



Politechnika Wrocławska

Robot typu line follower	
Nazwa kursu	Roboty Mobilne
Grupa kursowa	Y01-85c
Termin zajęć	Piątek, 18:55 - 20:35 TN
Autorzy sprawozdania	Stanisław Chędoska 259354 (PT TN, 18:55) , Olaf Biegański 259284 (PT TN, 17:05)
Termin oddania	16 marca 2023

1 Cel projektu

Celem projektu jest skonstruowanie oraz stworzenie oprogramowania do robota typu linefollower. Robot będzie miał możliwość przemieszczania się pomiędzy wyznaczonymi punktami na sieci czarnych linii na jasnym tle wyznaczających drogę po której może się poruszać. Punkty docelowe będą zadawane za pomocą interfejsu z przycisków znajdujących się na robocie, natomiast droga jaką robot musi przebyć z punktu gdzie aktualnie się znajduje do punktu docelowego będzie wyznaczana w sposób automatyczny, tak samo jak procedura przemieszczenia się.

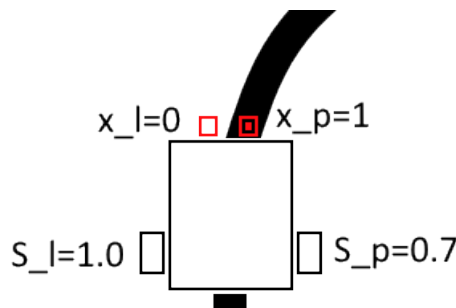
2 Założenia projektowe

2.1 Rama i układ napędowy

Robot będzie oparty na trójkątowej platformie, z dwoma kołami napędzanymi bezpośrednio z dwóch silników szczotkowych DC, trzecie koło będzie poruszać się swobodnie z możliwością swobodnego obrotu. Silniki będą sterowane z modułu L298N posiadającym dwa mostki H. Aby kontrolować prędkości koła lewego i prawego wykorzystany zostanie sygnał PWM z mikrokontrolera.

2.2 Wykrywanie linii i kontrola toru

Część wykrywania linii będzie składała się z modułów czujników odbiciowych na podczerwień, składających się z diody IR oraz fototranzystora. Czujniki te wykorzystując wartość zmierzonego natężenia światła oraz komparator pozwalający stwierdzić czy znajdują się na czarnej powierzchni (większość światła jest absorbowana) czy na jasnej. Wykorzystując tę informację z lewej i z prawej strony linii można określić sterowanie jakie należy zadać do silników by utrzymać robota wzdłuż linii.



Rysunek 1: Schemat wizualizujący utrzymywanie robota na linii

Aby wyeliminować gwałtowne zmiany kontroli silników wybranymi wartościami dwustanowymi, co może prowadzić do wibracji, wprowadzony zostanie układ PI starający się, dostosowywać prędkości silników w zależności od kąta krzywizny linii. (S_p - silnik prawy, S_l - silnik lewy)

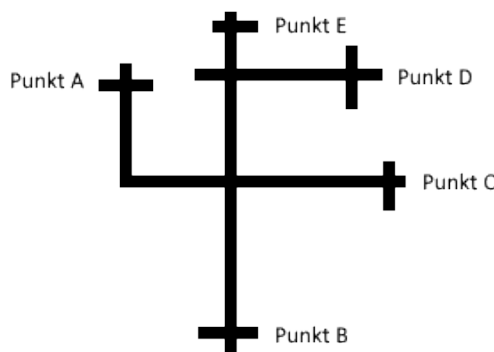
$$S_p = 1 - x_p \cdot k_p - \int_{t_0}^{T_i} x_p \cdot k_i \quad (1)$$

$$S_l = 1 - x_l \cdot k_p - \int_{t_0}^{T_i} x_l \cdot k_i \quad (2)$$

Docelowo zakłada się wykorzystanie dwóch czujników odbiciowych kontrolujących opuszczenie toru z obu stron. Jeżeli jednak rezultaty nie będą wystarczające, przewiduje się wykorzystanie czterech czujników odbiciowych w celu lepszego dostosowania szybkości reakcji od kąta zakrętu.

2.3 Przemieszczanie się po sieci punktów

Robot poza możliwością przemieszczania się wzdłuż linii będzie mógł również docierać w konkretne punkty na sieci linii. Punkty są zdefiniowane jako przecięcia dwóch linii.



Rysunek 2: Przykładowa realizacja sieci punktów i linii

Robot będzie miał zapisaną w pamięci mapę po której ma się poruszać i listę zdefiniowanych punktów do których może dotrzeć (około 3-4 punktów). Ponieważ robot startuje z zadanej pozycji na mapie, poprzez przeliczanie kolejnych przebytych skrzyżowań będzie w stanie określić swoje aktualne położenie i sposób dotarcia do zadanego punktu. Trasa, czyli kierunki jakie będzie musiał obrać robot na skrzyżowaniach by dotrzeć do celu, będzie wyliczana automatycznie.

Zadawanie robotowi punktu do którego ma dotrzeć będzie się odbywało poprzez przyciski znajdujące się na robocie.

Poruszanie się wzdłuż linii będzie wykorzystywało kontrolę z zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego z sensorów odbiciowych, natomiast wykonywanie manewrów na skrzyżowaniach będzie odbywało się w otwartej pętli sterowania. Robot aby wykonać zakręt w prawo na skrzyżowaniu, wykona obrót, uruchamiając lewy silnik i zatrzymując prawy na arbitralnie określonej ilości czasu, po czym wyruszy wprost aż dotrze do zadanej linii i ponownie będzie mógł wrócić do kontroli w zamkniętej pętli.

2.4 Interfejs do robota

Na platformie robota będą znajdowały się przyciski (3 lub 4) które będą możliwe do wciśnięcia gdy robot oczekuje na kolejną trasę. Każdy przycisk będzie powiązany z konkretnym punktem docelowym do którego robot ma dotrzeć. W trakcie ruchu robot będzie ignorował wejścia z przycisków.

2.5 Mikrokontroler i zasilanie

Do sterowania robotem wykorzystana zostanie płytka Arduino UNO. Płytkę będzie zasilana baterią 9V, natomiast silniki prądu stałego zasilane będą miały oddzielne źródło zasilania w postaci czterech baterii 1.5V połączonymi szeregowo.

3 Podział pracy na etapy

W projekcie można wyodrębnić dwa główne etapy realizacji robota: Część konstrukcyjna czyli zbudowanie robota, wyposażenie go w czujniki odbiciowe i sterownik silników oraz zasilanie. Oraz część programistyczna czyli stworzenie programu pozwalającego sterowanie silnikami, utrzymywanie się na linii oraz stworzenie algorytmu umożliwiającego poruszanie się między punktami.

3.1 Główne etapy w projekcie

Opis poszczególnych etapów następujących po sobie, z oczekiwanymi wynikami każdego z nich oraz zadaniami potrzebnymi do jego realizacji.

- [30.03.23] Stworzenie pojazdu zdolnego do poruszania się z wykorzystaniem mikrokontrolera. Pojazd będzie mógł się poruszać oraz sterować z mikrokontrolera prędkością silników.

- zakup platformy robota oraz sterownika silników L298N.
- Zainstalowanie do robota płytki arduino, sterownika oraz baterii i połączenie wszystkich elementów.
- Stworzenie programu umożliwiającego sterowanie prędkością silników przez mikrokontroler.
- [13.04.23] Wyposażenie robota w czujniki odbiciowe w odpowiednich miejscach, poprawne odróżnianie linii od podłogi oraz wstępny algorytm podążania za linią.
 - Zakup czujników odbiciowych i innych elementów koniecznych do poprawnego zamocowania czujników.
 - Przetestowanie poprawnego działania czujników.
 - Stworzenie wstępnego programu robota do poruszania się wzdłuż toru linii.
- [27.04.23] [Zakres pracy do Etapu 2] Poprawne wykrywanie skrzyżowań linii i wykonywanie na nich odpowiednich manewrów (Przejazd prosto, w lewo lub w prawo).
 - Opracowanie sposobu na wykrywanie skrzyżowania przez robota.
 - Wykonanie odpowiedniej sekwencji ruchów potrzebnych do obrania kierunku robota po zastaniu skrzyżowania.
- [11.05.23] Zaprojektowanie algorytmu umożliwiającego zwracanie listy manewrów potrzebnych do wykonania na kolejnych skrzyżowaniach by przedostać się do zadanej pozycji z aktualnego położenia robota.
 - Opracowanie algorytmu który po otrzymaniu argumentów w postaci pozycji docelowej i pozycji aktualnej, zwróci listę manewrów które muszą zostać wykonane na kolejnych skrzyżowaniach.
- [25.05.23] Zaimplementowanie w robocie możliwości faktycznej realizacji listy manewrów i poruszania się po zadanych przez przyciski punktach.
 - Połączenie algorytmu wykonywania manewrów na skrzyżowaniach z algorytmem wytyczającym trasę do autonomicznego przemieszczania się w zadane przyciskiem miejsce.
- [15.06.23] [Zakres pracy do Etapu 3] Zintegrowanie wszystkich systemów i zakończenie projektu i stworzenie sprawozdania końcowego.

4 Podział pracy na członków zespołu

Olaf Biegański - zakres pracy:

- Wykonanie konstrukcji robota: Konstrukcja platformy i przymocowanie komponentów i modułów do platformy.
- Stworzenie metod dotyczących zadawania prędkości silnikom i odczytu wartości zmierzonych przez czujniki odbiciowe.
- Opracowanie metody wykrycia skrzyżowania.
- Opracowanie algorytmu znajdowania ścieżki.
- Przygotowanie ogólnej struktury logiki stanów robota.

Stanisław Chędoska - zakres pracy:

- Wykonanie połączeń elektronicznych między modułami i mikrokontrolerem.
- Stworzenie logiki poruszania się robota wzdłuż linii, utrzymywania kierunku jazdy.

- Opracowanie metod wykonujących sekwencje ruchu pozwalających na wykonanie zadanego manewru na wykrytym skrzyżowaniu.
- Opracowanie algorytmu znajdowania ścieżki.
- Stworzenie możliwości zadawania punktu docelowego, za pomocą interfejsu z przycisków.

5 Literatura wykorzystywana w projekcie

- Mustafa Engin, Dilsad Engin, "Path planning of line follower robot" Proceedings of the 5th European DSP Education and Research Conference, Ege University, Turkey, Sept. 2012
- Nakib Hayat Chowdhurya, Deloara Khushib, Md. Mamunur Rashidc "Algorithm for Line Follower Robots to Follow Critical Paths with Minimum Number of Sensors" Nilphamari, Bangladesh. International Journal of Computer (IJC) 2017.
- M. Pakdaman and M. M. Sanaatiyan, "Design and Implementation of Line Follower Robot," 2009 Second International Conference on Computer and Electrical Engineering, Dubai, United Arab Emirates, 2009, pp. 585-590, doi: 10.1109/ICCEE.2009.43.