

*Słowa kluczowe: fale ultradźwiękowe, promienie podczerwieni,
pomiar, rozpoznawanie, identyfikacja.*

Jan Kędzierski
Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”
Zakład Podstaw Cybernetyki i Robotyki,
Politechnika Wrocławska
Opiekun: dr Robert Muszyński

KOMPAKTOWY ZESTAW CZUJNIKÓW DO PERCEPCJI OTOCZENIA DLA PLATFORM MOBILNYCH.

W referacie przedstawiono opis kompletnego zestawu czujników opracowanego głównie z myślą o wykorzystaniu go w robotach mobilnych klasy sumo i minisumo. Jednakże obszar zastosowań układu nie jest ograniczony jedynie do wymienionych platform mobilnych – może on być z powodzeniem instalowany w urządzeniach o różnym zastosowaniu. Przykładem mogą być urządzenia sprzątające nie tylko w gospodarstwach domowych, ale także pracujące przy czyszczeniu dużych obiektów, takich jak hale sportowe, dworce, itp. Możliwe jest również wykorzystanie układu w systemach transportowych takich jak wózki widłowe np. w celu ułatwienia pracy ich operatorom.

Głównym elementem składowym opracowanego zestawu czujników są odbiorniki i nadajniki promieni podczerwonych oraz fal ultradźwiękowych. Elementy składowe systemu sprzężone są w jedną całość z wykorzystaniem jednostki centralnej. Jej podstawowe zadanie to gromadzenie danych z poszczególnych punktów pomiarowych. Na podstawie tych danych generowana jest informacja o otoczeniu platformy. Informacja ta może być w dalszej części przetwarzana przez jednostki sterujące urządzeń wykorzystujących zestaw, które mogą dzięki rozpoznaniu otoczenia np. tworzyć jego mapę, przydatną przy sterowaniu czy nawigowaniu urządzeniem, pozwalając tym samym na odpowiednie reagowanie na zmiany w nim zachodzące.

1. WSTĘP

Rozwój automatyki pozwala nam łatwiej egzystować i radzić sobie z codziennymi problemami. Dzięki konstrukcjom, jakie powstają obecnie, możemy wykonywać czynności, których sami nie bylibyśmy w stanie nigdy zrealizować. Roboty, urządzenia jakie znamy dzisiaj, są podstawowym wyposażeniem nowoczesnych hal produkcyjnych. Według szacunków¹, pod koniec roku 2003, przemysł światowy wspomagało nie mniej niż 800 tys. Robotów. Są jednak sytuacje, w których wciąż się wydaje, człowiek jest niezastąpiony. Budujemy maszyny, których uczynienie w pełni autonomicznymi jest bardzo kosztowne i wymagałoby niezwykle zaawansowanych

¹ Gazeta IT - Robotyka

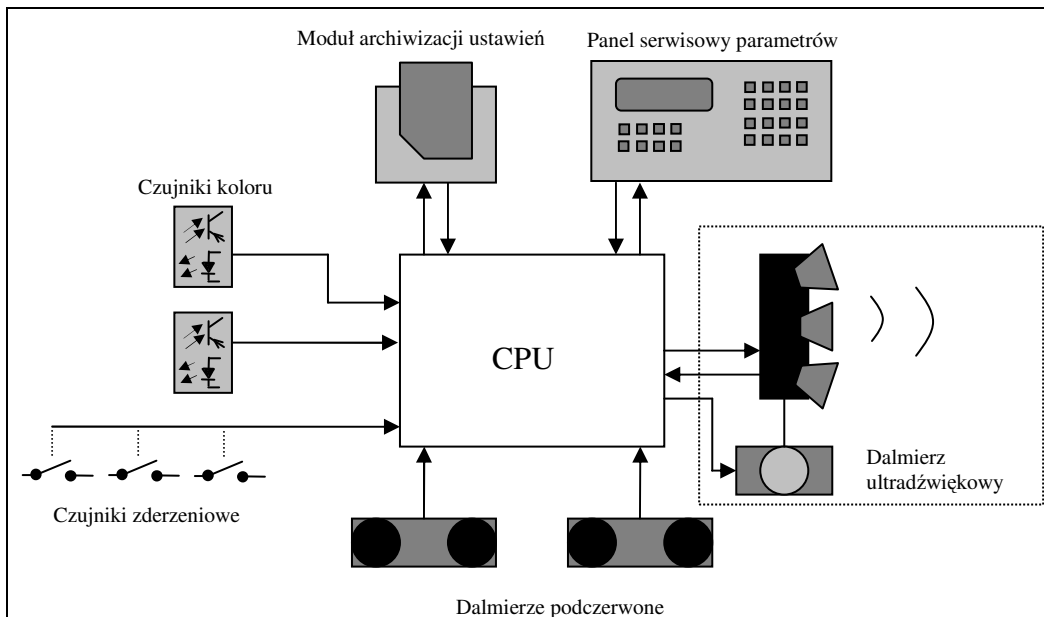
technologii oraz systemów zabezpieczeń. Taniej jest więc zatrudnić kierowcę czy też operatorów, niż zaimplementować w nich rozwiązania z obszaru sztucznej inteligencji. Jednak, aby praca ludzka była bardziej bezpieczna i precyzyjna, w maszynach stosuje się różnego rodzaju rozwiązania monitorujące i zabezpieczające. Często systemy te są na tyle zaawansowane, że praca człowieka ograniczona jest wyłącznie do wydawania poleceń maszynie.

W Kole Naukowym „KoNaR”, działającym przy Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej od ponad dwóch lat, zajmujemy się konstrukcją robotów mobilnych. Skupiamy się głównie nad robotami klasy sumo i minisumo, które to co roku biorą udział w zawodach z dobrym rezultatem. Już w trakcie powstawania pierwszych projektów, zdaliśmy sobie sprawę, jak ważną rolę w sterowaniu robotów odgrywają ich sensory. Są one jedynym źródłem informacji na podstawie, których jednostka sterująca podejmuje działania lub dokonuje wyboru odpowiednich algorytmów. Z tego powodu podjęto decyzję o wyodrębnieniu projektu, poświęconego jedynie percepcji otoczenia. Jednak nie był to jedyny powód powstania tego projektu. Uniwersalny sposób definicji projektu pozwala na szerokie zastosowanie jego wyników nie tylko w robotyce.

Celem projektu jest skonstruowanie odrębnego, zupełnie niezależnego od jednostki sterującej układu, którego jedynym zadaniem jest zbieranie informacji o otoczeniu. Ze względu na uniwersalny charakter układu jego konstrukcja została tak zaprojektowana, że od jego użytkownika, nie jest wymagana już żadna dodatkowa informacja na temat pomiarów oraz przetwarzania uzyskanych wyników. W referacie opisano podstawowe elementy składowe uniwersalnego zestawu czujników do percepcji otoczenia dla platform mobilnych. W następnym rozdziale przedstawiono strukturę całości. Rozdział 3 przedstawia czujniki wykorzystane w układzie.

2. OPIS ZESTAWU CZUJNIKÓW.

W urządzeniu zastosowano kilka typów czujników o odmiennych zasadach działania. Wśród nich można wyróżnić dalmierze ultradźwiękowe, dalmierze wykorzystujące promieniowanie podczerwone, czujniki koloru, czujniki zderzeniowe. Każdy z nich posiada zarówno wady jak i zalety. Przykładami mogą być czarne obiekty, które ciężko jest zmierzyć promieniowaniem podczerwonym. Innym trudnym przypadkiem może być pomiar powierzchni gąbczastych, które pochłaniają sygnał ultradźwiękowy. Aby zwiększyć szanse wykrycia obiektów w systemie użyto czujników o różnych zasadach pomiaru. W dalszej części artykułu, postaram się pokrótce przedstawić idee działania poszczególnych czujników. Realizacja pomiarów, ich fuzja oraz gromadzenie wyników odbywa się pod nadzorem jednostki centralnej, jak na rys. 1. Fuzję pomiarów dokonano nadając im odpowiednio dobrane priorytety. Pozwoliło to zredukować błędy powstające w trakcie pomiarów odległości od obiektów o różnych rodzajach powierzchni.



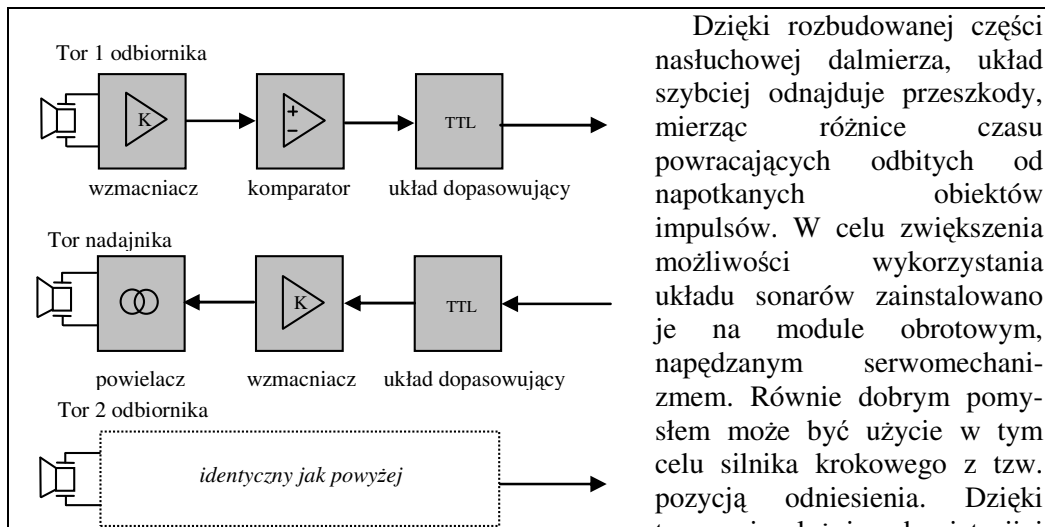
Rys. 1 Schemat blokowy całego zestawu

2 OPIS POSZCZEGÓLNYCH CZUJNIKÓW

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę elementów składowych zestawu.

2.1 SONARY ULTRADZWIĘKOWE

Pomiar odległości ultradźwiękami jest pomiarem pośrednim. Polega on na wyemitowaniu kilku impulsów o określonej częstotliwości, a następnie zmierzeniu czasu powrotu od napotkanego obiektu. Ważne jest by zastosowane do pomiaru nadajniki sygnału i odbiorniki były odpowiednio selektywne i właściwie dobrane. Dzięki temu sygnał odbierany przez odbiornik, nie będzie wymagał dodatkowej filtracji. Na rynku dostępnych jest sporo gotowych rozwiązań układów ultradźwiękowych [5]. Jednakże prawie każde gotowe rozwiązanie zawiera w sobie mikrokontroler, który mierzy czas oraz generuje niezbędne do wykonania pomiaru sygnały. Ponieważ w realizowanym projekcie zastosowano centralny mikrokontroler, w celu obniżenia kosztu całości zdecydowano opracować własne układy do sterowania odbiornikiem i nadajnikiem ultradźwięków. Dodatkowo zdecydowano o rozbudowie części odbiorczej o dodatkowy odbiornik, co zwiększyło precyzję pomiaru. Schemat opracowanego układu przedstawia rys. 2.



Rys.2 Schemat blokowy układu do sterowania odbiornikiem i nadajnikiem ultradźwięków.

Dzięki rozbudowanej części nasłuchowej dalmierza, układ szybciej odnajduje przeszkody, mierząc różnice czasu powracających odbitych od napotkanych obiektów impulsów. W celu zwiększenia możliwości wykorzystania układu sonarów zainstalowano je na module obrotowym, napędzanym serwomechanizmem. Równie dobrym pomysłem może być użycie w tym celu silnika krokowego z tzw. pozycją odniesienia. Dzięki temu, niezależnie od oriętacji i ruchów platformy możliwe staje się ciągle śledzenie interesujących nas obiektów. Wadą

rozwiązania jest jego wielkość, co uniemożliwia jego zastosowanie na małych platformach. Nie pozostaje nam wtedy nic innego, jak pozbawić czujnik modułu obrotowego, który znacznie przewyższa swoją masą pozostałą część dalmierza. Wadą opisanego sonaru jest niewątpliwie wąska gamma dostępnych na rynku elementów nadawczych jak i odbiorczych. Większość z nich pracuje z jednakową częstotliwością sygnału nośnego równe 40kHz. Łatwo więc doprowadzić jest do sytuacji w której kilka układów tego typu będzie się nawzajem zakłócać.

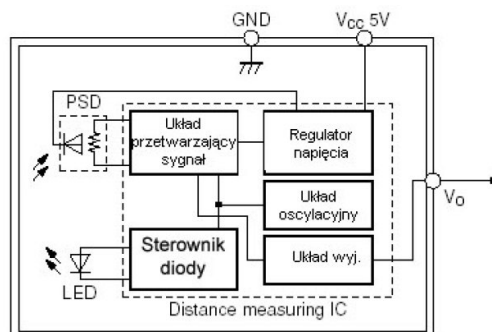
2.2 DALMIERZE PODCZERWONE

Odmienny sposób pomiaru odległości oferują dalmierze wykorzystujące promieniowanie podczerwone. Wśród robotyków i ludzi zajmujących się konstruowaniem robotów mobilnych, dużą popularnością cieszą się zintegrowane dalmierze firmy Sharp [2]. Wykonanie we własnym zakresie czujnika o takich parametrach, jak wspomniane, jest trudne i nie opłacalne. Do budowy dalmierzy Sharp wykorzystano przygotowanych specjalnie dla nich układów optyki oraz odbiorników podczerwieni. Całość jest lekka i zminiaturyzowana. Na wyjściu czujnika otrzymujemy łatwy do dalszego przetwarzania sygnał. Schemat blokowy dalmierza pokazano na rys.3. Układ mierzy nie moc odbitych od obiektu promieni, lecz kąt ich padania. Przetwornik części odbiorczej składa się z linii czułych punktów, a nie pojedynczego punktu. Dodatkowo zastosowano pomiarową metodę triangulacji. Producent tych dalmierzy zapewnia o małym wpływie koloru i refleksyjności obiektu na wynik pomiaru. W praktyce wyglądało to nieco słabiej, ale w dalszym ciągu do zaakceptowania. Sygnał uzyskany z czujnika, to wartość analogowa napięcia proporcjonalna do odległości. W zależności od wybranego mikrokontrolera, konieczne

jest zastosowanie dodatkowego przetwornika A/C.

Dodajmy, że obydwa typy dalmierzy, zarówno omówiony wcześniej ultradźwiękowy jak i gotowy podczerwony firmy Sharp, cechują się stosunkowo długim czasem działania oraz niezbyt dużym zasięgiem ok. 2m. Częstotliwość z jaką można wykonywać cykliczne pomiary nie przekracza 20 cykli na sekundę. W przypadku użycia dwóch

różnych metod pomiarowych, można dokonywać pomiarów, w tym samym czasie, a co pozwala na zwiększenie częstości uzyskiwanych informacji.



Rys.3 Schemat blokowy dalmierza podczerwieni.

2.3 CZUJNIK KOLORU

Budowa czujników koloru jest stosunkowo prosta. Są one niczym innym jak zestawem złożonym z fototranzystora, nadawczej diody podczerwieni oraz układu dopasowującego sygnał podawany do mikrokontrolera. Przy pomiarze wykorzystuje się fakt, że poziom promieniowania odbitego od powierzchni zależy od jej barwy i barwy promieniowania. Niestety na poziom rejestrowanego promieniowania wpływa również rodzaj powierzchni, poziom promieniowania tła a także odległość czujnika od powierzchni. Eliminacje tych źródeł zakłóceń wymaga użycia odpowiednich zabiegów konstrukcyjnych i programowych (odpowiedni sposób montażu czujników, filtracja pomiarów).

Sygnały pochodzące od czujników białej linii oraz czujników zderzeniowych, podłącza się pod linie zewnętrznych przerwań mikrokontrolera. Wymagana jest szybka reakcja na informacje pochodzące z tego typu sensorów.

3. PANEL SERWISOWY

W celu umożliwienia szybkiej rekonfiguracji zestawu czujników wyposażono go w panel serwisowy. Jest to dołączony moduł złożony z 24-o klawiszowej klawiatury podłączonej do magistrali I2C oraz liniowego wyświetlacza tekstowego. Opracowanie panelu pozwala na szybką zmianę priorytetów poszczególnych czujników systemu jak i ich parametrów bez konieczności podłączania całości do komputera czy też dokonywania zmian w kodzie oprogramowania. Takie rozwiązanie pozwala na łatwe dostosowanie własności układu do warunków pomiarowych w miejscu pracy czy też warunków mu stawianych.

4. JEDNOSTKA CENTRALNA ZESTAWU

Zestaw zbudowano w oparciu o mikrokontroler Motorola MC68332 [3]. Mikrokontrolery rodziny M683xx zostały wyposażone w 32-bitową jednostkę centralną (CPU32). Na szczególną uwagę zasługuje zastosowany w nich programowalny timer [6] (TPU – *Time Processor Unit*), który zawiera własny procesor i pozwala odciążyć CPU32 od częstych, powtarzalnych operacji związanych z funkcjami czasowo-licznikowymi. TPU idealnie nadaje się do pracy z opracowanymi układami sonarów.

5. MODUŁ ARCHIWIZACJI PARAMETRÓW

Chcąc podwyższyć komfort pracy z urządzeniem, postanowiono zaprojektować dodatkowy moduł pamięci. Pozwoli to na wprowadzenie informacji do całości układu w dowolnym momencie jego pracy. Zapisowi podlegają głównie ustawienia dla czujników takie jak zasięg, czułość oraz priorytety sensorów. Konieczne jest tu użycie konsolki serwisowej.

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania składam opiekunowi Koła Naukowego Robotyków „KoNaR” dr. Robertowi Muszyńskiemu za pomoc w napisaniu referatu, oraz mgr Mariuszowi Janiakowi za pomoc techniczną w trakcie realizacji projektu.

LITERATURA

- [1] Praktyczny Elektronik 7/1996 Ultradźwiękowy miernik odległości.
- [2] JODKOWSKI B. Koło Naukowe Robotyków „KoNaR” działające przy Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej. Raport z przeglądu dostępnych na rynku technologii. Wstęp do użytkowania modeli GP2D12 i GP2Y0A02.
- [3] WNUK M. Instytut Informatyki Automatyki i Robotyki Politechniki Wrocławskiej. Raport serii SPR nr 7/04 Moduł z mikrokontrolerem MC68332.
- [4] Moduły firmy Parallax, http://www.parallax.com/html_pages/products/componentshop/sensors.asp
- [5] *TPU Time Processor Unit Reference Manual*, TPURM/AD Rev. 3, Motorola Inc., 1996.

STRESZCZENIE

Report introduced the description of complete set of sensors worked out with thought about utilization him in mobile robots of class the sumo and minisumo mainly. However, these arrangements could be used in devices of different use (e.g. at home, in transportation). The receiver sets and transmitters as well as ultrasound wave and infra-red rays are the main component element of worked out set of sensors. System's components are integrated using central processing unit. Its main task is to gather data from particular measure points. Reportedly, the information about system's environment is created. This information can be used to create a map of surrounding area, which allows system to react accordingly to any change appearing in it and navigate around.