

## **БАЗОВА МОДЕЛЬ БОРТОВОГО КОМП'ЮТЕРА ДЛЯ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ**

Вінницький національний технічний університет

### ***Анотація***

*Дана доповідь присвячена дослідженню використання нового високопродуктивного SoC Apple M, а також мікро сервісного підходу розробки бортового комп'ютера. Сучасні безпілотні літальні апарати це системи високої складності які потребують відповідного підходу розподілення відповідальності між різними елементами які відповідають за певні завдання. Також ці складні системи є високонавантажені тому вимоги до обчислювального обладнання сильно зросли.*

**Ключові слова:** автопілот, дрон, літальний апарат, мікросервіси, SoC, Apple M.

### ***Abstract***

This report is devoted to the study of the use of the new high-performance Apple M SoC, as well as the microservice approach to the development of an onboard computer. Modern unmanned aerial vehicles are highly complex systems that require an appropriate approach to the distribution of responsibility between different elements responsible for certain tasks. Also, these complex systems are highly loaded, so the requirements for computing equipment have increased dramatically.

**Keywords:** autopilot, drone, aircraft, microservices, SoC, Apple M.

### **Вступ**

У сучасному світі технологічних інновацій безпілотні літальні апарати[1], стають все більш впливовими в різноманітних сферах життєдіяльності людини. Особливе значення вони набувають у військовій сфері, де їхня роль стрімко розширюється від проведення розвідки до безпосередньої участі в бойових діях. Ця тенденція відкриває нові перспективи та виклики у розробці більш продуктивних і надійних бортових комп'ютерів для квадрокоптерів. Бортовий комп'ютер є ключовим компонентом[3], який забезпечує управління, обробку даних та виконання складних алгоритмів, необхідних для стабільної та ефективної роботи БПЛА.

Ураховуючи широкий спектр застосувань БПЛА, від військових до цивільних, важливість розробки надійного, ефективного та адаптивного бортового комп'ютера не може бути переоцінена.

### **Результати дослідження**

Почнемо з теми мікросервісної архітектури системи бортового комп'ютера (рис. 1). Раніше безпілотні апарати були достатньо простими, ними керували дистанційно, і вони виконували обмежений набір завдань. З розвитком технологій виникла потреба у більш складних та автономних системах, здатних самостійно приймати рішення, обробляти великі обсяги даних в реальному часі і взаємодіяти з різними сенсорами та виконавчими механізмами.

Мікросервісна архітектура стала ідеальним підходом для побудови складних систем, таких як бортовий комп'ютер для безпілотного літального апарату. Вона дозволяє розділити всю систему на окремі сервіси, кожен з яких виконує конкретну функцію. Це забезпечує гнучкість, масштабованість та підвищує надійність системи, оскільки відмова одного сервісу не призводить до краху всієї системи.

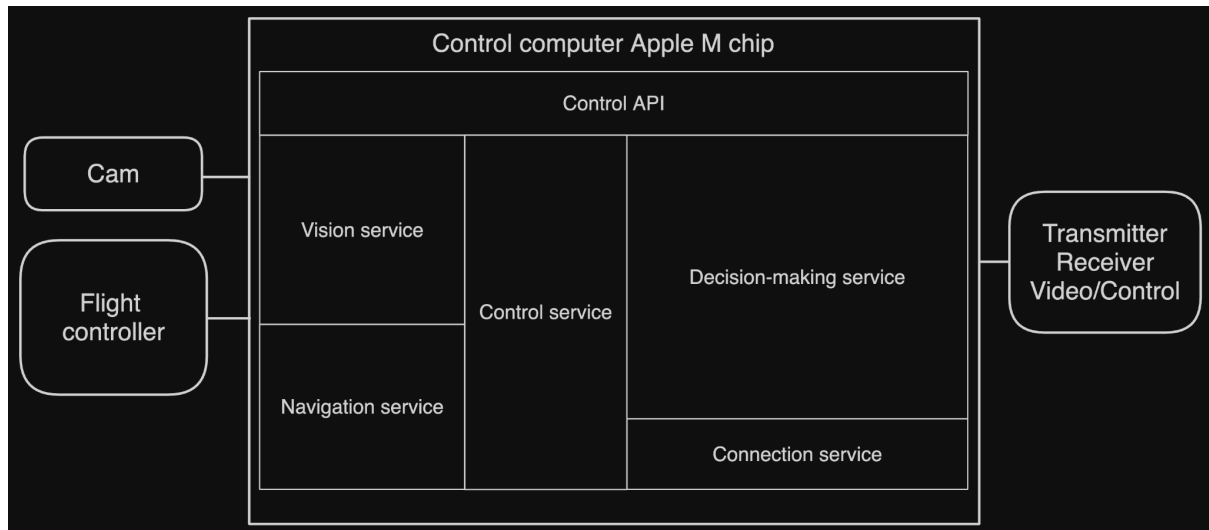


Рисунок 1 - Мікросервісна архітектура бортового комп'ютера

Основні блоки мікросервісної архітектури бортового комп'ютера:

- Control API
- Vision Service
- Navigation Service
- Control Service
- Decision-Making Service
- Connection Service

**Control API** Це центральний інтерфейс для взаємодії з іншими сервісами та зовнішніми пристроями. Він забезпечує координацію між компонентами системи і відповідає за прийом та обробку команд від зовнішніх блоків.

**Vision Service** Цей сервіс відповідає за обробку зображень та відео, що надходять від камер. Він використовує алгоритми комп'ютерного зору для виявлення об'єктів, навігації та запобігання зіткненням. Vision Service забезпечує безперервний аналіз навколишнього середовища в реальному часі, що є критично важливим для автономної роботи безпілотного апарату.

**Navigation Service** Navigation Service відповідає за визначення поточного місцезнаходження апарату, планування маршруту та корекцію траєкторії. Використовує дані від GPS, інерційних навігаційних систем та інших сенсорів. Цей сервіс також враховує інформацію від Vision Service для уникнення перешкод і забезпечення безпечного руху.

**Control Service** Control Service керує виконавчими механізмами апарату (мотори, руля, аеродинамічні поверхні). Він обробляє команди від Navigation Service та Decision-Making Service, забезпечуючи стабільний і точний контроль над літальним апаратом.

**Decision-Making Service** Цей сервіс реалізує алгоритми штучного інтелекту для прийняття рішень в реальному часі. Він аналізує дані від усіх інших сервісів і зовнішніх блоків, оцінює

поточну ситуацію і вибирає оптимальні дії для досягнення поставлених завдань. Decision-Making Service також може змінювати стратегію в разі зміни умов або виникнення непередбачуваних ситуацій.

Connection Service Цей сервіс відповідає за управління всіма комунікаційними каналами між бортовим комп'ютером та зовнішніми пристроями або системами управління. Він забезпечує стабільний обмін даними, включаючи передачу команд, телеметрії та відео потоку.

## Висновки

Мікросервісна архітектура надає значні переваги у розробці бортових комп'ютерів для безпілотних літальних апаратів. Вона дозволяє створювати модульні, гнучкі та надійні системи, здатні виконувати складні завдання в автономному режимі. Кожен сервіс виконує специфічну роль, забезпечуючи високу ефективність та адаптивність системи до змінних умов експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розвиток технологій керування безпілотними літальними апаратами - URL: <https://science.lpnu.ua/uk/istcmtm/vsi-vypusky/vypusk-80-no-4-2019/analiz-metodiv-keruvannya-bezpylotnyh-litalnyh-aparatamy> (дата звернення: 11.03.2024).
2. Інтеграція штучного інтелекту в бортові комп'ютери квадрокоптерів - URL: <https://neptune.ai/blog/applications-of-ai-in-drone-technology-machine-learning-models-with-tensorflow-keras> (дата звернення: 11.03.2024).
3. Огляд мікропроцесорів SoC серії Apple M - URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_M1](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_M1) (дата звернення: 11.03.2024).
4. Документація Kotlin - URL: <https://kotlinlang.org/docs/home.html> (дата звернення: 11.03.2024).

**Станіславенко Максим Михайлович** - студент групи Іакітр-23м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [maxappcomp@gmail.com](mailto:maxappcomp@gmail.com)

Науковий керівник: **Кулик Ярослав Анатолійович** - к.т.н., доцент кафедри Комп'ютерних систем управління, факультет інтелектуальних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [kulyk.y.a@vntu.edu.ua](mailto:kulyk.y.a@vntu.edu.ua)

**Stanislavenko Maksym Mykhailovych** - student of group Іакітр-23m, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [maxappcomp@gmail.com](mailto:maxappcomp@gmail.com)

Supervisor: **Kulyk Yaroslav Anatoliiovych** - PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Computer Control Systems, Faculty of Intelligent Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kulyk.y.a@vntu.edu.ua](mailto:kulyk.y.a@vntu.edu.ua)