

Grzegorz PIECUCH

Koło Naukowe Automatyków i Robotyków ROBO, Politechnika Rzeszowska,
Polska

Nanoroboty – koncepcja i realizacja robota nanosumo

Wstęp

Zawody robotów w Polsce cieszą się coraz większym zainteresowaniem zarówno ze strony konstruktorów, jak i osób postronnych, dla których kontakt z robotem jest czymś nowym, do niedawna nieznanym. Pierwsze zawody robotów odbyły się w Japonii w 1989 r. W Polsce zawody nie mają jeszcze takich tradycji, ale mimo wszystko polscy konstruktorzy są jednymi z najlepszych w Europie. Na zawody robotów składa się duża liczba różnych konkurencji, z których najpopularniejsze to wyścigi robotów (ang. *Line Follower*) poruszających się po trasie wyznaczonej linią, a także walki robotów sumo w różnych kategoriach wagowych.

1. Założenia

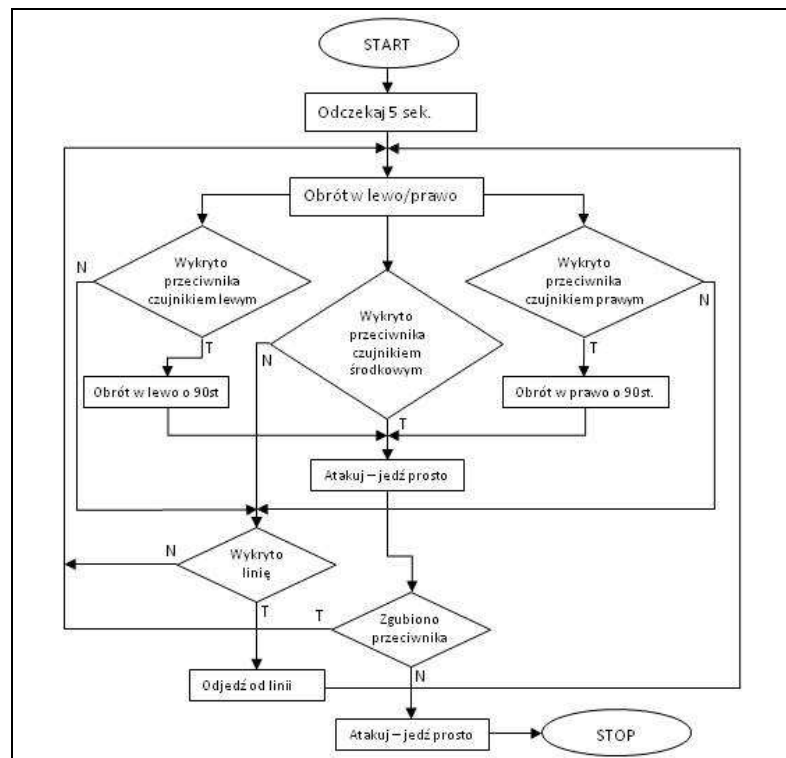
Robot *sumo* ma za zadanie zepchnąć przeciwnika (drugiego robota) z ringu zwanego *dohyo*, nie używając przy tym żadnej dodatkowej agresji poza przepychaniem.

Wymiary robotów w kategorii *nanosumo* nie mogą być większe od sześciennego kostki o krawędzi 25 mm i wadze nieprzekraczającej 25 g. Nanosumo porusza się po czarnym ringu o średnicy 19,25 cm. Obszar walki wyznacza dodatkowo biały pas o szerokości 0,625 cm znajdujący się na skraju ringu. Wszystko po to, aby robot rozpoznał koniec ringu i samoczynnie z niego nie wypadł. Regulamin walk jest dość obszerny i różniący się w szczegółach w zależności od zawodów. Są jednak pewne stałe i niezmiennie wymogi, jak np. wymóg odczekania przez robota czasu 5 sek. od włączenia do rozpoczęcia walki. Jest to czas dla konstruktorów i sędziów na odsunięcie się od robotów i ringu na odległość bezpieczną, po to aby nie zakłócić przebiegu walki przypadkową sytuacją, gdy robot zamiast swojego przeciwnika wykryje człowieka.

Odrębnym zagadnieniem jest przygotowanie strategii walki dla robotów *sumo* i odpowiednie ich zaprogramowanie. Niemal każdy zawodnik w trakcie trwania zawodów wprowadza do programu (strategii walki) modyfikacje, dostosowując własną strategię do przeciwnika. Tego rodzaju czynności wykonywane są w strefach serwisowych – zob. rys. 1. Na rys. 2 przedstawiono uproszczony algorytm strategii walki, który po odliczeniu regulaminowych 5 sek. działa w pętli nieskończonej.



Rys. 1. Zawodnik w strefie serwisowej
Źródło: opracowanie własne.

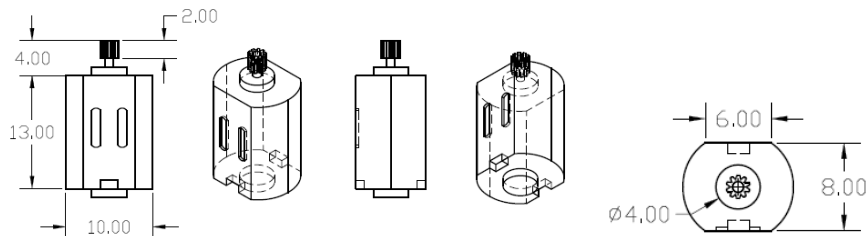


Rys. 2. Przykładowy algorytm strategii walki dla robota nanosumo
Źródło: opracowanie własne.

2. Koncepcja konstrukcji mechanicznej

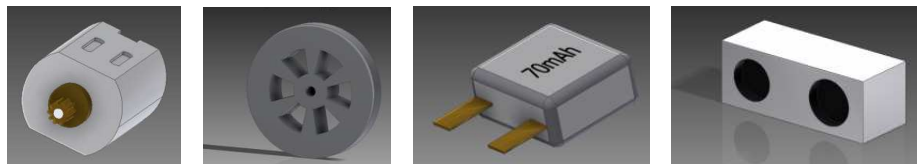
Do zaprojektowania robota nanosumo posłużył w pełni profesjonalny pakiet inżynierski Autodesk Inventor 2011 Professional dostępny w wersji akademickiej.

Opracowując konstrukcję robota, na początek należy dokładnie zwymiarować wszystkie posiadane części i każdą z osobna przenieść na płaszczyznę wirtualną. Niektóre detale z punktu widzenia projektu nie są istotne, dlatego też rezygnujemy z ich wirtualizacji, minimalizując czas poświęcony na modelowanie 3D. Poniżej dla przykładu przedstawiono w rzutach prostokątnych model użytego silnika z ważniejszymi wymiarami – rys. 3. Oprócz silnika należy na płaszczyznę wirtualną przenieść: akumulator, czujniki, koła (rys. 4) oraz zaprojektować obudowę, do której zostaną zamocowane wszystkie elementy.



Rys. 3. Model silnika zastosowanego w robocie nanosumo

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Wirtualne modele zastosowanych w projekcie elementów zaprojektowane w Autodesk Inventor 2011; w kolejności od lewej: silnik, koło, akumulator, czujnik

Źródło: opracowanie własne.

O ile zaprojektowanie gotowych elementów jest dość proste, to zaprojektowanie obudowy, która to wszystko scali, jest już nieco bardziej kłopotliwe. Mając na uwadze maksymalnie 25 g wagi do wykorzystania, trzeba znacząco ograniczać fantazję konstruktorską.



Rys. 5. Projekt obudowy robota nanosumo

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Wirtualny model nanosumo

Źródło: opracowanie własne.

Do wykonania rzeczywistej obudowy wybrano metodę druku 3D, która niestety posiada pewne ograniczenia. Drukarka obiera odpowiedni układ współrzędnych i drukuje element od dołu do góry, nakładając kolejne warstwy ciekłego plastiku. Dlatego też żaden fragment obudowy nie może „wisieć” w powietrzu. Projekt obudowy do wykonania metodą druku 3D pokazano na rys. 5, natomiast na rys. 6 pokazano wirtualny model robota.

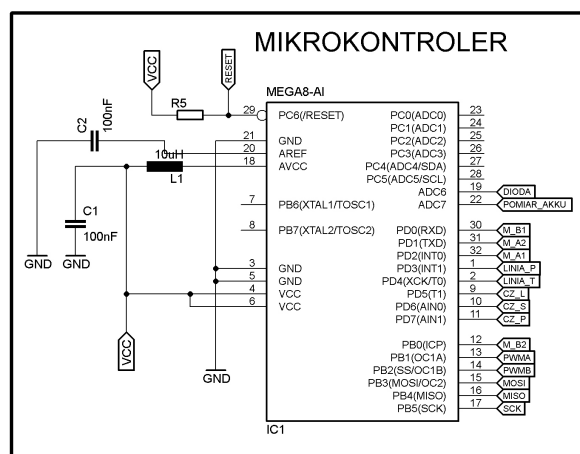
3. Realizacja części elektronicznej

Aby zaprojektować schemat, a w następnej kolejności również płytke drukowaną, najpierw trzeba przemyśleć dokładnie, jakich elementów elektronicznych użyć, aby zmieścić się w wymaganych wymiarach i wadze. Na początku projektujemy schemat ideowy robota. Do tego celu możemy użyć darmowego oprogramowania Eagle.

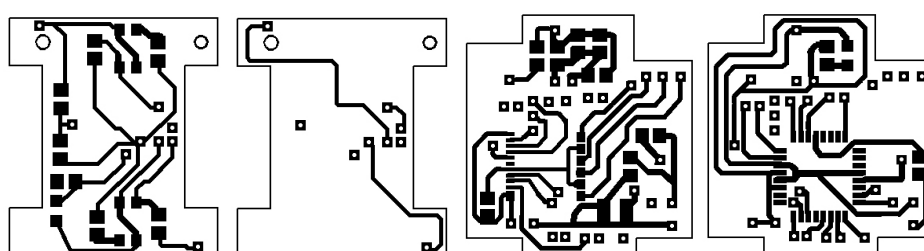
Do poprawnego i zgodnego z założeniami działania potrzebne są:

- dwa miniaturowe silniki o możliwie dużym momencie obrotowym. Silniki takie najlepiej pozyskuje się z popularnych mikroserw modelarskich;
- mostek H sterujący pracą silników – dzięki niemu możliwa jest zmiana kierunku obrotów silników;
- dwa transoptory odbiciowe pełniące funkcję czujników linii;
- czujniki odległości – cyfrowe lub analogowe, działające w oparciu o podczerwień;
- mikrokontroler sterujący całym robotem;
- akumulator litowo-polimerowy o małej pojemności;
- drobne elementy elektroniczne, takie jak rezystory, kondensatory itp.

Na rys. 7 pokazano schemat ideowy jednostki kontrolnej nanorobota. O ile przygotowanie schematu jest stosunkowo proste, to problematyczne staje się zaprojektowanie płytki drukowanej. Jak się okazuje przy tak małych wymiarach, niemożliwością jest zmieszczenie tylu elementów na jednej płytce drukowanej nawet dwustronnej. Elementy trzeba więc rozmieścić na dwóch lub nawet trzech dwustronnych płytkach w zależności od przewidywanego kształtu robota. W prezentowanym projekcie wszystkie elementy zmieszczą się na dwóch płytkach. Znając dokładne wymiary obudowy, można przystąpić do projektowania na podstawie schematu płytek drukowanych. W projekcie przyjęto, że jedna z płytek będzie jednocześnie podwoziem robota, a druga znajdzie swoje miejsce między czujnikami identyfikowania przeciwnika a akumulatorem. Ze względu na ograniczoną powierzchnię płytek, a przez to i mniejszą ilość kombinacji ułożenia elementów, kilka połączeń musiało być zrealizowane za pomocą przewodów. Takie samo rozwiązanie z oczywistej przyczyny zostało zastosowane do połączenia elektrycznego obu płytek. Na rys. 8 pokazano rysunek mozaiki na obu płytkach drukowanych nanorobota.



Rys. 7. Uproszczony schemat mikrokontrolera robota nanosumo



Rys. 8. Układ mozaiki na płytkach drukowanych nanorobota; w kolejności od lewej: warstwa Bottom i Top płytki pierwszej – jednocześnie podwozie robota, warstwa Bottom i Top płytki drugiej z mikrokontrolerem

Źródło: opracowanie własne.

Na tak małej powierzchni udało się więc zmieścić filtrowanie zasilania wraz z diodą informującą o podłączeniu napięcia. Dodatkowo do przetwornika ADC (ang. *Analog to Digital Converter*) mikrokontrolera podłączono „+” z zasilania celem dokładnego pomiaru wartości napięcia na akumulatorze. Jest to konieczne ze względu na to, iż zastosowano akumulator litowo-polimerowy, który ulega nieodwracalnemu uszkodzeniu w momencie nadmiernego rozładowania, dlatego też należy na bieżąco monitorować jego stan. Informacja o napięciu jest przetwarzana w mikrokontrolerze, a ten informuje o stanie naładowania poprzez mruganie diodą z różną częstotliwością w zależności od przekroczenia wytyczonych progów napięciowych. Podpięte czujniki odległości mają zasięg 6 cm i mają wyższy priorytet od czujników wykrywających linię. Jeśli więc robot będzie widział przeciwnika i będzie próbował go wypchnąć z ringu równocześnie widząc linię, to nie będzie na nią zważał, nawet gdy sam zjedzie z obszaru

walki. Przegrywa bowiem ten, który wypadnie z *dohyo* pierwszy, w sytuacji gdy wypadną oba roboty.

Zakończenie

W niniejszym artykule pokrótce przedstawiono podstawowe zasady budowy robota nanosumo. Jest to jedna z najmniejszych kategorii wymiarowo-wagowych dla robotów tego typu. Z tego względu zbudowanie takiego robota jest prawdziwym wyzwaniem dla konstruktorów. W Polsce niewielu zawodników podejmuje się konstrukcji robotów w kategorii nanosumo, stąd ich liczba nie przekracza kilku egzemplarzy. Planując udział w zawodach sumo, należy dokładnie zapoznać się z regulaminem organizatora zawodów, by dostosować konstrukcję i oprogramowanie do obowiązujących przepisów. Uniknie się w ten sposób nieporozumień.

Literatura

Kardaś M. (2011), *Mikrokontrolery AVR. Język C. Podstawy programowania*, Szczecin.
<http://www.atmel.com/Images/doc2486.pdf>

Streszczenie

Artykuł został poświęcony w całości zagadnieniom związanym z projektowaniem i konstruowaniem robota nanosumo. W skrócie przytoczono główne punkty regulaminu zawodów nanosumo, na podstawie których pokazano sposób projektowania konstrukcji mechanicznej i elektronicznej robota.

Słowa kluczowe: nanosumo, mikrokontroler, druk 3D.

Nanorobots – concept and realization of the robot Nanosumo

Abstract

This article talk about the problems which connected with designing and building nanosumo robot. In brief quote the main points of the nanosumo competition rules and show how design the mechanical and electrical parts of robot.

Key words: nanosumo, microcontroller, 3D printing.