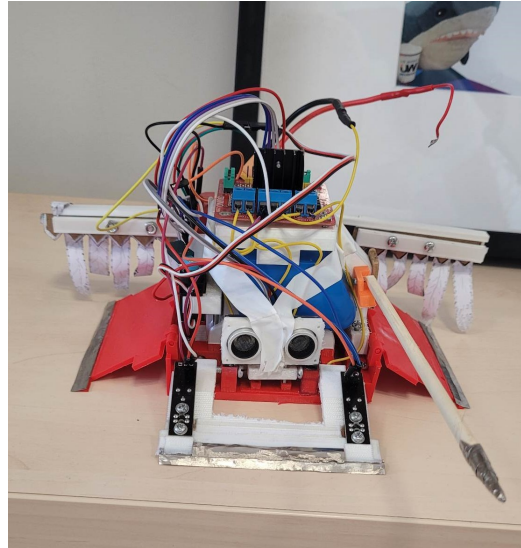


Mini sumo robot a.k.a "Husarz"

Czadowe Chłopaki

15 lipca 2023



Rysunek 1: Robot mini-sumo

1 Motywacja

Naszym celem przy przystępowaniu do konkursu, było przede wszystkim rozwinięcie swoich zdolności elektronicznych, mechatronicznych oraz informatycznych w kreatywny, ciekawy i praktyczny sposób. Wartym zaznaczenia jest fakt, niektórzy zawodnicy naszej drużyny nigdy wcześniej nie mieli do czynienia z powyżej wymienionymi dziedzinami techniki.

2 Opis konstrukcji

2.1 Programowalny mikroprocesor

Mini-robot sumo musi wykrywać samodzielnie przeciwnika i podejmować odpowiednie działania. W tym celu użyty został mikrokontroler Arduino Nano 33 IoT. Urządzenie zostało wybrane za względu na następujące czynniki:

- relatywnie niski koszt
- niewielkie wymiary
- wbudowane moduły Wifi oraz Bluetooth
- dobrze napisaną dokumentację

2.2 Sposób poruszania się robota

Pierwszym pomysłem było zbudowanie robota na gąsienicach. Prototyp gąsienic powstał przy użyciu druku 3D. Po licznych dyskusjach zdecydowaliśmy się jednak na klasyczny układ dwóch kół, stosowany powszechnie w tego typu konstrukcjach. Decyzja zmotywowana była następującymi czynnikami:

- brak skrętności przy ograniczonych wymiarach robota
- trudny w wykonaniu układ naprężenia gąsienicy
- brak przyczepności do dojo

Zakupione zostały 4 koła Solarbotics RW2i. Koła zostały połączone w 2 układy szerszych kół. Uzyskana w ten sposób większa powierzchnia styku kół z podłożem, zapewniła większą przyczepność robota do dojo.

2.3 Układ napędowy

Koła zasilane były dwoma silnikami Silnik Dagu 34:1 DC 10V. Silniki zostały przyłączone pod baterią, na samym spodzie konstrukcji. Silniki zostały ustawione tak, że wał obrotowy silnika elektrycznego znajdował się prostopadle do metalowych prętów na których zamocowane były koła. W celu przekazania siły obrotowej silnika na metalowe pręty z zamocowanymi kołami, zdecydowano się na użycie przekładni stożkowych idealnie sprawdzających się w tego typu zastosowaniach. Problem wystąpił przy wyborze odpowiednich przekładni. Pierwotnie miały być wykonane z metalu, jednak przez fakt braku wystarczającej ilości mieksca oraz limitu rodzaju przekładni dostępnych do kupienia w internecie, byliśmy zmuszeni wykonać je samodzielnie. Przekładnie wykonane zostały na wymiar przy wykorzystaniu drukarek 3D dostępnych w ramach pracowni druku 3D w Makerspace UW. Przekładnie zostały zamocowane do metalowych prętów za pomocą silnego kleju. Niestety zgodnie z naszymi pierwotnymi obawami przekładnie te ze względu na materiał z jakich ich wykonano potrafiły ześlizgiwać się z siebie samych. Sprawilo to, że cała siła napędowa nie była przekazywana na metalowy pręt z zamocowanymi kołami. W czasie konkursu, z uwagi na duże obciążenie silników, jeden raz przekładnie odkleiły się od pręta, co zmusiło nas do ponownego podklejenia ich w trakcie przerwy technicznej.

2.4 Układ sterowania silnikami

Aby zmienić kierunek w jakim kręci się silnik elektryczny, należy odwrócić jego polaryzację. Oczywiście taka operacja jest bardzo trudna i problematyczna, przy użyciu rozwiązań czysto mechanicznych. Na szczęście istnieją proste układy pozwalające na dokonanie tego w bardzo prosty sposób. Takim układem jest tzw. mostek H. Wybrany przez nas układ nosi nazwę L298 i posiada 2 takie mostki pozwalające na oddzielne sterowanie obrotem obydwu kół. Dwukanałowy sterownik silników posiada również opcję sterowania prędkością obrotu silników i zasilany jest napięciem 12V, co relatywnie dobrze odpowiada użytej baterii. Dodatkowo napięcie wyjściowe na pinach mających zasilać silniki jest nieco zmniejszone od napięcia wejściowego i wynosi około 9V. Jest to odpowiednie napięcie dobrane do wybranych przez nas silników elektrycznych. Moduł posiada też dodatkowy pin z napięciem wyjściowym 5V. Idealnie sprawdziło się to w naszych zastosowaniach, gdyż z jego pomocą mogliśmy zasilić Arduino. Wybór sterownika nie był długo przemyślany, z uwagi na fakty iż powyżej opisany sterownik silników ma bardzo dobrą sławę wśród entuzjastów robotyki.

2.5 Układ wykrywania przeciwnika

Istnieje bardzo wiele rodzajów czujników, które sprawdzają się przy budowie robotów sumo. W trakcie budowy oraz testowania robota przetestowane zostały różne układy. Na początku planem było zamocowanie jednego głównego czujnika laserowego z przodu robota oraz dwóch czujników ultradźwiękowych znajdujących się po bokach. Niestety zakupiony czujnik, okazał się klonem pierwotnie planowanego czujnika i brak jakiegokolwiek dokumentacji, spowodował że napisanie kodu stało się niemożliwe. Wobec tego zdecydowaliśmy się na zamontowanie czujnika ultradźwiękowego HC-SR04 jedynie z przodu robota. Ograniczone pole widzenia spowodowało, że robot nie był tak efektywny jak pierwotnie planowano.

2.6 Układ wykrywania lini

W celu nie wypadnięcia z dojo podczas ataku bądź manewrowania robotem zamontowane zostały dwa czujniki detekcji lini Iduino ST1140. Wybrane zostały ze względu na niewielką budowę, niski koszt oraz satysfakcjonującą odległość detekcji. Czujniki umieszczone zostały w przedniej ścianie robota, która opuszczała się na początku walki.

2.7 Korpus

Korpus został całkowicie wydrukowany w pracowni druku 3D, za pomocą materiału PLA. Materiał ten wybrany został ze względu na dostępność w Makerspace UW oraz dużą twardość. Robot został zaprojektowany tak, aby na początku każdej walki rozkładał 3 swoje ściany tworząc z nich 3 spychacze. Dzięki takiemu rozwiązaniu robot nie mógł być podważony od boku. Ciekawym elementem konstrukcji jest kawałek metalowej taśmki znajdującej się na brzegach spychaczy. Została ona wtopiona w elementy podczas druku. Zastosowanie taśmki spowodowało, że robota było znacznie trudniej podważyć. Rozłożenie ścian miało realizować się za pomocą serwomechanizmu SG-90. Przyczepiona linka trzymała w miejscu wszystkie ściany, które zwalniały się na początku walki opadały przez siłę grawitacji.

3 Strategia

Nasze podejście ewoluowało wielokrotnie, w większości próbując znaleźć luki w regulaminie, bądź go nagiąć. Jednakże w końcu zdecydowaliśmy się na dość klasyczny układ robota, co spowodowane było m.in. problemami z czujnikami, opisanymi w części traktującej o budowie. Jednym z pierwszych pomysłów, który ostatecznie zastosowaliśmy, było użycie jakiegoś systemu mającego na celu zmylenie czujników przeciwnika. Wśród propozycji było pomalowanie robota czarną farbą, tak aby czujniki podczerwone miały trudności z wykryciem go, a także zamontowanie swego rodzaju wysuwanej "płachty". Płachta ta miała sprowokować przeciwnika do ataku, całkiem podobnie do hiszpańskiej Corridy, zaś gdy przeciwnik znalazłby się tuż przed naszym robotem, nasz robot miał obrócić się i zaatakować przeciwnika od boku, co powinno uniemożliwić mu jakąkolwiek opcję wymanewrowania nas. Nie udało się niestety przetestować tej koncepcji, z powodów opisanych poniżej, jednakże mimo to zamontowaliśmy rozkładane skrzydła husarskie, razem z kopia, także w celu stworzenia wyróżniającego się "patriotycznego" robota. Oprócz tego pracowaliśmy nad pomysłem, nieprzetestowanym w praktyce, ale zawartym w części w kodzie. Polegał on na posiadaniu kilku zapisanych schematów ruchu, które byłyby losowo wybierane przez program, co w założeniu miało właśnie zwiększyć losowość ruchu robota i zepsuć ataki przeciwników, potencjalnie nawet powodując wyrzucenie ich poza dojo.

4 Co nie działało?

W trakcie zawodów natrafiłszy na 3 podstawowe trudności. Pierwszą był brak czasu na przetestowanie kodu, przez co tak naprawdę nie mieliśmy pewności, w jaki sposób on zadziała i z jaką dokładnością zadziałają użyte sensory. Drugą, która spowodowała poważne opóźnienia w uczestnictwie w meczach, było serwo, które spowodowało zwarcia w układzie, czego nie mogliśmy wykryć przez dłuższą chwilę. Spowodowało to też problemy z wysunięciem skrzydeł husarskich, jednakże przeciwnicy zgodzili się przymknąć oko na takie złamanie przepisów. Rzecz, która ostatecznie spowodowała nefunkcjonalność robota, była złamana przekładnia, której nie mieliśmy szans w łatwy sposób wymienić, przez co robot przez większość meczy nie mógł się nawet poruszyć, pomimo względnie działającego kodu.

5 Wnioski

Generalnie pomimo wszystkich trudności ocenilibyśmy swój występ całkiem pozytywnie, szczególnie zważywszy na to, że godzinę przed rozpoczęciem meczy zaczęliśmy łączyć ze sobą elementy elektroniczne. Robot mimo problemów ruszył i zajął 3 miejsce w grupie, także byliśmy na podium. Całe przedsięwzięcie na pewno znacznie poszerzyło naszą wiedzę o praktycznym zastosowaniu robotyki, a przede wszystkim boleśnie nauczyło, że warto rozpoczynać prace z wyprzedzeniem.