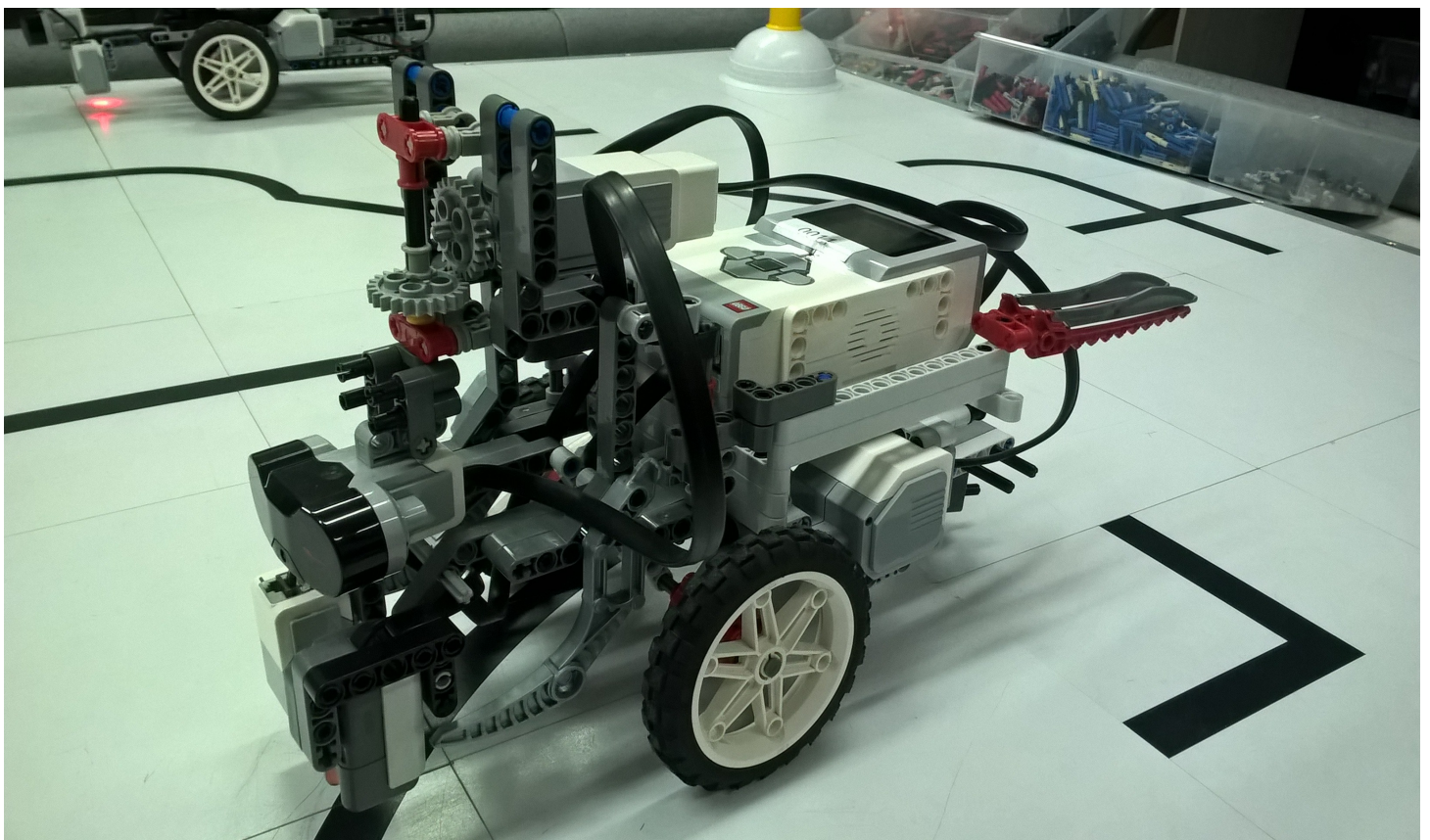


Wstęp do Robotyki, sem. 15Z

Projekt – robot typu Line Follower

Wykonawcy:
Radosław Białobrzeski, Łukasz Butryn

1. Motywacja i ogólna koncepcja
2. Algorytm śledzenia linii
3. Algorytm omijania przeszkód
4. Wady i zalety



1. Motywacja i ogólna koncepcja

Celem projektu było stworzenie robota typu Line Follower (popularna konkurencja turniejowa dla robotów) poruszającego się po czarnej trasie na białym tle i omijającego dodatkowo przeszkody. Udostępnione elementy to klocki LEGO oraz zestaw Lego Mindstorms z kostką EV3 i standardowym zestawem czujników.

Konstrukcja robota pokazana jest na załączonym zdjęciu. Robot jest wyposażony w czujnik koloru oraz czujnik odbicia światła – oba wykonują dokładnie to samo zadanie, czyli wykrywanie koloru białego i czarnego. Czujniki te zamontowane są na frontowym "wysięgniku", rozsunięte od siebie na pewną odległość z racji zastosowanego algorytmu, który polega na "unikaniu" koloru czarnego i wykorzystuje w tym celu regulator PI połączony z maszyną stanową uruchamiającą się w sytuacjach krytycznych. Dodatkowo, robot z przodu ma zamontowany czujnik odległości połączony z serwomechanizmem, co zapewnia możliwość obracania czujnikiem w trakcie omijania przeszkód.

2. Algorytm śledzenia linii

Algorytm śledzenia linii korzysta z regulatora PI oraz maszyny stanowej. Nasz robot podczas jazdy za stan pożądany przyjmuje stan, kiedy oba czujniki są na polu białym. Uchyb jest liczony jako różnica odczytów czujnika prawego oraz lewego (odczyty są znormalizowane do przedziału $[-1;1]$) dzielona przez 2. Aby reakcja robota była odpowiednia, wszystkie odczyty "czarne" są dodatkowo wzmacniane przez pewną wartość. W ogólnym przypadku, przy ostatecznej wartości parametru wzmocnienia, może to spowodować ogólną wartość uchybu z przedziału $[-4.5;4.5]$. Zdecydowaliśmy się na "ciągłą" ocenę położenia, a nie opartą na trzech konkretnych stanach, ponieważ wykrycie punktu styku dwóch kolorów powinno być powodem do podjęcia właściwego działania.

Algorytm regulacji PI jest zupełnie standardowy, wykorzystujący opisany wyżej sposób oceny uchybu. Aby jednak robot poruszał się odpowiednio, zdecydowaliśmy się wprowadzić dodatkowe usprawnienie – robot w krytycznych sytuacjach, gdy zakumuluje się pewna suma błędów lub robot zdecydowanie mocno najechał na czarną linię, uruchamia tryb maszyny stanowej, podczas której jednostajnie skręca w jedną lub drugą

stronę. Zdecydowanie pomogło to naszemu – dość dużemu – robotowi pokonać część trudniejszych zakrętów.

Parametry regulatora, wzmocnienia czerni, progu dla maszyny stanowej zostały dobrane metodą inżynierską. Obserwowaliśmy zachowanie robota dla pewnych parametrów startowych i określaliśmy właściwy kierunek zmian, po czym szukaliśmy parametrów optymalnych. Dla regulatora PI parametrami startowymi były parametry uzyskane przy pomocy metody Zieglera-Nicholsa, jednak ostatecznie znacznie od nich odbiegliśmy.

3. Algorytm omijania przeszkód

1. Wykryj przeszkodę
2. Wykonaj zakręt o ~ 90 stopni w określonym w kodzie kierunku. Jednocześnie obróć głowę robota o ~ 90 stopni w kierunku przeciwnym.
3. Jedź na wprost do momentu wykrycia końca przeszkody + pewien dodatkowy dystans pozwalający na bezpieczne wyjechanie poza przeszkodę.
4. Skręć o ~ 90 stopni w kierunku przeciwnym do pierwszego kierunku.
5. Jedź przed siebie do momentu wykrycia końca przeszkody.
6. Wyprostuj głowę robota i przejedź pewien dodatkowy dystans pozwalający na bezpieczny wyjazd.
7. Skręć o ~ 70 stopni w kierunku przeciwnym do pierwszego kierunku.
8. Jedź przed siebie do momentu przekroczenia linii czujnikami.
9. Nawróć w kierunku linii.

4. Wady i zalety

Wady:

- spore rozmiary robota
- stosunkowo duża bezwładność robota spowodowana dużym rozmiarem kół
- algorytm nie należący do najszybszych (mało dokładne, "zygzakowe" algorytmy są dużo szybsze)
- problemy z wieloma ostrymi zakrętami pod rząd

Zalety:

- wysoka dokładność ruchu po linii
- modułowa budowa – możliwy jest błyskawiczny demontaż większości głównych elementów bez utraty funkcjonalności pozostałych
- ruchoma głowa z czujnikiem odległości pozwalająca na omijanie przeszkód z dowolnej strony i będąca sama w sobie dość finezyjnym rozwiązaniem
- kalibracja przed każdym przejazdem, brak zapisanych na stałe wartości odpowiadających kolorom