

ROBOTIC ROVER CONTROLLED WITH THE ARDUINO PLATFORM

Martin Čechmánek

Bachelor Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xcechm10@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Jan Samek

E-mail: samejan@fit.vutbr.cz

Abstract: This thesis is focused on wireless control of robotic rover with using Arduino platform. There are 2 parts - controller and rover module. I'm using XBee modules for wireless transfer with implemented half-duplex communication, handshake confirmation and automatic pairing (even in case of signal loss). Controller module contains Arduino UNO with XBee shield and LCD display.

Keywords: Arduino, joystick, robotic rover, XBee

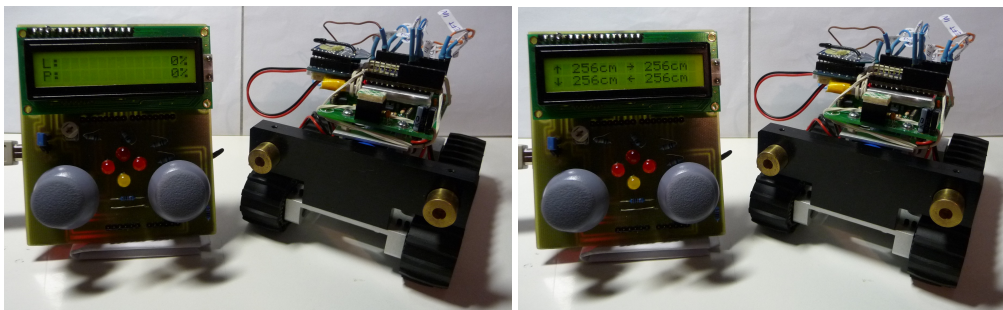
1 ÚVOD

Tato práce má za cíl prezentovat rozsáhlé možnosti a vlastnosti platformy Arduino [4] spolu s ukázkou mého návrhu bezdrátového řízení robotického vozítka. Výhodou platformy Arduino je velká rozšířenost, univerzalita, nízký odběr (možnost dlouhodobého napájení bateriemi), ale i dostupnost množství rad, návodů a knihoven od rozsáhlé uživatelské komunity. Pro bezdrátový přenos byly použity nízkopříkonové moduly XBee (založeno na protokolu ZigBee) s velkým dosahem (až 100 m).

Projekt je rozdělen na dvě části - modul ovladače a vozítka. Ovladač obsahuje prvky pro zobrazování informací o vozítku, řídicí a signalizační prvky. Informace jsou uživateli podávány v graficky jednoduché a intuitivní formě pomocí dvouřádkového LCD displeje. Pro detekci příliš blízké překážky slouží 4 LED diody. Řízení pohybu obstarávají 2 joysticky pro ovládání vozítka a světelné rampy¹.

2 HW ČÁST

Bezdrátovou komunikaci (jednotnou pro oba moduly) zajišťují zmíněné moduly XBee Série 1, jenž dosahují v ideálních podmínkách komunikační vzdálenosti 100 m, běžně však 30 m a jejich spotřeba při odesílání/přijímání činí 45/50 mA [1]. Celá sestava je pak k vidění na Obrázku 1.



Obrázek 1: Modul ovladače (vlevo) a modul robotického vozítka. Vlevo režim procentuálního vytížení motorů, vpravo pak uživatelsky příjemné a názorné zobrazení vzdálenosti od překážek.

¹ Světelná rampa (připomínající otočnou věž tanků) slouží pro osvětlování míst mimo směr jízdy robota pomocí LED diod. Při modifikaci je také možné zaměnit LED diody za kameru pro snímání okolí vozítka.

2.1 MODUL OVLADAČE

Deska Arduino UNO, která je základem modulu ovladače, obsahuje 14 digitálních vstupů/výstupů (z toho 6 pro PWM), 5 analogových vstupů a jejím srdcem je mikrokontrolér **ATmega328**. Na tuto desku je připojen XBee shield² pro bezdrátový přenos a na tuto sestavu pak navržený shield s řídicími a zobrazovacími prvky. Pro řízení vozítka využívám dvojici joysticků se zabudovaným tlačítkem, jejichž vývody jsou připojeny na analogové vstupy Arduino UNO. Levý joystick slouží pro pohyb vozítka, pravý je připraven pro ovládání budoucí světelné rampy s připravenou PWM regulací svitu. Jako zobrazovací jednotku využívám 16x2 LCD displej, který zobrazuje informace o stavu vozítka (2 režimy). Sekundární vizualizační prvky jsou LED diody, které signalizují, že se vozítko nachází příliš blízko překážky. Jsou uspořádány tak, aby pro uživatele intuitivně zobrazily, kde se překážka nachází. Všechny prvky jsou systematicky rozmístěny na vytvořené DPS.

2.2 MODUL VOZÍTKA

Základní deskou pro tento modul je Arduino FIO - deska malých rozměrů, která přímo obsahuje patici pro XBee modul, je předem určena pro použití v bezdrátových aplikacích. Počet a vlastnosti V/V vývodů jsou stejné jako u desky UNO, nicméně piny **D0** (Rx) a **D1** (Tx) jsou implicitně použity na bezdrátový sériový přenos. DPS pro modul robotického vozítka SRV-1 od firmy **Surveyor corporation** [2] obsahuje vstupní svorky pro napájení, 4 ultrazvukové snímače vzdálenosti HC-SR04 [3], integrované obvody potřebné pro spínání periferií, řadový konektor pro připojení desky FIO a konektor pro připojení s vozítkem.

3 PROGRAMOVÁ ČÁST

Platforma Arduino poskytuje na svých oficiálních stránkách <http://www.arduino.cc> vývojové prostředí Arduino IDE navržené přímo pro produkty této platformy. Umožňuje zvýraznění syntaxe zdrojových kódů, jejich editaci s následnou možností přímého naprogramování do zařízení z PC přes USB kabel.

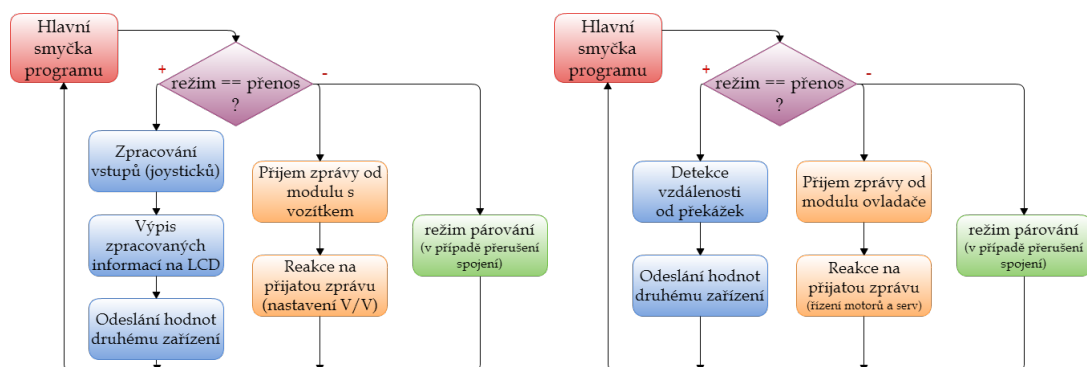
3.1 MODUL OVLADAČE

Programová obsluha ovladače je graficky znázorněna na diagramu pseudokódu 2 tak, jak jsou jednotlivé úseky kódu poskládány. Po úvodní inicializaci V/V a LCD displeje přejde celé zařízení do párovacího režimu, kdy vyčkává se zpracováním hlavního těla programu dokud nepřijme od protějšího zařízení potvrzovací zprávu, že se párování zdařilo. Výhodou této funkce je omezení spotřeby a redukce provádění „zbytečných“ akcí, když není druhé zařízení připraveno na přenos. Tento režim je aktivován i v případě, kdy zařízení mezi sebou ztratí signál (uživatel je informován na LCD).

Hlavní programová smyčka modulu ovladače je rozdělena na dva stavy komunikace - příjem a přenos. Ve stavu přenosu Arduino ze svých analogových vstupů přečte a zpracuje hodnoty polohy joysticků. Po zpracování hodnot program převede hodnoty z levého joysticku (osa X a Y) na patřičné hodnoty pro pohon obou motorů (L a R) a získané veličiny zobrazí na LCD displeji. Ten disponuje možností přepínání zobrazovacího režimu ze zobrazování procentuálního vytížení L a R motoru na zobrazování vzdálenosti mezi nejbližší překážkou od vozítka (Obrázek 1) a zpět. Změna režimu se provádí stiskem levého joysticku a úspěšně je provedena až po uvolnění tlačítka. Druhý joystick je navržen pro ovládání světelné rampy v osách A a B. Následně jsou tato data odeslána druhému zařízení spolu s informací o stavu tlačítka pravého joysticku. Po odeslání ukončovacího znaku přenosu přechází zařízení do stavu příjmu. Zde program očekává 4 číselné hodnoty coby vyjádření vzdáleností od překážek

²Shield je označení desky plošných spojů s určitým zařízením či rozšířením pro desky Arduino. Zasouvá se do stávajících portů desky a tytéž distribuuje dále, přičemž některé z nich (i všechny) využívá pro rozšiřující funkci.

v jednotkách *cm*. Po jejich přijetí modul vyhodnotí příliš blízké překážky a tuto skutečnost indikují LED diody.



Obrázek 2: Diagramy pseudokódu programu obou zařízení - ovladače UNO (vlevo) a FIO.

3.2 MODUL ROBOTICKÉHO VOZÍTKA

Diagram na Obrázku 2 (vpravo) znázorňuje zpracování programu pro Arduino FIO. V úvodu programu zařízení vyčká na příchozí žádost o párování, při úspěšném doručení odešle potvrzení a čeká na data. Tato strana načte 4 číselné hodnoty (L a R motor, osa A a B) a stav tlačítka pravého joysticku. Po přijetí koncového znaku zpracuje tyto údaje na řídicí signály pro externí periferie (pohyb serv, pohyb vozítka), načte ž změněn stav modulu na režim odesílání informací z ultrazvukových senzorů, tyto hodnoty odešle ovladači spolu s ukončovacím znakem a stav modulu je změněn zpět na příjem.

4 ZÁVĚR

V dosavadním postupu jsem navrhl a implementoval komunikační protokol pro obousměrnou komunikaci mezi moduly, vytvořil DPS pro obě zařízení, otestoval funkčnost zapojení a modul ovladače zabudoval do plastové krabičky spolu s jejím napájením. Robot tak odesílá informace o vzdálenostech od překážek, modul ovladače je analyzuje, zobrazuje na LCD a uděluje řídicí pokyny pro pohyb vozítka, náklon a svit světelné rampy. V současné době pracuji na autonomní činnosti robota po udělení pokynu. Cílem práce je zmíněné rozšíření o autonomní pohyb robota řízený informacemi o překážkách ze senzorů, tzn. vyhýbání se, případně zastavení před příliš blízkou překážkou.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla částečně podpořena operačním programem Výzkum a vývoj pro inovace v rámci projektu Centrum Excelence IT4Innovations (CZ.1.05/1.1.00/02.0070).

REFERENCE

- [1] FALUDI, Robert. *Building wireless sensor networks*. 1st ed. Beijing: O'Reilly, 2010, s. 3. ISBN 978-0-596-80773-3.
- [2] Surveyor SRV-1 Open Source Mobile Robot. *Surveyor Corporation* [online]. 2010 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: http://www.surveyor.com/SRV_info.html.
- [3] Ultrasonic Ranging Module HC - SR04. *Ultrasonic Ranging Module HC - SR04* [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>.
- [4] Arduino. *Arduino* [online]. 2005 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc/>.