

Robot kategorii Line Follower Enhanced

kit
3028
AVT

Do czego to służy?

Jakiś czas temu, na łamach EdW, pojawił się cykl artykułów o budowie robotów mobilnych, zakończony konkursem na konstrukcję, wykorzystującą zestaw AVT-2935. Cykl ten rozpoczął się w EdW 2/2010, a artykuł na temat podstawowego modułu sterującego z procesorem dostępny jest choćby pod adresem:

http://sklep.avt.pl/photo/_pdf/AVT2935.pdf oraz w Elportalu w materiałach dodatkowych do tego numeru. Zapoznanie się z tym artykułem jest konieczne do pełnego zrozumienia opisanego dalej projektu, który wykorzystuje ten sterownik. W ramach ogłoszonego konkursu zbudowałem prezentowany w tym artykule pojazd. Choć nie jest to urządzenie pozbawione wad (głównie ze względu na masę i wymiary), niemniej mogłoby z powodzeniem ukończyć niemal dowolną trasę na zawodach w swojej kategorii. Ponieważ L.F.E. coraz częściej pojawia się na ważniejszych robotycznych wydarzeniach w Polsce, opis budowy tego typu urządzenia mógłby zachęcić każdą osobę, zainteresowaną robotyką, do spróbowania swoich sił w rywalizowaniu z pasjonatami z całego kraju.

Jak to działa?

Mój robot, oprócz płytki sterownika AVT-2935, do działania wykorzystuje 8 kanałów przetwornika ADC. Rolę czujników linii pełni 7 transoptorów odbiciowych CNY70 (fotografia 1), których zasada funkcjonowania polega na wysyłaniu wiązki promieniowania IR i mierzeniu jej natężenia po odbiciu od podłoża. Kolor czarny pochłania znacznie więcej tego promieniowania od białego, przez co wartość odczytywana przez ADC jest niższa (niższe jest napięcie na fotodetektorze) gdy czujnik znajduje się nad linią. Obsługa tych czujników, w połączeniu z dostępem do mostka H, pozwala mikrokontrolerowi na niezależne sterowanie prędkością obrotową silników za pomocą wypełnienia PWM, w taki sposób, że robot stara się stale mieć linię pod środkowym czujnikiem. Przy spełnieniu warunku wyjechania poza linię, robot porusza

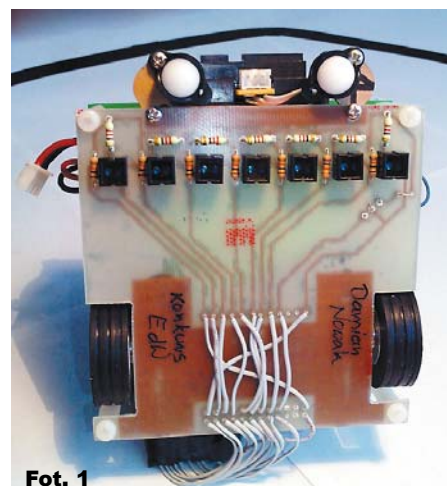
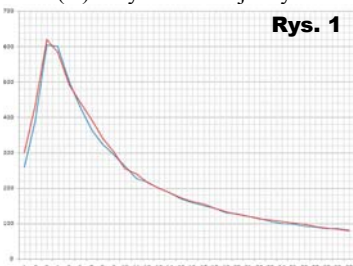
Kategoria Line Follower Enhanced (L.F.E.) to w pełni autonomiczne roboty mobilne, zdolne do szybkiego poruszania się po kontrastującej z tłem linii oraz omijania znajdujących się na torze przeszkód.

się w kierunku wyznaczonym przez czujnik, który ostatni tę linię widział.

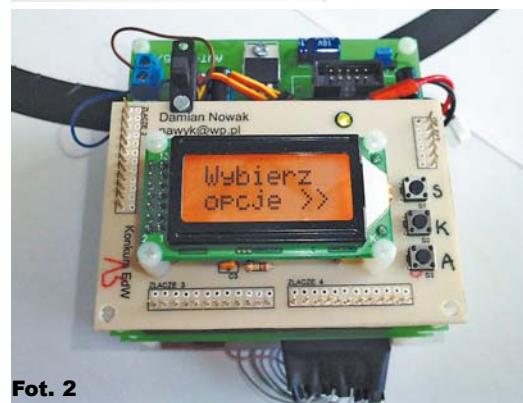
Rolę „wykrywacza przeszkód” pełni dalmierz optyczny SHARP GP2D120 o zasięgu do 30cm i „martwej strefie” do 4cm. Obsługuje go 1 kanał ADC. Gdy odczytywana wartość przekroczy ustaloną granicę, wykonywana jest zapisana sekwencja ruchów, której celem jest omięcie przeszkody i powrót na linię.

W ramach testów przeprowadziłem proste badanie, w którym zanotowałem, jakie wartości pojawiały się na przetworniku ADC w zależności od odległości przeszkody od dalmierza oraz od jej koloru. Wyniki można zaobserwować na rysunku 1. Na osi pionowej podane są wartości odczytane z 10-bitowego ADC (napięcie referencyjne $V_{ref} = 5V$), a na poziomej – odległość podana w centymetrach. Kolor niebieski to biała kartka, a czerwony oznacza pomiary dla czarnego kawałka plastiku. Nietrudno się domyślić, że kolor przeszkody nie ma dużego znaczenia dla zdolności dalmierza, warto natomiast zwrócić uwagę na znaczną nieliniowość charakterystyki oraz niejednoznaczności pomiarów przy odległości zawartej w „martwej strefie” czujnika.

Zastosowanie modułu z przyciskami i wyświetlaczem LCD (fotografia 2) pozwala na wybór trybu działania robota: tryb jeżdżenia po linii i omijania przeszkód (S), tryb kalibracji czujników (K) oraz tryb przejścia w stan beczynności (A). Tryb kalibracji wyświetla

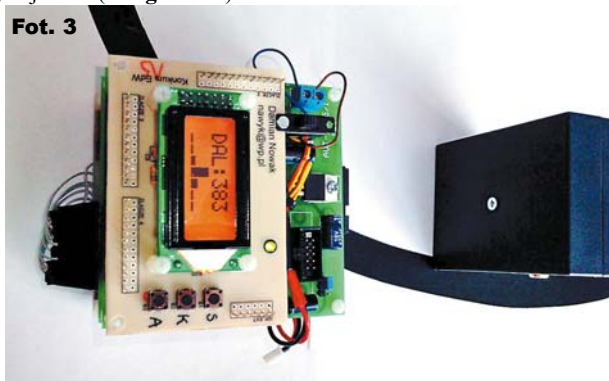


Fot. 1

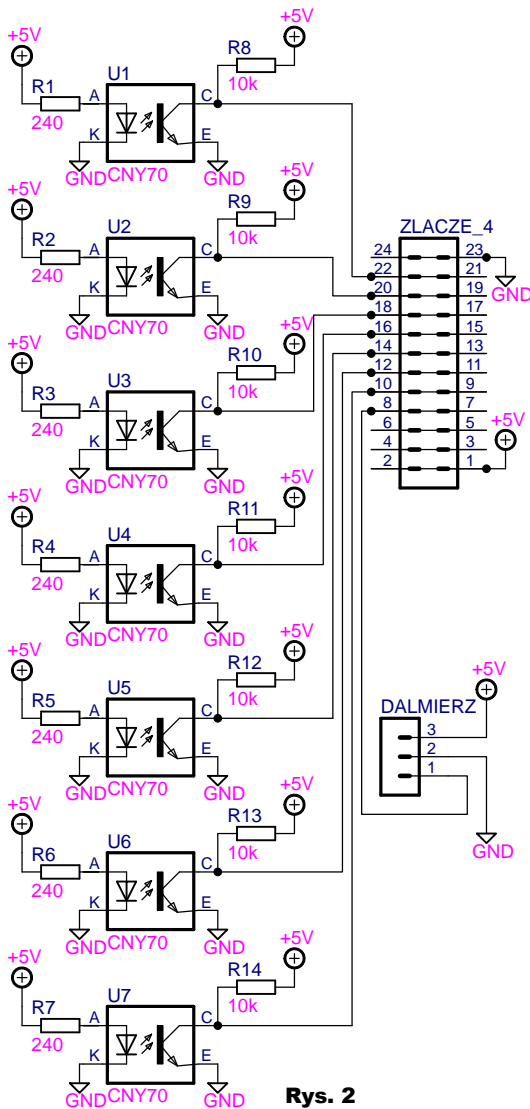


Fot. 2

w postaci wykresów słupkowych wskazania transoptorów oraz w postaci liczbowej wartości odczytywanej przez ADC z dalmierza (fotografia 3).

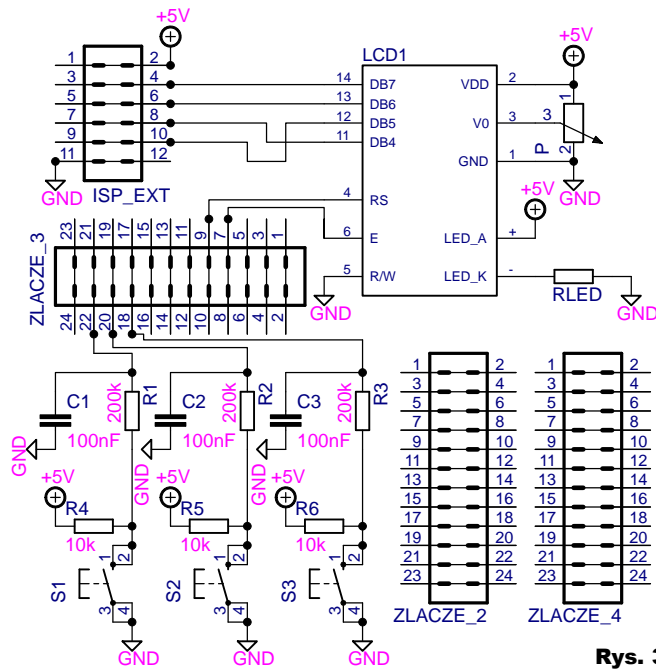


Fot. 3

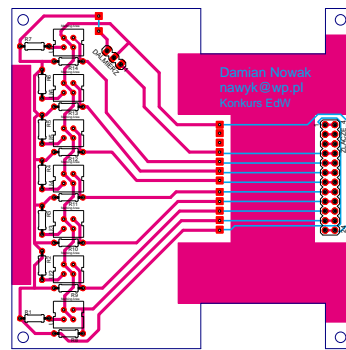


Rys. 2

Schematy i projekty PCB obu modułów zostały wykonane w programie EAGLE. Wymiary, wyprowadzenia złączy oraz ich rozmieszczenie pasują do tych zastosowanych w AVT2935. Rysunek 2 to schemat płytki zawierającej sensory – 7 transoptorów i wyprowadzenie sygnałów dla dalmierza. Rysunek 3 przedstawia schemat modułu interakcji z użytkownikiem. Pokazany na nim sposób podłączenia przycisków tworzy prosty filtr RC, który niweluje wpływ zjawiska drgania zestyków na pracę układu.



Rys. 3



Rys. 4. Płytką w skali 50%

Wyświetlacz LCD ma regulowany kontrast, wykorzystuje niektóre z linii ISP do komunikacji z mikrokontrolerem, ale nie przeszkadza to w programowaniu.

Montaż i uruchomienie

„Kanapkowa” budowa robota sugeruje jego składanie kolejnymi „piętami”, zaczynając od dołu. Zastosowanie porządknych elementów dystansowych przy montażu znacznie podnosi trwałość oraz estetykę konstrukcji. Polecam użycie opcji wykonanej z poliamidu, ze względu na jej małą masę.

Płytką pokazaną na rysunku 4 ma duże pola miedzi, które umożliwiły solidny montaż dwóch silników z modułami przekładni DG2425-025-2 (310 obr./min) firmy Mobot oraz dopasowanych do nich kół. W podobny sposób zamontowano czujnik SHARP-a. Przestrzeń pomiędzy dalmierzem a silnikami wykorzystano jako schowek dla akumulatora litowo-polimerowego 7,4V 800mAh. Jako koła podporowe wykorzystano lekkie tzw. ballcastery firmy

Fot. 4

Położu sprowadzone z USA (obecnie można je już dostać u polskich dystrybutorów). Szczegóły widać na fotografii 4.

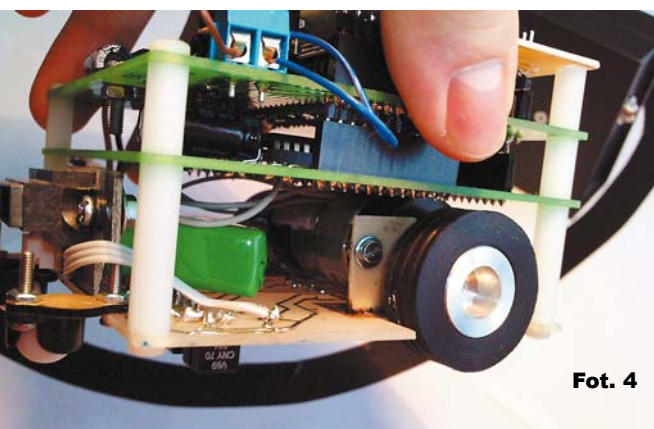
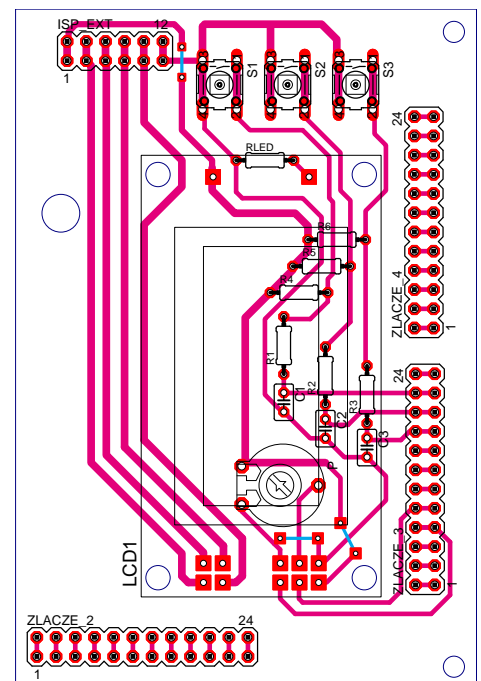
Wykorzystany przez mnie model silników przeznaczony jest do pracy przy napięciu znamionowym 6V. O ile większe napięcie (7,4V akumulatora minus spadki napięcia na mostku) mu nie zaszkodzi, to zwiększający się razem z nim maksymalny pobór prądu może zagrozić mostkowi

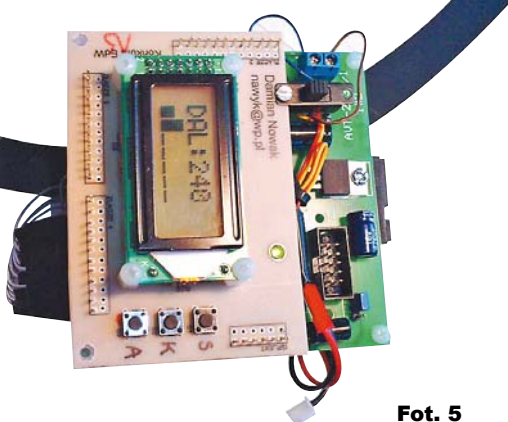
H, przekraczając bezpieczne 600mA na kanał. Przed trwałym podłączeniem silników warto przy użyciu multimetru doposażyć szczytowe wypełnienie PWM dla obu kanałów.

Sygnaly na spodzie robota celowo zostały poprowadzone przewodami, aby uniknąć przypadkowego zwarcia lub uszkodzenia ścieżek przez stale wibrujące podczas pracy, metalowe obudowy silników.

Płytką pokazaną na rysunku 5 jest nieco krótsza od pozostałych, aby umożliwić swobodny dostęp do złącza ISP, złącza zasilania oraz aby ułatwić przepływ powietrza nad stabilizatorem (fotografia 5). Zbyt gwałtowne wyciąganie jej z robota, może bardzo łatwo wykrzywić listwy złączy – należy robić to

Rys. 5. Płytką w skali 100%





Fot. 5

ostrożnie. Warto również pamiętać o włączniku, którego nie ma na płycie AVT2935, a który przydaje się przy częstym włączaniu i wyłączeniu zasilania układu.

Uruchomienie programu wymaga cierpliwości. Należy zacząć od dopasowania progu wykrywania linii przez transoptory, np. wyświetlając wartości ADC na wyświetlaczu LCD i przesuwając czujnik nad przykładową trasą, a następnie granicy wykrywania przeszkody



dla dalmierza – w analogiczny sposób. Kolejnym krokiem powinno być stopniowe dopasowywanie maksymalnej prędkości oraz prędkości pośrednich silników dla różnych odczytów ADC, w celu uzyskania jak najpłynniejszej jazdy. Parametry czasowe sekwencji omijania przeszkód należy wyznaczyć eksperymentalnie, na samym końcu, uwzględniając możliwe poślizgi kół – pamiętajmy, że robot nie musi kończyć omijania idealnie wyśrodkowany nad trasą.

Wysoko zawieszony środek ciężkości, duża masa i bezwładność, transoptory położone bardzo blisko osi kół, brak enkoderów oraz dość wolny układ napędowy to istotne wady robota. Trendy kategorii L.F. i L.F.E. bardzo szybko się zmieniają, a obecnie najszybsze polskie konstrukcje osiągają średnie prędkości rzędu 1,5m/s, poprawiając właściwości trakcyjne kół podciśnieniem wytwarzanym przez napędy tunelowe. Prezentowany robot wypada na ich tle blade, ale jego budo-

Wykaz elementów

Moduł czujników

R1-R7	.....	240Ω
R8-R14	.....	10kΩ
U1-U7	.....	transoptor odbiciowy CNY70

Złącza goldpin

Moduł wyświetlacza

R1-R3	.....	200kΩ
R4-R6	.....	10kΩ
RLED	.....	w zależności od koloru 470Ω–1kΩ
P	.....	10kΩ liniowy
C1-C3	.....	100nF
S1-S3	.....	przycisk typu tact-switch

Złącza goldpin

Wyświetlacz LCD 8x2 z podświetleniem

Płytkę drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3028.

wa jest doskonałym źródłem doświadczenia i wiedzy przed bardziej zdecydowanym wejściem w tę tematykę. Na każdych zawodach można też spotkać rzeszę początkujących, z którymi można śmiało spróbować swoich sił we własnych miniwyścigach.

Damian Nowak
nawyk@wp.pl