технології можна вирішувати інші задачі, для яких необхідне використання аналітичних інструментів на борту.

Дана технологія повинна базуватись на відкритій архітектурі БПС для створення можливості використання її в будь-яких проектах, які побудовані на таких архітектурах.

Також технологія повинна описувати сукупність вхідних даних, з можливістю розширення, що можуть використовуватись в подальшому всередині модулів обробки та модулю генерації команд управління. Технологія повинна описувати функціонал модулів обробки інформації, генерувати основні їх властивості та функціонал з можливістю подальшого розширення. Технологія повинна мати гнучкий опис модуля генерації команд управління з можливістю його розширення.

Також, для розширення сфери використання, технологія повинна включати в себе можливість роботи з наземною станцією (НС) і описувати базовий протокол взаємодії між станцією та БПС.

Опис базової концепції

Запропонована інформаційна технологія має багатокомпонентну структуру, а також деякі архітектурні особливості. Схематичне представлення даної архітектури зображено на рис. 1. На представленій схемі можна побачити

Виділені елементи – автопілот, вхідна інформація та зовнішнє наземне розширення. Ці елементи представляють собою зовнішні фактори з якими інтегрується ІТ, без втручання в їхню внутрішню роботу.

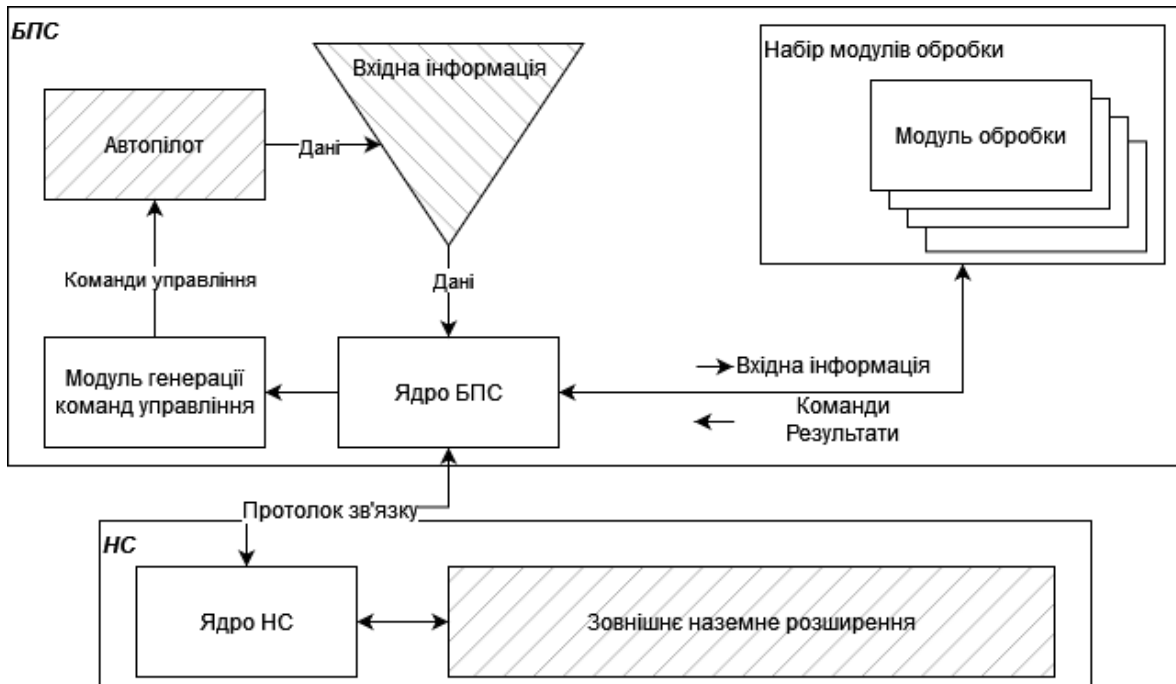


Рис. 1. Схематичне відображення інформаційної архітектури

Безпосередньо на самому БПС ключовим вузлом є “Ядро БПС”, що виконує функцію поєднання всіх інших компонентів в єдину систему. Це ядро представляє собою закінчену логічну одиницю, що використовується для роботи технології та її розширення. Також важливо зазначити, що архітектура самого БПС може бути довільного формату, однак ключовою вимогою є використання відкритих технологій для інтеграції з ними, наприклад як представлено в цьому матеріалі [3].

Автопілот в структурі БПС - це ключова одиниця апаратного забезпечення, яка відповідає за політ, надає інформацію з бортових систем та може виконувати команди управління. Як зазначалось раніше для інтеграції необхідно використовувати автопілоти з відкритим кодом та наявними інструментами інтеграції, такі автопілоти як наприклад Pixhawk[4] або ArduPilot[5].

Вхідна інформація - це сукупність різнотипних даних, що можуть бути отримані на борту БПС та бути оброблені в подальшому.

Базовий набір вхідних даних включає в себе:

- дані з автопілота;

- позиція – координати та кути нахилу;
- апаратна інформація – заряд батареї, якість зв'язку, параметри роботи;
- поточний статус та місія;
- цільова інформація;
- дані з цифрових камер;
- дані з термальних камер.

Додатково описаний набір вхідної інформації може бути розширений безпосередньо під конкретну задачу.

Модуль обробки даних представляє собою аналітичну одиницю, яка на вхід приймає всю (або частину) вхідної інформації, після чого проводить внутрішню її обробку, зберігає отриману інформацію, повертає результати для можливої відправки на наземну станцію, а також може генерувати команди на основі яких в подальшому генеруються команди управління.

Модуль генерації команд управління - це інтеграційний модуль, який дозволяє транслювати внутрішні команди управління в директиви автопілота для виконання відповідних дій. В залежності від автопілота та його протоколу взаємодії інтеграційний модуль може генерувати різні результуючі директиви, наприклад за допомогою протоколу mavlink [6].

Мінімальний набір запропонованих команд визначених в ІТ:

- рух на відповідні GPS координати (на основі автопілоту);
- зміщення вгору або вниз (на основі ІТ);
- зміщення на заданий вектор (на основі ІТ);
- зміщення по вектору компаса (на основі ІТ);
- повернення додому (на основі автопілоту);
- ініціалізація взлету або посадки (на основі автопілоту).

Наведений вище мінімальний перелік команд може бути розширений в залежності від поставлених задач.

Ядро наземної станції представляє собою набір основних функцій, які дозволяють будувати з'єднання з БПС, отримувати інформацію та передавати команди управління.

Роль зовнішнього наземного розширення може виконувати будь-який графічний застосунок, який розгорнутий на наземній станції та використовує ядро НС у своїй основі.

Опис інформаційної технології

Запропонована інформаційна технологія (ІТ) представляє собою акумуляторний інструмент, що дозволяє розгорнути інтелектуальні процеси нехтуючи внутрішньо-апаратною реалізацією та питанням комунікації компонентів. Концептуальне представлення запропонованої ІТ представлено на рис. 2.

Безпосередньо інформація з БПС, цільова інформація та команди керування були описані раніше, а під вихідною інформацією розуміється будь-яка інформація, яку процес хоче передати або зберегти, наприклад фото об'єктів розпізнавання, логи і т.п.

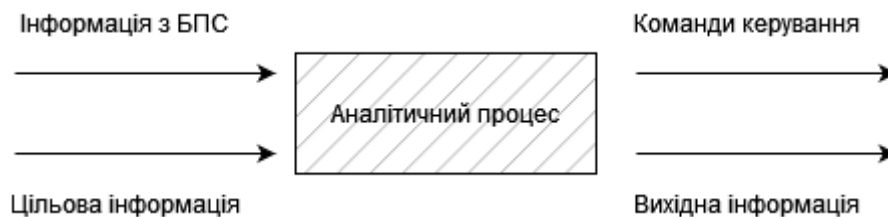


Рис. 2. Концептуальне представлення ІТ

На рис. 3. продемонстровано приклад використання запропонованої ІТ в розрізі задачі розпізнавання об'єктів на борту БПС в режимі реального часу. Для реалізації цієї задачі на вхід береться відео з камери, яке буде оброблятися для розпізнавання об'єктів, та координати БПС з кутами нахилу для визначення координат

знайдених об'єктів. Безпосередньо сам процес розпізнавання об'єктів складається з підготовки кадру, розпізнавання об'єктів та визначення координат в області бачення камери. В якості вихідної інформації повертаються об'єкти з їх визначеними координатами.

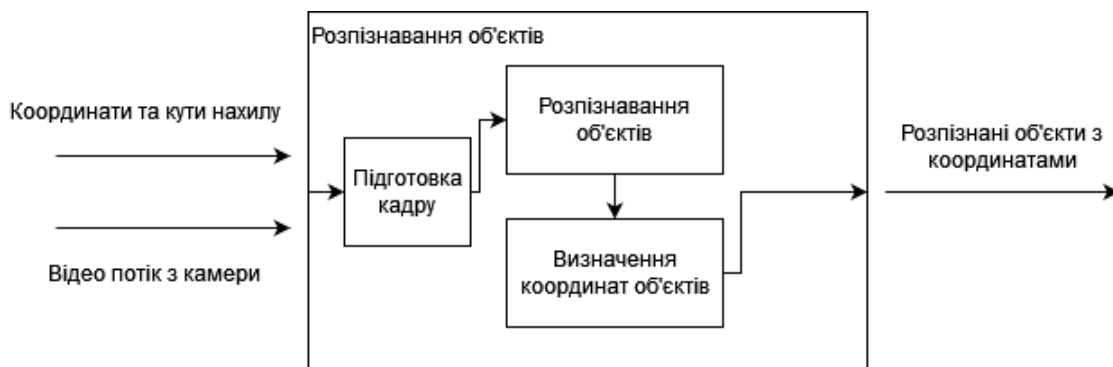


Рис. 3. Розпізнавання об'єктів на базі запропонованої ІТ

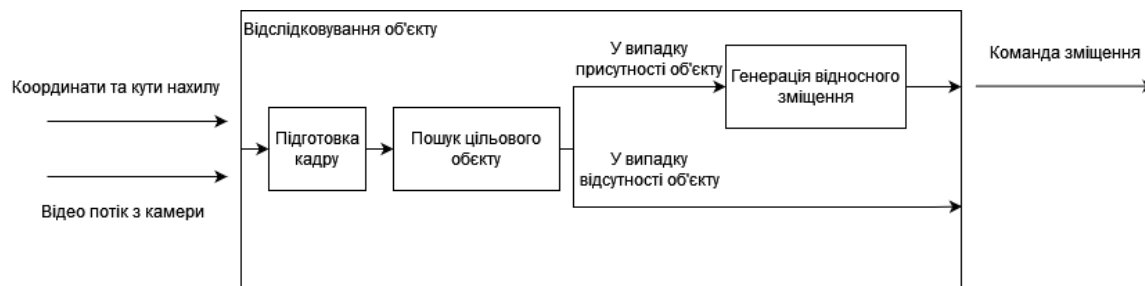


Рис. 4. Відслідковування об'єктів на базі запропонованої ІТ

В якості іншого прикладу на рис. 4 представлена реалізація задачі відслідковування об'єктів на базі запропонованої ІТ. У цьому випадку вхідна інформація аналогічна з попереднім прикладом. Основна відмінність це внутрішня реалізація аналітичної складової та результат її роботи у вигляді генерації команд зміщення.

У цьому матеріалі були викладені тільки деякі варіанти використання запропонованої інформаційної технології, а також, як було сказано раніше, технологія має гнучкі варіанти розширення.

Апробація запропонованої інформаційної технології

Запропонована інформаційна технологія уже була апробована в частині проектів зв'язаних з розробкою інформаційного навантаження БПС та побудови БАК, нижче наведений короткий опис цих проектів.

На основі описаної технології був зроблений "Експериментальний зразок автоматизованої системи пошуку підозрілих об'єктів на відео з безпілотного повітряного судна" [7]. Описана ІТ надавала основу для експериментального зразка, а в якості модулю обробки використовувався модуль пошуку підозрілих об'єктів.

Також комплекс вирішення повітряних задач [8] був побудований на базі запропонованої ІТ, а в якості моделі обробки використовувався модуль автоматизованого слідування за ціллю.

Висновки

В роботі запропонована інформаційна технологія обробки даних цільового навантаження безпілотних авіаційних комплексів, яка дозволить уникнути процесу вирішення архітектурних задач, а натомість сконцентруватись на розробці та

покращенні виключно технологій обробки даних.

Ця технологія може забезпечити гнучку платформу для подальших досліджень та розробок в даній сфері, а також вирішує задачу швидкого створення різнотипних БПЛА з штучним інтелектом на базі різних платформ. На зараз в Україні існує велика кількість компаній, які збирають або розробляють БПС, але вони не мають цільового навантаження, що теж позитивно може сказатись на цих компаніях.

Надалі планується подальше випробування та доопрацювання цієї технології для подальшого просування.

Література

1. Mohsan S.A.H., Othman N.Q.H., Li Y., et al. Unmanned aerial vehicles (UAVs): practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. *Intel Serv Robotics*. 2023. V. 16. P. 109–137.
2. Ateş H. Important Issues In Unmanned Aerial Vehicle User Education And Training. *Journal of Aviation*. 2022. V. 6, Iss. 1. P. 80–86.
3. Pylyp Prystavka, Vladyslav Sorokopud. Upgrade Quadcopter Architecture to Use Video Analytics and Navigation Onboard. *2020 IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)* / Kyiv, Ukraine, 2020. P. 154–157.
4. Meier L., Tanskanen P., Fraundorfer F., Pollefeys M. PIXHAWK: A system for autonomous flight using onboard computer vision. *2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation* / Shanghai, China, 2011. P. 2992–2997.
5. Luo Z., Xiang X., Zhang Q. Autopilot System of Remotely Operated Vehicle Based on Ardupilot. *Intelligent Robotics and*

Applications. ICIRA 2019. Lecture Notes in Computer Science. 2019. V. 11742. P. 206–217.

6. Marco Stephan, Batbayar Battseren, Uranchimeg Tudevtagva. Autonomous Unmanned Aerial Vehicle Development: MAVLink Abstraction Layer. *International Symposium on Computer Science, Computer Engineering and Educational Technology / Mongolia, 2020. P.44–48.*

7. Приставка П.О., Сорокопуд В.І., Чирков А.В. Експериментальний зразок

автоматизованої системи пошуку підозрілих об'єктів на відео з безпілотного повітряного судна. *Журнал: Системи озброєння і військова техніка. 2017. №2(50). С. 26–32.*

8. Prystavka P., Sorokopud V., Chyrkov A., Kovtun V. Automated Complex for Aerial Reconnaissance Tasks in Modern Armed Conflicts. *CEUR Workshop Proceedings / Lviv, Ukraine, 2019. V. 2588. P. 57–66.*

Сорокопуд В.І., Приставка П.О.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ЦІЛЬОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Враховуючи швидкість розвитку безпілотних повітряних суден (БПС) та сфери їх використання поступово виникає задача створення уніфікованої платформи для розгортання інформаційних процесів прямо на борту. В даній статті запропонована інформаційна технологія (ІТ) яка дозволить розгорнути будь-які інформаційні процеси на борту БПС в режимі реального часу. Також в статті наданий ряд прикладів використання запропонованої ІТ з детальним описом і рекомендаціями.

Ця технологія може забезпечити гнучку платформу для подальших досліджень та розробок в даній сфері, а також вирішує задачу швидкого створення різноманітних БПЛА з штучним інтелектом на базі різних платформ. На зараз в Україні існує велика кількість різних компаній, які збирають або розробляють БПС, але вони не мають жодного цільового навантаження, що теж позитивно може сказатись на цих компаніях.

Ключові слова: БПС, штучний інтелект, відеопотік, цифрові зображення.

Sorokopud V.I., Prystavka P.O.

INFORMATION TECHNOLOGY FOR PROCESSING TARGET LOAD DATA OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS

Given the speed of development of unmanned aerial vehicles (UAV) and the scope of their use, the task of creating a unified platform for deploying information processes directly on board is gradually arising. This article proposes an information technology (IT) that will allow deploying any information processes on board an UAV in real time. The article also provides a number of examples of using the proposed IT with a detailed description and recommendations.

This technology can provide a flexible platform for further research and development in this field, and also solves the problem of quickly creating various types of UAVs with artificial intelligence based on various platforms. Currently, there are a large number of different companies in Ukraine that assemble or develop BPS, but they do not have any target load, which can also be said positively about these companies.

Keywords: UAV, artificial intelligence, video streaming, digital images.