

# MOBILE ROBOT SENSOR SYSTEM

**Miloš Juhás**

Bachelor Degree Programme (1), FEEC BUT  
E-mail: xjuhas01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zbyněk Fedra  
E-mail: fedraz@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This paper discusses a blueprint of a sensor subsystem for a small mobile robot. That consists of a sensor for line detection and an obstacle detection sensor. The emphasis is laid upon reliability, measuring speed and power consumption. In the conclusion the achieved results are resumed.

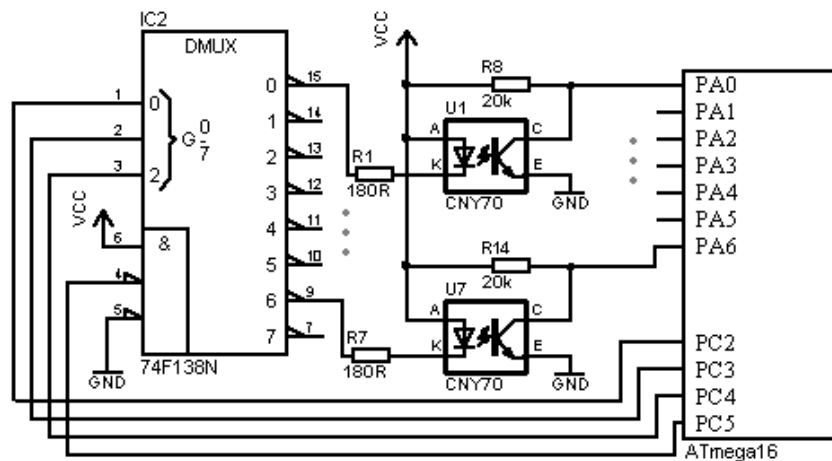
## 1. ÚVOD

S rýchlym rozvojom elektroniky a počítačov sa stáva stále populárnejšou aj robotika. Každoročne sa po celom svete organizuje množstvo súťaží v oblasti malých mobilných robotov pre študentov, inžinierov a nadšencov. Cieľom je zostrojiť autonómneho robota, schopného poraziť protivníkov v danej disciplíne. Pre tieto účely je potrebný dobre navrhnutý algoritmus na spracovanie údajov, podvozok a senzorový subsystém, ktorý umožňuje kontakt s prostredím. My sa zameriame na návrh modulu senzorového systému pre autonómneho mobilného robota a následné vyhodnotenie údajov mikroprocesorom. Úlohou robota bude prejsť danú trasu vyznačenú čiernou páskou na bielom podklade a vyhnúť sa prípadným prekážkam na trati.

## 2. SLEDOVANIE ČIARY

Senzory na sledovanie čiary sú založené na meraní kontrastu čiary a podložky. Od tmavej čiary sa odráža menej svetla ako od bielej podložky. Na povrch pod robotom bude dopadať infračervené žiarenie z reflexných optočlenov CNY-70. Odrazené svetlo dopadá na bázu fototranzistora a podľa veľkosti napätia na kolektore možno určiť či sa jedná o čiaru alebo podložku. V prípade nepriaznivých podmienok bude vhodné skalibrovať senzory na konkrétny typ povrchu. Tento proces sa zvyčajne realizuje zmenou kolektorového odporu fototranzistora, ale výhodnejšie riešenie je realizovať kalibráciu pomocou A/D prevodníka. Využijeme preto skutočnosť, že mikroprocesor ATmega16, ktorý riadi senzorový subsystém má port A vybavený 10 bitovým A/D prevodníkom a umožňuje teda rozlíšiť 1024 napäťových úrovní. Pred jazdou sa preveria podmienky na trati a podľa napäťových úrovní na senzoroch sa vyberie jeden z dvoch možných spôsobov merania. Režim s A/D prevodníkom je pomalší ale funkčný takmer na ľubovoľnom type povrchu a to aj v prípade horších podmienok a rušenia. Pri vhodných podmienkach je naopak použitý základný režim rozlišovania logických úrovní, čo umožní rýchle meranie a zároveň aj zníženie spotreby.

Pri tomto spôsobe kalibrácie už nie je nutné zdĺhavé manuálne nastavovanie senzorov pred každou jazdou, nastavenie prebehne automaticky počas niekoľkých milisekúnd. Mobilné roboty sú napájané z batérií a preto je dôležité aby mali čo najmenšiu spotrebu. Navrhnutý systém možno vybaviť 3 až 8 optočlenmi CNY-70, pričom použitý robot bude osadený 7 takýmito senzormi. Tie umožnia detekciu odchýlky v niekoľkých krokoch v závislosti od hrúbky čiary. 7 senzorov zároveň predstavuje 7 infračervených LED diód so spotrebou približne 20mA na kus. Kvôli zníženiu spotreby a počtu použitých pinov mikroprocesora budú jednotlivé LED diódy budené demultiplexerom 74F138. Svietiť bude vždy iba LED dióda optočlena, ktorého výstup sa práve meria a v prípade nečinnosti bude pracovať senzorový systém v úspornom režime. Na nasledujúcom obrázku (Obrázok 1) je schéma zapojenia na sledovanie čiary s dvomi senzormi CNY-70.

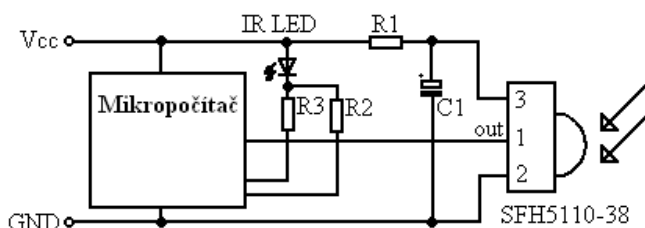


Obrázok 1: Zapojenie senzorov na sledovanie čiary

### 3. DETEKCIA PREKÁŽOK

Detekcia prekážky funguje na podobnom princípe ako sledovanie čiary, len na väčšiu vzdialenosť. Zdrojom svetla je IR LED dióda. Tá emituje infračervené žiarenie a pokiaľ sa v dosahu nachádza prekážka, odrazené svetlo dopadá na fotodetektor. Fotodetektor je v tomto prípade vystavený okolitému osvetleniu, ktoré zasahuje aj do infračerveného spektra. Navyše s infračerveným žiarením dnes pracuje množstvo bežných zariadení. Preto je nutné vyžarované svetlo modulovať a na detekciu použiť senzor s demodulátorom. V našom prípade to bude obvod SFH5110-38 s integrovaným demodulátorom, pracujúcim na kmitočte 38kHz. Jeho výstup možno pripojiť k mikroprocesoru priamo, čo znižuje náklady na stavbu senzorov. Súčasťou tohto obvodu je tiež filter denného svetla, ktorý ho robí najcitlivejším v oblasti infračerveného žiarenia s vlnovou dĺžkou 950nm. Impulzy s periódou opakovania 26,3μs sú generované mikroprocesorom, pričom pre spoľahlivú detekciu je nutné tento signál ešte modulovať nižším kmitočtom. Mikroprocesor teda bude generovať 15 impulzov ( $15 \cdot 26,3\mu s = 394\mu s$ ), potom nasleduje 394μs pauza a v prípade, že bude detegovaná prekážka, meranie sa zopakuje aby sa vylúčila chybná detekcia. Senzorový systém obsahuje 3 senzory v prednej časti a po jednom senzore na každej strane robota. Čelné senzory sú navyše schopné detegovať prekážku v 3 krokoch vzdialenosti, čo je realizované zmenou výkonu vysielačích diód (Obrázok 2). Bočné senzory sú vypnuté a používajú sa iba pri obchádzaní prekážky. V prípade potreby je pre čelné senzory možné využiť rýchle meranie, kedy sa súčasne vysiela a spracúva signál pre všetky 3 senzory. Toto me-

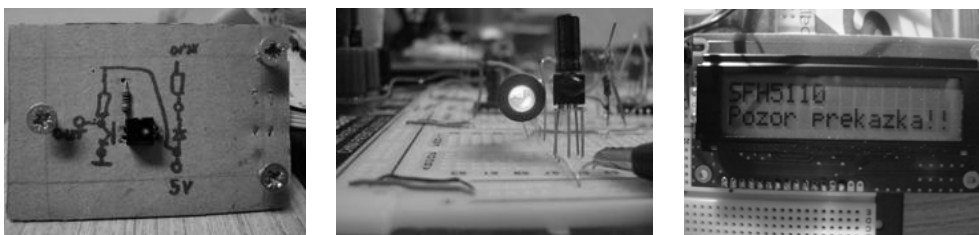
ranie je síce rýchlejšie, ale neumožňuje zistiť, z ktorej strany sa svetlo odrazilo. Pokiaľ potrebujeme túto informáciu, meranie musí prebiehať postupne.



**Obrázok 2:** Zapojenie čelného senzoru na detekciu prekážky

#### 4. VLASTNOSTI SENZOROV

Vlastnosti navrhnutého senzorového subsystému boli otestované s jedným senzorom na detekciu čiary a s jedným senzorom na detekciu prekážky (Obrázok 3). Výsledky boli zobrazované pomocou LCD displeja pripojeného k mikroprocesoru. Sensory na sledovanie čiary dokázali vo všetkých testoch spoľahlivo identifikovať rôzne farby povrchu v režime s A/D prevodníkom a čiernu čiaru na bielom podklade v režime bez A/D prevodníka. Senzor na detekciu prekážky identifikuje objekt vo vzdialenosti 10 – 15cm v závislosti od typu povrchu, pričom robot je schopný zastaviť do 5cm. Túto vzdialenosť je možné ovplyvniť zmenou typu IR LED diódy prípadne zmenou hodnoty rezistorov R2, R3 (Obrázok 2). Pri detekcii prekážky môže v krajnom prípade nastať situácia, kedy sa svetlo od prekážky odrazí pod takým uhlom, že nebude dopadať na fotodetektor daného senzoru. Toto je kompenzované počtom a rozmiestnením čelných senzorov.



**Obrázok 3:** Testovanie vlastností senzorového subsystému

#### 5. ZÁVER

Senzorový subsystém je stále v štádiu vývoja, avšak ďalšie úpravy budú prevažne softwarového charakteru. Ich cieľom je predovšetkým maximalizácia rýchlosti a efektivity merania, ktorá zároveň povedie k zníženiu celkovej energetickej náročnosti. V súvislosti s úsporou energie bude tiež zvažovaná možnosť využitia mikroprocesora ATmega16L. Rozloženie senzorov, kompletne schémy zapojenia ako aj výsledky meraní sú uvedené v [2].

#### LITERATURA

- [1] NOVÁK, P.: *Mobilní roboty – pohony, senzory a řízení*, Praha, BEN – technická literatura, 2005, ISBN 80-7300-141-1
- [2] JUHÁS, M. *Senzorový systém pro mobilní robot*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 31 s. Vedoucí semestrální práce Ing. Zbyněk Fedra, Ph.D.