

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДРОНА

Безпілотні повітряні судна (БПС, дрони) становлять важливу частину наукових досліджень у військовій, промисловій та цивільній сферах діяльності: аерофотозйомка та картографування, оперативне отримання інформації про наслідки надзвичайних ситуацій, моніторинг за об'єктами промисловості та природних комплексів, доставка товарів, у розважальних цілях тощо. Помилки, допущені на етапі проектування дрона та розробки його програмного забезпечення (ПЗ), можуть спричинити виникнення аварійних ситуацій або інших непередбачених збоїв у процесі їх експлуатації. У зв'язку з цим постає завдання перевірки надійності програмного забезпечення бортового комп'ютера дрона, що дозволить спростити супровід, модернізацію та оптимізацію програмного забезпечення.

Налагодження та тестування програмного забезпечення дрона є складним завданням. Проблема полягає у складності формування повного набору сигналів датчиків та неможливості створення на реальному дроні позаштатних ситуацій.

Для перевірки надійності ПЗ при розробці, виконують його тестування. За ступенем ізольованості коду існує 4 рівні тестування [1]:

- модульне тестування (unit testing);
- інтеграційне тестування (integration testing);
- системне тестування (system testing);
- приймальне тестування (acceptance testing).

Застосування тестування під час розробки, наприклад, прикладного ПЗ для комп'ютера (software) достатньо, щоб забезпечити необхідний рівень надійності програми, однак для ПЗ вбудованих систем (прошивки, firmware) – ні.

Імітаційне моделювання (симуляція) – метод дослідження, який використовує моделі, що описують процеси реального світу. Використовуючи такі моделі можна провести випробування реальної системи не наражаючи її на небезпеку. До імітаційного моделювання найчастіше вдаються, коли неможливо провести експеримент на реальному об'єкті або необхідно симулювати поведінку реальної системи в часі.

Тест прошивки при симуляції дрона можна виконати у трьох місцях: на хост-комп'ютері, використовуючи компіляцію коду під вихідну платформу; в емуляторі на хост-комп'ютері, наприклад, QEMU; на реальному контролері дрона, використовуючи крос-компіляцію коду для цільового обладнання.

Перші два варіанти використовуються при виконанні симуляції SIL (Software in the Loop) [2]. Перевага SIL в тому, що його легко організувати, оскільки не потрібно додаткового обладнання, а в нашому випадку – бортового комп'ютера. Вона дозволяє розробникам виконати тестування прошивки на ранніх етапах розробки, ще до того, як воно буде інтегроване в цільове обладнання. Третій варіанти використовуються при виконанні симуляції HIL (Hardware in the Loop) [2]. Симуляція HIL включає використання цільового обладнання, що максимально наближає роботу системи до реальних умов.

Однією з реалізацій імітаційного моделювання у програмуванні є використання mock-об'єктів. Призначення mock-об'єктів полягає в заміні об'єктів, що тестуються у програмному коді, на відлагоджувальні еквівалентні об'єкти. Такий підхід використовується в автопілоті PX4 для імітації датчиків, таких як гіроскоп, акселерометр, магнітометр тощо [3], використовуючи для передачі інформації датчиків послідовний інтерфейс. Недолік такого підходу в тому, що частина коду, яка заміщена mock-об'єктами, не буде протестована або тестування цього коду необхідно організувати окремо.

Для усунення зазначеного недоліку пропонується інформацію датчиків передавати через відповідні інтерфейси бортового контролера дрона, використовуючи окремий блок (рис. 1).

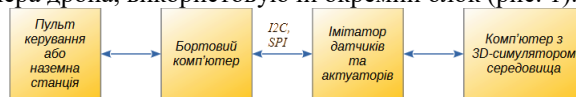


Рис.1. Структурна схема тестування системи

Список використаних джерел

1. Aniche M. Effective Software Testing: A Developer's Guide. Manning Publications Co., 2022. 328 p.
2. Coopmans C., Podhradský M., Hoffer N. Software-and hardware-in-the-loop verification of flight dynamics model and flight control simulation of a fixed-wing unmanned aerial vehicle. 2015 Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED-UAS), November 23-25, 2015. Mexico. 2015. С. 115–122.
3. Петросян А.Р., Граф М.С. Архітектура бортового комп'ютера безпілотного повітряного судна. Тези доповідей науково-практичної конференції, 24-25 листопада 2022 року. Київ: «Національний авіаційний університет». 2022. С.24-25.