

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

KIERUNEK: INFORMATYKA

SPECJALNOŚĆ: SYSTEMY INFORMATYKI W MEDYCYNIE

PRACA DYPLOMOWA
INŻYNIERSKA

System inspekcji obszarów z wykorzystaniem
autonomicznych dronów

Autonomous drone-based scouting system

AUTOR:

Mateusz Bączek

PROWADZĄCY PRACĘ:

Dr inż. Michał Kucharzak, Katedra Systemów i
Sieci Komputerowych

OCENA PRACY:

Spis treści

Spis rysunków	4
Spis listingów	5
Spis tabel	6
1. Wstęp	8
1.1. Geneza pracy	8
1.2. Cel pracy	9
1.3. Zakres pracy	9
2. Wymagania funkcjonalne systemu	10
2.1. Oprogramowanie na dronie	10
2.2. Protokoły wymiany danych	10
2.3. Oprogramowanie serwerowe	11
2.4. Oprogramowanie klienckie	11
3. Wybór technologii i architektura systemu	12
3.1. Struktura repozytoriów	12
3.2. Oprogramowanie na dronie	12
3.3. Protokoły wymiany danych	12
3.4. Oprogramowanie serwerowe	12
3.5. Oprogramowanie klienckie	12
3.6. Wspólne punkty stykowe - <code>git submodules</code>	12
4. Wdrażanie systemu	13
4.1. Konteneryzacja	13
4.2. Automatyczne budowanie projektów	13
4.3. Automatyczne aktualizacje kontenerów	13
5. Testy systemu	14
5.1. Testy jednostkowe	14
5.2. Testy integracyjne	14

5.3. Systemy ciągłej integracji	14
5.4. Testy w terenie	14
6. Podsumowanie	15
6.1. Wyniki testów	15
6.2. Osiągnięta sprawność	15
6.3. Pola do poprawy	15
6.4. Wnioski	15
Literatura	16
Indeks rzeczowy	16

Spis rysunków

Spis listingów

Spis tabel

Skróty

GCS (ang. *Ground control station*)

JSON (ang. *JavaScript Object Notation*)

Rozdział 1

Wstęp

1.1. Geneza pracy

Lotnictwo autonomiczne to prężnie rozwijający się sektor branży lotniczej. Technologie pozwalające na wykorzystanie autonomicznych dronów i samolotów w nowych projektach biznesowych są dostępne na wyciągnięcie ręki - istnieją zarówno systemy zamknięte, w pełni komercyjne, jak i projekty zupełnie otwarte, pozwalające na zapoznanie się z kodem źródłowym oprogramowania sterującego statkami powietrznymi i interakcję z aktywną społecznością pasjonatów, wspólnie rozwijającą projekt.

W świecie biznesu powstają coraz to nowe rozwiązania, wykorzystujące autonomiczne maszyny do świadczenia różnorodnych usług - od razu nasuwającym się rozwiązaniem jest autonomiczne dostarczanie paczek [1], ale istnieją też znacznie bardziej ambitne projekty[2]. Warto wspomnieć, że branża jest otwarta na innowatorów - firmy takie jak Boeing i Lockheed Martin sponsorują międzynarodowe konkursy przeznaczone dla młodych konstruktorów [3].

Zainteresowani autonomicznym lotnictwem inwestorzy nie ograniczają się do prywatnych firm. Rząd australijskiego stanu Queensland współorganizuje *UAV Challenge* - zawody skupione wokół rozwijania systemów wspierających służby medyczne [4].

Wykorzystanie otwartych technologii skupionych wokół awiacji autonomicznej i połączenie ich z nowoczesnymi praktykami wdrażania oprogramowania to temat atrakcyjny zarówno z perspektywy inżynierii oprogramowania jak i z perspektywy biznesowej.

Szczególnie interesujące są zagadnienia integracji komponentów systemu, oraz testowanie - które w przypadku systemu angażującego rzeczywiste maszyny nie może ograniczyć się jedynie do standardowych testów jednostkowych.

1.2. Cel pracy

Celem pracy jest stworzenie prototypu systemu monitorującego, wykorzystującego autonomiczne drony. System ma integrować się z już istniejącym oprogramowaniem sterującym autonomicznymi maszynami oraz wykorzystywać napisaną na potrzeby pracy infrastrukturę służącą do planowania tras lotów, przechwytywania i wyświetlania telemetrii oraz rozpoznawania obiektów na zdjęciach wykonanych w czasie lotu za pomocą sztucznej inteligencji.

Architektura systemu musi pozwalać na zautomatyzowanie procesu wdrażania systemu, oraz zautomatyzowanie wdrażania nowych funkcjonalności - każde z wdrożeń musi być poprzedzone testami integracyjnymi na poziomie całego systemu.

Prototyp ma być w pełni testowalny, zarówno na poziomie pojedynczych elementów systemu jak i na poziomie integracji całego projektu - testy muszą angażować wszystkie komponenty systemu, uruchomione wewnątrz w pełni zautomatyzowanego środowiska testowego.

1.3. Zakres pracy

Zakres pracy obejmuje elementy projektu związane z inżynierią i architekturą oprogramowania - proces projektowania struktury systemu, wybór technologii, zaprojektowanie punktów stykowych w systemie, automatyzacja procesu wdrażania systemu i nowych funkcjonalności.

Praca opisuje też sposób testowania systemu - od weryfikacji poprawności działania poszczególnych komponentów, po pełne automatyczne testy integracyjne, wykorzystujące wszystkie komponenty systemu wraz ze zintegrowanym symulatorem drona.

Rozdział 2

Wymagania funkcjonalne systemu

2.1. Oprogramowanie na dronie

Wielowirnikowce podłączone do systemu muszą być zdolne do autonomicznego lotu - w kontekście pracy oznacza to zdolność do automatycznego startu, lądowania, stabilizacji oraz samodzielnego lotu do koordynatów GPS. W trakcie lotu, maszyna musi zbierać i wysyłać dwa rodzaje danych:

- dane telemetryczne,
- zdjęcia wykonane w czasie lotu

Dane telemetryczne muszą zawierać informacje o pozycji drona oraz identyfikować maszynę za pomocą unikatowego identyfikatora oraz numeru lotu. Przesyłany jest też poziom naładowania baterii oraz informacja, czy w obecnym czasie prowadzone jest nagrywanie.

2.2. Protokoły wymiany danych

2.2.1. Dane telemetryczne

Protokół do wymiany danych telemetrycznych powinien wysyłać dane w postaci binarnej, gdyż jest to bardziej efektywne niż kodowanie ich w postaci tekstowej (na przykład w formacie JSON).

Protokół powinien być też w łatwy sposób rozszerzalny, pozwalając w przyszłości zredefiniować część wysyłanych pakietów lub dodać nowe dane, bez tracenia kompatybilności wstecznej bądź konieczności przebudowania całego systemu. Poszczególne komponenty systemu będą pisane w różnych językach programowania - biorąc to pod uwagę, pożądaną cechą protokołu jest też możliwość szybkiego przeportowania go na inny język programowania.

2.2.2. Zdjęcia

Efektywny przesył zdjęć oraz filmów to temat zbyt złożony i wymagający, żeby poruszać go w treści pracy - system powinien wykorzystywać dowolny prosty w implementacji protokół wysy-

łania zdjęć. Architektura systemu powinna zapewnić możliwość prostej wymiany tego komponentu, dzięki czemu w przyszłości będzie możliwe zastąpienie go przez bardziej zoptymalizowane rozwiązanie.

2.3. Oprogramowanie serwerowe

2.3.1. Odbiór i multipleksowanie telemetry

2.4. Oprogramowanie klienckie

Rozdział 3

Wybór technologii i architektura systemu

3.1. Struktura repozytoriów

3.2. Oprogramowanie na dronie

3.3. Protokoły wymiany danych

3.4. Oprogramowanie serwerowe

3.5. Oprogramowanie klienckie

3.6. Wspólne punkty stykowe - `git submodules`

Rozdział 4

Wdrażanie systemu

4.1. Konteneryzacja

4.2. Automatyczne budowanie projektów

4.3. Automatyczne aktualizacje kontenerów

Rozdział 5

Testy systemu

5.1. Testy jednostkowe

5.2. Testy integracyjne

5.2.1. Symulacja i symulatory

5.3. Systemy ciągłej integracji

5.4. Testy w terenie

Rozdział 6

Podsumowanie

6.1. Wyniki testów

6.2. Osiągnięta sprawność

6.3. Pola do poprawy

6.4. Wnioski

Literatura

- [1] Amazon Inc, “Amazon prime air,” 2013. <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>.
- [2] A. Claesson, A. Bäckman, M. Ringh, L. Svensson, P. Nordberg, T. Djärv, and J. Hollenberg, “Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services,” *JAMA*, vol. 317, pp. 2332–2334, 06 2017.
- [3] R. Pogrzebny and K. Florencka, “Sukces polskich studentów na zawodach sae aero design w usa,” 2018. <https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C29012%2Csukces-polskich-studentow-na-zawodach-sae-aero-design-w-usa.html>.
- [4] UAV Challenge , “Sponsors and supporters 2019 & 2020,” 2019. <https://uavchallenge.org/about/sponsors-and-supporters/>.