



KoNaR

KOŁO NAUKOWE ROBOTYKÓW

Robot mobilny klasy line follower

Dewastator

Łukasz Kajstura

Michał Szarek

Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”

www.konar.pwr.wroc.pl

Wrocław 2011

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Część mechaniczna.....	3
2.1. Rama.....	3
2.2. Koła	4
2.3. Silniki	4
3. Elektronika robota.....	4
3.1. Czujniki.....	4
3.2. Płytki PCB.....	5
3.3. Zasilanie	5
4. Oprogramowanie.....	6
5. Podsumowanie i wnioski	6
6. Zdjęcia i filmy.....	7

1. Wstęp

Robot „Dewastator” powstał jako projekt na warsztatach dla nowych członków koła „KoNaR”. Zadanie polegało na stworzeniu robota klasy line follower, bazując na konarowej płytce minisumo. Budowa robota trwała około 2 miesięcy, częściowo została sfinansowana przez koło naukowe, a częściowo przez samych konstruktorów.

Wstępny projekt zakładał wykorzystanie 7 czujników, rozmieszczonych poniżej 1.9 cm (średnia szerokość linii) od siebie w celu uzyskania sporej rozdzielczości pomiaru. 7 czujników daje możliwość odczytania 15 różnych położenia czarnej linii. Umożliwia to wykorzystanie algorytmu PD i wygładzenie ruchu robota w różnych łukach.

2. Część mechaniczna

2.1. Rama

Podstawą do wykonania konstrukcji nośnej robota była stara obudowa od napędu CD/DVD. Została przycięta szlifierką kątową do pożądanego kształtu. Następnie wywiercono otwory na silniki i ich mocowania. Każdy silnik stabilizuje w miejscu jedna śrubka. Robot z założenia miał być 2 kołowy więc potrzebował ślizgacza/3 koła. Pomocna okazała się metalowa nagwintowana kulka z żyrandola. Została zamocowana w przedniej części ramy robota.

2.2. Koła

Poszukiwania odpowiednich kół do robota nie stanowiły dużego problemu. Wykorzystano koła z starych drukarek marki HP które służyły do podawania papieru. Koła posiadają plastikową felgę oraz gumową oponę o szerokości 11mm i średnicy 52mm. Koła zapewniają bardzo dużą przyczepność, oraz dzięki zastosowaniu specjalnego mocowania na silnik są łatwe w wymianie i demontażu.

2.3. Silniki

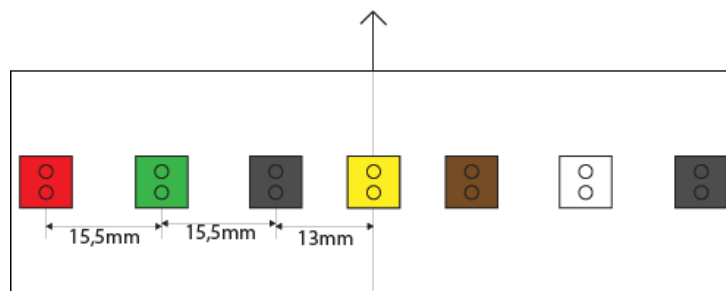
Napęd robota stanowią 2 silniki prądu stałego firmy „Micro motors” HL149 ze zintegrowaną przekładnią 1:10. Nominalne napięcie zasilania silników wynosi 6V. Przy takim napięciu silnik powinien pobierać maksymalny prąd rzędu 210mA, dysponować momentem 40mNm i prędkością jałową 315rpm. Zakładając większe napięcie z 2 celowego Li-Pol ok. 8,4-6V przyjęto, że uzyskamy z obciążeniem przynajmniej 300rpm. Oszacowano, że robot będzie poruszał się z maksymalną prędkością rzędu 0,8 m/s co uznano za zadowalającą wartość.

Trzpień silnika ma średnicę ok. 3,5mm, a otwory w kołach 7mm średnicy, przez co musiano zastosować nakładkę zwiększającą średnicę i pozwalającą mocować koło. Użyto do tego zębatek które rozwiercono do odpowiedniej średnicy.

3. Elektronika robota

3.1. Czujniki

Zastosowane czujniki czarnej linii to popularne czujniki odbiciowe CNY70 zawierające diodę nadawczą IR i fototranzystor zintegrowane w jednej obudowie. Sposób rozmieszczenia czujników obrazuje Rysunek 1.



Rysunek 1.

Czujniki najbliższe środkowego są położone nieco bliżej by zwiększyć czułość robota. Do mocowania czujników użyto płytki uniwersalnej na której zamontowano dodatkowy wzmacniacz operacyjny TL084CN wraz z potencjometrem. Wzmacniacz ten obsługuje trzy środkowe czujniki. Kolory kabli przekazujących sygnał do głównej płytki z elektroniką obrazuje Rysunek 1. Jest to widok od góry, strzałka oznacza kierunek jazdy. Płytki uniwersalna została przymocowana do ramy 2 śrubkami z odpowiednimi podkładkami dystansowymi umożliwiającymi zmianę odległości czujników od podłoża, lub zamocowaniu na wysięgniku.

3.2. Płytki PCB

Płytki główna robota została wykonana według projektu konarowego minisumo metodą termo transferu. Przy wytrawianiu płytki zastosowano nowatorską metodę podtrzymywania temperatury roztworu B327, polegającą na włożeniu miski z roztworem do piekarnika ustawionego na 45 stopni (na cyfrowym wyświetlaczu). Przy montażu pominięto elementy związane z obsługą dalmierzy i sonaru, a wolne piny PC0,PC2,PC3 wykorzystano do obsługi 3 dodatkowych czujników czarnej linii. Za sterowanie silnikami odpowiada podwójny mostek LM298. Płytki zawiera stabilizator napięcia L4940v5.

3.3. Zasilanie

Do zasilania robota użyto pakietu Li-Pol 2cel 7,2V 900mAh o maksymalnym prądzie rozładowania 25C. Pakiet ten jest wystarczający do zasilania elektroniki oraz silników Dewastatora.

4. Oprogramowanie

Oprogramowanie robota wykorzystuje algorytm PD. Robot w pętli głównej programu wykonuje procedurę *czujniki()*, która sprawdza stan każdego czujnika z osobna ustawiając bity zmiennej stany, 0000001 to linia z prawej strony robota 1000000 to linia z lewej strony. Następnie według aktualnego stanu czujników wyliczana jest pozycja, 0 oznacza linie na środku. Następnie co 2 zwiększa się gdy zapalają się kolejne lewe czujniki, a zmniejsza gdy prawa strona widzi linie. Jeżeli robot widzi same 0 czyli zgubił linię, pozycja wynosi 14 lub -14 w zależności od znaku ostatniej pozycji. Następnie pętla wylicza kolejne kroki PD i steruje silnikami:

```
while(1)
{
    czujniki();
    diff = cel - pozycja;
    prop = (diff * kp);

    rate = diff - difflast;
    deriv = (rate * kd);

    difflast = diff;

    control = prop + deriv;
    control_prawo=speed_prawo-control;
    control_lewo=speed_lewo+control;

    if(control_prawo>1000){control_prawo=1000;}
    else if(control_prawo<0){control_prawo=0;}
    if(control_lewo>1000){control_lewo=1000;}
    else if(control_lewo<0){control_lewo=0;}

    doprzodu(control_prawo, control_lewo);
    _delay_ms(1);
}
```

5. Podsumowanie i wnioski

Jak już wspomniano na początku Dewastator powstał na gotowej płytce Konarowej. Sama konstrukcja została maksymalnie uproszczona. Brak w niej nawet uchwytu na baterie, ale przez to koszty robota również zostały zmniejszone. Jedynym ulepszeniem jest zwiększenie ilości czujników, w celu zwiększenia precyzji robota.

Należy zwrócić uwagę, że Dewastator jest dosyć szeroki jak na robota klasy linefollower. Wpływa to na duży promień zakrętów, ale nie wpływa negatywnie na możliwości manewrowe. Niestety przy projektowaniu ramy nie uwzględniono wystarczająco dużej odległości między czujnikami i kołami. Z tego powodu należy rozważyć zamontowanie dodatkowego wysięgnika. Dzięki niemu odczyt z czujników będzie trafiał wcześniej do mikrokontrolera, przez co otrzyma się lepszą dokładność śledzenia linii.

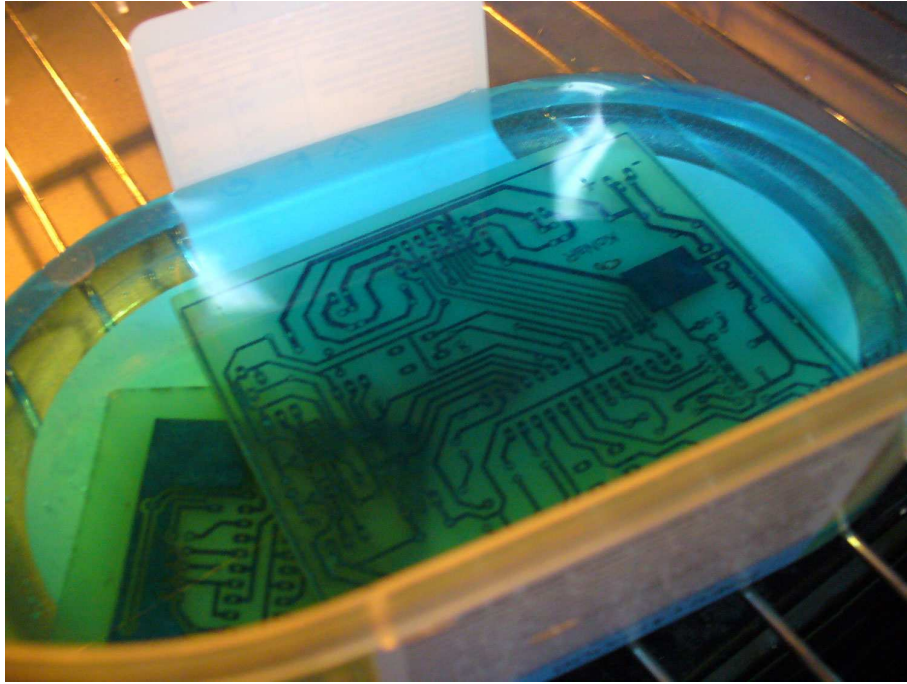
Po dokładnym rozważeniu błędów popełnianych przez Dewastatora, okazało się, iż są one wynikiem zaniedbania. W programie tegoż robota zostały zaprogramowane poszczególne stany czujników. Gdy stan jest nierozpoznany, robot porusza się, według ostatniego rozpoznanego stanu. Niestety podczas programowania zostały pominięte odczyty odpowiadające bardzo ostrym zakrętom (gdy np. cztery prawe czujniki widzą linię) przez co przy zakrętach o 90° trasa była gubiona.

Ze względu na niezabezpieczoną konstrukcję (kable na wierzchu) przed wystawieniem Dewastatora dla szerszej i młodszej publiczności będą wymagane prace zabezpieczające.

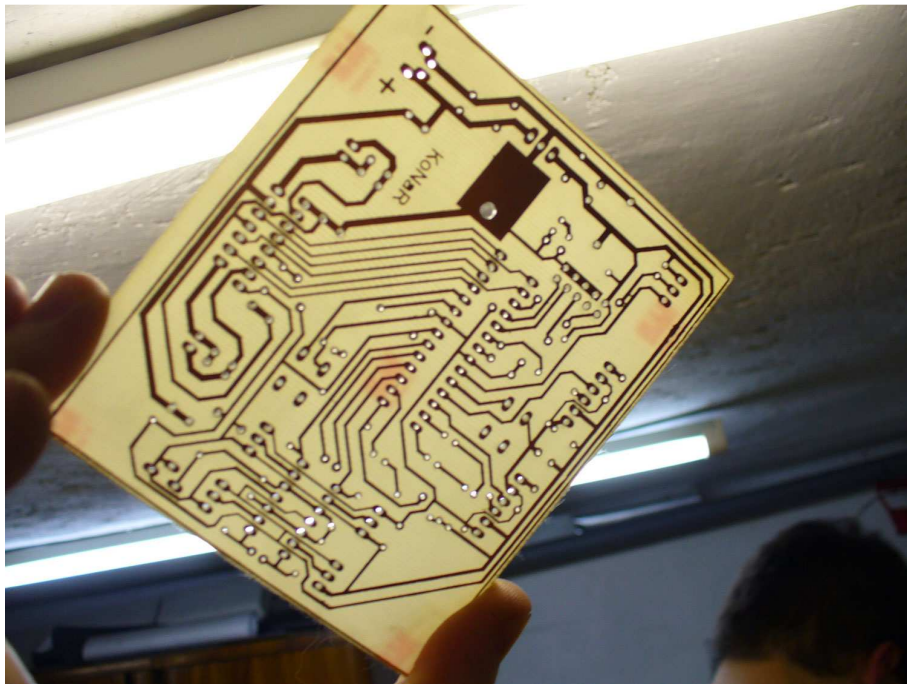
6. Zdjęcia i filmy



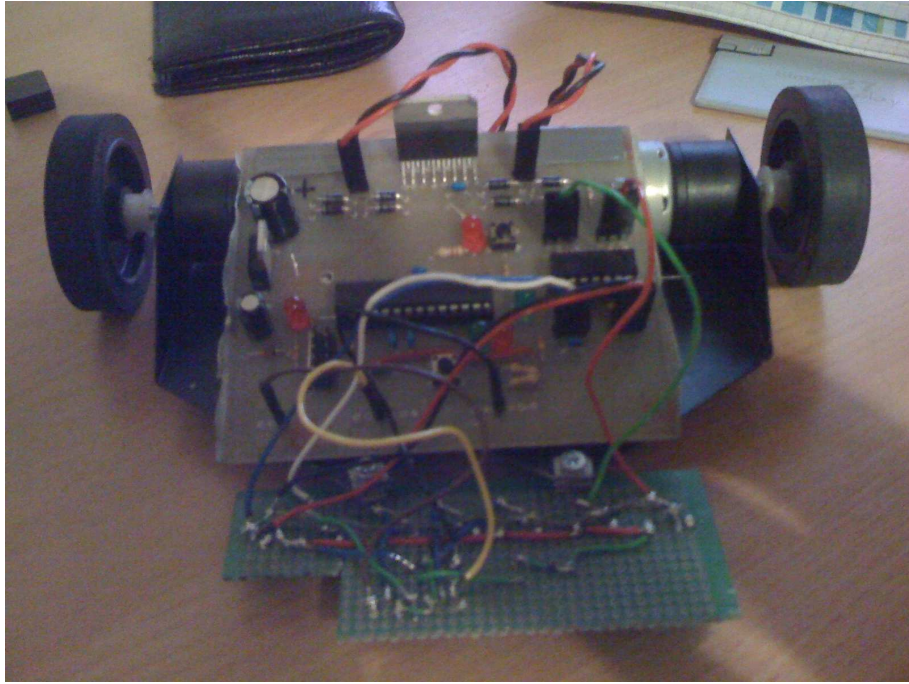
Oczyszczanie płytki z pozostałości po papierze kredowym.



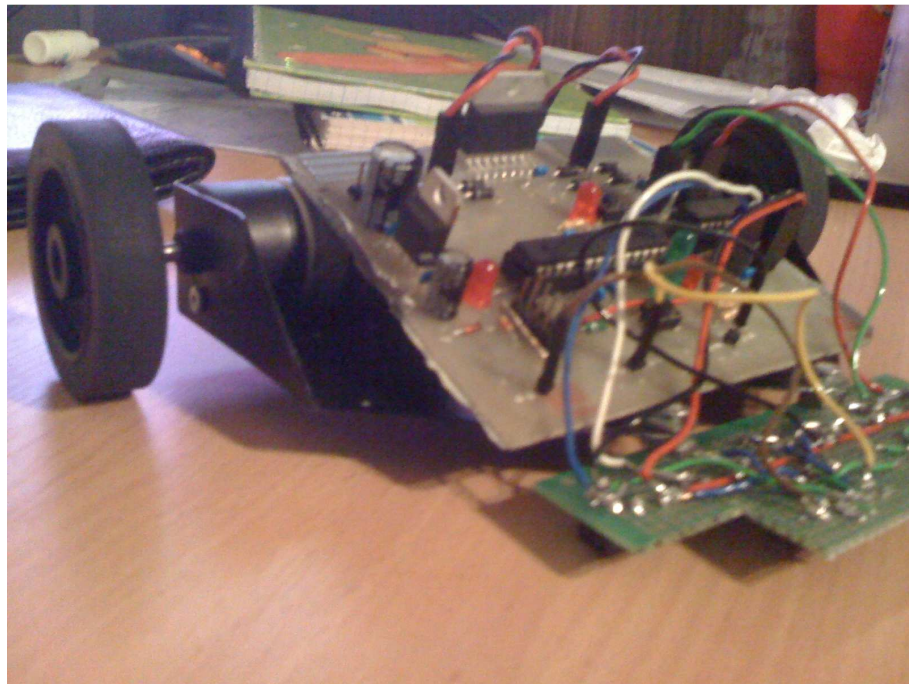
Wytrawianie metodą piekarnikową



Płytką z nawierconymi otworami



Dewastator po złożeniu



Inspirująca płatanina kabli



<http://www.youtube.com/watch?v=OPZuI1CrjM>

<http://www.youtube.com/watch?v=9-eboXGrAPA>