

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wydział Elektryczny
Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Systemów
Informacyjno-Pomiarowych
Zakład Konstrukcji Urządzeń Elektrycznych
PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA
na kierunku INFORMATYKA



Piotr Błądek
Nr ind. 252536

Wykorzystanie infrastruktury internetu rzeczy oraz bezzałogowych statków powietrznych przy wspomaganiu prowadzenia akcji ratunkowej

Zakres pracy:

1. Koncepcja pomysłu
2. Komponenty systemu
3. Możliwości systemu
4. Wykonanie
5. Testy

(Podpis i pieczęć kierownika zakładu dydaktycznego)

Kierujący pracą: dr hab. inż. Piotr Biczal

Termin wykonania: 31 sierpnia 2017

Praca wykonana i zaliczona pozostaje
własnością Instytutu i nie będzie
zwrócona wykonawcy

Warszawa, dnia roku

Politechnika Warszawska
Wydział Elektryczny

OŚWIADCZENIE

Świadomy odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa magisterska pt. *Wykorzystanie infrastruktury internetu rzeczy oraz bezzałogowych statków powietrznych przy wspomaganiu prowadzenia akcji ratunkowej*:

- została napisana przeze mnie samodzielnie
- nie narusza niczyich praw autorskich
- nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

Oświadczam, że przedłożona do obrony praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą postępowania związanego z uzyskaniem dyplomu lub tytułu zawodowego w uczelni wyższej.

Jestem świadom, że praca zawiera również rezultaty stanowiące własność intelektualne Politechniki Warszawskiej, które nie mogą być udostępniane innym osobom i instytucjom bez zgody Władz Wydziału Elektrycznego.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja pracy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

(data i podpis dyplomanta)

Streszczenie

Temat pracy:

**Wykorzystanie infrastruktury internetu rzeczy oraz bezzałogowych
statków powietrznych przy wspomaganiu prowadzenia akcji ratunkowej**

Słowa kluczowe: IoT, UAV

(data i podpis dyplomanta)

(data i podpis opiekuna)

Abstract

Topic:

Keywords:: IoT, UAV

(date and signature of graduate student)

(date and signature of mentor)

Podziękowania.

Spis treści

Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń	x
1. Wstęp	11
1.1. Cel i zakres pracy	11
1.2. Tło projektu	11
1.3. Wprowadzenie do zagadnienia	12
2. Internet rzeczy	13
2.1. Koncepcja pomysłu internetu rzeczy	13
2.2. Sprzęt i BLE	13
2.3. Komponenty IoT wykorzystane w tworzonym systemie	13
3. Bezzałogowe statki powietrzne	14
3.1. Czym są UAV	14
3.2. Rola UAV w projektowanym systemie	14
3.3. Autonomiczna misja	14
3.4. Bezpieczeństwo stosowania UAV w misji ratunkowej	14
4. Koncepcja techniczna systemu	15
4.1. Architektura tworzonego systemu	15
4.2. Schemat blokowy rozwiązania	15
4.3. Algorytm pracy	15
4.4. Podłączenie wielu statków w jeden system	15
4.5. Sterowanie autonomiczne	15
4.6. Bezpieczeństwo użytkowania	15
4.7. Aspekty mechaniczne systemu	16
5. Problemy i próba ich rozwiązania	16
5.1. Krótki czas lotu UAV	16
5.2. Zawodność linku telemetrycznego	16
5.3. Wrażliwość systemu na sytuacje wyjątkowe	16
5.4. Problemy sprzętowe	16
6. Testy systemu	16

7. Konkurs	16
8. Podsumowanie	16
8.1. Wnioski	16
8.2. Plany na przyszłość	16
Literatura	17
Spis rysunków	18
Spis tablic	18
Załączniki	19

Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń

IoT	Internet rzeczy (ang. Internet of Things) - koncepcja, wedle której przedmioty mogą gromadzić, przetwarzać, oraz wymieniać dane za pośrednictwem szeroko rozumianej sieci.
UAV	Bezzałogowy statek powietrzny (ang. Unmanned Aerial Vehicle) - dron, który nie wymaga do lotu załogi obcej na pokładzie oraz nie ma możliwości zabierania pasażerów.

1. Wstęp

1.1. Cel i zakres pracy

Sprawdzenie możliwości wykorzystania internetu rzeczy oraz bezzałogowych statków powietrznych przy wspomaganiu prowadzenia akcji ratowniczej. Fizyczne zaprojektowanie i wykonanie kompletnego systemu, części działającej na pokładzie statku powietrznego, oraz części działającej na ziemi. Przetestowanie systemu w warunkach symulowanej akcji ratunkowej. Potwierdzenie lub zaprzeczenie użyteczności projektowanego systemu, wykazanie wad i zalet systemu.

1.2. Tło projektu

Pomysł projektu nasunęli organizatorzy konferencji "Parada Robotów 2017" i zarazem konkursu "Droniada" [1]. Zadaniem uczestników konkursu było wspomaganie ewakuacji medycznej 10 osób po ataku huraganowego wiatru, przy użyciu bezzałogowców w locie autonomicznym, lub ewentualnie półautonomicznym, oraz tzw. beaconów. W tym dokumencie opiszę system lokalizowania poszkodowanych osób, który stworzony został na potrzeby wspomnianego wyżej konkursu.



Rys. 1.1. Nasz zespół na konkursie "Droniada".

1.3. Wprowadzenie do zagadnienia

Projektowany system składał się z kilku części. Część pierwsza to poszkodowane w katastrofie osoby, którym ratownicy medyczni przypisują kolejne kolory przy pomocy beaconów, i tak kolor czerwony jest przyporządkowany do osób co do których wymagana jest natychmiastowa ewakuacja, kolorem żółtym oznaczone zostają osoby które wymagają pilnej ewakuacji (mniejszy priorytet), kolorem zielonym osoby które chodzą o własnych siłach, natomiast kolorem czarnym zgony, osoby których ciała zostaną usunięte dopiero po zakończeniu akcji ratowania życia. Jest to tzw. system znaczników Triage [2].

Rys. 1.2. Typowy znacznik systemu Triage, używany w akcjach ratowniczych [2].

Kolejnym komponentem był statek powietrzny który miał za zadanie zbieranie, nadawanych dookoła przez beacony, sygnałów i umiejscawianie ich na płaszczyźnie mapy. Taki statek musiał zostać wyposażony w odbiornik bluetooth w wersji conajmniej 4.0 i odpowiednie oprogramowanie.

Ostatnim elementem systemu był system naziemny (ang. *Ground Station*). Sys-

tem ten zbierał zlokalizowane przez statek powietrzny sygnały i wyświetlał je na mapie, dodatkowo aproksymując pozycję realną beaconsa na mapie.

W kolejnych rozdziałach będę przybliżał powyższe komponenty systemu.

2. Internet rzeczy

2.1. Koncepcja pomysłu internetu rzeczy

Internet rzeczy (ang. *Internet of Things - IoT*) to idea która zakłada że wszystko można podłączyć do sieci internet [3], wszystko to znaczy pojazd, budynek, i inne rzeczy wyposażone w elektroniczny system wbudowany z sensorami, aktorami oraz interfejs sieciowy, dzięki czemu możliwa jest wymiana danych.

2.2. Sprzęt i BLE

Głównym komponentem systemu jest tzw. beacon, jest to urządzenie małej mocy które, w z góry określonych interwałach czasowych, nadaje dookoła ramki danych przy wykorzystaniu protokołu bluetooth. Ważne jest że beacon ma zaimplementowany bluetooth w wersji 4.0 (lub wyższej) potocznie nazywany BLE (ang. *Bluetooth Low Energy*). Z czego składa się IoT, jakich urządzeń używa, czym różni się bluetooth 4.0 od wcześniejszych wersji. Czym charakteryzują się kolejne wersje 4.1, 4.2, 4.3. Co to jest RSSI i jak je wykorzystać do określania pozycji, czy jest dokładne.

2.3. Komponenty IoT wykorzystane w tworzonym systemie

W tworzonym systemie wykorzystaliśmy beaconsy, jako urządzenia którymi oznaczane były osoby poszkodowane. Beaconsy nadawały dane przy wykorzystaniu protokołu iBeacon[4], stworzonego przez firmę Apple, to co nas interesowało to bajty z danymi Major i Minor, oznaczającymi kolejno kolor i numer beaconsa według specyfikacji poniżej.

Do odbioru sygnału organizatorzy konkursu proponowali użycie gatewaya produkcji firmy kontakt.io[5], problem był taki że wspomnianego gatewaya trzeba było zintegrować z komputerem pokładowym bezzałogowca, co wydawało nam się być zadaniem trudnym. Postanowiliśmy więc użyć do tego celu raspberrypi w wersji 3, które to wspiera bluetooth 4.0, na raspberrypi zainstalowaliśmy system RTAndroid[6], tak żeby możliwe było skorzystanie z API firmy kontakt.io.

KOD BIKONA	NR	OPIS OZNACZENIA 10 BIKONÓW KONKURSOWYCH KONTAKT.IO NA DRONIADZIE 16 - 18 CZERWCA (SZYWIOLOW.PL) O NR UUID 3a49d7d0-d7cf-4946-8f3f-bd6e74219b5d
MAJOR	4	Odpowiednik kategorii RED - natychmiastowa ewakuacja medyczna.
MINOR	1	Numer wskazuje kolejną ofiarę kategorii RED. Jeśli znajdziesz 4.2, oznacza, że znalazłeś drugiego poszkodowanego do natychmiastowej ewakuacji. Znajdź pozostałych trzech i masz na koncie 20 punktów!
	2	
	3	
	4	
MAJOR	3	Odpowiednik kategorii YELLOW - pilna ewakuacja medyczna.
MINOR	1	Numer wskazuje kolejną ofiarę kategorii YELLOW. Jeśli znajdziesz 3.2, oznacza, że znalazłeś drugiego poszkodowanego do pilnej ewakuacji. Znajdź pozostałych dwóch i masz na koncie 9 punktów!
	2	
	3	
MAJOR	2	Odpowiednik kategorii GREEN: poszkodowany chodzi o własnych siłach – zdalny nadzór.
MINOR	1	Numer wskazuje kolejną ofiarę kategorii GREEN. Jeśli znajdziesz 2.2, oznacza, że znalazłeś drugiego poszkodowanego do zdalnego nadzoru. Znajdź jeszcze jednego i masz na koncie 4 punkty!
	2	
MAJOR	1	Odpowiednik kategorii BLACK. Stwierdzono zgon. Ciało zostanie zabrane po zakończonej akcji.
MINOR	1	Za znalezienie ofiar śmiertelnej otrzymasz 1 punkt.

Rys. 2.1. Kodowanie kolorów na dane Minor i Major.

3. Bezzałogowe statki powietrzne

3.1. Czym są UAV

Bezzałogowy statek powietrzny, dron – statek powietrzny, który nie wymaga do lotu załogi obecnej na pokładzie oraz nie ma możliwości zabierania pasażerów, pilotowany zdalnie lub wykonujący lot autonomicznie...

3.2. Rola UAV w projektowanym systemie

Po co UAV, jak będziemy je wykorzystywać, czy nie lepiej skorzystać z czegoś innego.

3.3. Autonomiczna misja

Jak zaplanować, czy jest możliwa, jakie są obostrzenia, co mogę, a czego nie mogę zrobić w misji autonomicznej.

3.4. Bezpieczeństwo stosowania UAV w misji ratunkowej

Czy nie stanie się tak że trzeba będzie ratować ratownika, na co trzeba uważać, jak trzeba się oznaczyć, o czym należy pamiętać.

4. Koncepcja techniczna systemu

4.1. Architektura tworzonego systemu

Komponenty systemu, podział odpowiedzialności pomiędzy sprzęt i ludzi, protokoły pomiędzy urządzeniami, fale radiowe, zakłócenia...

4.2. Schemat blokowy rozwiązania

4.3. Algorytm pracy

Co po kolei się włącza, kto za co odpowiada i w którym momencie należy coś wyzwolić, pod jakimi warunkami, kto to ma zrobić.

4.4. Podłączenie wielu statków w jeden system

Czy jest możliwe, czy jest bezpieczne, jak nimi sterować, czy się wzajemnie nie zakłócają

4.5. Sterowanie autonomiczne

Jak to robić, jak unikać kolizji, jak plaować misje

4.6. Bezpieczeństwo użytkowania

O czym powinien pamiętać ratownik tak żeby sam nie potrzebował pomocy

4.7. Aspekty mechaniczne systemu

5. Problemy i próba ich rozwiązania

5.1. Krótki czas lotu UAV

5.2. Zawodność linku telemetrycznego

5.3. Wrażliwość systemu na sytuacje wyjątkowe

5.4. Problemy sprzętowe

6. Testy systemu

Loty autonomiczne, wyznaczanie charakterystyk siły sygnału bluetooth...

7. Konkurs

Jak nam poszło, jak dokładnie udało się określić pozycje, problemy podczas konkursu, wypadki, wyjątkowe sytuacje. Jak sprawdził się nasz osprzęt.

8. Podsumowanie

8.1. Wnioski

8.2. Plany na przyszłość

Literatura

- [1] *Parada Robotów Droniada 2017*[online], dostęp w internecie w dniu 24 czerwca 2017: <http://www.5zywiolow.pl/droniada2017/>
- [2] *Znacznik systemu Triage*[online], dostęp w internecie w dniu 24 czerwca 2017: https://en.wikipedia.org/wiki/Triage_tag
- [3] *Internet rzeczy*[online], dostęp w internecie w dniu 24 czerwca 2017: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things
- [4] *Protokół iBeacon*[online], dostęp w internecie w dniu 8 lipca 2017: <https://developer.apple.com/ibeacon/>
- [5] *Gateway produkcji firmy kontakt.io*[online], dostęp w internecie w dniu 8 lipca 2017: <https://store.kontakt.io/next-generation/33-gateway.html>
- [6] *Strona domowa projektu RTAndroid*[online], dostęp w internecie w dniu 8 lipca 2017: <https://rtandroid.embedded.rwth-aachen.de>

Spis rysunków

1.1. Nasz zespół na konkursie "Droniada"	11
1.2. Typowy znacznik systemu Triage, używany w akcjach ratowniczych [2].	12
2.1. Kodowanie kolorów na dane Minor i Major.	14

Spis tablic

Załączniki