

МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У дослідженні розглядається іноваційність використання безпілотних апаратів, їх переваги та перспективи. Принцип роботи мікропроцесорної системи безпілотних літальних апаратів, принципи роботи мікропроцесорної системи в зонах з поганим зв'язком. Методи покращення роботи мікропроцесорної системи.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, 3DSurvey, GPS.

Abstract

The study examines the innovative use of unmanned aerial vehicles, their advantages and prospects. The principle of operation of the microprocessor system of unmanned aerial vehicles, the principles of operation of the microprocessor system in areas with poor communication. Methods of improving the performance of the microprocessor system.

Keywords: unmanned aerial vehicle, 3DSurvey, GPS.

Вступ

На сьогоднішній день використання безпілотних літальних апаратів стрімко зростає. Вони використовуються як в повсякденному житті як хобі так і професійно. Раніше вони використовувалися тільки в воєнних цілях, а саме збирання розвідкової інформації. Останнім часом, безпілотні літальні апарати почали застосовуватися в різних аерокосмічних програмах. Такі транспортні засоби в потенційно несприятливих умовах є дуже зручними, тому дуже важливо розробляти їх з високою ефективністю та надійністю[1].

Класифікація безпілотних літальних апаратів

Для нормативного регулювання використання безпілотних апаратів визначаються наступні категорії:

1. Дистанційно пілотовані авіаційні системи (ДПАС / RPAS) – системи, що містять: літальний апарат, який управляється пілотом з віддаленої пілотної станції (наприклад на землі або в будівлі); одну або кілька пов'язаних з ними віддалених станцій контролю, командування і управління зв'язку та інші компоненти, необхідні для роботи (наприклад злітний трамплін).

2. Безпілотні автономні системи (БАС / UAS) – безпілотні авіаційні системи, які функціонують автономно і керуються за допомогою комп'ютера без втручання пілота після взльоту. БАС виключені з поля правового регулювання, оскільки на даний час вони заборонені для використання, а державні органи, у т. ч. в ЄС, не намагаються регулювати їхнє використання на даному етапі[2].

Компоненти системи керування безпілотними літальними апаратами

Схематична модель системи управління безпілотним літальним апаратом зображена на рисунку 1.

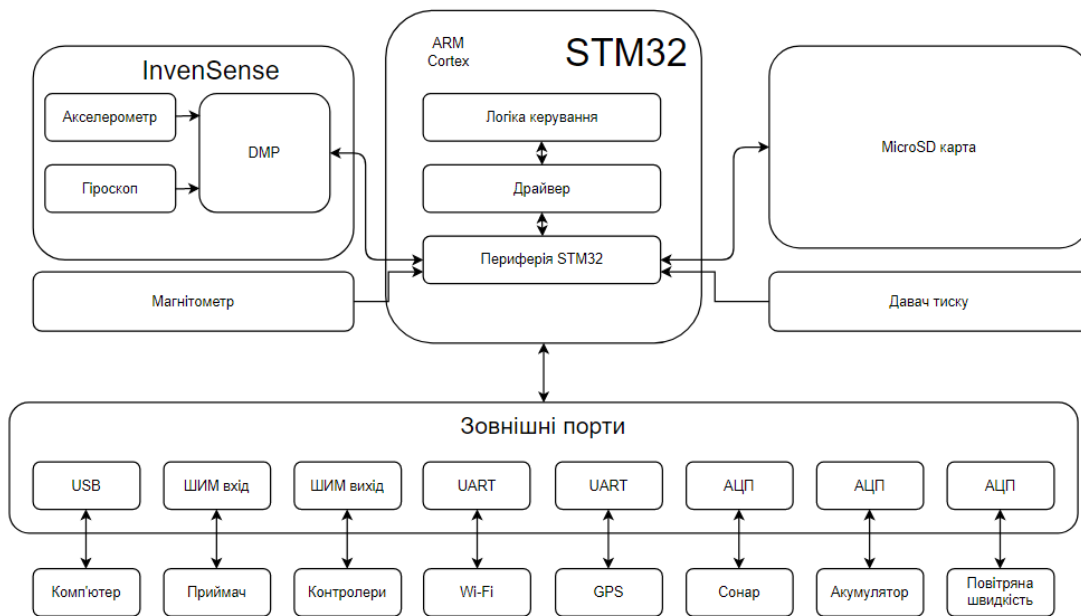


Рисунок 1—Структурна схема компонентів системи керування БПЛА

Як видно з схем вище, основним компонентом є мікроконтролер. У цій розробці було вирішено використовувати мікроконтролер STM32F103RCT6 від компанії STMicroelectronics на базі ядра ARM Cortex M3 з тактовою частотою 72 МГц і 256

КБ флеш-пам'яті, якість достатньо для виконання необхідних даних задач. Програмний код для мікроконтролера може бути розділений на три складові частини:

- периферія STM32 - набір бібліотек для роботи з периферією мікроконтролера (I2C, SPI, USB, ШІМ тощо);
- драйвер - власний набір бібліотек, спеціально створений для передачі даних між мікроконтролером та іншими необхідними пристроями, що знаходяться в системі управління: акселерометри, гіроскопи, магнітометр, барометр, GPS приймач, модуль безпроводної телеметрії, карта пам'яті microSD;
- логіка управління польотом представляє собою набір високорівневих функцій, які забезпечують стабілізацію та навігацію літального апарату.

Найбільш важливим сенсором є MEMS (мікроелектромеханічна система), енергетично-вимірювальна система (ПС), яка включає в себе 3-осевий акселерометр і 3-осьовий гіроскоп в єдиній інтегральній схемі (IC), а також 3-осевий магнітометр на окремій інтегральній схемі. Варто відзначити, що дана система управління є однією з перших у світі, в якій прикладний сенсор MPU6050 від компанії InvenSense із використанням технологій DMP (Цифрова обробка руху), що означає обробку великих швидкостей і прискорених з застосування фільтрацій Калмана безпосередньо в самому процесорі датчика та виправленні інформації про орієнтацію в просторі в цифровому форматі у відео кватерніонів або кутів Ейлера з частотою оновлення 200Гц. Цифровий барометр для визначення висоти, магнітометр для визначення курсу та ПС підключені до процесора за шиною I2C.

У системі управління також присутній роз'єм для карт пам'яті microSD, який використовується для зберігання конфігураційних файлів та записів усіх параметрів польота для їх подальшого аналізу.

У якості зовнішніх портів використовуються входи та виходи ШІМ для читання сигналів з приймачем і управлінням контролерами двигунів, а також входи АЦП для підключення ультразвукового приймача вимірювання висоти та диференціального датчика тиску для вимірювання швидкості, а також моніторинг напруги та струму батареї. Крім того, використовуються два порта UART для підключення модулів GPS та безпроводної телеметрії, також USB-інтерфейс, налаштований у режимі віртуального COM-порталу для налагодження і тестування програмного забезпечення[3].

Основна лінія зв'язку безпілотних літальних апаратів

У разі малих БПЛА (злітна маса до 5 кг) внаслідок обмежень за габаритами і масою прийнятно-передавального обладнання раціональним є використання єдиного радіоканалу зв'язку для передачі командно-телеметричних даних і даних корисного навантаження. Посадка таких ЛА здійснюється, як

правило, за допомогою парашута, що не вимагає додаткового радіоканалу зв'язку для передачі зображення з відеокамер ЛА, необхідного при ручній посадці. Додатковим радіоканалом зв'язку є тільки лінія передачі даних САП. Для задоволення вимог по пропускну здатності каналу зв'язку при передачі як даних телеметрії, так і даних корисного навантаження, необхідно розширювати смугу частот приймально-передавального обладнання і використовувати спектрально-ефективні методи модуляції, що призводить до підвищених вимог по відношенню сигнал / шум на вході приймача, зниження дальності дії радіосистеми, підвищення ймовірності бітової помилки і т. д. Таким чином, додатковий зв'язок обладнання першої і другої груп призводить до погіршення робочих характеристик пристроїв першої групи. Високий ступінь інтеграції пристроїв двох груп призведе до зменшення значення ймовірності безвідмовної роботи життєвоважливих елементів комплексу. Виходячи з цього, на комплексах БПЛА із злітною масою більше 5 кг доцільним є використання окремих радіоліній зв'язку для передачі командно-телеметричних даних і даних корисного навантаження. При цьому на перший план виходять питання електромагнітної сумісності приймально-передавального обладнання, частотного поділу каналів зв'язку і розміщення антенно-фідерного обладнання на борту БПЛА.

Програмне забезпечення безпілотних літальних апаратів

На сьогодні існує велика кількість програмного забезпечення, що працює в комплексі з дронами. Такі програми виконують обробку отриманих в результаті зйомки даних, створюють 3D моделі, здійснюють підрахунок об'ємів та площ. Однією з таких програм є 3DSurvey 2.0.

3DSurvey – це фотограмметрична програма, яка дозволяє створювати 3D-моделі із 2D-зображень. Програма є розробкою компанії Blue Planet (Словенія). За допомогою звичайної фотографії, з будь-якої цифрової камери, можна створювати цифрові моделі поверхні, власні карти та проводити підрахунок об'ємів запасів або видобутих порід. На основі відповідних алгоритмів дані обробляються автоматично. Переваги цієї програми наступні:

- використовується в комплексі з будь-яким безпілотним літальним апаратом для обробки аерофотознімків місцевості або для перевірки даних попередньої зйомки;
- обробка знімків виконується з будь-якої цифрової камери DSLR або GoPro;
- висока швидкість отримання кінцевих результатів з потрібною точністю;
- немає необхідності завантажувати файли із точок польоту безпілотника або ж оплачувати дорогим системам порядок встановлення знімків і їх накладання один на одного. Для цього потрібно просто імпортувати зображення з камери в програму і почати обробку;
- після побудови тривимірної цифрової моделі, автоматично можна виконати обрахунок об'ємів певних областей моделі.

Використання малих безпілотних літальних апаратів є швидким та якісним інструментом виконання задач, яке дозволяє забезпечувати такі галузі та напрями, як будівництво, гірничодобувна промисловість, 3D моделювання, візуалізація, дорожні роботи, вести лісове господарство та оцінку безпеки, проводити моніторинг ерозії, тощо[4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розробка програмно-апаратної реалізації захищеного бездротового інтерфейсу до безпілотного літального апарату URL: https://cad.kpi.ua/attachments/093_2017d_Belonosov.pdf (дата звернення: 6.03.2021)
2. Класифікація безпілотних літальних апаратів URL: <http://mino.esrae.ru/pdf/2017/6Sm/1546.doc> (дата звернення: 7.03.2021)
3. Безпілотний літальний апарат URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 6.03.2021)
4. Щербина В.Ю. Левицький В.Г. Застосування безпілотних літальних апаратів feb. 2020. Available at: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/06/209-1.pdf> . Date accessed: 7 Mar. 2021.

Богомолів Сергій Віталійович – к.т.н., доцент каф. ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Чуманов Артем Олегович – студент групи 2КІ-176 факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: artemchumanov@gmail.com

Bohomolov Serhii – Ph.D., Ph.D., Associate Professor kaf. OT, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Artem Chumanov – student of the Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: artemchumanov@gmail.com