

Robot kroczący Hexapod Zebulon

Paweł Bańka, Jacek Chmiel, Julia Szymura

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki, Studenckie Koło Naukowe INTEGRA

Streszczenie: W artykule prezentujemy projekt budowy sześciopodowego robota kroczącego, zrealizowany przez członków Studenckiego Koła Naukowego INTEGRA. Omówiono założenia projektowe oraz sposób ich realizacji. Opisana została konstrukcja elektroniczna i sposób sterowania ruchem robota.

Słowa kluczowe: robot kroczący, hexapod, serwomechanizm

Roboty mobilne są coraz powszechniejsze i znajdują liczne zastosowania, zarówno militarne jak i komercyjne. Konstrukcje kołowe są dobrze znane, natomiast intensywne badania dotyczą robotów kroczących, a tworzone rozwiązania mają charakter eksperymentalny.

1. Założenia konstrukcyjne

Kluczowym czynnikiem determinującym projekt robota kroczącego jest liczba odnóży. Robot Zebulon wyposażony został w sześć nóg. Liczba ta stanowi kompromis między kosztem skonstruowania robota, a stopniem skomplikowania sterowania zapewniającego stabilność statyczną [1]. Pojedyncza noga ma trzy stopnie swobody w konfiguracji stawowej. Dzięki temu zbiór punktów osiągalnych ma dużo korzystniejszy kształt w porównaniu do nogi o dwóch stopniach swobody [2, 3]. Założono, że w robocie nie będzie wyróżnionego przodu, co skutkuje okrągłym korpusem, symetrycznym rozmieszczeniem czujników oraz uniwersalnym algorytmem generowania sekwencji chodu.



Rys. 1. Wizualizacja projektu konstrukcji mechanicznej robota, wykonana przy użyciu programu Autodesk Inventor

Fig. 1. The robot's mechanical construction project visualisation (designed in Autodesk Inventor)

2. Realizacja

Elementy konstrukcji mechanicznej robota zostały zaprojektowane w środowisku Autodesk Inventor (rys. 1). Następnie wykonano je z aluminium oraz pleksi, stosując technologię cięcia laserowego.

W układzie napędowym zastosowano serwomechanizmy modelarskie. Po oszacowaniu wymaganej mocy i uwzględnieniu kosztów, wybrano modelu Hitec HS-485HB. W najbliższym czasie nastąpi wymiana serwomechanizmów na model HS-645MG, który umożliwia uzyskanie większego momentu napędowego oraz ma trwalszą, metalową przekładnię.

Robot jest zasilany pakietem akumulatorów litowo-polimerowych. O wyborze zdecydowała korzystna relacja przechowywanej energii do masy pakietu oraz wysoka wydajność prądowa. W efekcie konieczne było zastosowanie przetwornicy napięcia z 11,1 V lub 7,4 V (napięcie zależy od liczby ogniw) na 5 V, wymagane przez układy elektroniczne i serwomechanizmy [4].

3. Elektronika

Układy elektroniczne zostały zdekomponowane ze względu na pełnioną rolę w sterowaniu robotem. Wyodrębnione zostały trzy zasadnicze zadania: akwizycja danych z czujników, koordynacja pracy elementów wykonawczych oraz realizacja algorytmów sterujących pracą robota.

3.1. Moduły akwizycji danych

Układ pomiarowy robota składa się z sześciu symetrycznie rozmieszczonych czujników zbliżeniowych Sharp GP2D12, modułu czujników inercyjnych zawierającego akcelerometr, inklinometr i magnetometr oraz sześciu zestawów pomiarowych, po jednym dla każdej nogi. W skład zestawu wchodzi czujniki mierzące pobierany prąd i położenie kątowne orczyków serwomechanizmów oraz nacisk końcówki nogi na podłoże. Robot będzie wyposażony w sześć modułów akwizycji danych. Obecnie prototyp modułu znajduje się w fazie testów.

3.2. Sterownik serwomechanizmów

Zadaniem sterownika serwomechanizmów jest przetwarzanie rozkazów otrzymanych z jednostki centralnej. Pojedynczy rozkaz niesie informację o docelowych kątach, na jakie mają zostać przestawione serwomechanizmy. Prędkości obrotowe orczyków dobierane są tak, aby wszystkie napędy w danej nodze kończyły przemieszczenie w tym samym momencie. W efekcie końcówka nogi wykonuje ruch quasi-liniowy.

Serwomechanizm sterowany jest sygnałem PWM o okresie ok. 20 ms. Współczynnik wypełnienia sygnału jest proporcjonalny do pożądanego położenia kątownego osi. Taka zasada działania określa reżim czasowy pracy sterownika. W czasie

jednego okresu PWM komunikuje się on z jednostką centralną, przetwarza otrzymane dane i równolegle generuje sterowanie dla wszystkich napędów.

3.3. Jednostka centralna

Głównym zadaniem jednostki centralnej robota jest wyznaczenie parametrów chodu i generowanie trajektorii końcówek nóg robota. Dodatkowo musi istnieć możliwość bezprzewodowej komunikacji robota z komputerem PC pełniącym funkcję panelu operatorskiego oraz magazynu danych pochodzących z czujników.

Do realizacji powyższych zadań wybrany został moduł rozwojowy Devkit8000, wyposażony w procesor Omap3530. Zaletami tego urządzenia są: duża szybkość procesora i wielkość pamięci operacyjnej oraz liczba dostępnych peryferiów. Ponadto istnieje możliwość uruchomienia na tej platformie systemu operacyjnego Linux, co pozwala na wygodne tworzenie oprogramowania oraz dostęp do rozwiązań z licencją typu *open source*. Moduł ma interfejs USB, co umożliwia zastosowanie uniwersalnych urządzeń, jak na przykład karta Wi-Fi lub kamera.

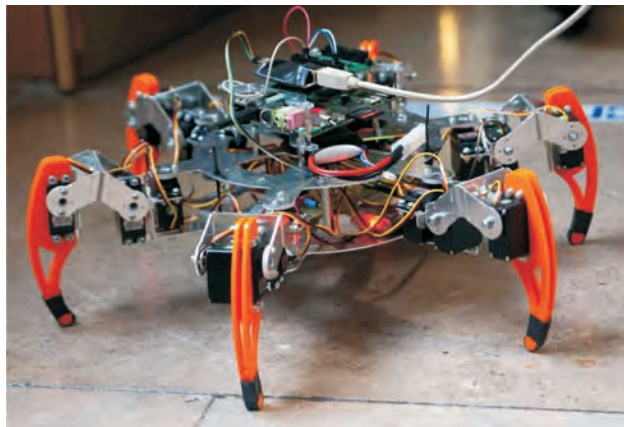
4. Sterowanie

W ramach projektu została stworzona aplikacja służąca do projektowania sekwencji chodu robota. Zaimplementowane zostały równania kinematyki prostej i odwrotnej nogi. Możliwe jest również sterowanie pozycją i orientacją korpusu nieingerujące w ruch poszczególnych końcówek nóg. Z komputera PC wysyłane są rozkazy odtwarzania przygotowanych wcześniej sekwencji sterujących.

Aktualnie trwają prace nad stworzeniem algorytmu automatycznie generującego sterowanie serwomechanizmów na bazie podstawowych parametrów chodu, do których należą m.in. długość i wysokość kroku oraz kierunek i szybkość ruchu robota.

5. Podsumowanie

Obecny stan rozwoju projektu został zaprezentowany na rys. 2. Do tej pory robot prezentowany był publicznie na licznych pokazach i festiwalach. Konstrukcja zdobyła pierwsze



Rys. 2. Obecny stan projektu. Zdjęcie wykonane podczas Festiwalu Robotyki ROBOCOMP 2011 w Krakowie

Fot. 2. Current state of the project. Photo taken in Cracow during Robotic Festival ROBOCOMP 2011

miejsca w kategorii Freestyle w zawodach robotów, które odbyły się w Krakowie i Bratysławie.

Opiekunem naukowym projektu jest dr inż. Mariusz Pauluk. Przedsięwzięcie zostało sfinansowane w ramach Grantów Rektorskich AGH na lata 2010 i 2011.

Bibliografia

1. Zielińska T.: *Maszyny kroczące: podstawy, projektowanie, sterowanie i wzorce biologiczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
2. Spong M., Vidyasagar M.: *Dynamika i sterowanie robotów*, WNT, Warszawa 1997.
3. Craig J.: *Wprowadzenie do robotyki: mechanika i sterowanie*, WNT, Warszawa 1993.
4. Harding Battery Handbook For Quest Rechargeable Cells and Battery Packs, [www.hardingenergy.com/pdf], 10 listopada 2011. ■

Hexapod walking robot – Zebulon

Abstract: The paper describes a project on building a six-legged walking robot. The project is being developed by members of INTEGRA Student Research Group. Design assumptions and their realization are presented. Electronics and control system of the robot are discussed.

Keywords: walking robot, hexapod, servomotor

Paweł Bańka

Student IV roku na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Członek Zarządu Koła Naukowego INTEGRA.

e-mail: pbanka@student.agh.edu.pl



Jacek Chmiel

Student IV roku na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Członek Zarządu Koła Naukowego INTEGRA.

e-mail: jachmiel@student.agh.edu.pl



Julia Szymura

Studentka IV roku na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Członkini Koła Naukowego INTEGRA.

e-mail: szymura@student.agh.edu.pl

