

Wiedza i doświadczenie projektowe wizytówką absolwenta kierunku automatyka i robotyka na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej

POKL.04.01.02-00-020/10

Program Operacyjny Kapitał Ludzki współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego

Gliwice, 26.09.2012r.

Międzywydziałowe Koło Naukowe High Flyers
Wydział Automatyki Elektroniki i Informatyki
Kierunek Automatyka i Robotyka

Sprawozdanie z realizacji projektu:

Naziemna stacja kontroli lotu – GCS 1

Zespół projektowy:

Imię i nazwisko	Podpis	Imię i nazwisko	Podpis
Paulina Wilk (<i>lider projektu</i>)		Aleksandra Nadziejko	
Monika Ceglarek		Korneliusz Osmenda	
Lucjan Cichoń		Michał Pawlikowski	
Marcin Cierniak		Dominik Piętka	
Mateusz Drost		Piotr Tracichleb	
Tobiasz Heller		Michał Waruga	
Krzysztof Jaskóła		Marcin Janik (konsultant)	
Jakub Kała		Marcin Kolny (konsultant)	
Jacek Kałuża		Mateusz Markowicz (konsultant)	
Tomasz Konrad		Dominik Wybrańczyk (konsultant)	
Tomasz Korzyniec			

Podpis opiekuna Koła Naukowego:

1. Opis projektu

- 1.1. Cel projektu:** Przygotowanie stacji bazowej oraz napisanie oprogramowania do nadzorowania i sterowania bezzałogowego obiektu latającego. Wzbogacenie aplikacji o funkcję pozwalającą na rozpoznawanie wybranych obiektów stacjonarnych. Zapoznanie się z aparaturą modelarską.
- 1.2. Założenia projektu:** Stworzenie aplikacji w języku C# (w środowisku VisualStudio) udostępniającej prosty interfejs użytkownika do nadzorowania i sterowania bezzałogowego obiektu latającego, a także funkcje służące do odbierania i przetwarzania obrazu z kamery. Zastosowanie wybranego modułu komunikacji bezprzewodowej do sterowania obiektem latającym oraz pozyskiwania informacji o stanie obiektu latającego.
- 1.3. Oczekiwane wyniki:** Działająca aplikacja udostępniająca interfejs użytkownika, klasę pozwalającą na analizę obrazu otrzymanego z kamery oraz klasę obsługującą wybrany moduł komunikacji bezprzewodowej. Stacja kontroli naziemnej wyposażona w łącze radiowe pozwalające na nadzór i sterowanie bezzałogowym obiektem latającym.
- 1.4. Ocena ryzyka projektu:** Mając na uwadze interdyscyplinarny kierunek kształcenia studentów na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki, ich zainteresowania tematyką lotniczą, możliwość przeprowadzenia konsultacji z opiekunami oraz kontakty z firmą z branży lotniczej, istnieje duże prawdopodobieństwo pozytywnej realizacji wnioskowanego projektu.

2. Podział projektu na zadania – opis ich realizacji.

2.1. Zaprojektowanie i testowanie interfejsu użytkownika aplikacji stacji kontroli naziemnej.

Osoby odpowiedzialne: Paulina Wilk – kierownik grupy, Monika Ceglarek, Aleksandra Nadziejko, Michał Pawlikowski, Marcin Kolny - konsultant

W ramach tej części projektu została napisana aplikacja w języku C# (w środowisku Visual Studio) do sterowania i planowania misji bezzałogowego obiektu latającego. Udostępnia ona prosty interfejs użytkownika. Możliwe jest także korzystanie z wybranych funkcji aplikacji za pomocą joysticka. Program jest podzielony na 6 modułów:

1. Mapa - zostaje wczytana z pliku. Dalej następuje ustalenie trasy lotu poprzez dodawanie punktów kontrolnych, a także oznaczanie konkretnych miejsc poprzez znaczniki. Dodatkowo użytkownik może wczytywać i zapisywać własne ścieżki lotu.
2. Kamera – pozwala na wykonywanie czynności rozpoznawczo-obsługowych raz śledzenie i odnajdywanie celów. Możliwe jest nagrywanie obrazu z kamery.
3. Informacje o locie – tutaj znajdują się informacje o misji i stanie obiektu latającego oraz zdefiniowane punkty kontrolne i znaczniki.
4. Dashboard – czyli kontrolki parametrów lotu – na wzór przyrządów pokładowych statków powietrznych, aplikacja posiada między innymi: wysokościomierz, kompas i sztuczny horyzont, a także widok samolotu w 3D do przedstawiania orientacji obiektu latającego.
5. Moduł radiowy – komunikacja z BOL realizowana jest z użyciem bezprzewodowego interfejsu szeregowego.
6. Terminal – konsola umożliwia wydawanie poleceń przez użytkownika oraz wyświetla komunikaty błędów.

Zrzut ekranu działającej aplikacji:



Aplikacja GCS w czasie testów:



2.2. Przygotowanie stacji nadawczej do sterowania bezzałogowym obiektem latającym.

Osoby odpowiedzialne: Marcin Cierniak – kierownik grupy, Lucjan Cichoń, Michał Waruga, Dominik Piętka, Piotr Tracichleb, Mateusz Markowicz - konsultant

Naziemna stacja kontroli lotu docelowo składa się z komputera przenośnego wraz z zainstalowaną na nim aplikacją do sterowania BOL (opisaną powyżej), odbiornika video, joysticka, aparatury RC oraz radiomodemu.

Stacja kontroli lotu – wersja polowa:



Zespół był odpowiedzialny za wybór odpowiedniej aparatury modelarskiej i jej przetestowanie.

2.3. Testy łącza radiowego.

Osoby odpowiedzialne: Jakub Kała – kierownik grupy, Tobiasz Heller, Jacek Kałuża, Tomasz Korzyniec, Korneliusz Osmenda, Marcin Janik – konsultant, Dominik Wybrańczyk - konsultant

W celu zapewnienia niezawodnej i stabilnej łączności platformy latającej z Naziemną Stacją Kontroli Lotu przeprowadzono niezbędne testy modułów radiowych.

Pierwszym z testowanych modułów był moduł Free2Move F2M03GX. Używając anten dookólnych nie udało się osiągnąć zadowalającego zasięgu. Pojawiły się również problemy z rozłączaniem modułów i długotrwałym ponownym ich parowaniem, co wyeliminowało te moduły Bluetooth.

Kolejną opcją były moduły oparte o protokół komunikacyjny ZigBee. W pierwszej kolejności przetestowano moduły xBee (zgodne z protokołem ZigBee) operujące na częstotliwości 2.4 GHz o mocy 10mW. Przepustowość danych w modułach xBee 2.4GHz jest wystarczająca, jednak zasięg modułów był mniejszy niż F2M03GX, dlatego ta opcja także została odrzucona.

Kolejnymi testowanymi modułami były zgodne z protokołem ZigBee moduły xBee-PRO operujące na częstotliwości 868MHz z mocą nadawania 315mW. W związku ze stosunkowo dużą mocą wyjściową temperatura modułów przy dużym obciążeniu łącza potrafi przekroczyć 60 st. C, co może zaszkodzić zainstalowanej elektronice. W związku z tym moduł wyposażony jest w dwie blokady, sprzętową - która sprawdza aktualną temperaturę modułu i jeśli zostanie przekroczona temperatura krytyczna, wyłącza moduł, oraz blokadę programową (tzw. DutyCycle 10%) - która pozwala na wysyłanie informacji maksymalnie przez 10% czasu. Niestety blokada programowa ograniczyła docelową częstotliwość transmisji, ponieważ przy przyjętej ramce danych wysyłanie ramki w wątku o częstotliwości 4-5Hz pozwala na utrzymanie ciągłej transmisji przez około 6 do 8 minut, po czym blokada programowa ogranicza. W związku z powyższymi ograniczeniami częstotliwość wysyłania ramki danych została ograniczona do 2Hz. Za każdym razem wysyłane są najważniejsze dane, takie jak kąty Eulera i aktualna pozycja, natomiast informacje dodatkowe jak aktualny waypoint, tryb misji, parametry regulatorów i dane areometryczne wysyłane są kolejno z mniejszą częstotliwością.

Na poniższym rysunku przedstawiono testy łącza radiowego w bardzo trudnych miejskich warunkach, moduły xBee-PRO 868MHz potrafią komunikować się na odległość 2,5 km przy zastosowaniu anten dookólnych.

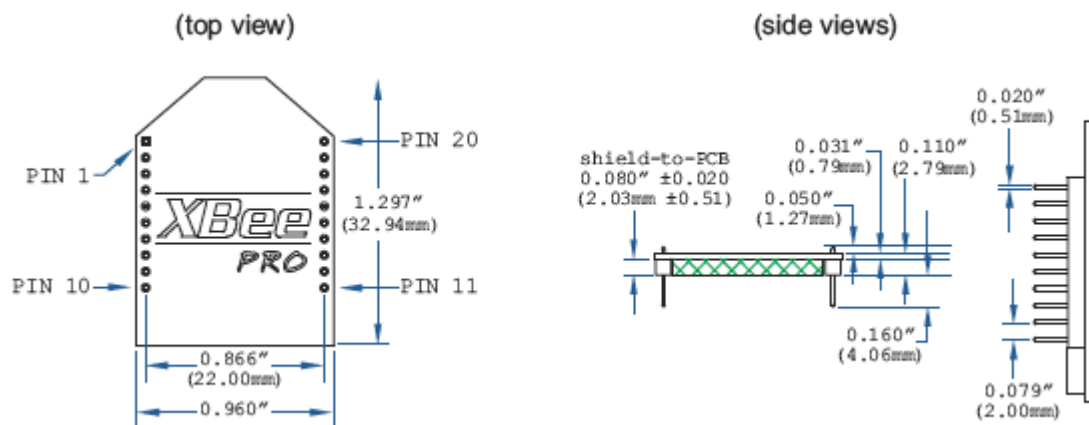


Po wykonaniu wszystkich testów łączności zdecydowano się na implementację modułów XBee-PRO 868 firmy DIGI International (Maxstream). Technologia XBee umożliwia transmisję danych z różnych źródeł na duże odległości nawet w warunkach przemysłowych.



Specyfikacja:

- ³⁵₁₇ Zasięg w terenie zabudowanym: do 550 m
- ³⁵₁₇ Zasięg w terenie niezabudowanym: do 40 km (antena dipolowa)
- ³⁵₁₇ Moc nadawcza: programowalna od 1mW do 315 mW
- ³⁵₁₇ Czułość odbiornika: -112 dBm
- ³⁵₁₇ Interfejs: UART
- ³⁵₁₇ Metoda konfiguracji: komendy AT lub API
- ³⁵₁₇ Częstotliwość: 868 MHz
- ³⁵₁₇ Prędkość transmisji danych: 1,2 - 230,4 Kbps
- ³⁵₁₇ Napięcie zasilania: 3,0 – 3,6 V
- ³⁵₁₇ Pobór prądu w trakcie transmisji: 500 mA @ 3,3V (max 800 mA)
- ³⁵₁₇ Pobór prądu w trakcie odbioru: 65 mA



Stosunkowo wysoka moc maksymalna daje możliwość komunikacji na duże odległości. Dzięki temu moduł można zastosować w aplikacjach wymagających sporego zasięgu. Jest to także pierwszy moduł wykorzystujący technologie AFA (Adaptive Frequency Agility) oraz LBT (Listen Before Talk), które eliminują zakłócenia poprzez nasłuchiwanie otoczenia przed rozpoczęciem transmisji.

Najważniejsze cechy:

- ³⁵₁₇ Prosta konfiguracja za pomocą X-CTU
- ³⁵₁₇ Technologia AFA oraz LBT
- ³⁵₁₇ Możliwość pracy w różnych topologiach

2.4. Przetwarzanie i analiza obrazu.

Osoby odpowiedzialne: Krzysztof Jaskóła – kierownik grupy, Mateusz Drost, Tomasz Konrad, Paulina Wilk, Marcin Kolny - konsultant

Zespół studentów zapoznał się z tematyką sieci neuronowych oraz analizy i przetwarzania obrazów cyfrowych.

Pierwsza część dotyczyła implementacji wybranych algorytmów wizji komputerowej. Studenci odpowiedzialni za tą część projektu napisali dwa filtry obrazów: medianowy oraz uśredniający, a także, korzystając z biblioteki OpenCV, niewielki program do detekcji krawędzi.

Działanie filtru medianowego (w celu usunięcia szumów) dla różnej wielkości maski przedstawia poniższy rysunek:

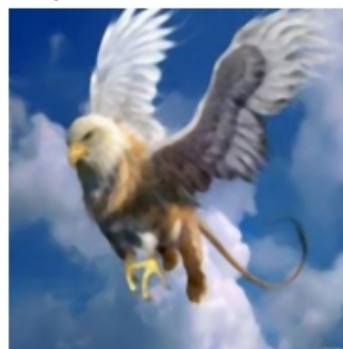
Obraz pierwotny



Obraz po przejściu przez filtr, dla maski = 5



Obraz po przejściu przez filtr, dla maski = 9



Działanie filtru uśredniającego (rozmycie) dla różnej długości maski:

Obraz pierwotny



Obraz po przejściu przez filtr, dla maski = 3



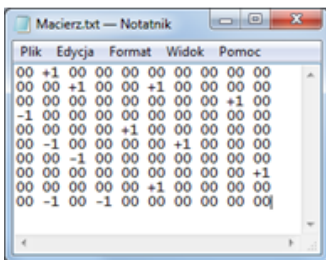
Obraz po przejściu przez filtr, dla maski = 7



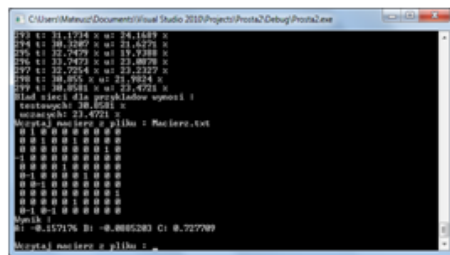
Celem drugiej części było stworzenie sieci neuronowej, której zadaniem, jako końcowy etap przetwarzania obrazu, było rozpoznawanie występującego wzorca np. litery alfabetu. W tym celu zespół studentów odpowiedzialny za tą część projektu musiał przebadать różne typy budowy sieci neuronowych oraz możliwe sposoby nauki sieci, aby ta bezbłędnie wykonywała powierzone zadanie.

Jedna ze stworzonych sieci potrafi oddzielić na płaszczyźnie punkty, w których wartość przyjmuje ujemną od tych, w których wartość jest dodatnia, jedną prostą, pod warunkiem, że ta prosta istnieje. Na poniższym rysunku zobrazowano wymieniony przykład.

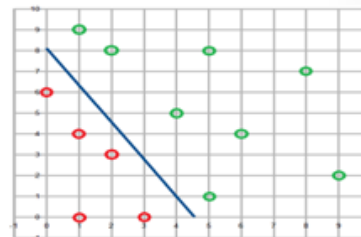
Zawartość pliku tekstowego



Zawartość konsoli.



Wynikiem działania programu jest równanie omawianej prostej – graficzna ilustracja wyniku



3. Podsumowanie

Zostały zrealizowane prawie wszystkie kamienie milowe projektu. Studenci ukończyli pisanie oprogramowania dla stacji kontroli naziemnej, które następnie zostało przetestowane w warunkach polowych. Napisana aplikacja była wielokrotnie testowana podczas lotów na gliwickim lotnisku. Aplikacja GCS wraz ze stacją kontroli lotu została użyta podczas zawodów MIWL (Międzyuczelniane Inżynierskie Warsztaty Lotnicze) w Bezmiechowej, które zakończyły się sukcesem zespołu (3 miejsce w konkursie na bezzałogowiec). Wybrano i zakupiono niezbędne elementy dla stacji nadawczej do sterowania bezzałogowym obiektem latającym oraz wykonano testy łączności.

Ze względu na rozległą tematykę, jaką jest wizja komputerowa, zespół studentów nie zdążył w wyznaczonym terminie zaimplementować wszystkich modułów widzenia maszynowego. Członkowie tej części projektu poznali podstawy analizy i przetwarzania obrazów, które przydadzą się w przyszłych projektach związanych z tą tematyką. W przyszłym semestrze planuje się wzbogacenie aplikacji GCS o funkcje pozwalające na rozpoznawanie wybranych obiektów stacjonarnych.

Wszyscy uczestnicy projektu zdobyli doświadczenie i praktyczne umiejętności pracy w dużym zespole oraz wiedzę, która przyda im się w dalszym toku studiów.

4. Zakupiony sprzęt niezbędny do realizacji projektu

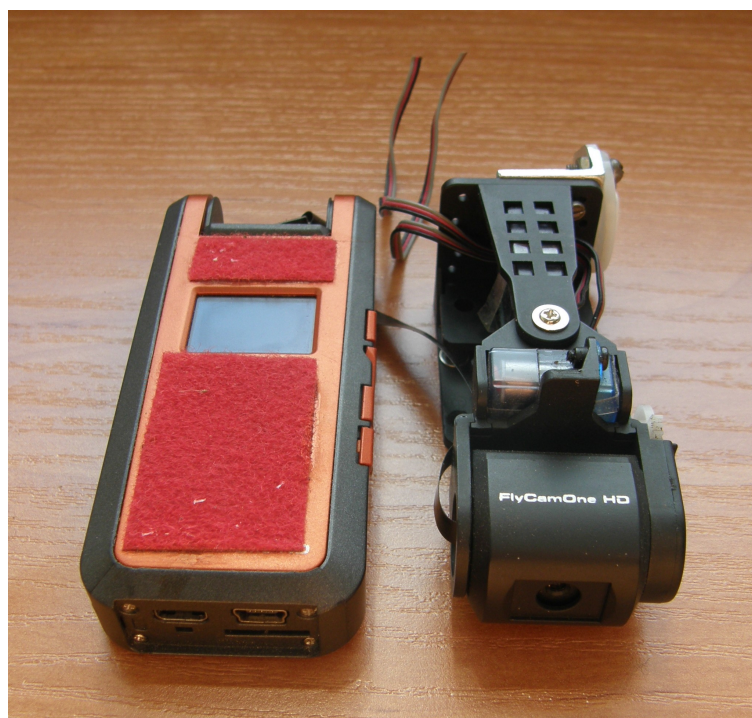
Zestaw rozwojowy modułów XBee – XK-Z11-M-W



Aparatura FUTABA T8F8



Kamera FlyCamOne HD 720p Mars



Ukończony projekt. Stacja nadawcza – komputer z zainstalowaną aplikacją GCS i obraz przekazywany z kamery wyświetlany na dodatkowym monitorze

