

УДК 629.7.014-519(043.2)

СПОСІБ РОЗШИРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАС ДЛЯ КОНТРОЛЮ СТАТУСУ БОРТОВОГО ПРИЙМАЧА ГНСС ПРИ ВИКОНАННІ ПОЛЬОТУ У СКЛАДНИХ РАДІОУМОВАХ

Богдан Блажей

Національний авіаційний університет, Київ

Науковий керівник – Ларін Віталій, д.т.н., проф.

Ключові слова: GNSS, Ardupilot, MissionPlanner, БПЛА.

Одним із найрозповсюдженіших програмних середовищ із відкритим кодом для керування польотом БПЛА сьогодні є Ardupilot, який здатний взаємодіяти із широким переліком апаратних систем. При виконанні польотів БПЛА із Ardupilot в якості автопілота у складних радіоумовах із стандартними бортовими GNSS приймачами виникає загрозна ситуація у польоті. При потраплянні БПЛА у зону із придушенням сигналів супутникових навігаційних систем, дані GNSS приймача, які передаються до польотного контролера є некоректними, а саме, спостерігають стрибкоподібну довготривалу зміну поточних координат та даних про висоту польоту, яку повідомляє приймач. Дана проблема є достатньо актуальною, оскільки суттєво та безпосередньо впливає на забезпечення безпеки польотів БПЛА.

Як відомо, в без-платформних інтегрованих навігаційних системах БПЛА застосовують різні модифікації фільтру Калмана. Алгоритм розширеного фільтру Калмана (EKF- Extended Kalman Filter) використовують для оцінки положення, швидкості та кутової орієнтації на основі вимірювань гіроскопів, акселерометра, компаса, GPS, швидкості та барометричного тиску. Перевага EKF перед простішими алгоритмами комплементарного фільтра (наприклад DCM-direct cosine matrix) полягає в тому, що за рахунок комплексного опрацювання всіх доступних вимірювань надано можливість ефективно відкидати дані тих вимірювань, що містять значні помилки. Це робить повітряне судно менш чутливим до тимчасових відмов одного датчика. EKF також дозволяє додатково враховувати результати вимірювань від інших датчиків, таких як вимірювач оптичного потоку і лазерного далекоміру, які використовуються як допоміжні в навігації [1].

Для запобігання втручання в роботу розширеного фільтра Калмана запропонована його модифікація. Суть полягає у тому, щоб запобігти впливу недостовірних даних на систему обрахування навігаційної задачі шляхом модифікації алгоритму EKF3 в програмному забезпеченні Ardupilot. Виконати модифікацію можливо, внаслідок того, що ПЗ Ardupilot має відкритий код, що повністю дозволяє реалізувати власні сценарії роботи.

Варіант запропонованої модифікації полягає в тому, щоб внести в ЕКФ3 підпрограму фільтрації значень GNSS приймача, таких як прискорення, висоту та шляхову швидкість. Порівняння цих значень відбуватиметься в межах AP_NavEKF3_core [2]. Алгоритм передбачає при перевищенні порогових значень різниці показників від ІНС (ІНС - інерціальна навігаційна система) та від GNSS автоматичне відключення від ЕКФ3 даних з GNSS для переходу БПЛА в режим виконання польоту на основі даних тільки від ІНС. Ввімкнення GNSS можливо виконати як в автоматичному варіанті, так і за допомогою модифікації ПЗ наземної станції керування Mission Planner. На рис. 1, рис. 2 представлено варіант введення в екранний інтерфейс додаткової віртуальної клавіші перемикання стану GNSS. Для внесення цієї функції було виконано модифікацію ПЗ Mission Planner та Ardupilot. Команда подається повідомленням Mavlink2 за допомогою каналу телеметрії.



Рис.1 Функція використання GNSS вимкнена



Рис.2 Функція використання GNSS увімкнута

Висновок

Запропонований спосіб модифікації ПЗ Ardupilot підвищить безпеку виконання польотів БПЛА в цивільних цілях, підвищить захищеність автопілота проти способів зовнішнього впливу на не захищені GNSS приймачі. Висвітлений в даній публікації шлях вирішення вказаної проблеми досить швидко можливо реалізувати в практику автоматичного пілотування БПЛА, є корисним, та таким, якій потребує подальшого дослідження.

Список використаних джерел:

1. Документація по EKF3 Ardupilot. URL: <https://ardupilot.org/copter/docs/common-arm-navigation-extended-kalman-filter-overview.html> (Last accessed: 20.03.2024).
2. Код Ardupilot. URL: <https://github.com/ArduPilot/ardupilot/> (Last accessed: 20.03.2024).