

3D-СИМУЛЯТОР ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЛОТНОГО ПОВІТРЯНОГО СУДНА

Швидкий розвиток та збільшення сфер застосування безпілотних повітряних суден (БПС) останнім часом привертає увагу значної кількості як розробників, так і звичайних користувачів. У зв'язку з цим зростає потреба у підготовці відповідних фахівців.

Комп'ютеризація різних сфер діяльності дозволяє збільшити ефективність, автоматизувати процеси та забезпечити точне та швидке виконання завдань. Не винятком є підготовка фахівців БПС. До інструментів, що дозволяють підвищити якість і кількість таких фахівців, відносяться 3D-симулятори. 3D-симулятор БПС є програмним забезпеченням, яке моделює тривимірне середовище і поведінку БПС в цьому середовищі. У такому симуляторі користувач може керувати віртуальним БПС, не боячись його зруйнувати, навчатися навичкам пілотування, вести розробку та тестування алгоритмів обробки даних та управління БПС, проводити моделювання сценаріїв польоту під час планування місії тощо. 3D-симулятори БПС мають реалістичну графіку та фізику польоту, що дозволяє користувачам отримати досвід, близький до реального польоту.

За функціональністю 3D-симулятори БПС можна умовно розбити на дві групи: симулятори для підготовки операторів БПС; симулятори розробників для тестування та налагодження алгоритмів бортового комп'ютера БПС. Серед платних симуляторів, які відносяться до першої групи, можна виділити такі симулятори, як Liftoff, Velocidrone, DroneRacingLeague (DRL) [1]. До другої групи серед платних симуляторів можна виділити: Matlab із Simulink, X-Plane, а серед симуляторів з відкритим вихідним кодом – Gazebo, jMAVSim, AirSim [2]. Для тестування та налаштування БПС існують також інші підходи, наприклад, використання механічної тестової платформи [3], проте 3D-симулятори БПС пропонують ряд переваг, як для навчання операторів, так і при розробці, тестуванні, налаштуванні. Основні переваги симуляторів: безпечність навчання, тестування та налаштування без ризику пошкодження БПС; підвищення ефективності, незалежність від погодних умов; моделювання різних умов; відсутність обмежень; економія ресурсів часу та часу тощо.

При тестуванні БПС можуть бути використані два варіанти 3D-симуляції: SIL (SoftwareintheLoop), HIL (HardwareintheLoop) [3]. Перевага SIL в тому, що його легко організувати, оскільки не потрібно додаткового обладнання. Вона дозволяє розробникам виконати тестування прошивки на ранніх етапах розробки, ще до того, як прошивка буде інтегрована в цільове обладнання. Симуляція HIL включає використання цільового обладнання, що максимально наближає роботу системи до реальних умов.

В роботі [3] запропоновано реалізувати наступну схему тестування (рис. 1). Даний варіант тестування потребує такого вузла як симулятор датчиків та актуаторів (СДА). Перевага даного підходу в тому, що СДА безпосередньо взаємодіє через рідні інтерфейси зв'язку, тому такий підхід не потребує зміни прошивки польотного контролера.

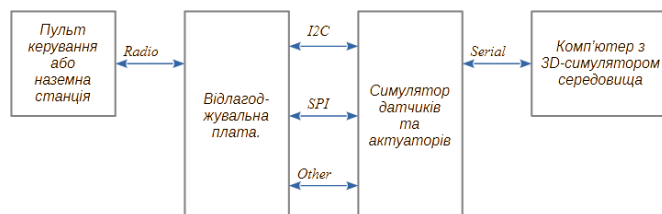


Рис. 1. Структурна схема тестування системи

Проведений аналіз 3D-симуляторів показав, що найбільш вдалим рішенням в нашому випадку буде використання Gazebo. Gazebo – це 3D-симулятор зовнішнього оточення з відкритим кодом, який використовується для моделювання робототехнічних систем, включаючи БПС. Він забезпечує наступну функціональність: моделювання фізики; створення сценаріїв та оточень; керування роботами; забезпечує симуляцію датчиків; має інтеграцію із ROS (RobotOperatingSystem); дозволяє розширювати функціональність через плагіни та налаштування параметрів, що дозволяє адаптувати симулятор під свої конкретні потреби та завдання.

Список використаних джерел

1. Bond, E. Theoretical and Practical Limitson Multi-Rotor Manoeuvrability. 2024. 259 p.
2. Yoon, S., Shin, D., Choi, Y., &Park, K. (2021). Development of a flexible and expandable UTM simulator based on open sources and platforms. Aerospace, 8(5), P. 133-148.
3. Петросян А.Р. Організація тестування програмного забезпечення бортового комп'ютера безпілотного повітряного судна. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2023. Том 34 (73) №6. С. 127-131.