

Mateusz CHOLEWIŃSKI<sup>1</sup>, Jerzy LUBIŃSKI<sup>1</sup>

## **WSTĘPNA KONCEPCJA LABORATORYJNEGO ROBOTA MOBILNEGO**

W referacie opisano projekt laboratoryjnego robota mobilnego. Robot ma być jednostką autonomiczną, zdolną do eksploracji nieznanymi miejsc. Dodatkowo może również pełnić funkcję ćwiczenia laboratoryjnego. W pracy przedstawiono ogólne założenia projektowe robota, a także wymieniono i opisano jego składowe.

### **1. WPROWADZENIE**

Termin „robot” został ukuty przez czeskiego pisarza Karel Čapek już w 1923 r. Odnosił się on do „istot ludzkich”, specjalnie „produkowanych” i „uproszczonych”. Wydaje się, że obecnie każdy wie czym jest robot, jednakże nic nie odda jego istoty lepiej niż definicja. Według profesora Moreckiego [1] „robot jest automatycznym urządzeniem technicznym, zdolnym do naśladowania niektórych czynności manipulacyjnych, lokomocyjnych, a także intelektualnych człowieka”. Warto zapewne dodać, że dąży się do tego, aby robot był urządzeniem, które będzie działać w sposób przewidywalny i zaplanowany.

Śledząc ewolucję robotów, można wysnuć wniosek, iż rozwój robotów mobilnych następuje z pewnym opóźnieniem w stosunku do rozwoju robotów manipulacyjnych. Zasadniczo spowodowane to jest problemami z nawigacją tego typu urządzeń. W typowych rozwiązaniach roboty manipulacyjne są na stałe mocowane na stanowisku, a przeznaczone im zadania są specyfikowane w odniesieniu do lokalizacji ich miejsca pracy, dzięki czemu informacja o położeniu względem otoczenia jest zbędna.

---

<sup>1</sup> Wydział Elektroniki Politechniki Wrocławskiej, ul. Janiszewskiego 11/17, 50-372 Wrocław,

W przypadku robotów mobilnych, określanie położenia w otoczeniu stanowi podstawę ich działania, a równocześnie jest zadaniem następującym wiele problemów. Dopiero rozwój algorytmów planowania trasy i wykorzystanie zestawu czujników ułatwiły to zadanie, aczkolwiek nie jest ono zadaniem prostym, gdyż wymaga użycia dużej liczby sensorów i fuzji sygnałów z czujników.

Projekt robota zakłada, że ma to być autonomiczna jednostka zdolna do eksploracji nieznanego otoczenia, np. jako robot przeczesujący ciasne korytarze w poszukiwaniu ludzi. Dlatego też powinien być zwrotny, szybki i przede wszystkim – powinien być zdolny do zawrócenia w miejscu.

Dodatkowo, ma służyć jako stanowisko laboratoryjne, pozwalając studentom na zapoznanie się z jego koncepcją i konstrukcją, badanie zachowań i sygnałów z czujników w określonych warunkach i sytuacjach oraz umożliwiając jego dalszy rozwój – na przykład o manipulator, dodatkowe sensory lub systemy wizyjne, czy też wyższe warstwy sterowania – w zakresie realizacji projektów.

W każdym robocie można wyróżnić trzy podsystemy:

- układ mechaniczny,
- układ sterowania,
- układ zasilania.

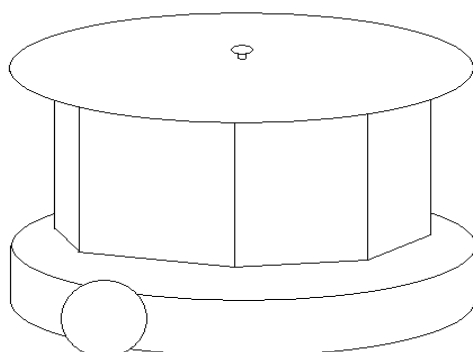
## 2. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 2.1. UKŁAD MECHANICZNY

Układ mechaniczny robota to przede wszystkim konstrukcja nośna i układ ruchu. Przy projektowaniu robota mobilnego należy przyjąć maksymalną dopuszczalną masę, wymiary i rodzaj materiału. Sama konstrukcja powinna być przemyślana pod względem umiejscowienia silników, źródła zasilania i elektroniki, jak i również jego późniejszego serwisowania.

Ze względu na charakter jednostki, najlepszym systemem jezdny w takim przypadku jest konfiguracja, w której 2 koła są niezależnie sterowane (tzw. klasa (2,0)).

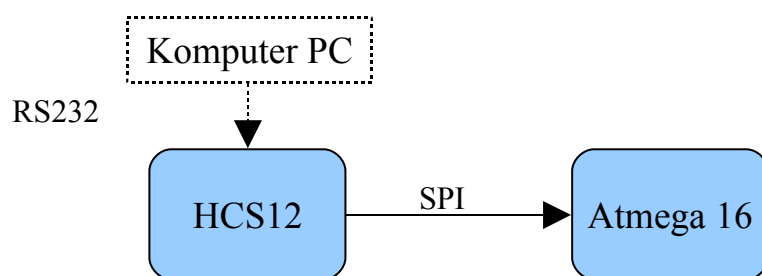
Na Rysunku 1 przedstawiony jest rysunek poglądowy konstrukcji. Podstawą jest talerz o średnicy 50 cm. Do niego przymocowane są 2 koła wraz z silnikami i dedykowanymi enkoderami. Konstrukcję podpira koło wleczone, które nie wpływa na własności jezdne robota. W środku obudowy znajduje się miejsce na elektronikę i pakiet akumulatorów, które zasilają urządzenie. Całość chroni specjalna pokrywa nakładana od góry i zespół ścianek, do których można przymocować sensory optyczne, bądź ultradźwiękowe.



Rys 1. Model robota

## 2.2.UKŁAD STEROWANIA

Układ sterowania robota mobilnego, realizuje dobór odpowiednich sterowań układu jezdnego, tak aby robot osiągał zadany cel, przy uwzględnieniu ograniczeń wynikających z własności robota i otoczenia, jednocześnie minimalizując przyjęte kryterium działania. Dodatkowo, system sterowania zapewnia określone następstwo kroków programu działania i zapewnia odpowiednią realizację tychże działań.



Rys 2. Układ sterowania

W projekcie zdecydowano się na hierarchiczny układ sterowania (Rysunek 2) z wykorzystaniem 2 mikrokontrolerów różnych firm, komunikujących się po magistrali SPI [2].

Jednostka podrzędna (slave) została oparta o ośmiobitowy mikrokontroler firmy AVR Atmega16 [3]. Ma ona za zadanie:

- sterować ruchem silników, przy pomocy scalonych mostków H LMD18200T,
- prowadzić pomiary ruchu kół (prędkość i przyspieszenie), aby zamknąć pętle sprzężenia zwrotnego i umożliwić maszynie orientację w otoczeniu,
- kształtować wartość zadaną poprzez regulator (zastosowano regulator trójstawny),
- wykrywać, buforować i wykonywać dyrektywy warstwy nadrzędnej,

- wykonywać procedurę hamowania awaryjnego i informować o tym zdarzeniu warstwę nadrzędną.

Warstwa nadrzędna została umieszczona w module z mikrokontrolerem firmy Freescale MC9S12A64 [4]. Jest to wydajna i szybka szesnastobitowa jednostka. Dodatkowo, co z punktu dalszego rozwoju jest dużą zaletą, ma wbudowaną obsługę rozkazów logiki rozmytej. Dzięki tym dodatkowym instrukcjom, możliwe jest opracowanie sterownika rozmytego, który, np. pozwala robotowi na automatyczne parkowanie. Zadania tej warstwy to:

- sterowanie warstwą motoryczną poprzez wydawanie rozkazów w warstwie niższej,
- prowadzenie nawigacji przyrostowej,
- interakcja z komputerem PC,
- obsługa modułów zewnętrznych,
- budowanie mapy otoczenia,
- planowanie ruchu.

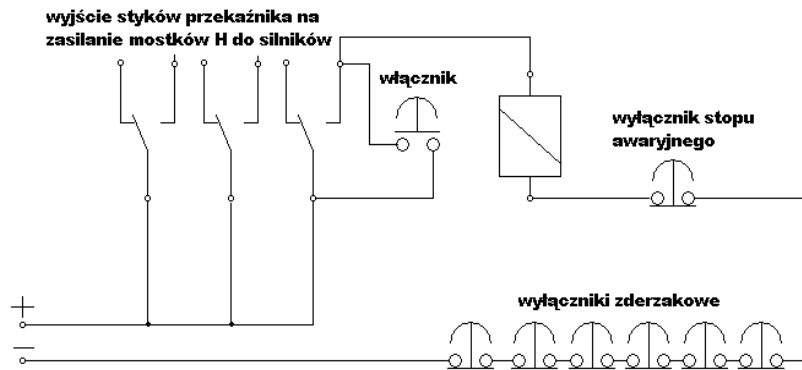
Program PC umożliwi użytkownikowi zadanie koordynat dotyczących pożądanego ruchu robota, po czym przetwarza je na sygnał, wysyłany do robota poprzez kabel, wykorzystując standard RS232. Procesor Freescale MC9S12A64 przelicza następnie odległość w centymetrach i promień łuku na ilość impulsów do zadania na każde koło, po czym przesyła tę informację do procesora podrzędnego, który kolejkuje owe zadania i wykonuje je po otrzymaniu sygnału startu. Mikrokontroler nadrzędny będzie docelowo mógł również wykryć przeszkodę przy pomocy systemów sensorycznych, zweryfikować trasę i wysłać do slave'a rozkaz wyczyszczenia istniejącej kolejki zadań, a następnie podać nowe dyrektywy. Wiedza o położeniu przeszkód pozwoli na budowę mapy otoczenia.

### 2.3. UKŁAD ZASILANIA

Projekt zakłada że robot może być zasilany wprost z zasilacza laboratoryjnego lub pakietu akumulatorów. Układ zasilania jest wyposażony w szereg przetwornic, wywarzających zasilania 5V, 12V i 16V. Napięcia te potrzebne są do zasilania elektroniki zawiadującej robotem.

Projektowany robot, jak każde urządzenie automatyki, został wyposażony w funkcję awaryjnego wyłączenia, odcinającą zasilanie silników. Cały system (Rys. 2) oparto na jednym styczniku i czujnikach taktylnych (popularnych „krańcówkach”).

Scalone mostki H LMD18200T sterują silnikami za pomocą sygnału PWM i sygnału kierunku obrotu koła, wysyłanych wprost z mikrokontrolera Atmega . Mostki cechuje znakomita wydajność, wysokie napięcie zasilania i szybkością.



Rys 2. Schemat przedstawia połączenie przekaźnika zasilającego mostki, przełącznika rozruchowego, czujników taktylnych i wyłącznika awaryjnego.

#### 2.4.ARHCITEKTURA ROBOTA

Szczegółowe rozplanowanie koncepcji sterowania robotem sprowadza się zazwyczaj do wybrania jednej ze znanych architektur, czyli sposobów podziału zadań poszczególnych jednostek decyzyjnych, prowadzących do właściwego funkcjonowania robota jako całości.

Istnieją dwie elementarne architektury robota, wynikające z różnej interpretacji pojęcia inteligencji. Nazywane są one architekturą równoległą i szeregową. Pierwsza może być postrzegana jako analiza „inteligencji” i zachowań prymitywnych zwierząt w szczególności owadów. Bazuje ona na przypisaniu danym bodźcom „instynktownych” reakcji oraz nadaniu decyzjom pewnego stopnia niezależności, dzięki czemu są one podejmowane równoległe, a sterowanie wynika ze stopnia ich aktywności. Architektura szeregową ma strukturę hierarchiczną, co prowadzi do centralizacji systemu sterowania i nadania zadaniom priorytetów.

Architektura, odmienna od powyższych, nosi nazwę „subsumption” i jest rozwinięciem architektury równoległej o tzw. „poziomy kompetencji” [5]. Pozwala to na realizację sterowania na odpowiednich warstwach, które są zorganizowane w sposób hierarchiczny tak, że warstwy niższe działają nieświadomie istnienia wyższych, które to decydują o przeznaczeniu wyniku działania swoich „podopiecznych”. Takie rozwiązanie umożliwia rozwój robota o kolejne, coraz inteligentniejsze, poziomy kompetencji, bez ingerowania w już działające

#### 2.5.NAWIGACJA

Zastosowana w robocie odometria (nawigacja przyrostowa, budowana w oparciu o enkodery), będąca najbardziej prymitywnym zmysłem robota, wprowadza pewne błędy. Mają one charakter kumulacyjny, dlatego też taki system nawigacji można wzbogacić o informacje z sensorów, które zmniejszają wartość tegoż błędu. Takie czujniki pozwalają robotom na jak najlepszą orientację w otoczeniu, a dzięki temu na kontrolę zaplanowanych ruchów oraz efektywne podejmowanie możliwie inteligentnych decyzji.

### 3. PODSUMOWANIE

Realizowany robot będzie służył jako urządzenie laboratoryjne do celów edukacyjnych. Platformy mobilne tego typu mogą jednak mieć szereg różnorodnych zastosowań. Głównym z nich jest użycie do przeszukiwania terenów, w których istnieje potencjalne zagrożenie życia i zdrowia ludzi lub zwierząt, na przykład podczas prowadzenia akcji ratowniczych. Poza tym robot tego typu może również zostać zastosowany do wspierania ludzi podczas wykonywania różnego rodzaju prac, np. transportowych, wykonując je efektywniej i precyzyjniej, bądź też wspierać ludzi niepełnosprawnych bądź niedołączonych przy wykonywaniu codziennych czynności. Ilość zastosowań tego typu inteligentnego urządzenia ogranicza paradoksalnie tylko wyobraźnia ludzka, jest on bowiem namiastką żywego stworzenia, w dodatku takiego, które można przystosowywać do działania w różnego rodzaju środowiskach.

### LITERATURA

- [1] Morecki A., Knapczyk J., *Podstawy robotyki*, WNT, 1994.
- [2] SPI Block Guide V03.06, Freescale Semiconductor,  
[http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref\\_manual/S12SPIV3.pdf](http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/S12SPIV3.pdf)
- [3] [www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2466.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf)
- [4] [www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/M/C/9/S/MC9S12A64.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/M/C/9/S/MC9S12A64.shtml)
- [5] <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1087032&isnumber=23631>

### THE BASIC CONCEPTION OF LABORATORY MOBILE ROBOT

A project of a laboratory mobile robot has been described in this paper. The robot has been designed to be autonomous and able to explore unknown terrain. In addition, the robot can be utilized during laboratory exercises. The paper covers the design basis as well as lists and describes the robot main components.