

Skaner otoczenia na bazie robota mobilnego i sonaru

Dorian Janiak, Marcin Ochman

8 kwietnia 2015

Spis treści

1	Opis projektu	3
1.1	Konstrukcja robota	3
1.2	Cel projektu	3
1.3	Protokół komunikacyjny	3
1.4	Porównanie z innymi projektami	4
2	Plan pracy	4
2.1	Kamienie milowe	4
2.2	Szczegółowy plan pracy	4
3	Doręczenie	6
4	Budżet	6
5	Zarządzanie projektem i jego monitorowanie	6
6	Przydział zadań	6

Spis tablic

1	Tablica opisująca poszczególne kamienie milowe	4
2	Tabela doręczeń	7
3	Budżet zadania	7
4	Podział zadań w grupie	7

1 Opis projektu

Projekt realizowany jest w ramach kursu Roboty mobilne. W ramach projektu założyliśmy stworzenie małego robota mobilnego wyposażonego w sonar, który umożliwi rejestrowanie mapy otoczenia (jedynie horyzontalnie).

1.1 Konstrukcja robota

Sonar zostanie zrealizowany przy użyciu ultradźwiękowego czujnika odległości (HC-SR04) zamontowanego na silniku krokowym. Silnik krokowy pozwala na zachowanie dużej dokładności informacji o kącie osi akustycznej. Do sterowania silnikiem krokowym posłuży sterownik ULN2003. Czujnik jest w stanie mierzyć odległość w zakresie od 2 - 200cm. Jednak nasz sonar ograniczymy do węższego zakresu, takiego w którym występuje najmniejszy błąd pomiarowy - wynik ten uzyskamy na podstawie testów. Silnik krokowy będzie zmieniał oś akustyczną czujnika, natomiast czujnik każdorazowo po wykonanym obrocie będzie wykonywał pomiary, które będą zapisywane w pamięci mikrokontrolera. Po wykonaniu pomiaru w danej pozycji robota wysyłana będzie informacja o zakończeniu pomiarów, a następnie po otrzymaniu żądania przesyłu, dane zostaną wysłane do aplikacji komputerowej poprzez moduł Bluetooth (Bluetooth HC-05). Komunikacja mikrokontrolera z modulem Bluetooth będzie odbywać się poprzez interfejs UART. W ten sposób już mikrokontroler będzie zajmował się formatowaniem danych i przygotowaniem ich według określonego przez nas protokołu komunikacyjnego.

Robot będzie typu jeżdżącego i nie będzie autonomiczny. Zastosujemy napęd na dwa koła, co pozwoli na obracanie robota w miejscu (zostaną zamontowane w połowie długości robota). Napęd powstanie na bazie produktu Dagu RS034, w skład którego wchodzi: dwa silniki DC, dwa koła oraz enkodery. Enkodery pozwolą na zwiększenie dokładności pomiaru (odczyt będzie odbywać się w funkcjach wywoływanych przez przerwania). Sterowanie napędem odbywać się będzie przy użyciu PWM. Moduł STM32 Nucleo posiada wyjścia z funkcją PWM. Aby zachować równowagę wyposażymy konstrukcję również w kulkę podpierającą. Sterowanie robotem odbywać się będzie przez Bluetooth z poziomu aplikacji komputerowej. Pozycja robota w miarę możliwości będzie weryfikowana na podstawie danych z enkoderów. Aplikacja komputerowa nie jest w tym wypadku optymalnym rozwiązaniem (lepszym byłby telefon np. z systemem Android), ponieważ zasięg Bluetooth jest stosunkowo niski, a więc użytkownik będzie zmuszony śledzić robota. Sterowanie robotem jednak nie jest głównym celem projektu.

1.2 Cel projektu

Projekt ma na celu umożliwienie nam zapoznania się z podstawami sterowania robotami. Projekt ma umożliwić nam nauczanie się konstruowania robotów mobilnych, zmierzanie się z problemem doboru napędu i sterowania nim, obsługi komunikacji z urządzeniem zewnętrznym i zbieranie pomiarów z czujników zewnętrznych. Wynik naszej pracy posłuży nam oraz osobom pragnącym zabrać się za tworzenie własnych robotów jako pomoc przy konstruowaniu robotów mobilnych.

Założenie stworzenia sonaru jest o tyle istotne, że jest to poważny problem praktyczny. Prawie, że niezależnie od wyboru realizowanego problemu w dziedzinie robotów mobilnych robot powinien być w stanie zbierać informacje o otoczeniu. Omiatanie terenu przy pomocy jednego czujnika pozwoli mu przykładowo wybrać odpowiedni tor ruchu i ominąć przeszkody.

1.3 Protokół komunikacyjny

Całością procesu zarządzać będzie aplikacja zainstalowana na komputerze PC. Dane przesyłane będą poprzez Bluetooth. Komunikacja będzie się odbywać w obie strony. Aplikacja będzie żądać przede wszystkim wykonania skanowania, przesłania danych pomiarowych oraz przemieszczenia się robota. Natomiast robot będzie informować przede wszystkim, że wykonał skanowanie otoczenia oraz to w jakim szacowanym punkcie się znalazł względem początku trasy. Wszystko to zostanie opakowane w specjalny format wiadomości przedstawiony poniżej:

WnrZadania;iloscParametrów;parametr1;...;parametrN;

,gdzie W jest znakiem początkowym wiadomości, natomiast średnik znakiem oddzielającym kolejne parametry i części wiadomości.

W przypadku wiadomości, zawierającej wyniki pomiarów format jest ten sam, lecz nieparzyste parametry oznaczają kąt osi akustycznej, natomiast parzyste zmierzoną odległość, zgodnie z poniższym przykładem:

W2;6;-30;200;-10;10;17;160;

W powyższym przykładzie liczby -30, -10, 17 oznaczają kąt wychylenia, natomiast 200, 10, 160 zmierzona odległość podaną w cm.

1.4 Porównanie z innymi projektami

Naszym głównym celem jest zbudowanie **taniego i prostego** robota mobilnego, który będzie w stanie zrealizować zadanie skanowania otoczenia. Robotem na którym będziemy się wzorować jest Pioneer z wbudowanym systemem sonarów. Różnicą pomiędzy tym projektem a naszym robotem jest ograniczenie ilości czujników. Spowoduje to, że mapa będzie mniej dokładna oraz pomiary będą realizowane w dłuższym czasie (ze względu na konieczność zatrzymywania się robota w trakcie skanowania otoczenia). Zaletą takiego rozwiązania są znacznie mniejsze koszty produkcji takiego robota.

2 Plan pracy

W tym rozdziale zostanie opisany plan pracy nad robotem, który powinien doprowadzić do zbudowania robota oraz aplikacji przedstawionych w opisie projektu.

2.1 Kamienie milowe

Poniżej zostały przedstawione główne kroki, które należy wykonać aby zakończyć pracę nad projektem z oczekiwanymi rezultatami.

Lp.	Opis
1	Zbudowanie podwozia robota
2	Umieszczenie potrzebnej elektroniki - mikrokontroler, czujniki, serwomechanizm
3	Oprogramowanie robota
4	Zakończenie pracy nad aplikacją na komputery osobiste do generowania mapy otoczenia
5	Połączenie pracy robota i aplikacji

Tablica 1: Table opisująca poszczególne kamienie milowe

2.2 Szczegółowy plan pracy

Poniżej został przedstawiony szczegółowy plan pracy nad projektem.

Id.	Nazwa zadania	Rozpoczęcie	Zakończenie	kalendarz															
				kwietnia				maja				czerwca							
				03-09	03-16	03-23	03-30	04-06	04-13	04-20	04-27	05-04	05-11	05-18	05-25	06-01	06-08	06-15	06-22
1	Zebranie wszystkich potrzebnych elementów do budowy robota	pon, 15-03-23	nie, 15-04-19	<div><div></div></div>															
2	Budowa podwozia robota	pon, 15-04-06	nie, 15-04-26	<div><div></div></div>															
3	Instalacja układów elektronicznych, elektrycznych oraz czujników	pon, 15-04-20	nie, 15-05-03	<div><div></div></div>															
4	Oprogramowanie robota - komunikacja oraz sterowanie	pon, 15-05-04	pon, 15-05-25	<div><div></div></div>															
5	Stworzenie programu komputerowego wizualizujący dane symulacyjne ładowane z pliku	pon, 15-03-23	nie, 15-04-05	<div><div></div></div>															
6	Dodanie modułu, obsługującego komunikację poprzez Bluetooth	pon, 15-04-20	nie, 15-05-10	<div><div></div></div>															
7	Dodanie możliwości sterowania robotem z poziomu programu komputerowego	pon, 15-05-18	nie, 15-06-07	<div><div></div></div>															
8	Stosowanie poprawek	pon, 15-06-08	pon, 15-06-15	<div><div></div></div>															
9	Oddanie projektu	pon, 15-06-15		<div><div></div></div>															

3 Doręczenie

Terminy i rodzaje dostarczanych w ramach projektu dokumentów oraz oprogramowania zostały przedstawione w Tabeli 2. Znalazły się również informacje o jawności.

4 Budżet

Projekt ma charakter sprzętowy, a więc wymaga on kupna elementów. Zestawienie kosztów zostało umieszczone w tabeli 3. Wszelkie koszty zostaną pokryte z własnych funduszy.

5 Zarządzanie projektem i jego monitorowanie

Ze względu na to, że projekt jest realizowany tylko przez 2 osoby, lider nie został wyznaczony. Tak mały zespół nie powinien mieć problemów komunikacyjnych. Realizować projekty będziemy częściowo zdalnie, jednak planujemy również regularnie się spotykać i wspólnie pracować nad projektem. Ustalenia będą powstawały w trakcie spotkań oraz w trakcie rozmów realizowanych na portalu facebook.com. Mimo, że jest to serwis społeczny, już od dłuższego czasu okazuje się, że nadaje się do komunikacji grup projektowych. Nasz projekt nie wymaga tworzenia grup użytkowników o różnych uprawnieniach, przydzielania zadań i tworzenia ich zestawień, a więc ten portal oraz umówione spotkania powinny wystarczyć.

Współdzielić kod programów będziemy poprzez portal **github.com**. Nie zakładamy tajności projektu, a więc może być on udostępniony publicznie.

Postępy monitorować będziemy na bieżąco poprzez porównanie aktualnych osiągnięć z harmonogramem. Kamienie milowe pozwolą nam ocenić ewentualnych opóźnień. Opóźnienia wymuszą na nas przyspieszenie prac lub ograniczenie założeń projektu.

6 Przydział zadań

Ponieważ grupa składa się tylko z dwóch osób projekt w dużej mierze będzie realizowany wspólnie. Można jednak wyróżnić część zadań, które będą realizowane osobno. Podział prezentuje poniższa tabela (Tabela 4). Nakreśla ona wybór lidera danego zadania. Będzie on przede wszystkim odpowiedzialny za kontrolę czasu wykonania zadania.

W skład grupy wchodzi 2 osoby:

Marcin Ochman - student AiR. Wybrał specjalność Robotyka, ponieważ interesuje się zarówno komputerami, elektroniką oraz nowinkami technicznymi. Jego głównym atutem jest umiejętność programowania w różnych językach takich jak C, C++, C#, Python, SQL. Swoje doświadczenie zdobywa zarówno na uczelni oraz pracując w firmie Vulcan.

Dorian Janiak - Pisze od kilku lat programy w językach C++/C. Podejmował się również pracy z takimi językami jak Python, Matlab czy QML. Obecnie pracuje jako programista C++. Jego głównym zainteresowaniem jest grafika 3D (używał OpenGL i GLSL, zna podstawy RayTracingu, posługuje się programem Blender 3D). Ukończył kurs języka niemieckiego na poziomie B2.

Nr	Nazwa	Termin	Postać	Jawność
1	Zbudowanie podwozia robota	2	sprzęt, dokumentacja	Grupa
2	Finalizacja pracy sprzętowej nad robotem	3	sprzęt, dokumentacja	Grupa
3	Oprogramowanie robota	4	oprogramowanie, dokumentacja	Grupa
4	Algorytm budowania mapy	13	oprogramowanie, dokumentacja	Grupa
5	Ukończenie prac nad aplikacją	7	oprogramowanie, dokumentacja	Grupa
6	Połączenie działania robota i aplikacji	7,8	oprogramowanie, sprzęt, dokumentacja	Publiczne
7	Raport końcowy	9	dokumentacja	Publiczna

Tablica 2: Tabela doręczeń

Element	Cena całkowita(zł)
Zestaw STM32 NUCLEO	55
Moduł Bluetooth HC-05	37
Zestaw silników i kół z enkoderami Dagu RS034	110
Silnik krokowy ze sterownikiem ULN2003	20
Kulka podporowa	10
Płytki PCB uniwersalna	8
Mostek H L298N	11
Pozostałe elementy zabezpieczające i zasilające	30
Nieprzewidziane koszty	30
Ogólny koszt:	311

Tablica 3: Budżet zadania

Nr	Nazwa zadania	Lider
Z1	Zebranie wszystkich potrzebnych elementów do budowy robota	M. Ochman
Z2	Budowa podwozia robota	M. Ochman
Z3	Instalacja układów elektronicznych, elektrycznych oraz czujników	M.Ochman
Z4	Oprogramowanie robota - komunikacja oraz sterowanie	M.Ochman
Z5	Stworzenie programu komputerowego wizualizujący dane symulacyjne ładowane z pliku	D. Janiak
Z6	Dodanie modułu, obsługującego komunikację poprzez Bluetooth	D.Janiak
Z7	Dodanie możliwości sterowania robotem z poziomu programu komputerowego	D.Janiak
Z8	Stosowanie poprawek	D.Janiak

Tablica 4: Podział zadań w grupie