



KoNaR

KOŁO NAUKOWE ROBOTYKÓW

Robot mobilny klasy minisumo

Tadek

Paweł Urbaniak

Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”

www.konar.pwr.wroc.pl

Wrocław 2 lutego 2012 roku

1. Wstęp

Tadek to robot, który powstał jako mój pierwszy projekt w Kole Naukowym Robotyków KoNaR, w ramach warsztatów dla studentów 2-go roku organizowanych przez starszych członków Koła. Robot powstawał w dwóch etapach tak, by zdążyć na wrocławskie zawody Robotic Arena 2011.

Dokument ten będzie charakteryzować zastosowane przeze mnie rozwiązania, a także będzie zawierać ich ewolucję z punktu widzenia doświadczeń z zawodów, w których brałem udział.

Należy również dodać, iż w niniejszym dokumencie zostaną przedstawione dwie wersje robota, bowiem przed warsztatami zaprojektowałem i wykonałem zupełnie inną konstrukcję mechaniczną oraz wprowadziłem pewne poprawki w części elektronicznej. W przypadku jakichkolwiek pytań, niejasności czy też chęci ujrzenia robota „na żywo” zapraszam do kontaktu poprzez pocztę elektroniczną: pawel5250@gmail.com. Jednocześnie chciałbym podziękować członkom Koła Naukowego KoNaR, którzy swoimi radami i pomocą wsparli budowę opisywanego tu robota.

2. Założenia projektu

Ze względu na brak doświadczenia przy budowie robotów oraz ograniczony czas, zdecydowałem się oprzeć konstrukcję o klasyczny projekt KoNaR-u opublikowany na stronach czasopisma Komputer Świat Ekspert. Jedynym założeniem konstrukcyjnym był nisko położony środek ciężkości. Robot miał dostarczyć pierwszych doświadczeń związanych z własnymi konstrukcjami w dziedzinie robotyki.

3. Konstrukcja mechaniczna

Podstawą konstrukcji robota jest aluminiowy kątownik stanowiący „ramę” robota. Zarówno aluminium jak i użyty w konstrukcji laminat są stosunkowo łatwe w obróbce i wystarczająco wytrzymałe jak na potrzeby robota minusumo. Do obróbki materiałów użyte zostały podstawowe narzędzia tj. nożyce do cięcia, piłki, wiertarka akumulatorowa, pilniki, kombinerki i inne. Do skręcania elementów używałem śrubek, nakrętek i podkładek z demontażu (głównie śrubki M3). Na ramie robota umieściłem

wszystkie elementy. Dobrym sposobem montażu okazało się gwintowanie otworów wierconych w aluminium, co eliminowało często kłopotliwe używanie nakrętek.

Serwomechanizmy zamocowałem na wygiętym w kształt odwróconej litery U, aluminiowym prostowniku, który dobrze spasowałem z ramą. Dzięki temu cała konstrukcja „wisała” na kołach.

Płytki z elektroniką również zamocowałem na tym płaskowniku – jedną między kołami, a drugą z przodu robota tak, żeby ładnie pasowały wyprowadzenia do czujników. Rolę pługu odgrywała rama, która dzięki zamocowaniu na 4 śrubkach (w narożnikach) posiadała możliwość opuszczania i podnoszenia. Dzięki temu byłem w stanie dobrze dopasować ją do podłoża – stanowiła trzeci punkt podparcia. Dodatkowo została dociążona od spodu sporym kawałkiem stali (ok. 80g) co miało zapobiegać uniesieniu przodu robota przez przeciwnika.

Pakiet został zamocowany pod spodem robota. Użyłem do tego dwóch okrągłych rzepów. Dzięki temu rozwiązaniu bateria nie została zamocowana na stałe i łatwo można ją było przekładać do innych konstrukcji. Dodatkowym plusem rozwiązania było zdecydowanie obniżenie środka ciężkości całej konstrukcji.

Zewnętrzna rama była wygięta w taki sposób, aby od wewnętrznej strony od spodu zmieściły się czujniki białej linii. Przyklejone zostały w narożnikach za pomocą dwustronnej taśmy klejącej. Rozwiązanie to sprawdziło się lepiej niż przypuszczałem – czujniki trzymały się mocno, w dodatku można je było odklejać i przesuwać. Niemniej było to nieco uciążliwe i często zmuszało do wymiany taśmy.

Dwa analogowe Sharpy umieszczone zostały na małym kawałku prostownika zamocowanego z przodu robota. Ponieważ są one dużo większe od czujników białej linii i mało narażone na uszkodzenia zostały przykręcone tylko jedną śrubką.

Po złożeniu części w całość, masa robota okazała się być o ok. 100g mniejsza niż dopuszczalna. Aby robot lepiej wykorzystał mocne serwa dociążyłem całą konstrukcję dokładając spore kawałki cyny obok pakietu pod kołami. Ponieważ przód robota był już dosyć ciężki uznałem, że zwiększenie nacisku na koła poprawiają przyczepność robota.

4. Płytki drukowane i dobór elementów

Projekt części elektronicznej oparłem niemalże całkowicie na schemacie zaprezentowanym przez Komputer Świat Ekspert. Całość podzieliłem na 3 części i zaprojektowałem swoje płytki drukowane:

1. mikrokontroler z peryferiami
2. stabilizator napięcia
3. zabezpieczenie li-pola i wzmacniacz białej linii (poczwórny wzmacniacz operacyjny + złącza do czujników).

Dało to możliwość znaczącego zmniejszenia płytki głównej i łatwiejszego rozmieszczenia elektroniki w robocie - zmieszczenia głównej płytki między kołami, modułu stabilizatora z przodu i zabezpieczenia li-pola pod spodem obok baterii. Dodłem dodatkową sygnalizacyjną diodę LED – ułatwiała ona diagnostykę i konfigurację robota. Przycisk startujący robota znalazł się na górze, co ułatwiało obsługę robota w trakcie zawodów. Pogrubiałem również te ścieżki, które uznałem za najważniejsze jak i te, przy których po prostu było miejsce (ścieżki zasilające mostek i silniki – przy prądzie szczytowym sięgającym 2A wąskie ścieżki mogą powodować znaczące spadki napięcia)

5. Układ napędowy

Do napędu robota wykorzystałem serwa modelarskie TowardPro MG-946R. Posiadają one zwiększony moment i metalowe tryby w stosunku do najtańszych serw polecanych do robota minisumo. Serwa przerobiłem zgodnie z dokumentami na stronie WWW KoNaRu, które bardzo dokładnie opisują niezbędne czynności z tym zastrzeżeniem, iż należało wykręcić kombinerkami metalowy trzpień blokujący pełny obrót serwa. Po tej operacji całą przekładnię nasmarowałem smarem do mechanizmów precyzyjnych.

Aby obniżyć środek ciężkości konstrukcji koła wykonałem z ciężkich głowic magnetowidowych (ok. 150g jedna). Ogumienie stanowiła warstwa silikonu naniesiona bezpośrednio na metalowe głowice. Żeby warstwa silikonu była równo nałożona musiałem wykonać depronowe formy dla każdego koła. (użyłem tego materiału,

ponieważ wiedziałem, że silikon się do niego nie przykleja, dzięki czemu gotowe już koła łatwo wyjąłem z form).

6. Układ zasilania

Do zasilania robota wykorzystałem baterię dwóch ogniw litowo-polimerowych firmy 3E (600mAh, 7,4V). Pojemność akumulatora była zdecydowanie wystarczająca, podczas zawodów nie występowała właściwie konieczność doładowywania akumulatora UWAGA! Ogniwa litowo-polimerowe narzucają kilka wymagań na konstruktora i użytkownika. Należy dbać o ich solidne zabudowanie w robocie (ich przedziurawienie grozi zapaleniem się lub wybuchem). Należy ładować je ładowarką dedykowaną do ogniw Li-Po i najlepiej nie pozostawiać ich podczas tego procesu bez nadzoru. Co równie istotne, rozładowanie poniżej napięcia 2,8V na ogniwo wiąże się z nieodwracalnym uszkodzeniem pakietu i możliwością wybuchu podczas prób ładowania.

Do ładowania pakietu wykorzystywałem ładowarkę z balancerem REDOX Beta

7. Czujniki

Układ wykrywania białej linii

Schemat zastosowanego układu jest w 100% zgodny z robotem warsztatowym. Opierając się jednak na doświadczeniach starszych kolegów stwierdziłem, iż do układu wykrywania białej linii należy podejść ze szczególną dbałością. Dlatego komplet niezbędnych rezystorów umieściłem na płytce ze wzmacniaczem wyprowadzając tylko trzy niezbędne przewody do każdego z czujników. Takie rozwiązanie znacząco poprawiło niezawodność Tacka.

Wykrywanie przeciwnika – dalmierze analogowe Sharp GP2Y0A21YKOF

W okresie konstrukcji robota nie miałem doświadczenia z takimi czujnikami. Zastosowanie analogowych czujników nie sprawdziło się ze względu na bardzo długi czas odczytu i martwą strefę (ok. 0-10cm) Wymusiło to zastosowanie dodatkowego czujnika, tym razem już cyfrowego na środku robota. Uratowało to niejedną sytuację w trakcie zawodów.

8. Oprogramowanie

Oprogramowanie robota napisano w języku Bascom i kompilowano przy użyciu programu Dev C++. Ze względu na brak doświadczenia przy budowie robotów, cały algorytm opierał się w dużej mierze na przykładowym programie w języku Bascom z cyklu Komputer Świat Ekspert.

Nieco zmodyfikowany program użyty w robocie sprawdzał się całkiem nieźle. Wbrew powszechnemu uznaniu wobec skomplikowanych algorytmów poszukiwania przeciwnika zdecydowałem się zastosować prosty sposób poszukiwania – jazda do przodu i odbijanie się od białej linii wraz z obrotem w jedną ze stron. Ze względu na niezawodność czujników sposób ten sprawdził się znakomicie i pozwolił szybko znajdować przeciwnika.

9. Modyfikacje wykonane w trakcie warsztatów i przed zawodami Robotic Arena 2011

Pierwsza wersja robota powstała jeszcze przed rozpoczęciem warsztatów Konarowych. W trakcie ich trwania i po wielu rozmowach ze starszymi kolegami zdecydowałem się na wykorzystanie silników Pololu z przekładnią 50:1. Wymusiło to w sumie całkowitą przebudowę konstrukcji. Całkowicie zrezygnowałem ze wszystkich elementów nośnych oprócz ramy. Płytki z elektroniką zostały zamocowane poziomo z przodu robota. Pod nimi umieściłem pakiet przyklejony do aluminiowego płaskownika przykręconego do brzegu ramy.

Ze względu na zastosowanie szybkich silników Pololu (600 rpm) konieczne było wykonanie nowych kół. Cały czas zależało mi na jak najszerszych kołach. Szerokie koła = duża przyczepność. Wykorzystałem więc koła starej zabawki, które miały średnicę ok. 3 cm i były na tyle duże, że silniki mieściły się w kole. Ogumienie wykonałem analogicznie jak za pierwszym razem. Jedyną różnicą było wykorzystanie tylko jednej formy, co niestety nie było najlepszym pomysłem, ponieważ jedno koło ze względu na miękką depronową (zużytą po pierwszym razie) formę zostało krzywo wylane – pojawiło się bicie. Ze względu na brak czasu tak już zostało. Na szczęście nie miało to większego wpływu na działanie robota.

Zastosowałem mostek L298. Mimo sugestii kolegów nie użyłem układów TB6612FNG, ponieważ nawet z tak dużym spadkiem napięcia i tak silniki były za szybkie. W układzie białej linii zastosowałem precyzyjny potencjometr wieloobrotowy - wpłynęło to korzystnie na stabilność ustawień i precyzję regulacji.

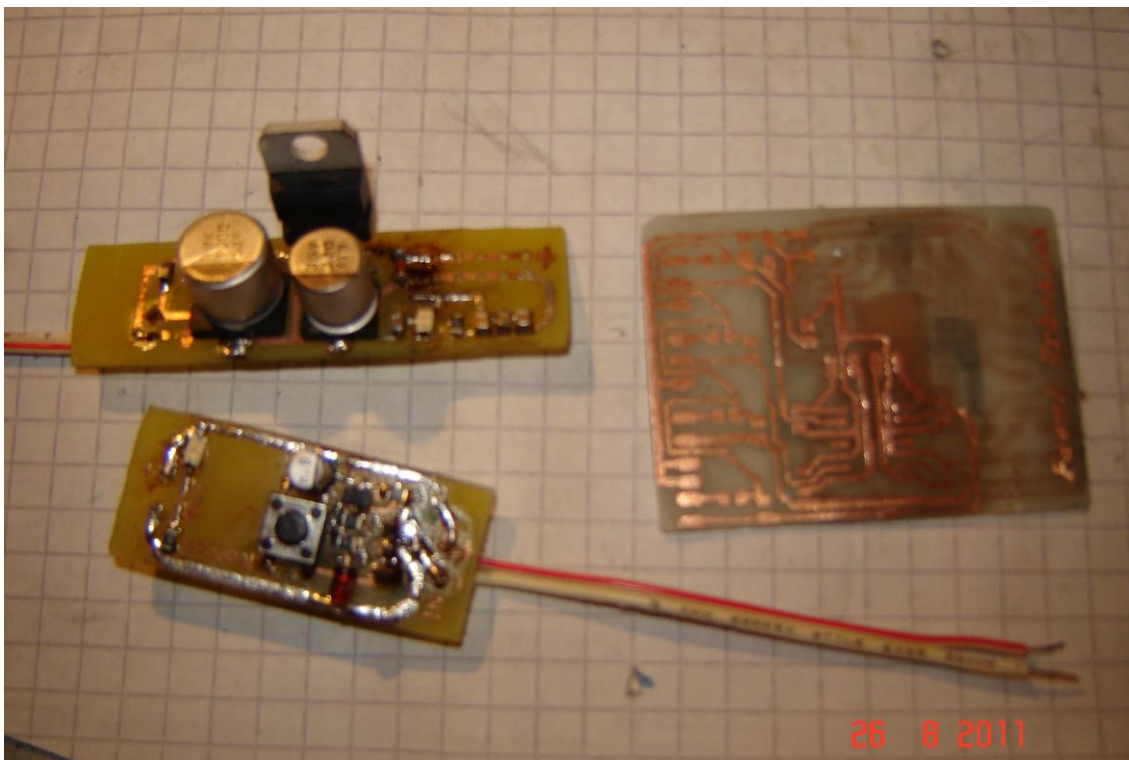
10. Podsumowanie i wnioski

Robot zapewnił mi wiele satysfakcji, bowiem dobrze sprawował się podczas walk. Można przypuszczać, iż ze zdobytymi doświadczeniami następne konstrukcje będą leprze i pozwolą na zajmowanie miejsc na podium.

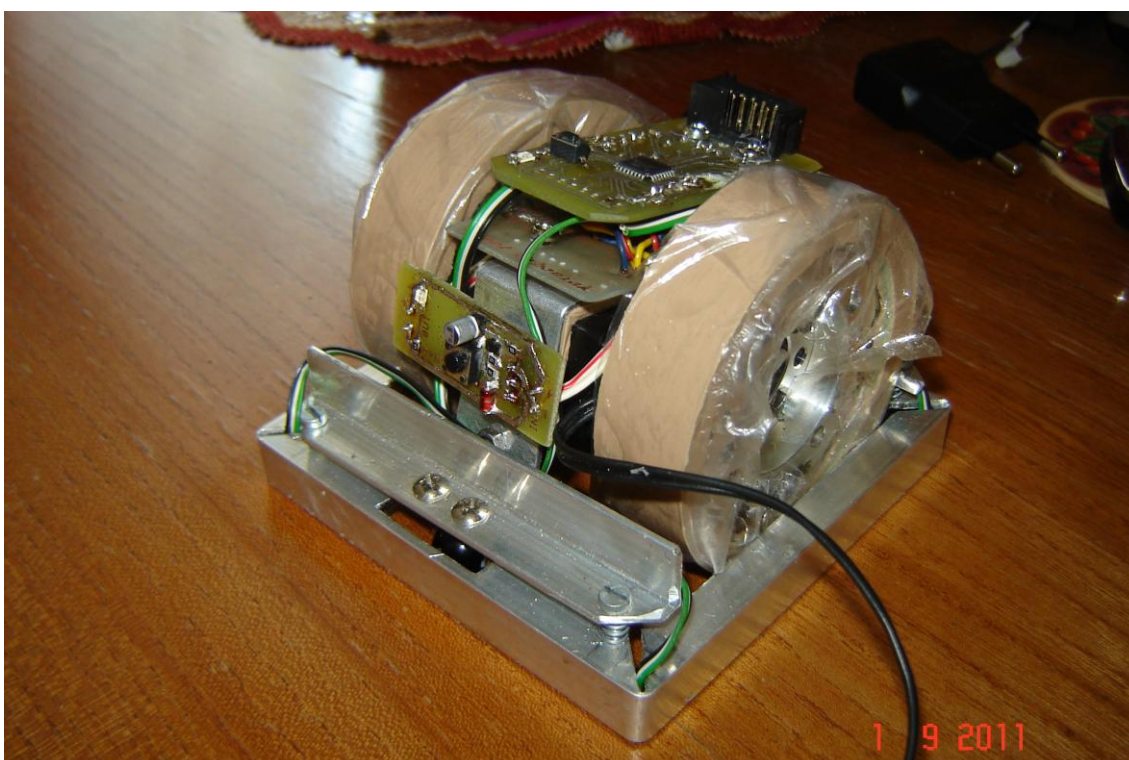
Zgodnie z przewidywaniami, podstawowym czynnikiem ograniczającym skuteczność robota były zastosowane wolne czujniki analogowe. Układ napędowy był za szybki w stosunku do czujników, co skutkowało „przeoczeniami” przeciwnika w trakcie obrotu robota.

Zastosowanie dalmierzy optycznych pod kątem pozwoliło niezwykle skutecznie śledzić raz odnalezionego przeciwnika. Umożliwiło to wygranie szeregu walk z dużo silniejszymi i wyposażonymi w cyfrowe czujniki robotami.

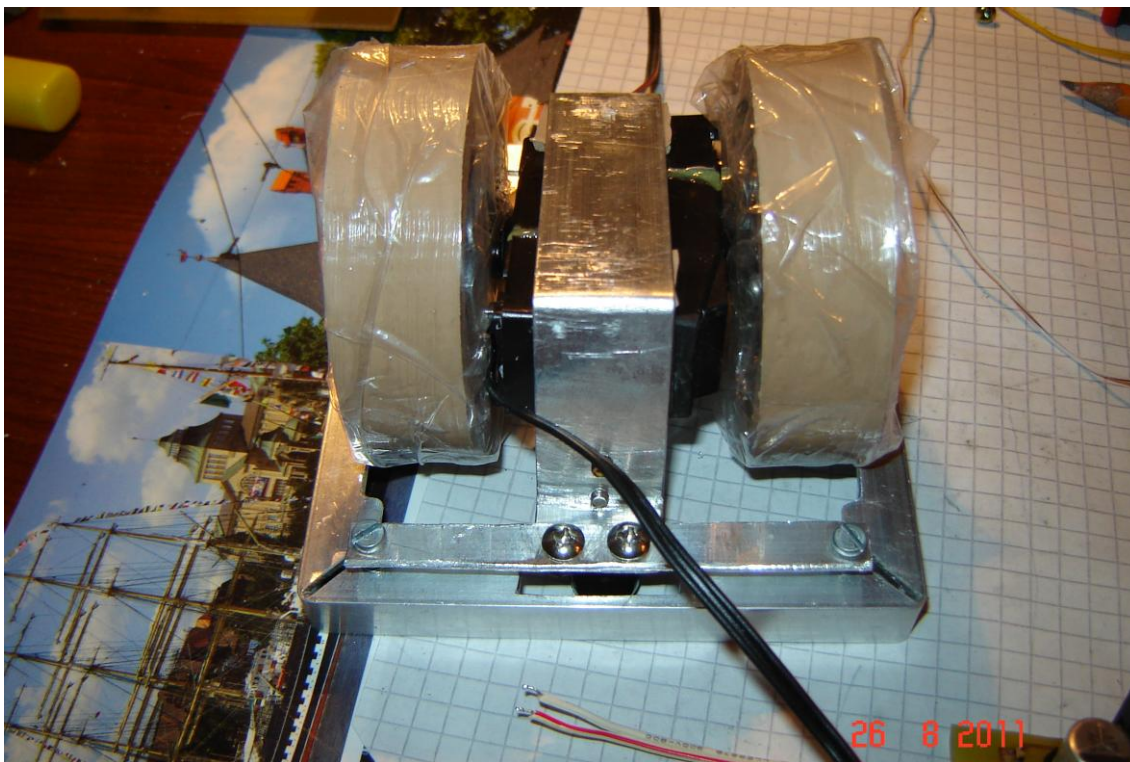
Dbałość o odpowiednie prowadzenie ścieżek, właściwie ich szerokości oraz powszechne stosowanie kondensatorów na liniach zasilania z pewnością przyczyniło się do braku jakichkolwiek problemów z błędnym funkcjonowaniem elementów układu.



Płytki robota: moduł zasilania, zabezpieczenie li-pola i płytka główna

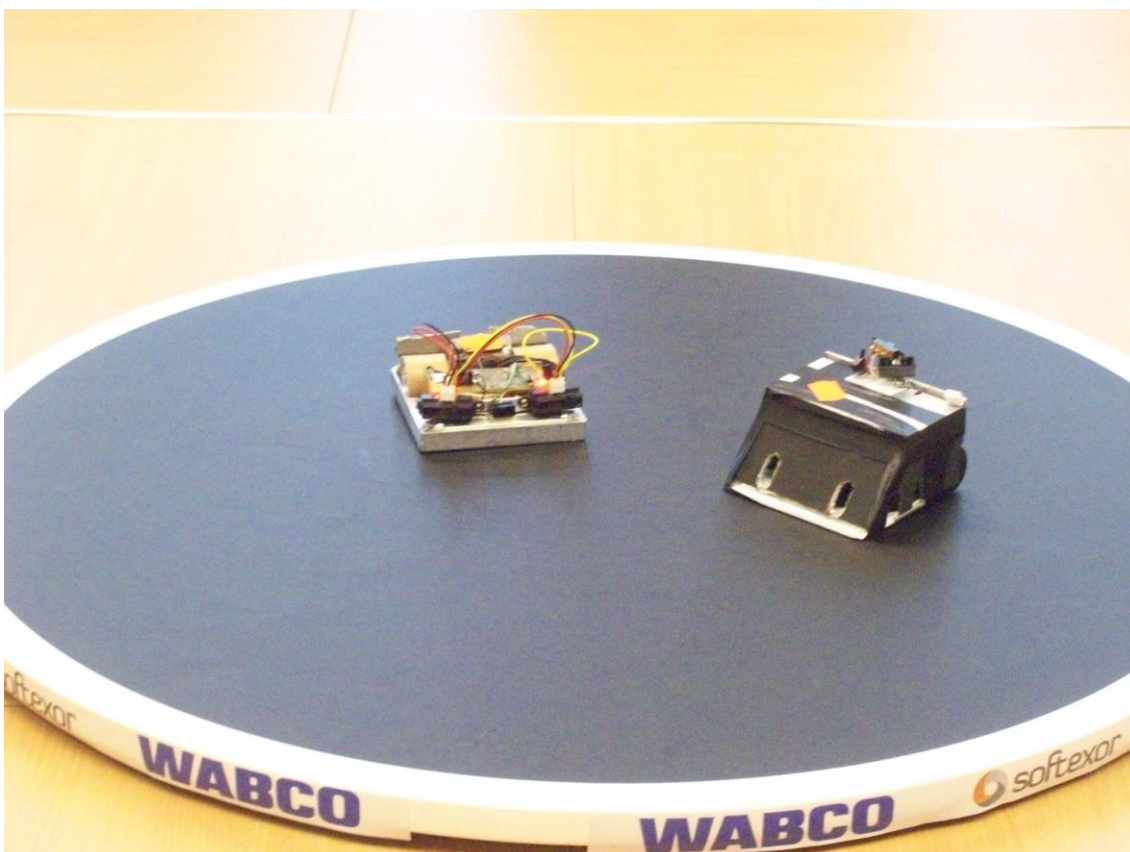


Robot w wersji „Słoikobota” zbudowany przed rozpoczęciem warsztatów



Widoczna rama z mocowaniem serw

Finalna wersja Tadka – zawody Robotic Arena 2011





Na zdjęciach widoczna zmieniona konstrukcja mechaniczna oraz nowe koła.