

ЗАСОБИ РАДІОКЕРУВАННЯ ДРОНАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто сучасні засоби радіокерування безпілотних літальних апаратів із використанням технологій штучного інтелекту. Проаналізовано принципи інтеграції ШІ в системи зв'язку, адаптивного управління та безпеки дронів. Показано перспективи розвитку інтелектуальних систем керування для підвищення автономності та ефективності польотів.

Ключові слова: дрон, радіокерування, штучний інтелект, машинне навчання, автономність, безпека.

Вступ

Сучасний розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА) вимагає постійного вдосконалення систем керування та зв'язку [1]. Традиційні методи радіокерування мають обмеження, пов'язані із затримками сигналу, завадами та необхідністю постійного контролю з боку оператора [2]. Використання технологій штучного інтелекту (ШІ) у системах радіокерування відкриває нові можливості для підвищення автономності [3], стабільності та ефективності управління дронами. Такі рішення стають ключовими у військовій, промисловій, цивільній та науковій сферах застосування безпілотників.

Мета роботи – дослідити засоби радіокерування дронами з використанням технологій штучного інтелекту та визначити напрями вдосконалення систем зв'язку й управління для підвищення ефективності та безпеки їхньої роботи.

Задачі дослідження включали:

1. Проаналізувати сучасні методи радіокерування безпілотних літальних апаратів.
2. Розглянути принципи інтеграції алгоритмів штучного інтелекту в системи керування дронами.
3. Визначити переваги використання ШІ у забезпеченні стабільного радіозв'язку та захисту від зовнішніх завад.
4. Дослідити можливості застосування інтелектуальних систем у колективному управлінні роями дронів.
5. Окреслити перспективи розвитку технологій штучного інтелекту в галузі безпілотного радіокерування.

Результати дослідження

Засоби радіокерування дронів на основі ШІ інтегрують алгоритми машинного навчання, нейронні мережі та системи обробки сигналів у реальному часі. Вони здатні адаптуватися до змінних умов середовища, оптимізувати маршрути польоту, визначати перешкоди та прогнозувати можливі збої у зв'язку. Однією з ключових технологій є інтелектуальне керування частотним діапазоном – система самостійно вибирає оптимальний канал передачі даних, знижуючи ризик втрати сигналу або перехоплення [1].

Крім того, штучний інтелект дозволяє створювати системи колективного управління — рої дронів, які координують свої дії без безпосереднього втручання людини. Завдяки глибокому навчанню дрони можуть спільно вирішувати завдання моніторингу, картографування, логістики чи пошуково-рятувальних операцій. Для підвищення безпеки застосовуються алгоритми шифрування та аутентифікації на базі ШІ, які аналізують аномалії в радіосигналах і блокують спроби стороннього втручання [2, 3].

Сучасні радіосистеми з елементами ШІ також здатні здійснювати самодіагностику — оцінювати стан апаратури, рівень енергії, якість зв'язку та вчасно повідомляти про критичні

ситуації. Це підвищує надійність експлуатації та зменшує навантаження на операторів.

Додатково важливим напрямом розвитку є використання алгоритмів глибинного навчання для передбачення змін радіоелектромагнітного середовища. Такі алгоритми дозволяють дрону завчасно реагувати на перешкоди, наприклад, змінювати висоту польоту або частоту передачі сигналу, щоб уникнути втрати зв'язку. Використання ШІ у поєднанні з технологіями 5G та майбутнього 6G забезпечує наднизьку затримку сигналу, що дозволяє реалізувати практично миттєве управління в реальному часі [2, 3].

Також активно розвивається напрям використання систем комп'ютерного зору, які працюють у комплексі з радіоканалами. Завдяки цьому дрони можуть визначати об'єкти, орієнтуватися у просторі та приймати рішення автономно, навіть при частковій втраті сигналу. Високий рівень інтеграції ШІ у радіокерування сприяє зменшенню впливу людського фактора та підвищує ефективність виконання складних місій у мінливих умовах.

Висновки

Впровадження штучного інтелекту в засоби радіокерування дронами є перспективним напрямом розвитку безпілотних технологій. Інтелектуальні системи забезпечують стійкий зв'язок, автономність, підвищену безпеку та ефективність керування. Надалі очікується ще глибша інтеграція ШІ з системами зв'язку, що сприятиме створенню повністю автономних дронів, здатних діяти у складних умовах без участі людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Семенов А. О. Методи і пристрої генерування та формування сигналів з регулярною й хаотичною динамікою для інфокомунікаційних систем. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, Нац. ун-т «Львівська політехніка», Львів, 2019. 44 с. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/dissertation/1530/arefsemenovao.pdf>
2. M. Al-Maitah, O. O. Semenova, A. O. Semenov et al. A Hybrid Approach to Call Admission Control in 5G Networks. *Advances in Fuzzy Systems*, vol. 2018, 2018. pp. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/2535127>
3. Semenova O., Semenov A., Voitsekhovska, O. Neuro-Fuzzy Controller for Handover Operation in 5G Heterogeneous Networks. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)*, pp. 382–386, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/aiact.2019.8847898>

Гладкий Мирослав Олександрович — студент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: miroslavgladkiy@gmail.com

Науковий керівник: **Семенов Андрій Олександрович** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

RADIO-FREQUENCY CONTROL DEVICES FOR DRONES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract

The paper discusses modern radio control systems for unmanned aerial vehicles using artificial intelligence technologies. The principles of AI integration into drone communication, adaptive control, and security systems are analyzed. The prospects for developing intelligent control systems to enhance autonomy and flight efficiency are presented.

Keywords: drone, radio control, artificial intelligence, machine learning, autonomy, security.

Gladkiy Myroslav Oleksandrovych — student at the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: miroslavgladkiy@gmail.com

Supervisor: **Semenov Andriy Oleksandrovych** — Dr. Sc. (Eng.), Full Professor, Professor of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua