

Zastosowanie wspomagającego napędu tunelowego w robocie mobilnym klasy minisumo

Artur Grzela – prezes SKN MOS

Cora popularniejszą rozrywką ambitnych studentów uczelni technicznych staje się budowanie robotów i udział w zawodach. Istnieje wiele kategorii zmagani robotycznych, jednak najpopularniejsza jest kategoria *minisumo*. Zadaniem robotów jest wypchnięcie przeciwnika z okrągłego ringu (*dohyo*) o średnicy 77 cm. Dohyo jest koloru czarnego, ograniczone białą linią o szerokości 2,5 cm. Kontrastowa kolorystyka umożliwia robotom kontrolowanie położenia w obszarze walki – jego opuszczenie oznacza wykluczenie. Na konstrukcję robotów zostały nałożone ograniczenia: mają to być w pełni autonomiczne jednostki o wymiarach podstawy nieprzekraczających 10×10 cm (wysokość jest dowolna) i masie do 500 g.

Jak wygrać?

Stosowane taktyki walki

Zawody robotów minisumo, ze względu na swoją popularność, przyczyniły się do rozwoju nowoczesnych technologii i technik walki. Dzisiaj niezwykle trudno jest zbudować robota, który dojdzie do finału. Stosuje się wiele taktyk ułatwiających pokonanie przeciwnika. Jedną z nich polega na przymocowaniu do robotów bardzo gładkich pługów, za pomocą których można wywieźć przeciwnika z ringu. Pługi takie muszą pracować pod dużym kątem nachylenia do podłoża, co trudno zrealizować przy tak ograniczonych wymiarach robota. Sprytni konstruktorzy wpadli na pomysł, że pługi te powinny być automatycznie rozkładane zaraz po rozpoczęciu walki. Obecnie niemal wszystkie najlepsze roboty wykorzystują tę technikę.

Materiał, z którego wykonane są koła robota, również dobierany jest z największą starannością. Powinien charakteryzować się bardzo wysokim współczynnikiem tarcia, ale zgodnie z regulaminem robot nie może być przytwierdzony do podłoża. Maksymalny współczynnik tarcia kół o podłożu może wynosić 1, czyli największa siła, z jaką robot będzie przepychał przeciwnika, to 5 N.

W poszukiwaniu metody pokonania przeciwnika

Sposobem na łatwe pokonanie przeciwnika wydaje się zwiększanie siły oddziaływania robota na przeciwnika. Istnieje kilka rozwiązań tego problemu, jednak najciekawszym i zarazem najprostszym pomysłem okazało się zastosowanie napędu tunelowego. Działa on jak wentylator bardzo dużej mocy, którego ciąg jest dodatkową siłą napędzającą, niezależną od przyczepności kół.

Siła ciągu stosowanego napędu osiąga wartość 6,8 N, co wystarcza, aby przepchnąć robota nawet z zablokowanymi kołami. Wypadkowa siła, z jaką robot oddziałuje na przeciwnika, jest równa sumie sił ciągu otrzymanych z na-

pędu tunelowego kołowego. W warunkach rzeczywistych powinna osiągać wartość 10 N. Nie trzeba być zaawansowanym robotykiem, żeby stwierdzić, że taka konstrukcja diametralnie zwiększa prawdopodobieństwo zwycięstwa.

Trudności i komplikacje

Każdy nowy pomysł napotyka na swej drodze wiele komplikacji. W tym przypadku nie było inaczej. Problemem, z którym trzeba było się zmagać już na samym początku, było ograniczenie masy robota do 500 g. Zastosowany napęd, podczas pracy z pełną mocą, pobiera 57 A prądu. Ponieważ w czasie walk napęd byłby w niewielkim stopniu używany (tylko podczas bezpośredniego kontaktu z przeciwnikiem), wystarczający czas pracy bez konieczności ładowania akumulatora wynosi 1 min, co odpowiada pojemności akumulatora ok. 1 Ah.

To z pozoru niewykonalne zadanie dobrania odpowiedniego akumulatora znalazło proste rozwiązanie - zastosowano baterię litowo-polimerową o pojemności 1,5 Ah, maksymalnej wydajności prądowej 75 A i napięciu 11,1 V. Jak na ogniwo o tak dobrych parametrach, bateria nie jest ciężka (niewiele ponad 200 g), ale i tak stanowi główną część masy robota.

Kolejną trudnością było odpowiednie usytuowanie turbiny. Obliczenia, symulacje oraz doświadczenia wykazały, że nie można jej umieścić na robocie, ponieważ powodowałyby odciążanie kół. Jedynym rozwiązaniem było opracowanie takiego systemu mocowania napędu, który umożliwiłby przemieszczenie turbiny z pozycji oczekiwania (na robocie) do pozycji roboczej (za robotem) w trakcie walki.

Konstrukcja mechaniczna



Ze względu na to, że bardzo duża część dopuszczalnej masy została wykorzystana przez system napędu tunelowego, masę konstrukcji mechanicznej robota należało ograniczyć do minimum. W tym celu szkielet konstrukcji został wykonany z aluminium.

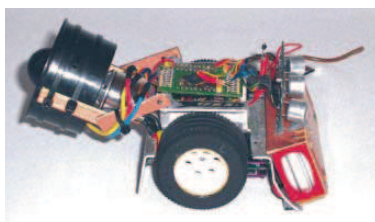
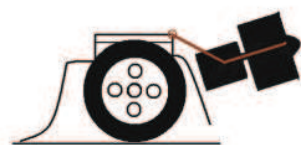
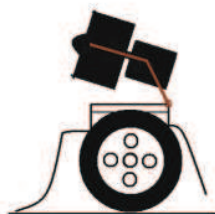
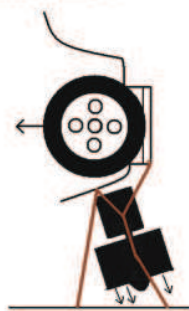
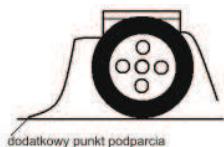
Układ napędowy stanowią przerobione serwomechanizmy (wymontowane ograniczenia i sterowanie), które napędzają dwa koła, każde o szerokości 2 cm i średnicy 4 cm. Zastosowanie dwóch kół ma niestety poważną wadę, konieczne jest stworzenie dodatkowego punktu podparcia.

Elementy robota zostały rozmieszczone tak, by podczas walki docisk kół był jak największy. Ze względu na małe wymiary robota, rozmieszczanie masy nie było zadaniem

łatwym i wymagało ingerencji w takie elementy, jak bateria, serwa, sterownik napędu tunelowego. Prace komplikował fakt, że turbina musiała być umieszczona na ruchomych ramionach, które miały przenosić ją na tył robota w momencie rozpoczęcia walki. Powstało wiele pomysłów, jak zmieniać wymiary robota.

Najlepszym rozwiązaniem okazało się umieszczenie napędu na ruchomych elementach, przy czym napęd zmienia położenie wykorzystując siłę własnego ciągu. W pierwszych sekundach walki napęd tunelowy włącza się na chwilę tylko po to, by „opaść” i znaleźć się za robotem. W pozycji gotowej do walki, ramiona trzymające silnik napędu są pod takim kątem do

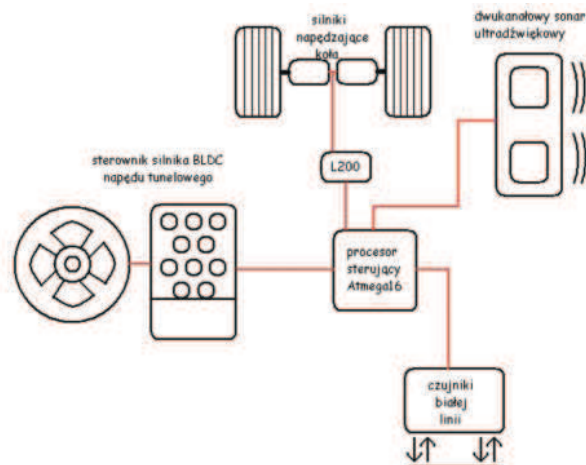
punktu ich mocowania, że siła ciągu napędu przeciwdziała jego mechanicznemu powrotowi do pozycji początkowej.



Elektronika i sterowanie

Układ elektroniczny w obecnym stadium rozwoju jest wystarczający dla robota klasy minisumo. Biorąc jednak pod uwagę dodatkową siłę napędzającą, często zdarzają się sytuacje, kiedy wyższy stopień zaawansowania byłby wskazany.

Układ sterowania składa się z procesora sterującego ATmega16, dwukanałowego sonaru ultradźwiękowego pozwalającego na wykrywanie przeciwnika, czujników białej linii do określania położenia na dohyo, silników napędowych wraz z mostkiem sterującym i napędem tu-



Schemat blokowy układu sterowania

nelowego wraz ze sterownikiem kontrolującym pracę zastosowanego w nim silnika BLDC.

Zastosowanie napędu wykorzystującego siłę ciągu prowadzi czasem do sytuacji, nad którymi trudno jest zapanować bez dodatkowego układu sensorycznego. Jedną z większych trudności jest kontrola kierunku poruszania się robota. Problemem jest też osiągnięcie zbyt dużych prędkości i wyhamowanie robota przy najechaniu na białą linię. Większość z tych problemów powinno rozwiązać zastosowanie akcelerometrów.

Podsumowanie

Opisane rozwiązanie jest dobrym sposobem podejścia do problemów technicznych. Czasem rozwiązania sprawdzone trzeba podeprzeć lub zastąpić nieco ryzykownymi, innowacyjnymi. Tylko w ten sposób, patrząc z innej perspektywy, można zwiększyć dynamikę rozwoju techniki.

Opisany robot, choć nie jest jeszcze w pełni dopracowany, czeka na swoje pierwsze zawody, tocząc niewielkie boje na arenie wewnątrzuczelnianej. Dotychczasowe wyniki z pewnością nie zwiastują wielkiej porażki...



Koło naukowe MOS, działające przy Katedrze Metrologii Elektronicznej i Fotonicznej Politechniki Wrocławskiej, zrzesza studentów Wydziału Elektroniki chcących pogłębić swoją wiedzę na temat techniki mikroprocesorowej. Prowadzimy kursy dla innych studentów, rozwijamy własne projekty, a także organizujemy większe przedsięwzięcia związane zarówno z dużymi imprezami (m.in. juwenaliami), ale też ze zwykłym życiem studenckim. Wśród naszych szeregów spotkać można pasjonatów i hobbystów skupionych wokół wspólnego celu: rozwój własny w kierunku praktycznego poznania elektroniki.

Potrzeba jest matką wynalazku, tak było też z nami. Na studiach obszernie poznajemy teorię akwizycji sygnałów, ich przetwarzania czy budowy mikroprocesorów. Zajmujemy się również wieloma projektami

praktycznymi. Niektórym jednak to nie wystarcza. Chcą pogłębiać swoją wiedzę, mieć dostęp do dobrego sprzętu i fachowych porad również poza uczelnią i wspólnie z innymi opracowywać wielkie projekty. Takimi zasadami kierowali się nasi poprzednicy. Koło zostało bowiem założone w 2003 r. Dr inż. Andrzej Stępień, specjalista do spraw programowania systemów mikroprocesorowych, współautor wielu powszechnie stosowanych podręczników podjął się merytorycznej opieki nad kołem a nazwą został skrót M.O.S., czyli *Microsystems Oriented Society*.

W tym czasie nabieraliśmy rozpędu, powstał i osiągnął pełną formę projekt P.I.W.O (www.projekt-piwo.pl) – system sterowania oświetleniem akademika, B.B.C. (bbc.pwr.wroc.pl/) – wielki zegar binarny wykorzystujący okna futurystycznego budynku Politechniki Wrocławskiej. Jednocześnie realizowane są projekty mniejsze, indywidualne, takie jak roboty minisumo, matryce LED, układy transmisji bezprzewodowej, komputer na bazie procesora ARM9 i wiele innych, do których obejrzenia zapraszamy na stronę www.mos.pwr.wroc.pl.

Marcin Pleskacz, Wiceprezes SKN MOS