WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE
NUMER 2
INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

Radosław MAKOWSKI*, Piotr PAWLICZEK, Rafał WÓJCIK

Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, Wydział Mechaniczny Technologiczny,
Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice
* makowski.radoslaw@gmail.com

SEMIAUTONOMICZNY ROBOT MOBILNY DO DETEKCJI PRZEDMIOTÓW O OKREŚLONYCH CECHACH GEOMETRYCZNYCH I MATERIAŁOWYCH

Streszczenie: W artykule przedstawiono projekt i opisano prototyp semi-autonomicznego robota mobilnego wykonanego w ramach przedmiotu „Konstruowanie robotów i urządzeń automatyki" prowadzonego w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej. Do budowy robota wykorzystano znormalizowane i skatalogowane elementy, co przyczyniło się do skrócenia procesu projektowania. W prototypie robota zastosowano komputer klasy nano-PC jako układ sterowania wysokiego poziomu. Niską warstwę układu sterowania zrealizowano za pomocą modułu typu open-hardware. System sterowania opracowano w środowisku Microsoft Robotics Developer Studio. Główny diagram systemu sterowania zaimplementowano w języku Microsoft Visual Programming Language. Przeprowadzono badania weryfikacyjne potwierdzające pełną funkcjonalność utworzonego prototypu robota.

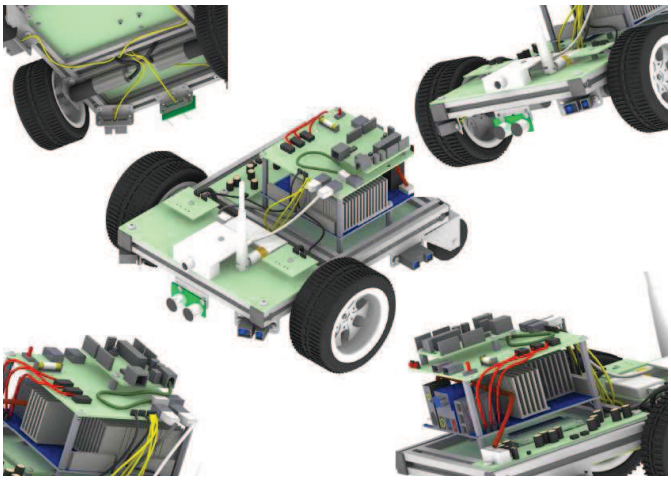
1. Wstęp

Niniejszy artykuł przedstawia projekt robota mobilnego, wykonanego w ramach przedmiotu „Konstruowanie robotów i urządzeń automatyki" prowadzonego w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej. Robot został zaprojektowany w celu realizacji zadania autonomicznego poruszania się w nieznanym otoczeniu i identyfikowania wcześniej zdefiniowanego obiektu. Ponadto istnieje możliwość sterowania ręcznego za pomocą komputera operatora, na którym wyświetlany jest obraz z kamery zamontowanej na robocie. Projekt sfinansowany został ze środków na edukację KPKM.

2. Układ mechaniczny

Układ mechaniczny robota został tak zaprojektowany, aby robot poruszał się w sposób czołgowy, zapewniając przy tym odpowiednią zwinność w chwili reagowania na napotykane przeszkody. Robot został wyposażony w dwa przednie koła, które napędzane są niezależnie od siebie oraz dwa tylne koła typu Castor, które pełnią funkcję podporową i skrętną. Rozmieszczenie wszystkich głównych zespołów zostało tak zaplanowane, aby dostęp do wszystkich elementów robota był szybki i łatwy. Budowa układu mechanicznego robota

opiera się na znormalizowanych profilach aluminiowych, które tworzą ramę podwozia robota. Na szybkiej w wykonaniu i solidnej ramie zamocowane zostały kątowniki mocujące różnego typu. Na jednych z nich zamocowano dwa silniki z przekładnią planetarną, do których przykręcono dwa przednie koła. Drugi typ kątowników wykorzystano w celu zamontowania wszystkich czujników robota.



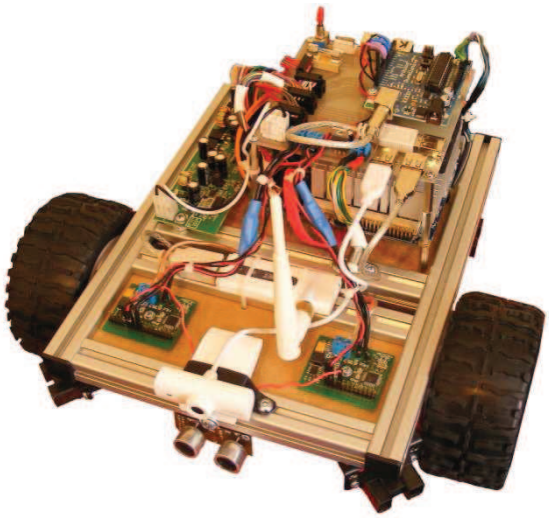
Rys.1. Model 3D robota mobilnego
Fig.1. 3D model of a mobile robot

Cały robot został zamodelowany w programie Autodesk Inwentor 2010 (Rys.1). Model robota został podzielony na cztery główne części: podwozie robota wraz z czujnikami, układ zasilania, układ elektroniczny i układ wizyjny. Prostota budowy całego układu mechanicznego pozwoliła na uszczegółowienie modelu 3D robota poprzez zamodelowanie głównych kabli łączących poszczególne elementy składowe.

3. Układ automatyki

Układ automatyki został zaprojektowany w sposób umożliwiający programowanie robota z poziomu oprogramowania Microsoft Robotics Developer Studio. Do tego celu wybrano komputer nano-ITX, który stanowi kompromis pomiędzy ceną a możliwościami, jakie posiada. Niewątpliwą zaletą tej jednostki jest niski pobór prądu, a także wbudowane złącze SATA, pozwalające na podłączenie szybkiego dysku SSD. Do zasilania komputera wykorzystano gotowy zasilacz 60W, przetwarzający napięcie 12V na standard zasilania ATX. W celu wyprowadzenia niektórych portów oraz wyłączników zaprojektowano płytę główną stanowiącą jednocześnie pole montażu układu sterowania niskiego poziomu. Modułem tym jest Arduino Duemilanove, który integruje ze sobą wszystkie sensory, a także pełni funkcję sterownika silników prądu stałego. Układ napędowy zasilany i sterowany jest poprzez mostki typu H. Sterowanie odbywa się na drodze modulacji szerokości impulsu (ang. *Pulse Width Modulation - PWM*). Robot wyposażony został w pięć czujników, z czego jeden to sonar zamontowany centralnie z przodu, a reszta to czujniki podczerwieni rozmieszczone symetrycznie po obu stronach robota. Zgodnie z założeniami projektowymi prototyp zasilany jest przewodowo napięciem stałym 12V. Istnieje również możliwość montażu pakietu akumulatorów. Robota wyposażono w układ WIFI oraz kamerkę internetową. Oba urządzenia podłączono do portów USB nadrzędnego układu sterowania. Dzięki temu istnieje możliwość

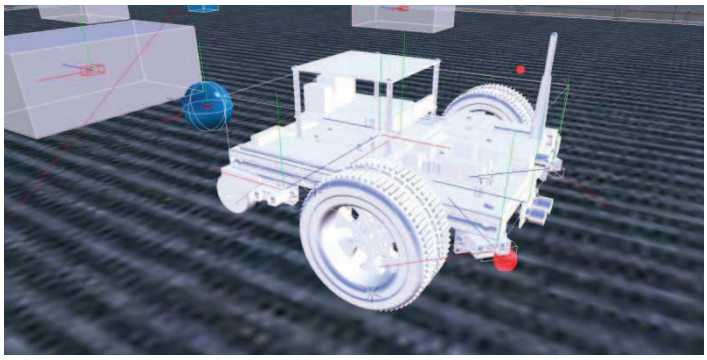
zdalnego sterowania robotem i śledzenie jego otoczenia za pomocą kamery. Na rys. 2 przedstawiono wszystkie elementy układu automatyki zmontowane na platformie jezdnej robota.



Rys.2. Prototyp robota mobilnego
Fig.2. Mobile robot prototype

4. System sterowania

System sterowania opracowano, biorąc pod uwagę zasoby sprzętowe będące na wyposażeniu projektowanego robota. Powoduje to, iż w zależności od elementów automatyki (takich jak np. czujniki, układ wizyjny, moduł komunikacji oraz wysoka i niska warstwa układu sterowania) system musi posiadać odpowiednie oprogramowanie i sterowniki. Program sterujący, który utworzono przy użyciu Microsoft Robotics Developer Studio (MRDS), został zaimplementowany w oprogramowaniu wysokiej warstwy (system operacyjny Windows XP). Moduł komunikacji pozwala na sterowanie zdalne robotem za pomocą komputera operatora wyposażonego w MRDS [1]. Oprogramowanie niskiej warstwy (zawierające sterowniki układu sensorycznego i wykonawczego) odpowiedzialne jest za odpowiednie sterowanie napędem oraz za przesyłanie informacji z czujników. System wizyjny robota mobilnego ma za zadanie wykryć obiekt o określonym kolorze, a następnie przesłać informację o współrzędnej środka tego obiektu do serwisu zapisanego w środowisku MRDS. Do wykrywania obiektu o określonym kolorze posłużono się programem RoboRealm. Program ten ma bardzo wiele użytecznych funkcji. W celu detekcji obiektu o zadanym kolorze posłużono się funkcją Color Filter. Do wyznaczania w czasie rzeczywistym współrzędnych środka szukanego obiektu zastosowano funkcję Center of Gravity. W celu rozwoju oraz testowania algorytmu sterowania utworzone zostało środowisko symulacyjne w oprogramowaniu MRDS (rys. 3).



Rys.3. Bryła robota w symulacji
Fig.3. Robot entity in simulation

Zastosowany algorytm sterujący opiera się głównie na wcześniej opisanym systemie wizyjnym. Robot w pierwszej kolejności sprawdza czy ”widzi” szukany przedmiot. Jeżeli tak, to jedzie w jego kierunku. W momencie wykrycia przeszkody robot skręca w lewo lub prawo, zależnie od wskazań czujników. Po dostrojeniu parametrów algorytmu sterowania otrzymywano zadowalające wyniki działania robota w środowisku rzeczywistym.

5. Podsumowanie

W artykule opisano realizację projektu robota mobilnego. Dzięki zastosowaniu dużej liczby elementów znormalizowanych i katalogowych zminimalizowano czas budowy prototypu. Zastosowanie komputera nano-PC jako układu sterowania wysokiego poziomu pozwala na wykorzystanie robota do celów dydaktycznych, np. do testów algorytmów sterowania.

Literatura

1. Johns K., Taylor T.: Professional microsoft robotics developer studio. Indianapolis: Wiley, 2008.

SEMI-AUTONOMOUS MOBILE ROBOT FOR OBJECTS DETECTION WITH ITS SPECIFIC GEOMETRIC AND MATERIAL FEATURES

Summary: In the article a project of a semi-autonomous mobile robot prototype was presented. The robot was created in a frame of an education project in Department of Fundamentals of Machinery Design at Silesian University of Technology. In order to build the robot chassis standard mechanical parts were used. This approach has contributed to shortening the design process. In the prototype of the high-level control system a nano-PC was used. The low layer of the control system with help of an open-hardware module was realized. The software was developed in Microsoft Robotics Developer Studio. The main control scheme was implemented using Microsoft Visual Programming Language. The verification tests which had confirmed the full functionality of the robot prototype where conducted.