



KoNaR

KOŁO NAUKOWE ROBOTYKÓW

BIZONEK

Robot mobilny typu Line Follower

Robert Budziński

Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”
www.konar.pwr.wroc.pl
Wrocław, grudzień 2008

Spis treści

Od autora.....	3
1. Wstęp.....	4
2. Konstrukcja nośna.....	4
3. Zasilanie.....	5
4. Mikrokontroler i towarzyszące elementy elektroniczne.....	6
5. Czujniki.....	6
6. Sterowanie napędami.....	8
7. Zaimplementowany program.....	8
8. Literatura.....	9
9. Zdjęcia.....	9

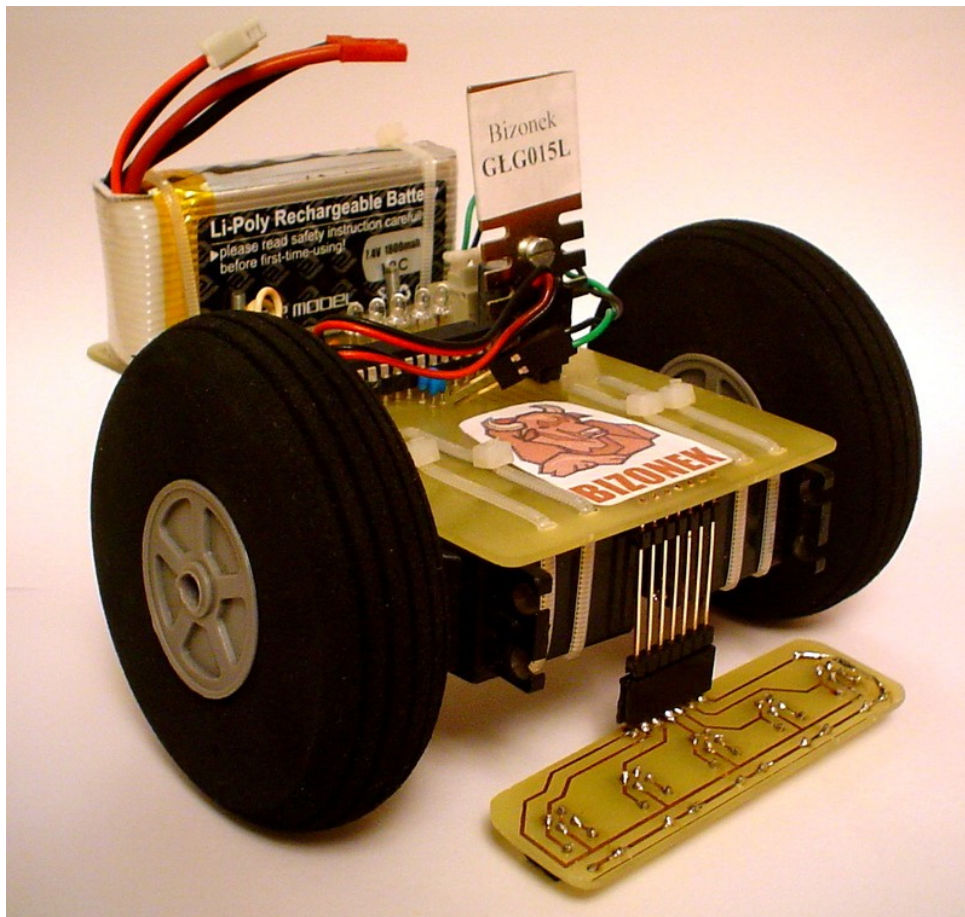
Od autora

Projekt w całości został sfinansowany dzięki wsparciu Koła Naukowego Robotyków „KoNaR”.

Robot został zbudowany w ciągu trzech wieczorów. Konstrukcja jest maksymalnie prosta i nie wnosi nic nowego do idei budowy line followerów, lecz dzięki temu może stanowić podstawę dla początkujących konstruktorów robotów.

Podczas prac nad Bizonkiem równolegle powstawał Lolek – bliźniaczy robot autorstwa Pawła Bardowskiego. Zapraszam do zapoznania się z jego dokumentacją.

Wszelkie uwagi i pytania proszę kierować na adres robi667@gmail.com



Fot. 1. Robot mobilny typu Line Follower

1. Wstęp

Celem projektu było skonstruowanie robota mobilnego typu Line Follower i wystartowanie w międzynarodowych zawodach Robotic Arena 2008 (www.roboticarena.pl) w kategorii „Follow the Line”.

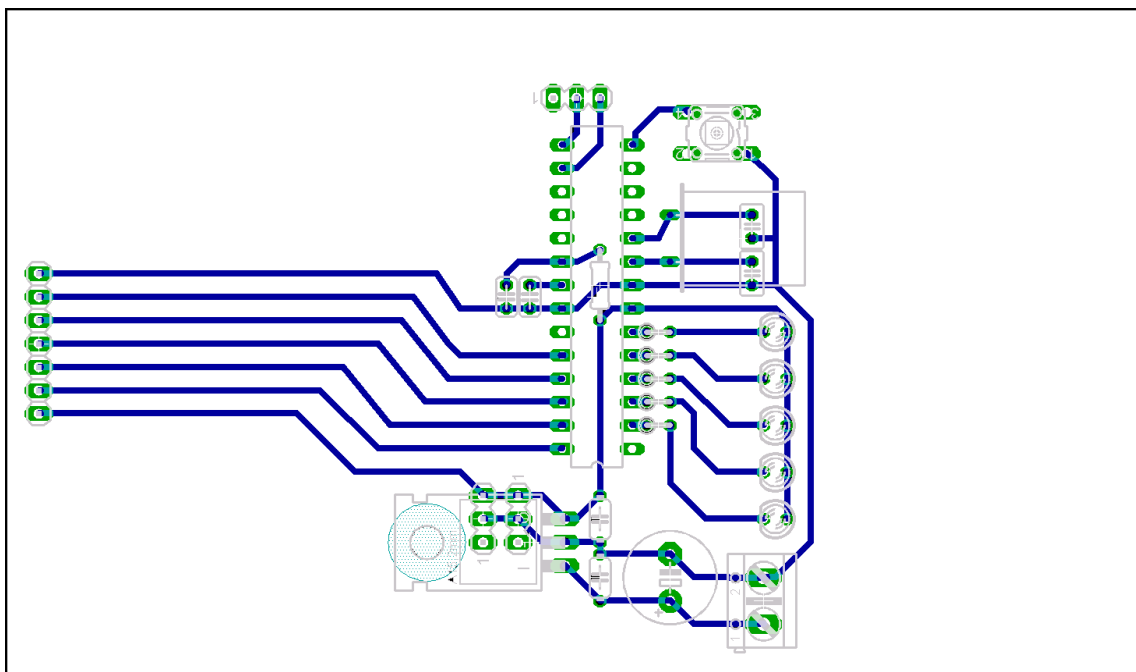
Zadaniem robotów typu Line Follower jest pokonanie trasy wyznaczonej przez czarną linię umieszczoną na jasnej powierzchni. Wykorzystując odpowiednie sensory i działając według zaimplementowanego algorytmu, nie mogą one z niej zjechać. Zgłoszone do udziału w tej kategorii roboty muszą spełniać wymogi regulaminu:

- główny obrys robota musi mieścić się na kartce papieru formatu A4,
- waga robota nie jest ograniczona,
- robot musi poruszać się w sposób autonomiczny. Komunikacja z robotem w czasie przejazdu jest zabroniona,
- robot powinien być tak zaprojektowany by można było go uruchomić na znak dany przez sędziego.

Robot Bizonek spełnia wszystkie wyżej przedstawione założenia.

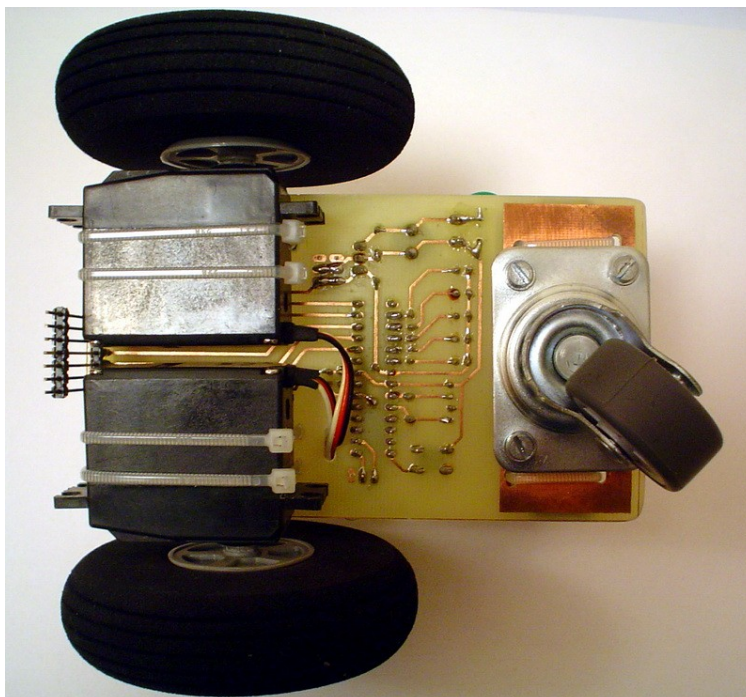
2. Konstrukcja nośna i układ napędowy

Podstawą konstrukcji nośnej i jednocześnie miejscem montażowym elementów elektronicznych jest laminat o wymiarach 125x75mm. Ścieżki i miejsce przylutowania elementów zostały ulokowane w środkowej części płytki tak, aby możliwe było przymocowanie silników i koła samonastawnego.



Rys. 1. Płyta nośna z zaznaczonymi ścieżkami i elementami

Robot napędzany jest dwoma serwomechanizmami Parallax o ciągłej rotacji (continuous rotation) umiejscowionymi z przodu (więcej o zastosowanych serwomechanizmach w dziale *Sterowanie napędami*). Do serwomechanizmu przymocowane zostały koła piankowe o średnicy 75mm. Z tyłu zamontowano łożyskowane koło samonastawne. Robot przypomina konstrukcję kombajnu Bizon, stąd też jego nazwa – Bizonek.



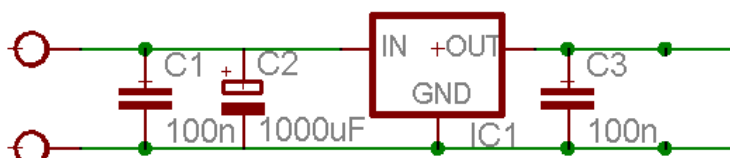
Fot. 2. Konstrukcja nośna wraz z serwomechanizmami i kołami

3. Zasilanie

Źródłem zasilania jest akumulator litowo-polimerowy o pojemności 1800mAh i napięciu 7,4V (pakiet dwóch ogniw).

Akumulatory litowo-polimerowe wymagają skomplikowanego procesu ładowania. Więcej informacji na temat ogniw litowo-polimerowych można znaleźć w artykule Jana Kędzierskiego i Jacka Kalemba pod tytułem „Krótkie info o bat. polimerowych” (dostępny na stronie www.konar.pwr.wroc.pl). Bateria została zamontowana w tylnej części robota w celu przeniesienia środka ciężkości bliżej środka konstrukcji nośnej.

W celu zredukowania napięcia akumulatora do wartości 5V zastosowałem stabilizator Low Drop Out L4940V5 w układzie z kondensatorami 1000 μ F i 2x100nF. Ze względu na nagrzewanie się stabilizatora zalecane jest zastosowanie niewielkiego radiatora.

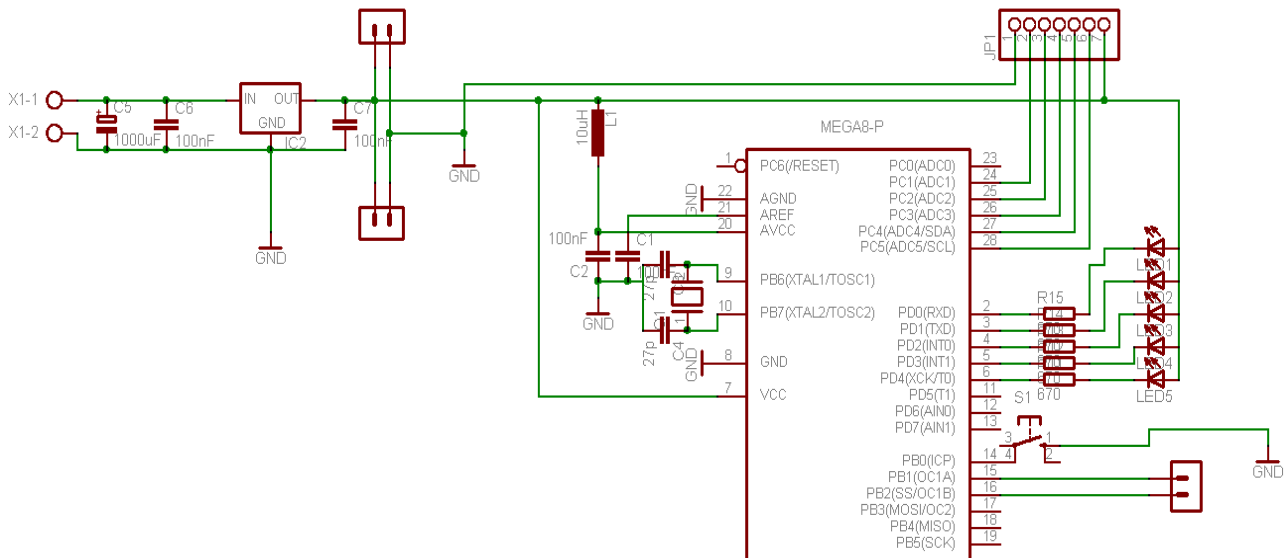


Sch. 1. Układ zasilania

O wyborze zasilania zdecydowała dostępność użytej baterii oraz jej niewielkie wymiary. Robot w czasie jazdy pobiera około 300-350 mA prądu, zatem z powodzeniem można było zastosować baterie alkaliczne AAA bądź akumulatorki nikielowo-metalowo-wodorkowe (NiMH) lub nikielowo-kadmowe.

4. Mikrokontroler i towarzyszące elementy elektroniczne

Robotem steruje mikrokontroler ATmega8. Zdecydowałem się na zastosowanie tego mikrokontrolera na wypadek rozbudowy robota, na przykład o wyświetlacz LCD i przyciski umożliwiające konfigurację. Mikrokontroler taktowany jest zewnętrznym oscylatorem kwarcowym o wartości 16MHz. Do pinów PD0-PD4 podpiętych jest 5 niebieskich diod 3mm (szeregowo z rezystorami 670Ω) obrazujących stan czujników koloru. Mimo że przetwornik analogowo-cyfrowy nie jest wykorzystywany, to jednak układ jest przygotowany na taką ewentualność. Wejście AVCC filtrowane jest cewką o wartości 10μH podłączoną szeregowo do Vcc oraz kondensatorem ceramicznym 100nF podłączonym szeregowo do GND. AVREF również filtrowane jest kondensatorem 100nF.



Sch. 2. Schemat ideowy bez czujników koloru

5. Czujniki koloru

Do wykrywania koloru zastosowałem czujniki CNY70 – układ diody podczerwonej i fototranzystora w jednej obudowie. Do spolaryzowania napięcia na kolektorze fototranzystora wykorzystałem rezystory podciągające do Vcc o wartości 47kΩ. Wyjścia CNY70 dołączone są do pinów PC1-PC5 (ADC1-ADC5) mikrokontrolera. Początkowo czujniki koloru miały być obsługiwane multipleksowanym przetwornikiem analogowo-cyfrowym, ale pomiary napięcia wykazały, że napięcia na wyjściu czujnika dla badanych kolorów (biały – czarny) pokrywają się z zakresami napięć logicznej jedynki (2-5V) i logicznego zera (0-0,8V) w standardzie TTL.

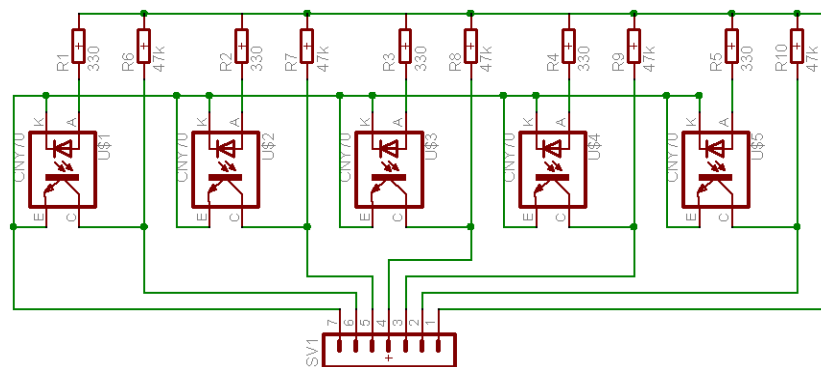


Rys. 2. Czujnik koloru CNY70

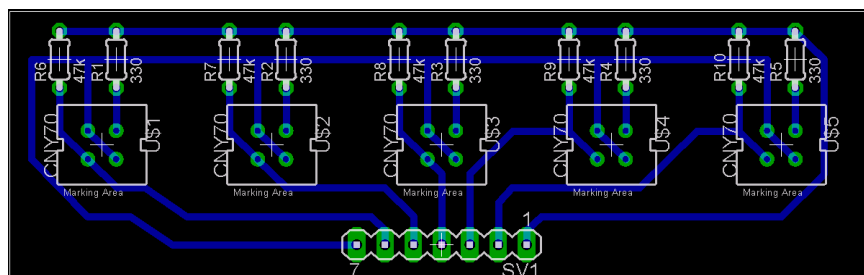
Diody podczerwone połączone są szeregowo z rezystorami ograniczającymi prąd o wartości 330Ω. W Internecie można spotkać się z wieloma schematami, w których zastosowano rezystory 100Ω. Jest to wartość zbyt mała – prąd przepływający przez diody jest zbyt duży. Doświadczalnie stwierdziłem, że w tej konfiguracji rezystory ograniczające prąd nagrzewały się do temperatury ok. 60°C.

Stan czujników obrazują niebieskie diody podpięte do pinów PD0-PD4. Trasa przejazdu robota wyznaczona jest czarną linią, zatem świecenie diody obrazuje wykrycie koloru czarnego.

Czujniki rozmieszczone są od siebie w odległości 20mm. Jest to podyktowane standardową szerokością taśmy izolacyjnej (19mm), którą powszechnie stosuje się do wyznaczenia trasy.

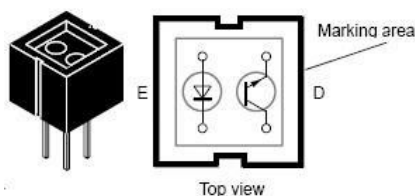


Sch. 3. Płytką z czujnikami



Rys. 3. Płytką z czujnikami – rozmieszczenie elementów

Należy zwrócić uwagę na prawidłowe podłączenie wyprowadzeń czujnika. Dokumentacja CNY70 zawiera błąd. Prawidłowy rozkład wyprowadzeń pokazuje poniższy rysunek.



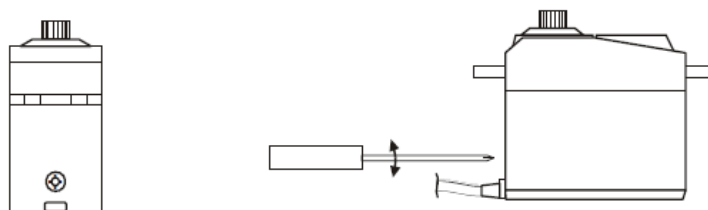
Rys. 4. Rozkład wyprowadzeń CNY70

Główna płytką łączy się z płytką z czujnikami za pomocą długich goldpinów. Rozwiązanie takie umożliwia regulację odległości czujników od powierzchni.

6. Sterowanie napędami

Robot napędzany jest serwomechanizmami firmy Parallax. Są to serwomechanizmy o ciągłej rotacji (continuous rotation) – sygnał PWM steruje prędkością i kierunkiem obrotów. Prędkość można regulować dla obu kierunków.

Zastosowane serwomechanizmy posiadają potencjometry służące do kalibracji. Kalibracja polega na podaniu na wejście serwomechanizmu wybranej wartości sygnału PWM i regulacji potencjometru do czasu zatrzymania się silnika. Zwiększanie (zmniejszanie) wartości sygnału PWM spowoduje wzrost prędkości obrotu. Ponowne podanie sygnału o początkowej wartości spowoduje niemalże natychmiastowe zatrzymanie się silnika, co umożliwi w miarę dokładne sterowanie ruchem robota. Proces kalibracji opisuje specyfikacja techniczna serwomechanizmu zamieszczona na stronie firmy Parallax (www.parallax.com/dl/docs/prod/motors/crservo.pdf).



Rys. 5. Umieszczenie potencjometru kalibrującego

Charakterystyka zastosowanych serwomechanizmów prezentuje się następująco:

- prędkość kątowna: 60 obr./min.
- moment obrotowy: 3,4 kg/cm
- maks. napięcie zasilania: 6V
- wymiary: 40,5x20x38mm
- waga: 45g

7. Zaimplementowany program

Program jest bardzo prosty i napisany jedynie na potrzebę uruchomienia robota. W przyszłości planuję napisanie nowego programu z uwzględnieniem regulacji PID (regulator proporcjonalno-całkująco-różniczkujący).

Program został zaimplementowany w języku Bascom. Piny PB1-PB2 (sygnał PWM dla serwomechanizmów) oraz PD0-PD4 (diody sygnalizujące stan czujników) zostały ustawione jako wyjściowe, natomiast piny PC1-PC5 (ADC1-ADC5, odczyt stanu czujników) oraz pin PB0 (przycisk uruchamiający) jako piny wejściowe. Odczyt czujników koloru polega na odczycie stanów na pinach PC1-PC5 mikrokontrolera. Z powodzeniem można również zastosować multipleksowany przetwornik analogowo-cyfrowy, zwłaszcza w sytuacji, gdy odcień badanych barw nie będzie umożliwiał uzyskania na wyjściu czujników CNY70 napięć pokrywających się z wartościami logicznej jedynki i logicznego zera. Do wysterowania serwomechanizmów zastosowałem gotową funkcję Bascoma – Config Servos, bazującą na globalnym systemie przerwań. Obrót serwomechanizmów jest zależny od stanu czujników i zdefiniowany szeregiem instrukcji warunkowych IF. Mimo że jest to rozwiązanie prymitywne, to jednak w praktyce sprawuje się zaskakująco dobrze.

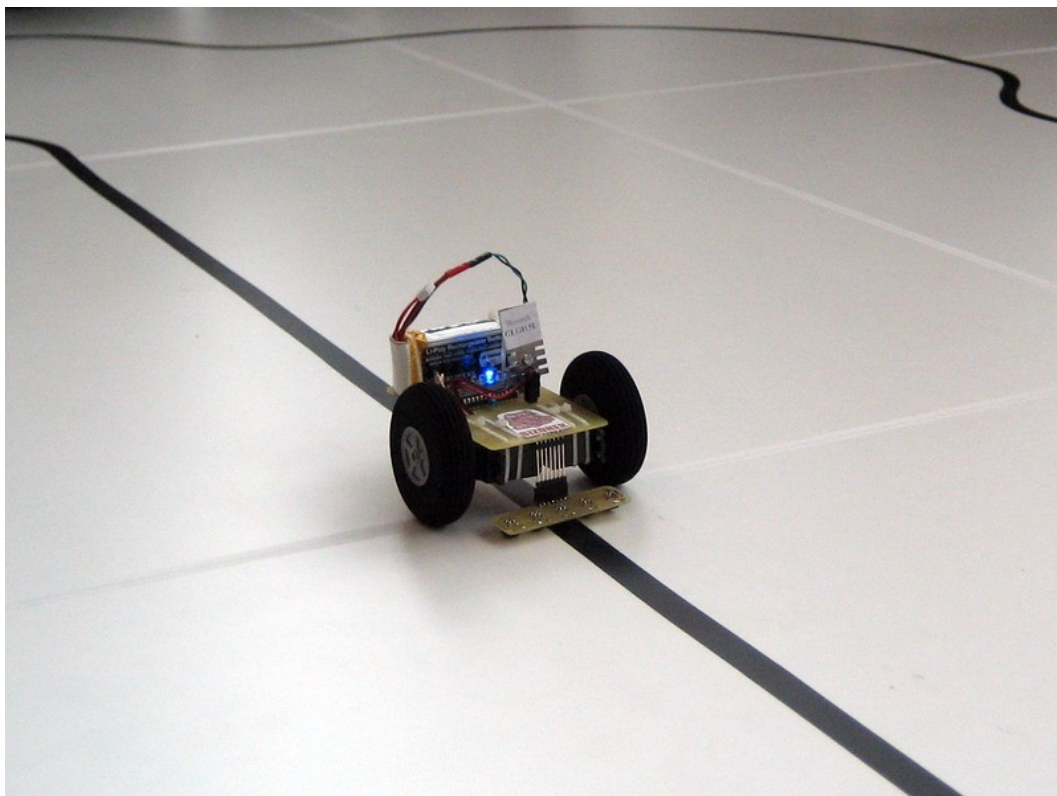
8. Literatura

- Marcin Wiązania, *Programowanie mikrokontrolerów w języku Bascom*, Wydawnictwo BTC
- Jan Kędzierski, Jacek Kalemba, *Krótkie info o bateriach polimerowych*, Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”
- *Regulamin zawodów Follow the Line*, Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”
- Specyfikacja techniczna serwomechanizmu Parallax Continuous Rotation
- Specyfikacja techniczna transoptora odbiciowego CNY70

9. Zdjęcia



Fot. 3. Zawody Robotic Arena 2008 – konkurencję Follow the Line rozpoczyna Bizonek. Przejazd obserwuje licznie zgromadzona publiczność.



Fot. 4. Bizonek na trasie



*Fot. 5. Roboty Bizonek i Lolek wraz z konstruktorami
(Robert Budziński i Paweł Bardowski)*