

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПРОГРАМНА ПЛАТФОРМА КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМИ ДРОНАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Роботу присвячено створенню інформаційної системи «DroneShell» для автоматизованого керування групами безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Розроблено архітектуру платформи, яка об'єднує наземні станції керування, хмарний сервер обробки даних та клієнтські термінали. Реалізовано модуль відеоаналітики на базі нейронних мереж (Computer Vision) для детекції об'єктів у реальному часі. Описано протоколи взаємодії між компонентами системи та методи захищеної передачі телеметрії. Запропоноване рішення дозволяє мінімізувати участь оператора в рутинних місіях патрулювання.

Ключові слова: інформаційна система, БПЛА, керування флотом дронів, комп'ютерний зір, хмарна платформа, автоматизація патрулювання.

Abstract

The paper is devoted to creating the "DroneShell" information system for automated management of unmanned aerial vehicle (UAV) fleets. The architecture of the platform, combining ground control stations, a cloud data processing server, and client terminals, has been developed. A video analytics module based on neural networks (Computer Vision) for real-time object detection is implemented. Interaction protocols between system components and methods of secure telemetry transmission are described. The proposed solution minimizes operator involvement in routine patrol missions.

Keywords: information system, UAV, drone fleet management, computer vision, cloud platform, patrol automation.

Вступ

Сучасні державні служби виконують значну кількість рутинних завдань, пов'язаних із патрулюванням територій, спостереженням за громадським порядком, пошуком зниклих осіб та реагуванням на надзвичайні ситуації. Традиційні підходи до виконання таких завдань базуються переважно на використанні людських ресурсів, що призводить до високих витрат часу, фізичного навантаження на персонал та обмеженого покриття територій. Розвиток безпілотних технологій відкриває нові можливості для автоматизації діяльності державних структур. Дрони здатні швидко переміщуватися, працювати у важкодоступних або небезпечних умовах та передавати великі обсяги інформації в режимі реального часу. Проте ефективне використання таких пристроїв потребує спеціалізованого програмного забезпечення, яке забезпечує централізоване керування, аналіз даних та інтеграцію з існуючими інформаційними системами. Існуючі рішення часто є пропрієтарними або не мають достатнього рівня інтеграції з інформаційними системами відомств. Актуальність роботи полягає у необхідності створення уніфікованої програмної платформи, здатної забезпечити централізований контроль, збір та інтелектуальну обробку даних з розподіленої мережі дрон-станцій. Метою даного стартап-проєкту є створення інтелектуальної програмної платформи, що забезпечує автономне виконання польотних завдань та аналіз відеопотоків у режимі реального часу.

Опис ідеї та функціональних можливостей системи

Запропонована програмна платформа являє собою централізовану систему керування дронами, які розміщені у спеціальних стаціонарних пунктах (дрон-станціях) на території міста, регіону або стратегічних об'єктів. Кожна станція забезпечує зберігання, автоматичну зарядку та запуск безпілотних літальних апаратів без участі оператора.

Основними функціями платформи є:

- автоматизоване планування маршрутів патрулювання з урахуванням часу доби, рівня ризику та погодних умов;

- запуск дронів за розкладом або у відповідь на сигнал тривоги;
- пошук людей за фотографією, описом або поведінковими ознаками;
- розпізнавання підозрілої активності, скупчень людей або порушень встановлених правил;
- передача відео, координат та телеметрії до центру керування в режимі реального часу;
- автоматичне формування звітів і журналів подій.

Особливістю системи є використання алгоритмів штучного інтелекту, які дозволяють аналізувати відеопотоки без постійної участі оператора, залишаючи людині лише функцію контролю та прийняття остаточних рішень.

На рис. 1 зображена функціональна схема інформаційної системи.

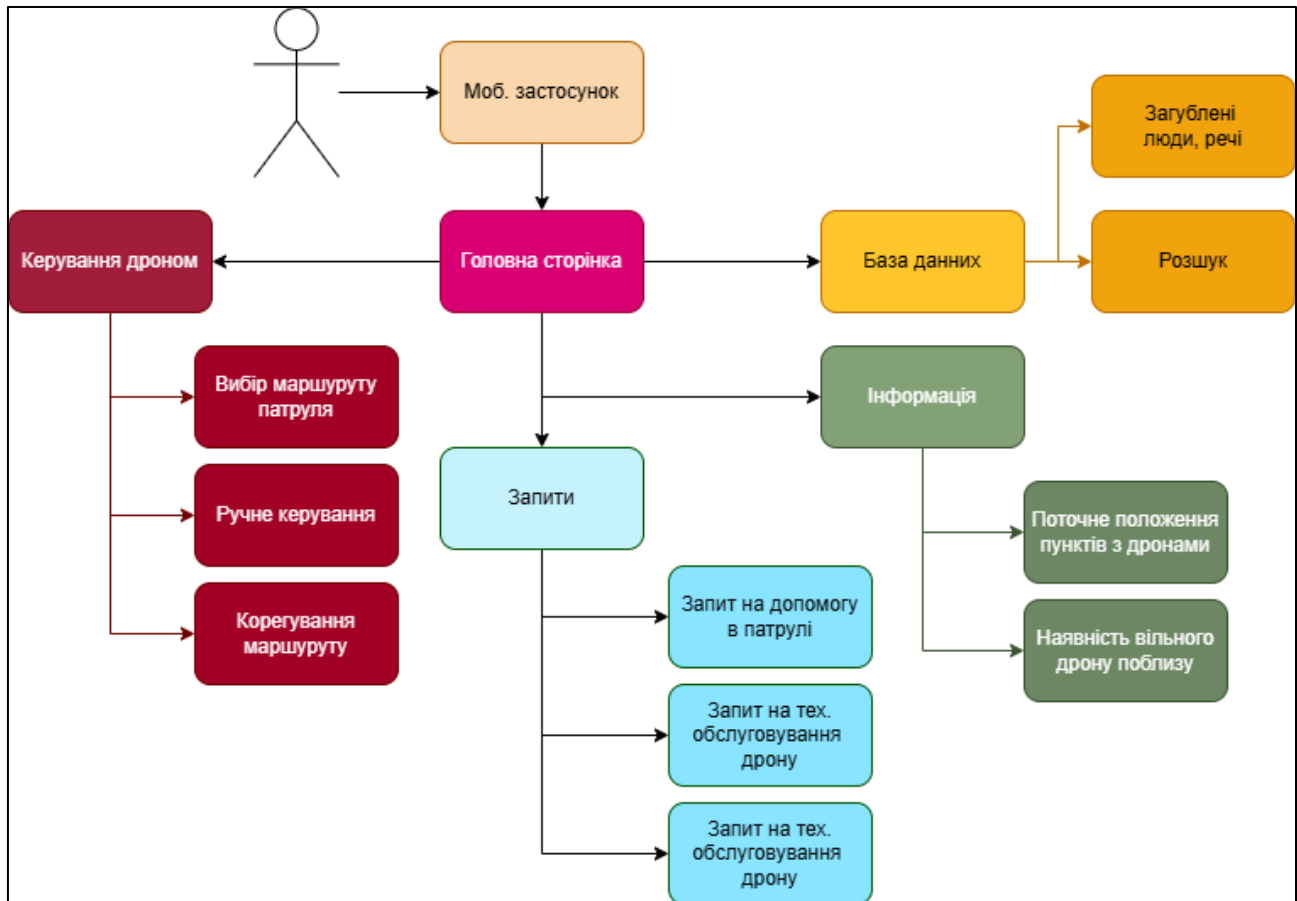


Рисунок 1. Функціональна схема інформаційної системи

Архітектура та принцип роботи

Архітектура платформи побудована за модульним принципом і складається з декількох основних компонентів. Модуль керування дронами відповідає за зв'язок зі станціями, запуск і посадку безпілотників, а також контроль їхнього технічного стану. Аналітичний модуль здійснює обробку відео за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору, включаючи розпізнавання облич, об'єктів і руху.

Окремий модуль геоаналітики відповідає за побудову маршрутів, відображення даних на інтерактивній мапі та аналіз ситуації на місцевості. Дані зберігаються у захищеному хмарному середовищі з обмеженим доступом відповідно до ролей користувачів.

Робота системи розпочинається з отримання завдання від оператора або автоматичного тригера. Після цього дрон вилітає з найближчої станції, виконує патрулювання або пошук, передає дані на сервер, а система аналізує інформацію та у разі потреби формує сповіщення для відповідних служб.

Взаємодія користувачів із програмною платформою

Ефективність функціонування інтелектуальної платформи забезпечується чітким розподілом ролей та інструментів взаємодії між персоналом державних служб. Відповідно до розробленої моделі використання, виділяються дві основні категорії користувачів: Держслужбовець (Оператор) та Модератор (Адміністратор системи).

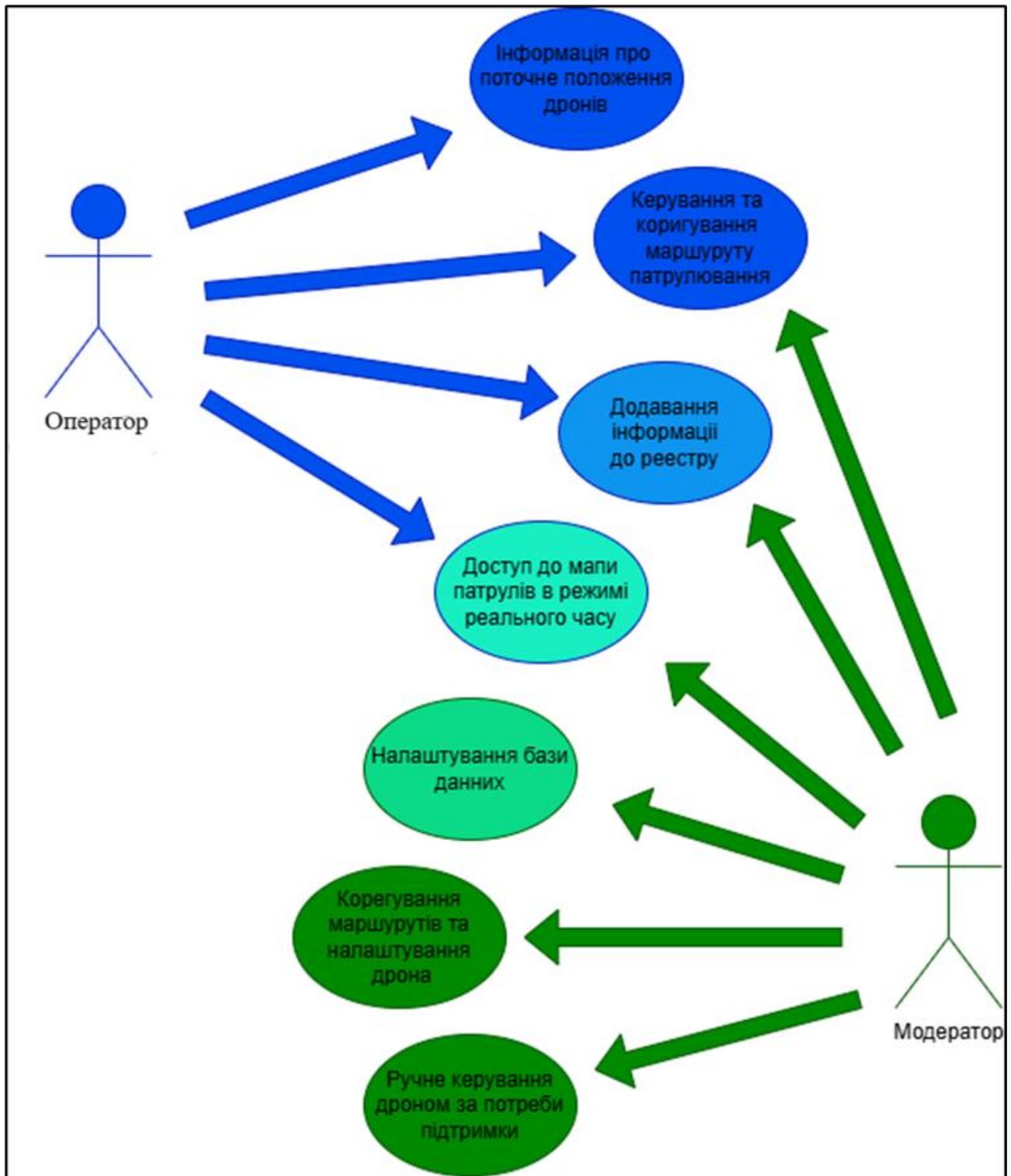


Рисунок 2. Use case діаграма

Користувач цієї категорії фокусується на оперативному використанні системи для виконання поточних завдань патрулювання та моніторингу. Його діяльність включає:

- Отримання інформації про поточне положення дронів: візуальний контроль дислокації безпілотних апаратів на інтерактивній мапі в режимі реального часу.
- Керування та коригування маршруту патрулювання: можливість вносити зміни у траєкторію руху дрона залежно від оперативної обстановки.
- Додавання інформації до реєстру: фіксація результатів патрулювання, внесення даних про виявлені об'єкти або події до бази даних для подальшого аналізу.

- Доступ до мапи патрулів у режимі реального часу: моніторинг зон покриття та активних секторів спостереження.

Модератор забезпечує технічну працездатність платформи та здійснює розширений контроль над операціями. До його повноважень належать:

- Налаштування бази даних: адміністрування хмарного сховища, керування правами доступу та структурою збереженої інформації.

- Корегування маршрутів та налаштування дрона: технічне конфігурування польотних завдань, калібрування сенсорів та перевірка технічного стану БПЛА.

- Ручне керування дроном за потреби підтримки: перехоплення керування у критичних ситуаціях або при виконанні складних маневрів, що потребують безпосередньої участі людини.

- Нагляд за діями операторів: модератор має доступ до всіх функцій держслужбовця, забезпечуючи координацію роботи всієї мережі автономних дронів.

Програмна реалізація серверної частини (Back-end) виконана мовою Python з використанням фреймворку FastAPI/Django, що забезпечує швидку обробку запитів. Для взаємодії з польотними контролерами дронів використовується протокол MAVLink. Обробка відеопотоків здійснюється модулем на базі бібліотеки OpenCV та нейромережі YOLOv8. Клієнтська частина (Front-end) реалізована як веб-додаток на React, що дозволяє відображати телеметрію та відеотрансляцію на карті в реальному часі.

Висновки

Розроблено модульну структуру інформаційної системи, що включає підсистеми керування польотами, відеоаналітики та адміністрування баз даних. Це дозволяє масштабувати систему шляхом підключення нових дрон-станцій без зупинки сервісу. Реалізовано алгоритми автономного патрулювання за заданими маршрутами. Система автоматично обробляє тригери (сигнал тривоги, розклад) та формує польотне завдання для найближчого вільного дрона. Впровадження методів комп'ютерного зору дозволило автоматизувати детекцію об'єктів (людей, автомобілів) на відеопотоці, знижуючи навантаження на оператора та прискорюючи час реагування на інциденти. Створена платформа «DroneShell» є готовим рішенням для інтеграції в наявні ситуаційні центри державних служб, забезпечуючи перехід до концепції "Drone-as-a-Service" (DaaS).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Штучний інтелект та інтелектуальні системи : навчальний посібник. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 312 с.

2. Cloud Computing for Government Services. URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/government>

3. ISO/IEC 27001 Information Security Management Systems. URL: <https://www.iso.org/isoiec-27001-information-security.html>

Ісаков Микита Юрійович – студент групи 2іст-25б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: isakovnikita197@gmail.com

Жуков Сергій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, e-mail: sazhukov@gmail.com

Isakov Mikita Y. – student of group 2ist-25b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, m. Vinnytsia, e-mail: isakovnikita197@gmail.com

Zhukov Serhii O. – Ph.D., Assistant Professor of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sazhukov@gmail.com