



# KoNaR

KOŁO NAUKOWE ROBOTYKÓW

## Robot mobilny klasy minisumo Buster

Michał Mamzer  
Łukasz Klucznik  
Maciej Kwiecień

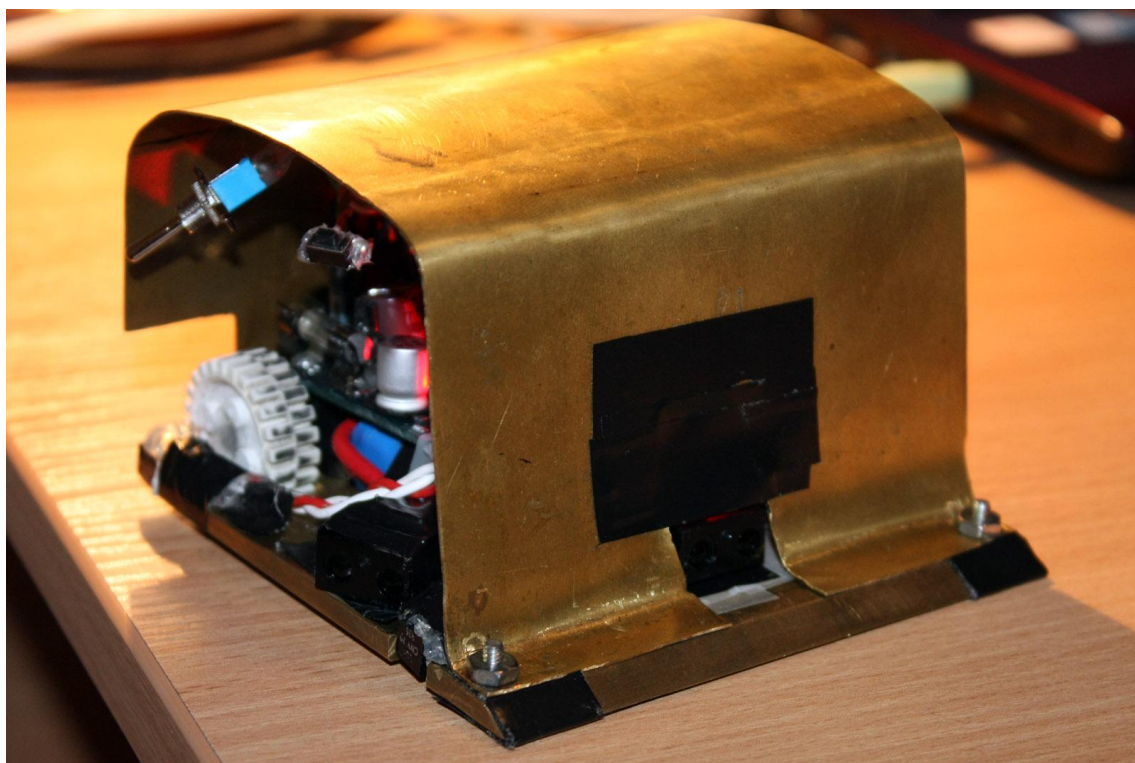
Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”

[www.konar.pwr.wroc.pl](http://www.konar.pwr.wroc.pl)

Wrocław 2012

## Spis treści

|  |   |
|--|---|
| 1. Wstęp .....                               | 3 |
| 2. Założenia projektu .....                  | 3 |
| 3. Konstrukcja mechaniczna .....             | 3 |
| 4. Płytką drukowaną, elementy i schemat..... | 3 |
| 5. Układ napędowy .....                      | 6 |
| 6. Układ zasilania.....                      | 6 |
| 7. Czujniki.....                             | 6 |
| 8. Program.....                              | 7 |
| 9. Podsumowanie, plany i wnioski .....       | 7 |



Zdjęcie 1. Robot Buster

## **1. Wstęp**

Buster to nasz pierwszy robot i projekt w kole naukowym „KoNaR” (zbudowany w ramach warsztatów dla kandydatów na członków koła). Z realizacją projektu nie zdążyliśmy na Robotic Arena 2011, ale robot startował w wewnętrznych zawodach robotów minisumo w styczniu 2012.

Dokument zawiera opis konstrukcji, nasze wnioski po zawodach oraz plany modyfikacji robota.

Za pomoc w budowie robota dziękujemy starszym członkom koła, a także wszystkim uczestnikom warsztatów, którzy udzielali nam rad w kwestii schematu płytki drukowanej, budowy mechanicznej robota oraz podstaw programowania mikrokontrolera z serii ATmega.

## **2. Założenia projektu**

Przy rozpoczynaniu projektu nie posiadaliśmy prawie żadnej wiedzy i doświadczeń w kwestii projektowania i wykonywania płytek drukowanych, a tym bardziej dotyczących budowy robota. Konstrukcja ta miała być dla nas pierwszym doświadczeniem. Założyliśmy, że robot musi być maksymalnie ciężki (500g), niski, z nisko położonym środkiem ciężkości. Ze względu na brak czasu i narzędzi nie udało nam się wykonać robota dokładnie z założeniami. Płytkę wykonaliśmy techniką termotransferu, z montażem powierzchniowym, by zminimalizować jej rozmiar.

## **3. Konstrukcja mechaniczna**

Pierwsza konstrukcja opierała się na cienkiej blaszce wyciętej w kształt litery T, gdzie w wycięciach z tyłu robota zostały umieszczone dwa silniki Pololu 30:1. Ten pomysł został zaczerpnięty z projektu robota SHINE. W środku podstawy wycięliśmy otwór na kulkę podporową. Po wstępnym zmontowaniu podstawy doszliśmy do wniosku, że jest ona zawieszona za wysoko i zbyt lekka, przez co robota łatwo podważyć i zepchnąć.

Nową podstawą robota jest mosiężna płytka w rozmiarze 10 x 10 x 0,4 cm, która stanowi większość masy robota. Jest ona z przodu zaostrzona, tworząc pług. Wycięliśmy w niej otwory na cztery czujniki białej linii i koła oraz wywierciliśmy otwory do umocowania z tyłu dwóch silników Pololu 30:1 oraz dachu. Na przód, górę i tył robota składał się jeden kawałek blachy przykręcony z przodu i z tyłu śrubkami do podstawy. Koła są z klocków Lego. Mają one opony z miękkiej gumy, która zapewnia bardzo dobrą przyczepność.

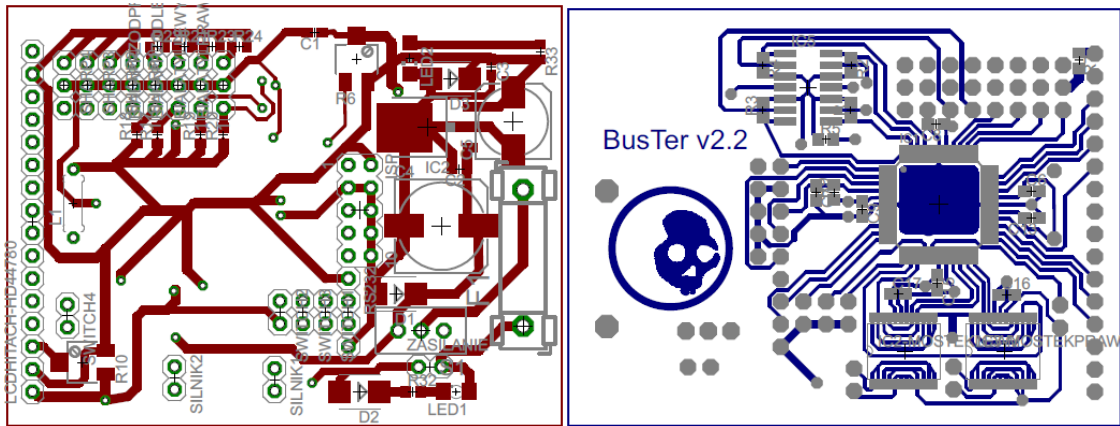
Z przodu wycięliśmy otwór na dalmierz, w taki sposób, by był osłonięty od uderzeń. Na podstawie umieszczona jest bateria za pomocą taśmy izolacyjnej, a na niej płytka drukowana z pinami, do których będą podłączone wszystkie czujniki (4 czujniki białej linii CNY, 3 cyfrowe dalmierze Sharp). Czujniki zostały przyklejone do podstawy gorącym klejem, taśmą i klejem „Kropelka” w taki sposób, by łatwo je było, w przyszłości, zdemontować i przebudować robota. Sposób mocowania był wystarczająco wytrzymały.

## **4. Płytkę drukowaną, elementy i schemat**

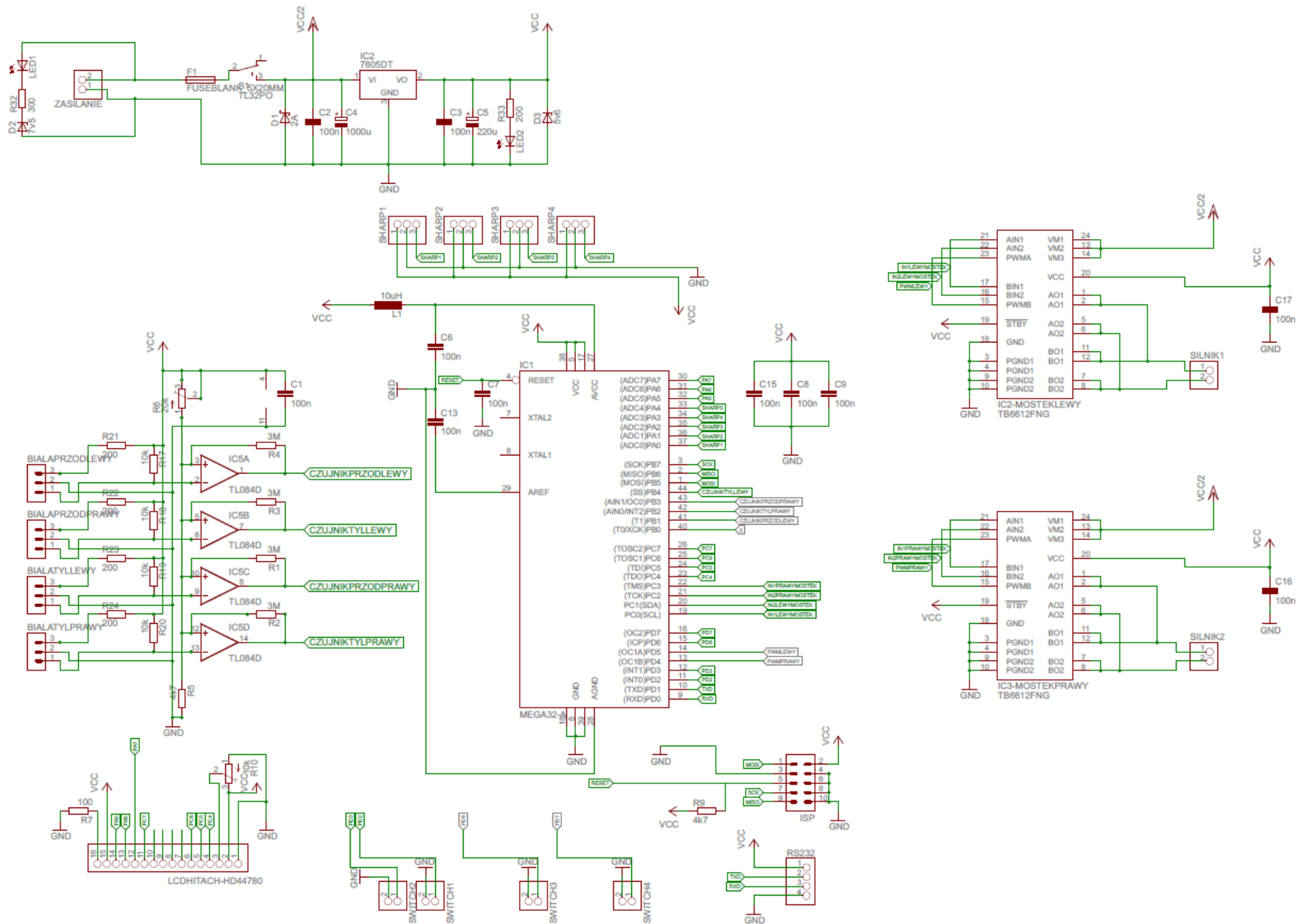
Płytkę projektowaliśmy sami, wykorzystując rozwiązania z płytki przykładowej udostępnionej na warsztatach.

Schemat zaprojektowaliśmy bazując na warsztatowej płytce Robota Minisumo v3. Uwzględniliśmy jednak wszystkie zalecane pomysły – lepsze mostki H (układ TB6612), przełącznik do zasilania układu, bezpiecznik wraz z zabezpieczeniem przed odwrotną polaryzacją oraz kontrolę stanu baterii (dioda LED).

Pierwszą płytkę oparliśmy w pełni o złącza goldpin. Naszym zamiarem było otrzymanie łatwego w obsłudze i nauce układu i założenie to zostało w pełni zrealizowane. W następnym projekcie jednak goldpiny nie pojawią się – zajmują bowiem bardzo dużo miejsca. Poniżej zamieszczamy jeszcze zdjęcia gotowej płytki PCB.



Rysunek 1. Płytki PCB z programu Eagle - po lewej spód (mirror), po prawej góra



Rysunek 2. Schemat ideowy projektu

## 5. Układ napędowy

Napęd stanowią dwa silniki Pololu 30:1 HP 1000 obr/min. Czyli są to bardzo szybkie, niezbyt mocne silniki, za to o bardzo małych rozmiarach 24 x 10 x 12 mm. Za sterowanie odpowiadały dwa MOSTKI H TB6612, po jednym na każdy silnik. Atutem tych mostków jest mały spadek napięcia na sterowniku. Nie są to tanie mostki i łatwo je popsuć podczas lutowania. Można przez te mostki na silniki puszczać napięcie z zakresu 4,5-13,5V, zatem bardzo dobrze nadawały się do projektu

## 6. Układ zasilania

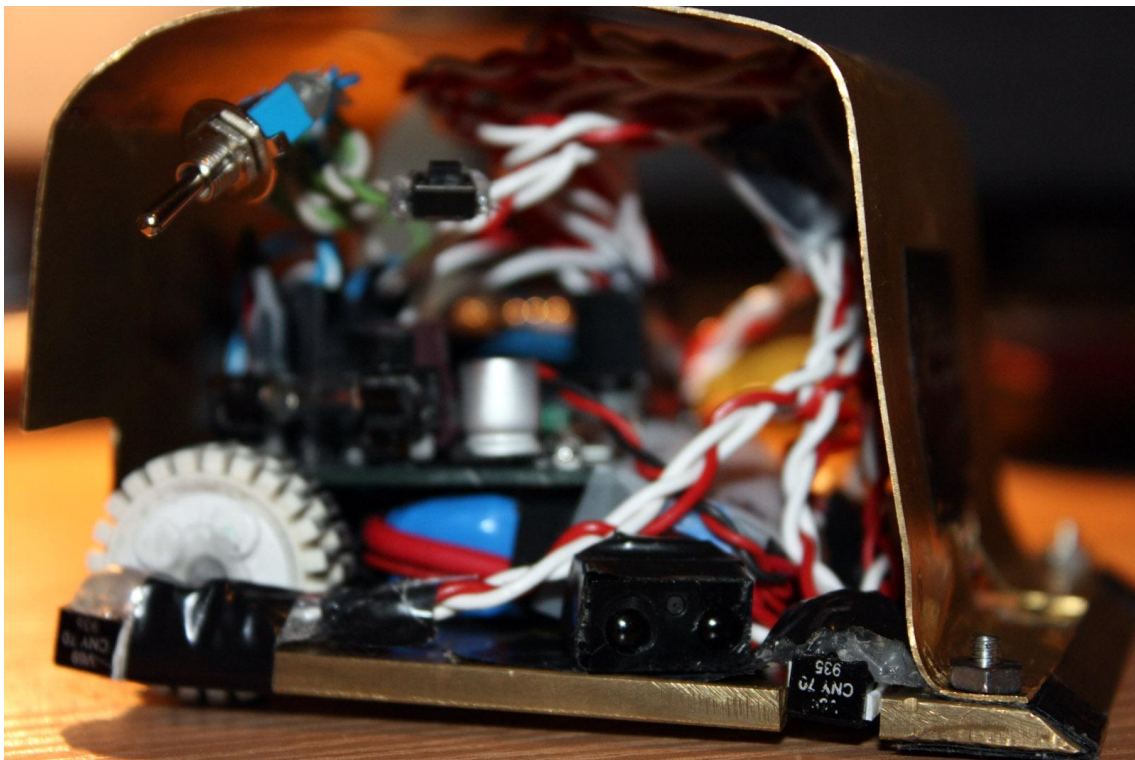
Przy zasilaniu układu zdecydowaliśmy się na pakiet Li-Pol Kokam 7,4V 740mAh z prądem rozładowywania 15A. Robot działa bardzo długo na tej baterii, dlatego lepszym wyborem byłby pakiet mniejszy, zajmujący mniej miejsca.

Wyjście ładowania umieściliśmy w wygodnym miejscu w taki sposób, aby mieć ułatwione ładowanie ogniwa wraz z balansowaniem napięcia na poszczególnych celach bez wyciągania baterii z konstrukcji.

Na samej płytce znalazł się układ filtrująco-zabezpieczający zasilanie z pakietu. Początkowa wersja płytki zakładała użycie elementów przewlekanych, jednak ostatecznie zastosowaliśmy wszystkie podzespoły w wersjach powierzchniowych. Zaowocowało to bardzo zwartą i jasną konstrukcją płytki oraz (rzecz gustu) łatwiejszą wymianą tychże elementów.

## 7. Czujniki

Użyliśmy cyfrowych Skarp-ów GP2Y0D340K, dlatego że spełniały nasze założenia dotyczące pola widzenia dla naszego robota. Ponadto oprogramowanie ich było dość proste. Czujniki białej linii zamówiliśmy w formie próbek z <http://www.vishay.com>. Były to CNY70. Wybraliśmy je, ponieważ były darmowe, ale, niestety, mają dość duże rozmiary.



Zdjęcie 2. Widok od boku - czujniki



## 8. Program

Programowaliśmy robota sami, traktując to, jako naukę. Program jest w języku C, skompilowany za pomocą AVR-GCC. Zastosowaliśmy zasadę KISS (keep it simple, stupid).

Po włączeniu zasilania, robot czeka na wciśnięcie przycisku startu, potem odlicza 5s i jedzie do przodu. Następnie przechodzi do głównej pętli programu, w której sprawdza stan na dalmierzach. Pojawienie się przeciwnika w którymś z bocznych czujników powoduje skręt, a z przodu – powoduje jazdę do przodu z maksymalną prędkością. Czujnik środkowy ma priorytet. Sprawdzanie czujników białej linii zrealizowane jest za pomocą przerwań (ok. 100 razy na sekundę, co uznaliśmy za wystarczające). Jeśli robot najedzie na białą linię, to po prostu jedzie w przeciwnym kierunku. Ponadto użyte zostały cztery diody sygnalizujące stan czujników. Zależnie od tego, który czujnik (białej linii lub dalmierz) coś wykrywa, to zapalana jest odpowiednia dioda. Jest to proste sprawdzenie czujników.

### a. Funkcja przerwania, sprawdzająca czujniki białej linii:

```
ISR(TIMER0_OVF_vect) {
    while(BIALA_LEWY_PRZOD) { Jedz_do_tylu(MAX,SKRET); LED4_ON; }
    LED4_OFF;
    while(BIALA_PRAWY_PRZOD) { Jedz_do_tylu(SKRET,MAX); LED5_ON; }
    LED5_OFF;
    while(BIALA_LEWY_TYL) { Jedz_do_przodu(MAX,MAX); LED4_ON; }
    LED6_OFF;
    while(BIALA_PRAWY_TYL) { Jedz_do_przodu(MAX,MAX); LED5_ON; }
    LED7_OFF;
}
```

### b. Pętla główna programu, sprawdzająca dalmierze:

```
while(1) {
    while (SHARP_SRODKOWY) {
        Jedz_do_przodu(MAX,MAX); LED2_ON; }
    LED2_OFF;
    while (SHARP_LEWY) {
        Skret_w_lewo(SKRET,SKRET); LED1_ON; if (SHARP_SRODKOWY) {break;} }
    LED1_OFF;

    while (SHARP_PRAWY) {
        Skret_w_prawo(SKRET,SKRET); LED3_ON; if (SHARP_SRODKOWY) {break;} }
    LED3_OFF;
}
```

## 9. Podsumowanie, plany i wnioski

W następnej wersji przede wszystkim chcemy obniżyć naszego robota. Wiąże się to z nową, bardziej zwartą wersją płytki PCB. W tym celu planujemy wykonać płytkę całkowicie od nowa i dalmierze umieścić bezpośrednio na niej. Przewody od czujników białej linii przylutujemy bezpośrednio do ścieżek, co pozwoli na wyeliminowanie wysokich pinów i znaczne obniżenie obudowy. Dostęp do lepszych narzędzi pozwoli na pewniejsze przymocowanie elementów do płyty podstawy, przede wszystkim przymocowanie silników w osi, równoległe do pługu, by ten równo przylegał do podłoża. Zagwarantuje to, także równomierny nacisk na koła. Obniżenie prześwitu pod robotem zrealizujemy przez dodanie podkładek pod silniki. Chcemy dodać jeden czujnik z tyłu, by wiedzieć, co dzieje się z każdej strony robota.

Wyszukane algorytmy szukania nie sprawdzają się przy dużej ilości czujników. Lepsza jest prostota, która jest ponadto szybsza. Silniki dają robotowi prędkość, co w połączeniu z masą (umieszczoną nisko) daje dość dużą siłę. Zawody pokazały, że czujniki białej linii nie są bardzo istotne. Dość wysokie miejsce zajął robot, którego czujniki białej linii nie działały. Pierwsze miejsce zajął robot najniższy, również z mosiężną podłogą.