

INTERFEJS STERUJĄCY WIELOZADANIOWYM POJAZDEM

Krzysztof GÓRSKI¹, Krystyna Maria NOGA²

Akademia Morska w Gdyni, Wydział Elektryczny, 81-225 Gdynia, ul. Morska 81-87

1. absolwent AM Gdynia, tel: 69 28 32 425, e-mail: krzysztof.gorski@ep.com.pl

2. Katedra Automatyki Okrętowej, tel: (58) 6901471, fax: (58) 69 01 445, e-mail: jagat@am.gdynia.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono zmodyfikowany pojazd samobieżny, który poprzednio zaprezentowano w cyklu seminariów „Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice'09”. Model ten jest wykorzystywany w KAO jako stanowisko dydaktyczne w laboratorium Techniki Cyfrowej.

Słowa kluczowe: sterowanie radiowe, model samobieżnego pojazdu, programowanie.

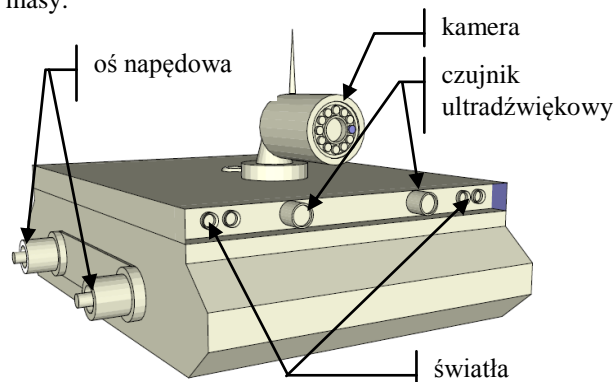
1. WSTĘP

Dzięki zastosowaniu w robotach i pojazdach samobieżnych mikroprocesorowych układów sterujących, ich funkcje mogą być bardziej złożone, przy zachowaniu niewielkich wymiarów elementów sterujących. Wraz z rozwojem elektroniki, techniki cyfrowej i mikroprocesorowej rozwija się także robotyka i automatyka. Dziedziny te znajdują zastosowanie począwszy od prostych systemów sterujących, np. oświetleniem ulicznym, a skończywszy na pojazdach eksplorujących inne planety lub akwenty wodne. Budowane pojazdy oraz roboty wymagają odpowiedniego sterowania. Dane są najczęściej przesyłane bezprzewodowo drogą radiową. W artykule przedstawiono zmodyfikowany pojazd samobieżny, który został poprzednio zaprezentowany w cyklu seminariów „Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice'09” [1]. Modyfikacja, wykonana w ramach pracy magisterskiej [2], polegała na poprawie właściwości jezdnych pojazdu w terenie, co uzyskano poprzez zastosowanie napędu na wszystkie cztery koła. Zwiększony został również zasięg ruchu pojazdu, przy danej pojemności akumulatorów. Ponadto został przeprojektowany układ sterowania z wykorzystaniem modemu radiowego. Modyfikacji dokonano także w konstrukcji elektronicznej pojazdu. Wprowadzono szereg zmian, które spowodowały, że pojazd stał się bardziej uniwersalny. Rolę głównego sterownika spełnia mikrokontroler ATMEGA16 [3]. Natomiast mikrokontroler ATtiny2312 przeznaczony jest do pomiaru odległości. Wszystkie podzespoły elektroniczne zostały umieszczone na pojedynczej płycie drukowanej. Zmodernizowany pojazd cechuje się szerokimi możliwościami kontrolowania ruchu podczas jazdy po zaprogramowanej uprzednio trasie.

Opracowany został także interfejs użytkownika, umożliwiający sterowanie z PC, a nie jak poprzednio z dodatkowo zbudowanego pulpitu operatorskiego. Ponadto pojazd wyposażono w dodatkową funkcję umożliwiającą sterowanie w trybie pracy autonomicznej. W trybie tym pojazd porusza się samodzielnie po ustalonej trasie. Aplikacja sterująca wykonana została w środowisku Borland Delphi 7, przy czym dodatkowo wykorzystano bibliotekę ComPortLib 3.01 [4] Umożliwia ona zastosowanie do przesyłania informacji wyjścia COM. Zbudowana aplikacja komunikuje się poprzez port szeregowy, wysyła komendy o strukturze złożonej z prefiksu i sufiksu (liczby 8-bitowe), odbiera i potwierdza wysłane komendy, odbiera informacje o temperaturze otoczenia, prędkości pojazdu, odległości pojazdu od przeszkody, stanie naładowania akumulatorów. Interfejs umożliwia sterowanie pojazdem w dwóch trybach, tj. ręcznym i autonomicznym. Ponadto jest możliwość sterowania skrótami klawiszowymi. Interfejs ten posiada także panel konfiguracji portu szeregowego.

2. KONSTRUKCJA MECHANICZNA MODELU

Model pojazdu (rys. 1), zbudowany w ramach pracy inżynierskiej [5], został zmodernizowany. Istotnym celem modernizacji modelu była poprawa własności trakcyjnych oraz zmniejszenie masy.

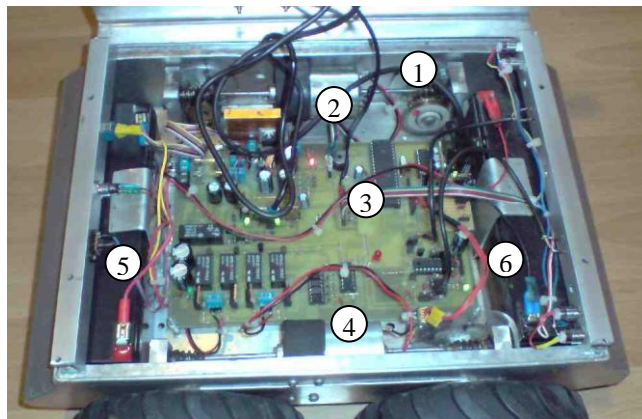


Rys. 1. Widok obudowy modelu z przodu po modernizacji

W pierwszej wersji zmodyfikowanego modelu zastosowano napęd, na wszystkie koła, poprzez łańcuch 04 B-1 po stronie pierwotnej istniejących przekładni. Zamontowano silniki JIN

DING 550 o zakresie napięć od 6 do 18V, które przy napięciu 12 V pobierały 100 W i wytwarzały obroty rzędu 12 tys. obr./min. Silniki pozyskano z przenośnych odkurzaczy akumulatorowych. Pierwsza koncepcja napędu polepszyła własności jezdne pojazdu, zwiększając jego szybkość do maksymalnie 7 km/h i zdolność pokonywania większych wzniesień. Napęd zwiększył masę, ale kilkaset gramów równoważone było większymi możliwościami. Rozwiązanie z napędem łańcuchowym wewnątrz obudowy ograniczyło jednak przestrzeń niezbędną na umiejscowienie komponentów sterowania. Ponadto napęd powodował zwiększone zapotrzebowanie na moc i generował dodatkowy hałas i wibracje.

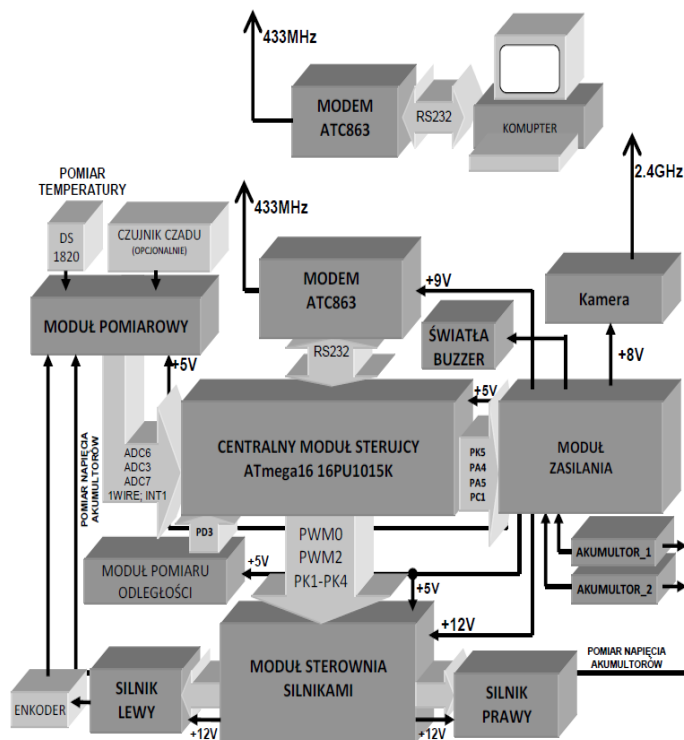
Drugie podejście do modernizacji napędu zakładało zwiększenie przestrzeni wewnątrz pojazdu, eliminację hałasu, zmniejszenie mocy silników oraz ich prędkości kosztem gorszych osiągnięć modelu pojazdu. Silniki zostały zamienione mniejszymi (0-12 V, 10 W i 3600 obr./min). Przekładnie z radiostacji wraz z układem łańcuchów zostały usunięte i zastąpione przekładnią ślimakową z napędów wycieraczek Daewoo Tico. Koła uzyskały solidniejsze, łożyskowane osie. Silniki przymocowano do boków obudowy pojazdu (rys. 2), od wewnętrznej strony, poprzez uchwyt z elementu gumowego. Wyeliminowało to wibrację silnika. Oś silnika została osadzona w łożyskach kulkowych umieszczonych w podporach aluminiowych na końcach osi. Rozwiązanie to zwiększyło opór wzdłużny osi napędowej podczas startu i zatrzymania silnika. Kamera bezprzewodowa oraz modem radiowy z anteną, pozostały na zewnątrz obudowy, na pokrywie. Poza zmianą napędu, zmieniona została także górna pokrywa modelu. Została ona wycięta i uformowana z lakierowanej blachy aluminiowej. Ponadto cała konstrukcja została podwyższona o 18 mm. Z przodu i z tyłu zamocowano kształtowniki typu „C”, w których zamontowano diody oświetlenia, czujniki ultradźwiękowe, czujnik temperatury, główny wyłącznik zasilania, gniazdo ładowania akumulatorów, diodę sygnalizacji zasilania. Wewnątrz pojazdu pozostawiono, przy tym samym rozmieszczeniu, dwa kwasowe akumulatory żelowe o pojemności 2,2 Ah i napięciu 12 V. Po bokach umieszczono zmodernizowane układy napędowe, a do spodu przymocowano płytkę drukowaną. Po zmianie pojazd porusza się z prędkością maksymalną do 2,8 km/h. Hałas i wibracje zostały znacznie ograniczone. Masa modelu zmniejszyła się o około jednego kilograma, zwiększyła się również przestrzeń wewnętrzna. Zamocowano także enkodery, które pozwalają na precyzyjne sterowanie pojazdem. Jeden stopień obrotu koła to dwa impulsy enkodera. Obrót osi napędzanych o 360 stopni w przeciwnych kierunkach, zmienia kąt ustawienia pojazdu o 45 stopni. Obrót pojazdu o 180 stopni wymaga obrócenia się osi napędzanych o 720 stopni (w przeciwnych kierunkach), układ powinien wówczas odebrać 1440 impulsów. Pewnym problemem okazała się bezwładność układu powiązana z samohamownością przekładni ślimakowej. Bezwładność działa niekorzystnie na układ napędowy, generuje siły wzdłużne osi napędowej i przyczynia się do powstawania luzu. Luz w układzie zmniejsza dokładność sterowania. Kolejnym napotkanym problemem było umiejscowienie elementów ruchomych wewnątrz obudowy, w związku z tym wszelkie przewody połączeniowe zostały uporządkowane i zabezpieczone.



Rys. 2. Widok wnętrza pojazdu
1 - enkoder; 2, 4 - silniki; 3 - płyta główna; 5, 6 - akumulator

3. KONSTRUKCJA ELEKTRONICZNA

W konstrukcji elektronicznej modelu pojazdu również wprowadzono szereg zmian. Spowodowały one, że pojazd stał się bardziej uniwersalny. Zastosowano mikrokontroler AT-MEGA16 spełniający rolę głównego sterownika oraz mikrokontroler ATtiny2312, który steruje modulem pomiaru odległości. Ze względu na ograniczenia finansowe zrezygnowano z zastosowania układu CPLD (Complex Programmable Logic Devices) ALTERA, Zrezygnowano także z przenośnego pulpitu sterującego, który został zastąpiony aplikacją stworzoną w Delphi [4]. Wszystkie podzespoły elektroniczne zostały umieszczone na pojedynczej płytce drukowanej, która została zaprojektowana jednostronnie. Dzięki zastosowaniu montażu drukowanego, wyeliminowano połączenia wykonywane przewodami pomiędzy poszczególnymi funkcjonalnymi modułami pojazdu. Spowodowało to, że część elektroniczna pojazdu narażona poprzednio na częste awarie stała się bardziej niezawodna. W zmodyfikowanej części elektronicznej pojazdu (rys. 3) wyróżniamy następujące funkcjonalne moduły: centralny sterujący, sterowania silnikami, zasilania, pomiaru odległości (ultradźwiękowy), pomiarowy, radiowy (modem radiowy



Rys. 3. Schemat blokowy części elektronicznej

ATC863), wizji z włącznikiem kamery, sygnalizator akustyczny, świetlny. Zadaniem centralnego modułu sterujący jest komunikacja, poprzez port RS232 i przy wykorzystaniu modemu radiowego typu ATC863, z aplikacją sterującą zainstalowaną na komputerze, oraz sterowanie pozostałymi modułami pojazdu. Moduł sterowania silnikami otrzymuje dane z centralnego modułu, na podstawie których steruje pracą silników. Moduł zasilania dostarcza napięcia +12V do zasilania silników, +5V do zasilania centralnego modułu sterującego oraz +8V do zasilania modemu i +9V do zasilania kamery. Sygnalizator akustyczny wykorzystuje miniaturowy fabryczny Buzzer. W skład modułu pomiarowego wchodzi scalony miernik temperatury DS1820 z transmisją danych po 1WIRE, dwa obwody do pomiaru napięcia akumulatorów (wejścia przetwornika A/C), obwód do pomiaru zwartości tlenu węgla lub innego gazu (w zależności od użytego rodzaju czujnika), obwód enkodera zliczający ilość obrotów wykonanych przez koła pojazdu.

4. STEROWANIE POJAZDEM PRZY POMOCY INTERFEJSU

Zmodernizowany pojazd cechuje się intuicyjnym sterowaniem, szerokimi możliwościami kontrolowania ruchu oraz pozostałych funkcji. Odnośnie funkcjonalności aplikacji przyjęto następujące założenia : komunikacja poprzez port szeregowy, wysyłanie komend o strukturze złożonej z prefiksu i sufiksu (liczby 8-bitowe), odebranie potwierdzenia wysłanej komendy, odbieranie informacji o temperaturze, prędkości, odległości, stanie naładowania akumulatorów, informacji z opcjonalnych czujników. Opracowany, w środowisku Delphi, interfejs graficzny posiada ergonomiczne ułożenie przycisków, stonowane kolory, czytelne informacje (rys. 4, 5). Posiada on dwa tryby pracy, tj. ręczny i autonomiczny, sterowanie skrótami klawiszowymi oraz panel konfiguracji portu szeregowego. Interfejs realizuje następujące funkcje:

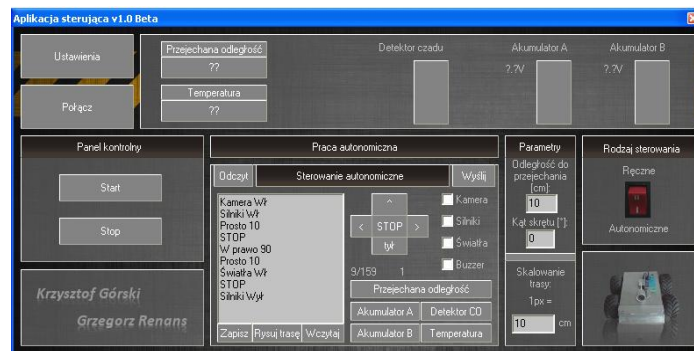
- wyświetla informację o przejechanej odległości, temperaturze, wartości z dwóch opcjonalnych czujników, stopniu naładowania akumulatorów,
- wyświetla komunikaty o trybie pracy, informacje o wykonywanej komendzie oraz o wykrytych nieprawidłowościach w działaniu pojazdu,
- steruje ruchem w trybie pracy ręcznej przy pomocy przycisków oraz suwaka prędkości,
- potwierdza otrzymanie rozkazu przez pojazd poprzez zmianę koloru opisu i wyświetlenie odpowiedniego komunikatu.

Ponadto interfejs zawiera pole tekstowe rozkazów pracy autonomicznej, do którego wpisane zostają komendy.



Rys. 4. Panel aplikacji w trybie pracy ręcznej

Interfejs programu do sterowania w trybie ręcznym (rys. 4) różni się od interfejsu w trybie pracy autonomicznej (rys. 5).



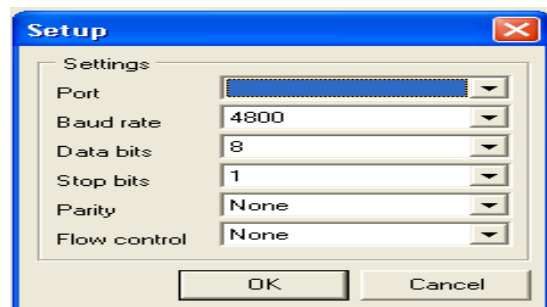
Rys. 5. Panel aplikacji w trybie pracy autonomicznej

W module *Ustawienia* (rys. 6) uruchomiane są okna ustawień i podglądu portu RS232. Istnieje również możliwość zmiany parametrów kąta skrętu, ilości impulsów z enkodera przypadających na metr, ustawienia czasu odświeżania parametrów odczytu wartości z akumulatorów, czujnika temperatury oraz licznika drogi. Po wprowadzeniu w pola *Licznik drogi*, *Temperatura*, *Akumulatory* wartości zero, program nie będzie automatycznie odświeżał ich zawartości. Przycisk *Zeruj teraz* ma za zadanie wyzerowanie stanu licznika przejechanej drogi.



Rys. 6. Okno konfiguracji programu

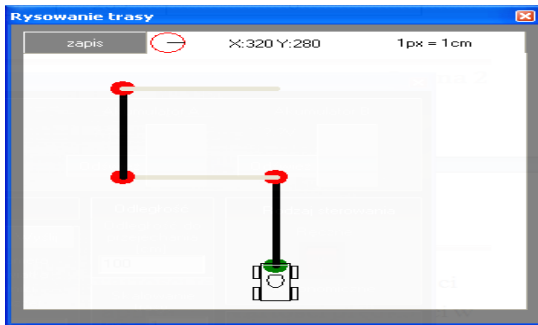
Do poprawnej pracy programu wymagane jest ustawienie portu szeregowego zgodnie z ustawieniami modemów i mikrokontrolera w pojeździe, tj. wspólnej prędkości transmisji, ilości bitów danych, bitu stopu, parzystości oraz ustawień kontroli przepływu danych (rys. 7).



Rys. 7. Okno ustawień portu szeregowego

Program w trybie pracy autonomicznej posiada możliwość graficznego zobrazowania trasy, po której porusza się pojazd. Obraz w postaci pliku bmp (rys. 8) jest generowany po

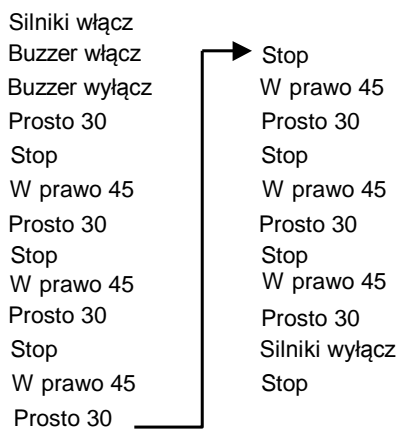
wciśnięciu przycisku *Rysuj trasę*. Aplet generuje bitmapę o odpowiedniej skali, zależnej od długości trasy.



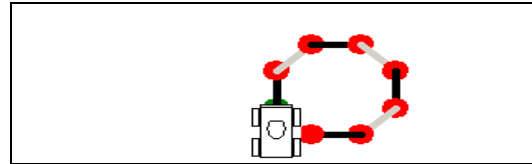
Rys. 8. Okno z wyrysowaną trasą przejazdu i skalą

W tym trybie pojazd porusza się według wcześniej utworzonego i wgranego do pamięci pojazdu programu. Program tworzony jest w oknie edycyjnym (rys. 5 przy pomocy specjalnie zdefiniowanych komend, np. w prawo 45°, prosto 30 (cm), stop). Utworzony program można zapisać do pliku oraz odczytać. Na rysunku 9 przedstawiono przykładowy opis ruchu pojazdu, a na rysunku 10 trasę wygenerowaną przez program.

Sterowanie pojazdem w trybie pracy ręcznej odbywa się przy pomocy panelu przedstawionego na rysunku 4. Sterowanie jest proste i intuicyjne. Za pomocą suwaka zadawana jest prędkość pojazdu (możliwe jest ustawienie 11 wartości). Aby pojazd mógł zostać wprowadzony w ruch należy, po włączeniu zasilania i uruchomieniu aplikacji sterującej, nacisnąć przycisk *Połącz*. Interfejs przy pomocy modemów radiowych komunikuje się z pojazdem. Następnie należy przyciskiem *Silniki* włączyć zasilanie silników napędzających. Pojazd po naciśnięciu ↑ porusza się do przodu, ↓ do tyłu, natomiast ← / → powodują skręt prawo / lewo. Przyciski ↓ ↑ w czasie ruchu powinny być naciśnięte, ich zwolnienie powoduje wysłanie komendy do zatrzymania pojazdu.



Rys. 9. Przykładowy opis ruchu pojazdu



Rys. 10. Wygenerowana trasa dla ruchów z rysunku 9

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Pojazd wraz z rozbudowanym interfejsem jest przydatnym narzędziem do prowadzenia zajęć laboratoryjnych. Studenci, przy pomocy gotowego interfejsu graficznego, mają możliwość poznania problemów związanych z ruchem pojazdu, dokładnością przejechanej odległości i kąta skrętu, oraz sposobu wprowadzania rozkazów w trybie pracy autonomicznej. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci powinni wykonać następujące przykładowe czynności:

- ustawienie parametrów transmisji danych,
- wyskalowanie odległości 1m w impulsach,
- wyskalowanie ilości impulsów przypadających na kąt skrętu 90°,
- określenie, zakodowanie i przejechanie odpowiedniej trasy w trybie autonomicznym,
- wydruk wyrysowanej trasy i listy rozkazów dla tej trasy,
- sterowanie w trybie pracy ręcznej,
- wyciągnięcie wniosków.

Ostateczna wersja interfejsu graficznego powstała po wielu zmianach. Rozwojowym kierunkiem dalszych zmian aplikacji sterującej jest optymalizacja interfejsu graficznego pod kątem rozbudowy o dodatkowe opcje. Między innymi możliwe jest wprowadzenie modułu odbioru transmisji obrazu i dźwięku, wprowadzenie w modelu pojazdu sterowania obrotem kamery.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Górski K., Noga K. M.: Wielozadaniowy pojazd sterowany cyfrowo, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG, Nr 26, XIX Seminarium „Zastosowanie komputerów w nauce i technice 2009”, Oddział Gdański PTETiS, str. 49 – 52, ISSN 1425-5766
2. Górski K., Renans G.: Sterowanie radiowe wielozadaniowym pojazdem (modyfikacja i rozbudowa modelu), praca dyplomowa magisterska, Akademia Morska, Gdynia, 2011
3. Wiązania M.: Programowanie mikrokontrolerów AVR w języku BASCOM, BTC, 2004
4. Daniluk A.: RS 232C - praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera, Helion, 2007
5. Górski K., Orzechowski S.: Projekt i budowa wielozadaniowego pojazdu samobieżnego sterowanego mikrokontrolerem i układami programowalnymi, praca dyplomowa inżynierska, Akademia Morska, Gdynia 2009

THE INTERFACE TO RADIO REMOTE CONTROL OF THE MULTIPURPOSE VEHICLE

Key-words: radio control, model self-propelled vehicle, programming

This paper presents the modified multipurpose vehicle, which was previously presented in a series of seminars "Application of Computers in Science and Technice'09". This model is used in the Department of Ship Automation in Gdynia Maritime University as a teaching station in the laboratory of digital technology.