

Autonomiczny Robot Mobilny



O zbudowaniu robota na pewno marzyło lub nadal marzy wielu naszych Czytelników. Najtrudniejsze jest z pewnością wykonanie podwozia, które umożliwi mu sprawne poruszanie się. Nie mniej istotny jest także sterownik robota, który spełnia rolę jego „mózgu”. Szczegóły konstrukcyjne jednego z opracowań robota mobilnego przedstawiamy w artykule. Niech ten artykuł zachęci innych konstruktorów do opisanie urządzeń tego rodzaju.

Autonomiczne Roboty Mobilne (ARM) znalazły zastosowanie w pracach związanych z automatyzacją pewnych powtarzalnych czynności, które wymagają przemieszczenia narzędzia, czujnika, platformy transportowej po zaplanowanej trajektorii (kontrola pomieszczeń, transport wewnątrzzakładowy, sprzątanie, koszenie, malowanie, szlifowanie).

Inne zastosowania ARM są związane z pracą w środowisku niebezpiecznym lub w miejscu trudno dostępnym dla człowieka (kontrola i nadzór elektrowni atomowych, usuwanie toksycznych odpadów, inspekcje i konserwacje rurociągów, rozbrajanie materiałów wybuchowych). Roboty mobilne znalazły też zastosowanie w pracach badawczych (badania wulkanów, penetracja dna morskiego, eksploracja kosmosu). Od dawna istnieją aplikacje wojskowe (bezzałogowe obiekty latające, pływające, jeżdżące) oraz maszyny chroniące ludzi przed bezpośrednim zagrożeniem (oczyszczanie pól minowych, usuwanie ładunków wybuchowych). Rozwiązania stosowane w robotach mobilnych zostały z powodzeniem wykorzystane w sprzęcie rehabilitacyjnym dla osób niepełnosprawnych, znacznie rozszerzającym możliwości ich samodzielnego poruszania się (samobieżne wózki, nawigator dla osób niewidomych).

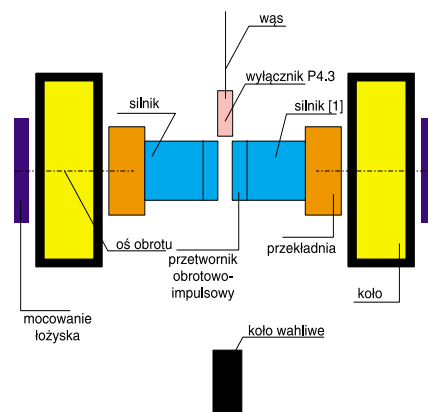
ARM są także stosowane jako roboty - zabawki lub w aplikacjach reklamowych.

Autonomiczny Robot Mobilny

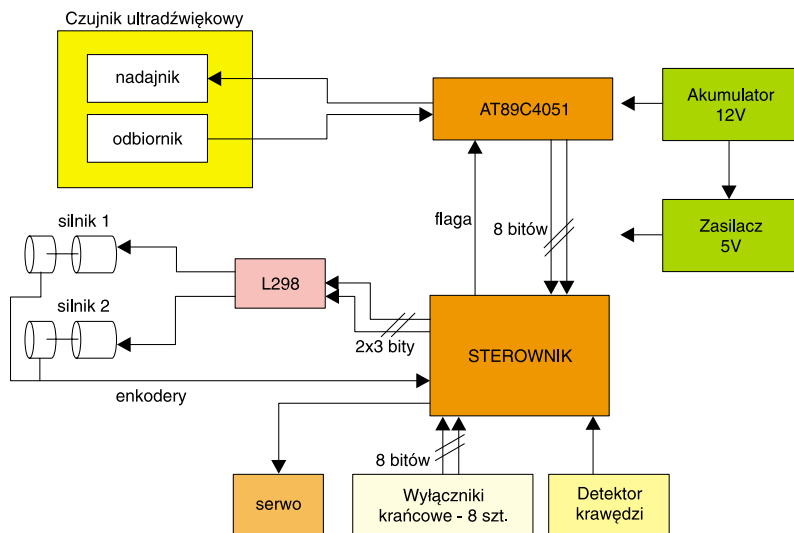
Prezentowany w artykule Autonomiczny Robot Mobilny został opracowany w Instytucie Automatyki Politechniki Łódzkiej. Projekt podzielono na dwie części:

- Robot mobilny trójkołowy - dobór czujników umożliwiających poruszanie w nieznanym otoczeniu.
- Sterownik mobilnego robota kołowego.

Zaprojektowano konstrukcję mechaniczną wraz z systemem sensorycznym oraz opracowano sterownik i oprogramowanie. Powstał stosunkowo prosty robot mobilny, który ma zdolność samodzielnego poruszania się. Można go udoskonalać i wzbogacać w elementy zależne od przewidywanych zastosowań oraz wykorzystać w pracy dydaktycznej lub w celach badawczych.



Rys. 1



Rys. 2

Budowa ARM

Korpus główny robota stanowi płyta z pleksiglasu o wymiarach 350x300x10 mm. Zastosowany materiał przy małej wadze zapewnia dobrą wytrzymałość mechaniczną i łatwość montażu potrzebnego wyposażenia. Robot jest napędzany przez dwa przednie, niezależne, nieskrętne koła. Z tyłu znajduje się trzecie, swobodne koło podporowe (rys. 1). Przednie koła są z zewnętrznej strony łożyskowane za pomocą łożysk kulkowych, a od strony wewnętrznej osie kół oparte są na łożyskach przekładni silnika. Do napędu zastosowano dwa silniki prądu stałego typu RHE158 firmy Micro Motors (12 V/680 mA/0,5 Nm) wyposażone przez producenta w przekładnie mechaniczne 75:1 i przetworniki obrotowo-impulsowe wytwarzające trzy impulsy na jeden obrót silnika. Akumulator zasilający robota (12 V/1,5 Ah o wadze 1,3 kg) został umieszczony nad osią kół. Dzięki temu koła są dociążone i lepiej przylegają do podłoża. Na akumulatorze zamontowano głowicę pomiarową czujnika ultradźwiękowego obracaną za pomocą modelarskiego serwomechanizmu HS300 (Hitech). Dzięki temu robot może skanować swoje otoczenie w poszukiwaniu przeszkód (mierzyć odległość od nich).

Układ sterowania

Stopień mocy do sterowania silników został zbudowany na układzie scalonym L298 firmy STMicroelectronics (rys. 2). Układ ten umożliwia sterowanie pracą dwóch silników. Kierunek obrotów usta-

wiany jest za pomocą dwóch bitów, a prędkość obrotową reguluje się poprzez zmianę współczynnika wypełnienia impulsów zasilających (sterowanie PWM). Istnieje możliwość szybkiego hamowania silnika poprzez zwarcie uzwojenia wirnika. Do sterowania robota mobilnego zaadaptowano sterownik oparty na procesorze 80C535, taktowanym sygnałem o częstotliwości 12 MHz (generator kwarcowy). Procesor ma wbudowane układy CCU wykorzystywane do generacji przebiegów impulsowych o zmiennej szerokości (PWM), które zasilają silnik. Dzięki tym peryferiom procesor jest zajęty tylko podczas zmiany współczynnika wypełnienia fali PWM. Sterownik ma 8 wejść zabezpieczonych transoptorami LTV829, 4 programowalne liczniki 24-bitowe LS7166, programowany układ we/wy (8255), który umożliwia rozszerzenie portów procesora. Sterownik zawiera również łącze szeregowe RS232 i wyjście na wyświetlacz LCD. Układy elektroniczne zasilane są z impulsowego zasilacza stabilizowanego, opartego na układzie L4960 przekształcającego napięcie 12V z akumulatora na 5V.

System czujników

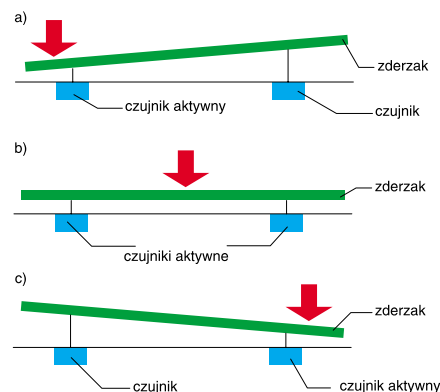
W układzie jeżdżym robota zastosowano czujniki, które można pogrupować w trzech grupach:

- a) niskopoziomowe sensory zbliżeniowe: czujniki zderzakowe (8 szt.), czujnik wykrywający krawędź podłoża (1 szt.);
- b) aktywny sensor wysokiego poziomu (jednotorowy czujnik ultradźwiękowy),

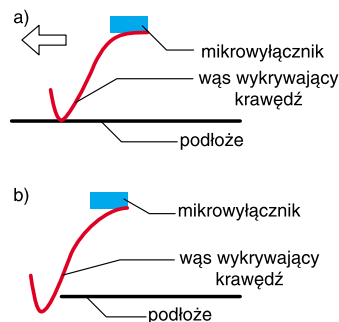
c) sensory mierzące przebieg: przetworniki obrotowo-impulsowe.

W robocie użyto osiem mikrowyłączników typu kontaktronowego z klawiatury numerycznej. Zdecydowano się na takie umiejscowienie czujników, aby na każdym boku pojazdu były po dwa maksymalnie oddalone od siebie i połączone aluminiowym zderzakiem. Poza tym, poszczególne zderzaki są połączone gumową taśmą gwarantującą, że robot nie zahaczy sąsiadującym (prostokątnym) zderzakiem o przeszkodę i nie zaklinuje się. Zderzak tworzy więc zamkniętą pętlę wokół płyty nośnej robota. Takie rozmieszczenie czujników gwarantuje wykrycie przez robota przeszkody z każdej strony na całym jego obwodzie. Oprócz tego stało się możliwe zidentyfikowanie miejsca kontaktu, tzn. określenie, w którą część zderzaka uderzyła przeszkoda: lewa strona, środek, prawa strona (każdego z boków). Zilustrowano to na rys. 3.

W robocie zamontowano także jeden czujnik wykrywający krawędź podłoża. Jest to mikrowyłącznik mechaniczny z odpowiednio przymocowanym i wyprofilowanym sprężystym drutem, którego zadaniem jest wykrywanie wszelkiego rodzaju uskoków, np.: krawędź stołu, schodów lub większych poprzecznych rowów (rys. 4). Czujnik ten odpowiada za bezpieczeństwo robota, chroniąc go przed spadkiem i uszkodzeniem. W przypadku wykrycia przez czujnik przeszkody, program robota wchodzi w tzw. pętlę awaryjną. Jej zadaniem jest wycofanie pojazdu z zagrożonego rejonu, skręt w prawo o kąt 90° i w ten sposób ominięcie niewidocznej dla innych czujników przeszkody.

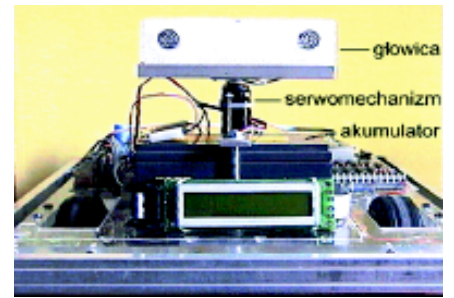


Rys. 3



Rys. 4

W wykonanym modelu robota zastosowano jeden jednotorowy czujnik ultradźwiękowy, którego głowica pomiarowa została umieszczona na ruchomej, obrotowej wieżyczce (fot. 5). Rozwiązanie takie ma wiele zalet, m.in.: pozwala dokonywać pomiarów pod różnymi kątami ustawienia głowicy względem przeszkody, bez zbędnych ruchów pojazdem. Pozwala także wyznaczyć kąt, pod jakim znajduje się ARM względem przeszkody. Możliwe jest skanowanie otoczenia i poszukiwanie potencjalnych przeszkód. Nie jest to rozwiązanie drogie, gdyż zamiast kilku czujników ultradźwiękowych rozmieszczonych dokoła pojazdu mamy jeden ruchomy. Sonar wykrywa przeszkody o szerokości minimalnej ok. 5 cm w zasięgu 1 metra z rozdzielczością 1 centymetra. Ma trudności z wykryciem



Fot. 5

np. wąskiej nogi od krzesła, ale nogę od stołu już zauważa. Należy pamiętać, że w przypadku niewykrycia przeszkody, niezawodne są sensory niskiego poziomu - zderzakowe.

W ARM zastosowano dwa przetworniki obrotowo-impulsowe, które wraz z licznikami zliczającymi impulsy i systemem mikroprocesorowym (80C535) umożliwiają ciągłą kontrolę prędkości kół (kątową i liniową), ich przyśpieszeń oraz obliczenie przebytej drogi. Pozwala to między innymi na: lokalizację robota na płaszczyźnie, jazdę po zaplanowanej i zaprogramowanej trajektorii, utrzymywanie stałej prędkości obu kół w jeździe do przodu, skręty o dowolny kąt, nawroty, jazdę po łuku.

Program sterujący pracą robota został napisany w języku C i w assemblerze. Przygotowany program realizuje bardzo prosty algorytm: jedź prosto dopóki nie natkniesz się na przeszkodę, jeśli znajdziesz przeszkodę, omiń ją. Mimo tak prostego algorytmu (poruszanie się robota ma charakter „chaotyczny“ - bez określonego celu końcowego), robot zrezygnuje z wszelkich przeszkód, sporadycznie wykorzystując czujniki zderzakowe. W przypadku, gdy robot jest osaczony z trzech stron przez przeszkody, najpierw mierzona jest odległość do przeszkody na wprost, potem z prawej strony i na koniec z lewej. Następnie robot kieruje się w stronę, gdzie ma najdalej do przeszkody.

Adam Pongowski
Krzysztof Stawski

Dodatkowe materiały związane z robotem (w tym filmy z prezentacją możliwości) można znaleźć na stronie internetowej: <http://www.republika.pl/apongowski>.