

ROBOT FOR MINISUMO

Aleš Marvan

Master Degree Programme (2), FIT BUT

E-mail: xmarva00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Martin Drahanický

E-mail: drahan@fit.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper deals with the topic of construction of the mobile robot platform for Minisumo competitions. We have started the development of this robot from the basic components, i.e. mechanical and electrical development, including implementation of artificial intelligence for robot control.

1. ÚVOD

Dnešní vývoj elektroniky, integrovaných mikročipů, rozšířenost vědění a návodů dává možnost nadšenému jedinci zkonstruovat vlastního robota. Co víc, robot už nemusí být pouze jednoduché zařízení, neschopné pořádně reagovat na vstupy z okolního světa, ale může využívat technologické vybavení podobné těm, jenž byly donedávna určeny pouze pro armádu či vybrané jedince.

2. ROBOTICKÁ SOUTĚŽ MINISUMO

Minisumo je mezinárodní soutěž na poli robotiky. Do této soutěže se zapojuje mnoho nadšenců i studentů po celém světě. Aby soutěž jako taková mohla fungovat, musí mít svá pravidla [2] a omezení. Ty jsou například – maximální velikost robota (10x10cm), váha (500g), průměr hracího ringu (77cm), nedestruktivní chování atd.

Zápas se skládá ze tří soubojů, přičemž každý souboj trvá tři minuty. Souboj vyhrává ten robot, který dosáhne vytlačení protihráče z ringu. Jinak dochází k remíze v daném souboji. Vítěz souboje získá 2 body, poražený 0 bodů. Remíza je ohodnocena 1 bodem.

3. MECHANIKA, KONSTRUKCE

Návrh mechaniky a konstrukce robota byl zpracován od základu, neboť nebylo možné sehnat univerzální konstrukční prvky, které by současně splňovaly veškeré požadavky, jenž byly na zařízení kladeny. Podle tohoto konceptu vypadal i výběr veškerých komponentů, jako jsou motory, baterie a jejich následné umístění. Po navržnutí robota a jeho vymodelování následovalo vyrobění jednotlivých částí nástrojárnou. Výsledkem těchto procesů je skutečně malý robot nízkého profilu, je takto navrhnut z důvodu vyšší stability a lepší schopnosti se skrýt před některými typy senzorů protivníka.

4. ELEKTRONICKÝ NÁVRH

Po zhotovení mechanického modelu bylo vidět, kolik volného prostoru v těle robota vznikne a jaké množství elektroniky do něj tedy bude možné zabudovat. Díky skutečně malému prostoru na DPS (Desky Plošných Spojů) bylo výhodné a současně potřebné rozdělit celý problém elektroniky na 2 nezávislé moduly.

4.1. OVLÁDÁNÍ A ŘÍZENÍ MOTORŮ

První modul řeší vše ohledně řízení a ovládání motorů. Modul je koncipován jako samostatná inteligentní jednotka, jež komunikuje s nadřazeným systémem pomocí SPI sběrnice (Serial Peripheral Interface Bus). Tato jednotka je schopna pomocí příkazů současně ovládat 2 synchronní motory a přitom sbírat data ohledně chodu motorů pro zpětnou vazbu. Jednotka je schopna vyhodnocovat proud protékající motory, rychlost a případný směr otáčení motorů. Tyto údaje se ukládají ve vnitřní paměti, v případě potřeby může vyvolat požadavek na informování nadřazeného systému o vzniklém problému, anebo odpojit motory při nebezpečí zničení motorů v důsledku jejich dlouhodobého přetížení.

Samotné řízení motorů funguje na principu pulzně šířkové modulace (PWM – Pulse-Width Modulation), která umožňuje velmi plynulé regulování otáček bez nutnosti použití složitých zesilovacích obvodů. Navíc má řízení pomocí PWM mnohem tvrdší charakteristiky rozběhu a zastavení motorů a nedochází k velkým ztrátám na řídicí elektronice [1].

Řízení motorů pomocí PWM je fyzicky realizováno dvojitým h-můstkem v kombinaci s inteligentním ovládním pomocí 8-bitového mikrokontroléru ST7.

4.2. HLAVNÍ ŘÍDICÍ DESKA

Druhým a značně složitějším modulem je samotná řídicí deska. Hlavní řídicí deska je ve skutečnosti mozkiem celého robota, který se stará o veškerý příjem dat ze senzorů, jejich zpracování, vyhodnocení a následný výstup k aktuátorům.

Hlavní deska je osazena 32-bitovým procesorem STM32 s jádrem ARM Cortex M3 s taktovací frekvencí až 72 MHz, jež disponuje integrovanou hardwarovou děličku a násobičku čísel s pevnou řádovou čárkou. Deska dále obsahuje 2 tříosé akcelerometry, kompletní zapojení pro ovládání a vyčítání dat z jednotlivých senzorů, standardní sériové rozhraní (RS-232 TTL) a debugovací interface JTAG (Joint Test Action Group). Hlavní deska též slouží jako nadřazený systém pro modul na ovládání a řízení motorů.

V první verzi tohoto systému byl použit 8-bitový mikrokontrolér na místo výše zmíněného 32-bitového ARM. Ten se ukázal pro jednoduché programy jako dostačující, ale vzhledem k možnosti osadit robota akcelerometry se toto řešení ukázalo jako nedostatečné kvůli absenci násobičky, děličky a nízkému výkonu. Hlavním důvodem vybrání výkonnějšího výpočetního prostředku byla možnost počítat ujetou dráhu z dat, která poskytují akcelerometry. Díky znalosti pohybu, jež robot vykoná, si bude schopen udržovat neustálý přehled o pozici, na které se nachází. Pokud budu vycházet z předpokladu, že robot vyjíždí vždy ze stejného místa a celý jeho svět je omezen jednoduchým kruhem, měl by být robot schopen v každém časovém okamžiku určit svoji polohu v ringu a tedy vzdálenost od středu a úhel ke středu. K čemu je to celé dobré? Nejčastější důvod, proč robot prohraje, není vyjetí z kruhu vinou protivníka, ale vinou vlastní (robot špatně detekuje okraj ringu, anebo už nestihne zatočit). Znalost aktuální polohy by tedy výrazně pomohla k eliminaci vlastních chyb a napomohla by robotu i k lepšímu orientování se po ringu a vyhledávání samotného nepřítele.

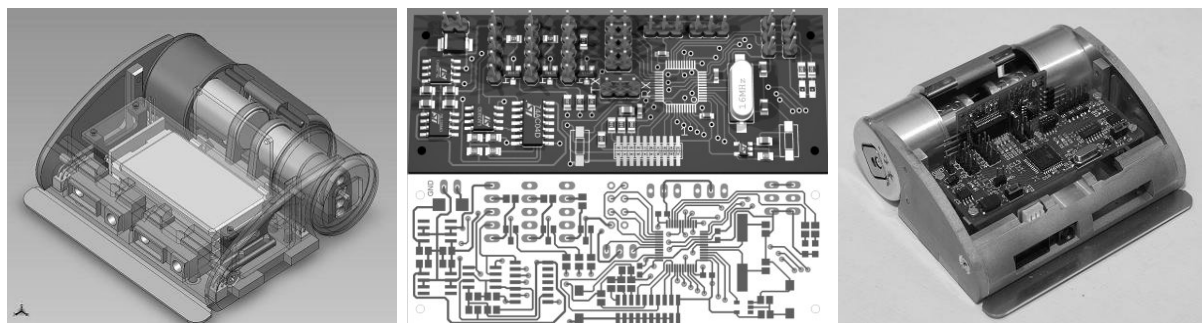
5. PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Robot využívá časovače a přerušení k pravidelným kontrolám veškerých čidel a přepínání mezi jednotlivými čidly. Tímto je mu vždy umožněna práce s dostatečně aktuálními informacemi, bez nutnosti čekání na data ve smyčce (tzv. pooling). Samotný matematický model není hotový, a je možné, že tato část bude implementována někým jiným. Vše je ale připraveno pro budoucí použití. Robot je programován v jazyce C s kombinací assembleru.

Robot dále disponuje rozhraním pro debugování přes JTAG rozhraní, anebo přes RS-232 linku, jenž je možné připojit na bezdrátové ZigBee. To se ukázalo jako velmi přínosné pro vývoj SW na robotovi. Jednoduché zpracování dat na počítači je realizováno programem v Pythonu.

6. ZÁVĚR

Robot je velmi složité a komplexní zařízení. Díky tomuto projektu jsem se mohl skutečně zabývat oblastmi jako je programování, elektronika, ale i konstrukce a výroba. Práce na návrhu i výrobě se po dlouhé době přiblížila ke konci a mohu říct, že je milé vidět hotový a fungující prototyp. Co se týče matematického modelu a tvorby algoritmu pro navigaci robota, přenechám tento výzkum a vývoj jinému studentu. Doufám, že vznikne i prototyp pro Fakultu Informačních Technologií a že si s robotem bude moct „pohrát“ i někdo jiný.



Obrázek 1: Jednotlivé fáze návrhu části robota. Od návrhu až po konstrukci.

PODĚKOVÁNÍ

Ing. Slávku Pokornému za pomoc a návrh mechaniky robota.

Firmě ST Microelectronics za podporu při vývoji formou elektroniky, DPS a motorů. Veškeré integrované obvody, použité na robotovi, jsou z dílen této společnosti.

Firmě Pokorný Dačice za výrobu robota a darování hliníkových dílů.

Firmě BetaLab s r.o. za čidla, baterie a nabíječku.

LITERATURA

- [1] NOVÁK, P. Mobilní roboty – phony, senzory, řízení. Praha. BEN – technická literatura. 2005. ISBN 80-7300-141-1.
- [2] <http://www.robozor.cz/view.php?cisloclanku=2004120801>