

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

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

5.3. Systemy ciągłej integracji . . . . .	13
5.4. Testy w terenie . . . . .	13
<b>6. Podsumowanie . . . . .</b>	<b>14</b>
6.1. Wyniki testów . . . . .	14
6.2. Osiągnięta sprawność . . . . .	14
6.3. Pola do poprawy . . . . .	14
6.4. Wnioski . . . . .	14
<b>Literatura . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>Indeks rzeczowy . . . . .</b>	<b>15</b>

# 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 oraz zintegrowany symulator drona.

## **Rozdział 2**

# **Wymagania funkcjonalne systemu**

- 2.1. Oprogramowanie na dronie**
- 2.2. Protokoły wymiany danych**
- 2.3. Oprogramowanie serwerowe**
- 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/>.