

AUTONOMOUS SUMO ROBOT

Patrik Chvála

The Secondary School of Electrical Engineering, Pardubice Karla IV. 13 (4)

E-mail: Chvala.Patrik@email.cz

Abstract: This thesis deals with the mechanical and software design of autonomous robot for a Mini Sumo class in Sumo robot competition. During the work solution robot will need to stay within the 500 g weight limit and, in their starting position, fit within a 100 mm square.

Keywords: mini sumo, robot, autonomy

1. ÚVOD

Cílem projektu je vytvořit robota kategorie Mini Sumo schopného účasti na státních soutěžích. Robot musí splňovat nejen kritéria daná jednotlivou kategorií [1], ale současně musí být autonomní (musí být řízen na základě vlastního rozhodování). Jednotlivé zápasy nejsou nijak rozdílné od japonských zápasů sumo; probíhají v kruhové aréně (rozměry jsou dány pravidly [1]) a cílem je vytlačit protivníka ven z ringu, aniž by ho nějak poškodil. Robot je řízen mikroprocesorem firmy Atmel, který se stará o chod motorů a sbírání dat z čidel, podle kterých se poté rozhodne pro následnou akci.

2. KONSTRUKCE

Celková konstrukce sumo robota se skládá ze dvou hlavních částí. První částí je mechanická konstrukce, která řeší návrh a výrobu podvozku. Druhou částí je elektronická konstrukce. Pod ní si můžeme představit hlavní řídicí desku, čidla a tlačítka se signalizací.

2.1. MECHANICKÝ NÁVRH

Při návrhu těla robota byl kladen důraz na pravidla a mechanickou pevnost. Jako ideální řešení se proto jeví jednoduchý diferenciální podvozek s nízkým profilem pro lepší stabilitu robota. Základ tvoří čtyři díly vyrobené z hliníkového plechu o tloušťce 5 mm, které slouží k upevnění reflexních čidel a akčních členů.

Jako pohon byla zvolena modelářská serva Hitech HS-322 upravená tak, aby umožnila otáčení o 360°. Prakticky jde o motor s převody.

Jako akumulátor byla zvolena Li-Pol baterie s nízkou hmotností a malými rozměry. Baterie dodává konstantní napětí 7,4 V a její kapacita činí 450 mAh.

2.2. ELEKTRONICKÁ KONSTRUKCE

Veškerou elektroniku lze rozdělit na několik částí. Asi nejdůležitější částí je řídicí deska, na které se nachází 8bitový mikroprocesor ATmega32 od firmy Atmel [2], jádro celého systému. Na desce je dále umístěno napájení logických obvodů a čidel, obvod pro řízení motorů a porty na připojení čidel, tlačítek a signalizačních diod. Napájení je řešeno pomocí stabilizátoru 7805.

Pro nahrazení prostorově náročného zapojení tranzistorového H-můstku byl zvolen integrovaný obvod L293D (čtyřkanálový budič motorů). Je určen pro řízení motorů logickými signály a umožňuje reverzní chod motoru. Tímto obvodem můžeme ovládat dva stejnosměrné elektromotory pomocí čtyř výstupů mikrokontroléru.

Aby byl robot autonomní, musí vědět něco o svém okolí a na základě toho se rozhodne o další akci. Tuto práci obstarávají čidla. Ta můžeme rozdělit do dvou kategorií.

První se stará o to, aby robot nevyjel z ringu. Pro tento účel jsem použil šest odrazových senzorů QRD1114, které jsou po trojicích umístěny v přední a zadní spodního dílu podvozku. Senzor pracuje v infračervené části spektra. Přijímačem odraženého infračerveného záření je fototranzistor s předřazeným filtrem, který nepropouští viditelné světlo. Tímto čidlem určujeme, jestli se robot nachází nad černou, nebo bílou částí arény.

Dále je zapotřebí najít protivníka. Nejvhodnější variantou je dvojice odrazových dálkoměrů Sharp GP2Y0A21. Princip tohoto čidla je velice jednoduchý. Odražený IR signál dopadá na detektor pod určitým úhlem, podle kterého senzor určí vzdálenost od objektu v rozsahu 10 až 80 cm. Výstupem je napětí úměrné vzdálenosti.

3. PROGRAM

Veškeré programy pro hardware jsou psány ve vývojovém prostředí AVR studio 5 jazykem C. Program je spouštěn a zároveň vypínán tlačítkem umístěným na horním dílu konstrukce. Základem programového vybavení robota je řízení motorů, čtení a vyhodnocování dat přijímaných z portů senzorů a následných akcí. Po spuštění tlačítka probíhá pěti sekundová čekací smyčka (pravidla minisumo [1]). Následuje start hlavního programu, ve kterém se robot otáčí kolem své osy. V průběhu této akce probíhá čtení z dálkoměrů Sharp (hledání protivníka v aréně). Akce probíhá přibližně 2 sekundy. Pokud senzory v této akci nezachytí žádný objekt, robot se rozjíždí.

Hlavní program lze rozdělit do několika akcí. Těmi jsou:

- Survive - robot je ve stavu, ve kterém detekuje okraj ringu a otáčí se, aby nevyjel ven
- Hunt - robot jezdí v aréně a čte data z dálkoměrů Sharp
- Target - robot zachytil protivníka a rozjede se k němu
- Attack - robot se dostal k soupeři, rozjede se na plný výkon a vytlačí protivníka

Během těchto akcí se v cyklu opakuje čtení dat z čidel. Čtení z čidel (zvláště ze senzorů Sharp, které mají spotřebu až 50 mA) je energeticky náročné, proto se zapínají pouze na nezbytně dlouhou dobu. Přesněji u dálkových senzorů trvá jedno měření přibližně 36 ms. Čtení detektorů hran probíhá vždy po trojicích, kde největší prioritu má přední trojice. Při detekci hrany (bílá barva) odesílají odrazové senzory stav logické 1 a robot se chová podle akce Survive. Přímé zapojení reflexních čidel QRD1114 není dostatečně přesné (dochází k zákmitům), proto je lepší zvolit zapojení s komparátorem LM311.

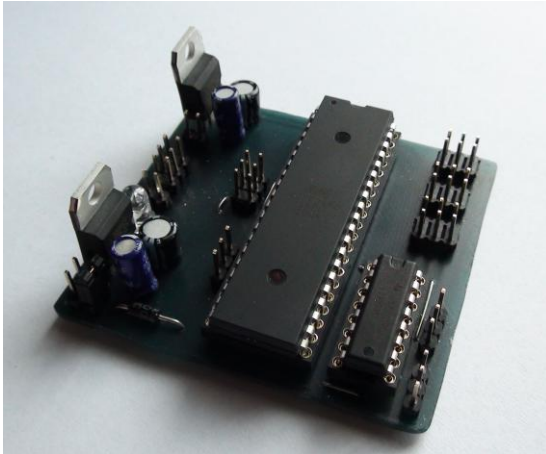
4. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zrealizovat plně funkčního robota, který by byl schopen účastnit se státních soutěží.

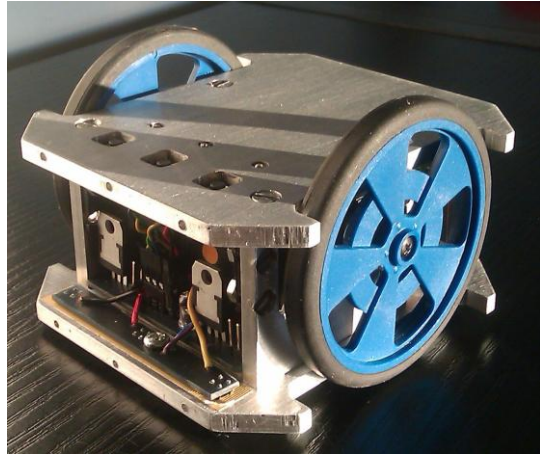
Během práce na projektu jsem zjistil, že obor robotiky je velice rozsáhlý. Skládá se nejen z programování, ale je třeba mít znalosti i v elektronické a mechanické konstrukci.

I přes mnohé potíže (velikost řídicí desky, u které jsem musel určité součástky nahradit SMD verzí, nebo nepřesné čtení čidel) se mi podařilo cíl projektu splnit.

V budoucnu bych se rád věnoval povrchové úpravě podvozku robota.



Obrázek 1: Řídicí deska



Obrázek 2: Uložení elektroniky v podvozku



Obrázek 3: Řešení detekce okrajů arény



Obrázek 4: Mechanická konstrukce



Obrázek 5: Sestavený robot

REFERENCE

- [1] Unified Sumo Robot Rules. In: RoboGames: The Works largest robot competition [online]. 2004 [cit. 2012-03-04] Dostupné z: <http://robogames.net/rules/all-sumo.php>
- [2] ATmega32: Overview. In: Atmel [online]. 2012 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: <http://www.atmel.com/devices/ATMEGA32.aspx>