

«Інженер БПЛА. Базовий курс»

Модуль 2. Будова БПЛА та особливості використання

2.5. Види навігаційних пристроїв GPS, спліт камери, дальноміри.

Автор: Куцька Наталія, викладачка Інженерної школи БПЛА від DreamUkraine

Вітаю! Сучасні навігаційні системи для безпілотних літальних апаратів (БПЛА) можуть бути дуже різноманітними в залежності від конкретного типу, призначення та складності апарата. В цьому відео ми розглянемо кілька технологій, що часто використовуються і безпосередньо впливають на виконання завдань.

Ось кілька ключових компонентів та технологій, про які піде мова:

Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS). Системи типу GPS, GLONASS, Galileo та інші надають точне геопросторове розташування та навігацію. Для деяких застосувань може вимагатися використання додаткових систем диференційної корекції для поліпшення точності.

Інерційні навігаційні системи (INS). Інерційні сенсори, такі як акселерометри та гіроскопи, вимірюють прискорення та кутову швидкість БПЛА. Інформація з INS використовується для визначення змін положення, швидкості та орієнтації незалежно від супутникового покриття.

Відомості про оточуючу обстановку (SLAM). Це технології одночасної локалізації та картирування (Simultaneous Localization and Mapping), які використовують такі датчики як камери та лазерні дальноміри. З їх допомогою визначається положення та рух.

Радіонавігаційні системи з коротким радіусом дії (VOR, DME). Деякі БПЛА можуть використовувати радіотехнології для навігації в районах, де GNSS може бути менш надійним.

Розпізнавання та відслідковування об'єктів (Object Detection and Tracking). Деякі БПЛА використовують комплексні системи відслідковування та розпізнавання для навігації навколишнім середовищем та уникнення перешкод.

Допоміжні сенсори. Інші сенсори, такі як альтиметри, барометри, термальні камери, датчики тиску тощо, можуть бути використані у БПЛА для поліпшення навігаційної інформації та обходу перешкод у складних умовах.

Зупинимося більш детально на кожній з цих технологій:

Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS)

Основні GNSS, які використовуються в FPV коптерах – це:

GPS (Global Positioning System), яка є найпоширенішою та найбільш відомою GNSS. Вона складається з супутникової констеляції, яка надає сигнали для визначення точного географічного положення.

GLONASS (Global Navigation Satellite System), що є російською альтернативою американському GPS. Вона складається з констеляції російських супутників, які надають навігаційні сигнали.

Galileo, яка є навігаційною системою Європейського союзу, що надає незалежні сигнали для навігації та розташування.

BeiDou (Бідоу) – ця китайська навігаційна система надає сигнали для навігації в Китаї та сусідніх регіонах.

NavIC (Navigation with Indian Constellation) – ця індійська навігаційна система розроблена Індійською організацією досліджень космічних досліджень (ISRO).

Більшість сучасних FPV коптерів обладнані GNSS-приймачами, які можуть працювати з різними системами одночасно (наприклад, GPS та GLONASS) для забезпечення більш точної навігації. GNSS важливий для багатьох аспектів FPV польотів, включаючи стабілізацію, повернення додому, точний позначення місця відправки та інші функції.

Інерційні навігаційні системи (INS)

INS використовуються для забезпечення точної навігації та стабілізації польоту. **Основні компоненти INS включають:**

- **Акселерометри.** Вони вимірюють прискорення дрону в трьох взаємно перпендикулярних осях. Ця інформація дозволяє визначити зміни швидкості та врахувати гравітаційну силу.
- **Гіроскопи.** Ці компоненти вимірюють обертання дрону навколо трьох взаємно перпендикулярних осей. Вони надають інформацію про орієнтацію дрону.
- **Магнітметри.** Вимірюють магнітне поле навколо дрону. Ця інформація може бути використана для корекції орієнтації за допомогою компасу.
- **Процесори та алгоритми обробки даних.** Інерційні дані з акселерометрів і жирокопів піддаються обробці для визначення руху та орієнтації.

INS використовуються в FPV дронах для таких цілей як:

1. **Стабілізація польоту.** INS допомагає утримувати дрон стабільним та уникати непотрібних коливань під час польоту.
2. **Автоматичне повернення додому (RTH).** INS може визначити точне положення та орієнтацію дрона, щоб повернути його до точки відправлення.
3. **Автономний політ.** INS дозволяє дрону виконувати програмовані маршрути та завдання без зовнішнього впливу.

4. **Підтримка GPS-сигналу.** В разі втрати GPS-сигналу або роботи в обмежених умовах (наприклад, в приміщенні) INS може надавати додаткові дані для навігації.

INS є важливою технологією для дронів, особливо в ситуаціях, коли GNSS сигнал може бути обмеженим або недоступним.

Відомості про оточуючу обстановку (SLAM)

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) – це технологія, яка дозволяє безпілотному літальному апарату (наприклад, FPV дрону) одночасно визначати своє положення в просторі та створювати карту навколишнього середовища.

Основні компоненти SLAM для FPV дронів включають:

1. **Камери**, які використовуються для отримання візуальних даних навколишнього середовища.
2. **Лазерні дальноміри (LiDAR)**, що можуть бути використані для вимірювання відстаней та створення точних тривимірних карт середовища.
3. **Глибинні камери**, що вимірюють відстані до об'єктів та дозволяють оцінити глибину об'єктів на зображенні.
4. **Інерційні сенсори**, які надають інформацію про прискорення та обертання дрону.
5. **Системи обробки даних та алгоритми SLAM**, що аналізують вхідні дані та використовують їх для визначення положення та створення карти.

SLAM використовується для забезпечення:

- **Автономного польоту.** SLAM дозволяє дрону навігувати в невідомому середовищі, створюючи одночасно карту та визначаючи своє положення.
- **Уникнення перешкод.** Ця технологія допомагає уникнути зіткнень з перешкодами, оскільки дрон може виявляти об'єкти та обходити їх.
- **Стабілізації та точного утримання позиції.** SLAM допомагає утримати дрон стабільним у повітрі, навіть коли відсутній доступ до GNSS-сигналу.
- **Картирування навколишнього середовища.** Система створює точні тривимірні карти навколишнього середовища, що можуть бути використані для подальшого аналізу чи навігації.
- **Розпізнавання та відслідковування об'єктів.** Технологія дозволяє дрону розпізнавати та відстежувати рух об'єктів навколо.

SLAM є дуже корисною технологією для FPV дронів, особливо в умовах, коли важко або неможливо використовувати GNSS (наприклад, у приміщеннях чи місцях зі складним магнітним полем).

Радіонавігаційні системи з коротким радіусом дії (VOR, DME)

Радіонавігаційні системи з коротким радіусом дії (VOR – VHF Omnidirectional Range, DME – Distance Measuring Equipment) використовуються в авіації для навігації та визначення відстаней між літаками та наземними точками.

Однак, для FPV дронів, як правило, ці системи не є стандартними частинами обладнання. Замість цього дрони зазвичай спеціалізуються на використанні глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), таких як GPS, GLONASS, Galileo і т.д.

Головні причини, чому FPV дрони не використовують VOR та DME:

- **Розмір та вага обладнання.** VOR та DME потребують великих та важких антен та обладнання, яке важко і незручно встановлювати на дроні.
- **Частотні діапазони.** VOR та DME працюють у високочастотному радіодіапазоні, що вимагає значних антен та потужних передавачів.
- **Ліцензування та регулювання.** Використання VOR та DME вимагає спеціальних дозволів та ліцензій від регулюючих органів.
- **Навмисні обмеження дальності.** VOR та DME призначені для авіаційного використання та мають обмежену дальність дії, що варіюється в залежності від аеропорту.
- **Низька сумісність з безпілотниками.** Застосування VOR та DME у FPV дронах може викликати електромагнітні перешкоди та вплинути на нормальну роботу інших електронних компонентів.

Отже, хоча VOR та DME є корисними в авіації, вони не є стандартними компонентами для FPV дронів.

Розпізнавання та відслідковування об'єктів (Object Detection and Tracking)

Розпізнавання та відслідковування об'єктів (Object Detection and Tracking) є важливими функціями для FPV дронів, оскільки вони дозволяють автоматично визначати та відстежувати рух об'єктів в навколишньому середовищі. Для цих задач використовуються різноманітні технології та алгоритми.

Основні компоненти систем розпізнавання та відслідковування об'єктів в FPV дронах включають:

- **Камери та Візуальні Системи.** Камери, особливо ті, що мають високу роздільну здатність та швидкість кадрів, є основним джерелом вхідних візуальних даних. Вони дозволяють дрону бачити навколишнє середовище.
- **Датчики глибини,** такі як LiDAR або глибинні камери, що надають додаткову інформацію про відстані до об'єктів. Це може бути корисно при розпізнаванні та уникненні перешкод.
- **Штучний Інтелект (AI) та Машинне Навчання.** Ці методи використовуються для навчання моделей розпізнавання об'єктів. Вони можуть виявляти та класифікувати об'єкти на зображеннях.

- **Алгоритми Відслідковування**, які дозволяють дрону визначати шлях руху та точно відслідковувати рух об'єктів в часі.
- **Гібридні Системи**. Деякі рішення використовують комбінацію камер, LiDAR та інших датчиків для отримання більш повного образу навколишнього середовища.

Застосування цих технологій може бути корисним для FPV дронів у багатьох сценаріях, включаючи відслідковування об'єктів для створення динамічних знімків, навігацію навколо перешкод, створення 3D-моделей тощо.

Однак важливо пам'ятати, що для ефективної роботи цих систем потрібні потужні обчислювальні ресурси та відповідні алгоритми обробки даних.