

УДК 004.42

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ АНАЛІЗАТОР ПОЛЬОТНИХ ЛОГІВ
FPV-ДРОНІВ ПІД КЕРУВАННЯМ ПРОШИВКИ BETAFLIGHT
ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КЕРОВАНOSTІ ПОЛЬОТУ**

Папка Ю.С. – гр. МГіТ-1-24, магістр, papka.yurii@gmail.com

Мельник Г.В. – к.т.н., доц., melnik.gv@knutd.com.ua

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є створення застосунку для автоматизованого аналізу польотних логів FPV-дронів (blackbox logs), що на основі телеметрії, ваги та поточних параметрів генерує вдосконалені налаштування для покращення стабільності та керованості дрона.

Теоретичні основи

Управління FPV-дроном значною мірою залежить від коректного налаштування контролера польоту – PID-регуляторів, фільтрів, кривих швидкості (rates) та інших параметрів. Аналіз логів польоту є основним джерелом інформації про поведінку дрона в реальних умовах.

Найпоширенішою прошивкою для FPV-дронів є Betaflight – відкрита та безкоштовна система керування, що активно розвивається спільнотою ентузіастів та інженерів по всьому світу. Вона підтримує широкий спектр контролерів польоту та дозволяє вести детальний запис телеметричних даних у форматі blackbox для подальшого аналізу.

Запропонована система дозволяє автоматизувати цей аналіз і надати спеціалісту рекомендації щодо вдосконалення налаштувань. Рішення поєднує традиційний rule-based аналіз з використанням штучного інтелекту для формування обґрунтованих конфігурацій.

Основні компоненти системи:

- Парсер логів. Опрацьовує польотні логи у форматах .bb1 або .csv, витягує параметри PID-відповіді, рівень шуму, осциляції та інші ключові метрики.
- Аналізатор. Визначає типові проблеми – перевищення амплітуди сигналу, повільну реакцію системи стабілізації, надмірну чутливість.
- Генератор рекомендацій. Складається з двох частин:
 - Rule-based аналіз – алгоритми на основі фахових правил налаштування.
 - AI-модуль – модель, що навчається на реальних даних польотів та формує альтернативні конфігурації.

Платформа: ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ. КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ. ТЕХНОЛОГІЇ INTERNET OF THINGS TA SMART-СИСТЕМИ

Після виконання обробки даних результати об'єднуються, формуючи рекомендації для користувача.

- Інтерфейс користувача. Веб-інтерфейс дозволяє завантажити лог, переглянути графіки, отримати рекомендації та експортувати змінні налаштування у форматі diff для Betaflight.

Використані технології: Python (логіка аналізу та API), docker, blackboxparser.

Висновок

Запропонована система дозволяє спеціалісту значно оптимізувати та частково автоматизувати процес аналізу польотних логів та налаштування FPV-дронів. Універсальність та гнучкість підходу роблять інструмент корисним як для індивідуального використання, так і для заводів, сервісних центрів. Подальший розвиток можливий у напрямку інтеграції з існуючими екосистемами (наприклад, Betaflight Configurator) або розширення AI-компоненти.

Л і т е р а т у р а

1. Betaflight Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://betaflight.com/docs/wiki>
2. Bardwell, J. Practical PID Tuning for Drones [YouTube-канал] [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/@joshuabardwell>
3. Han, J., Kamber, M., Pei, J. Data Mining: Concepts and Techniques. – Амстердам, 2022. – 712 с.
4. UAVTech. PID Tuning Techniques for FPV Quads [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/@UAVTech>
5. Teixeira, B. *FPV Flight Dynamics and Control Systems* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fpvknowitall.com>
6. Hoffmann, G.M., Huang, H., Waslander, S.L., Tomlin, C.J. *Quadrotor Helicopter Flight Dynamics and Control: Theory and Experiment*. – In: AIAA Guidance, Navigation and Control Conference, 2007. – С. 1–20.