

TWO LEGGED WALKING ROBOT

Václav Kraus

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkraus09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Pavel Šteffan

E-mail: steffan@feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of this work is to construct a two-legged wirelessly controlled walking robot. This paper describes the construction of the robot, its control electronics, and the solution of the wireless control. The article also includes a description of the application to control the robot. The control electronics of the walking robot are built using the development kit Arduino Mega, which is enhanced with WiFi module allowing the wireless control, a set of ultrasonic sensors for detecting obstacles in the robot's surroundings and accelerometer for maintaining balance.

Keywords: Two legged robot, servo, Arduino, wireless module, sensors, Wi-Fi, accelerometer

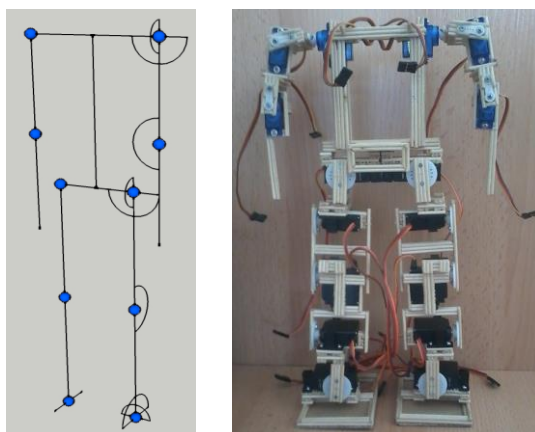
1. ÚVOD

Problematikou kráčivých robotů se v dnešní době zabývá řada organizací po celém světě a snaží se napodobit lidskou nebo zvířecí chůzi. Značnou nevýhodou kráčivých robotů je složitá konstrukce, software pro řízení chůze, obtížné vyvažování, rychlost robota nebo vysoká cena.

Cílem této práce je návrh a sestavení dvounohého bezdrátově řízeného kráčivého robota. V příspěvku navrhuji řídicí elektroniku. Jako řídicí člen jsem zvolil vývojový kit Arduino Mega, osazený čipem ATmega1280. Pro vyvažování využívám akcelerometr a pro detekci překážek v okolí ultrazvukové senzory vzdálenosti. Součástí příspěvku je také popis mechanické konstrukce, která obsahuje 16 servomotorů. Pro bezdrátové ovládání je použita technologie WiFi a robota lze ovládat z počítačové aplikace pomocí několika tlačítek.

2. KONSTRUKCE

Robot se skládá z těla, dvou rukou a dvou nohou. Aby konstrukce byla poměrně lehká, jako konstrukční materiál byly použity špejle. Pohyb celé konstrukce zajišťuje 16 servomotorů, kdy na každou nohu připadá pět servomotorů a na každou ruku tři. Rozmístění serv v končetinách je vidět na Obr. 1. Takovéto rozmístění by mělo robotovi zajistit dostatečnou pohyblivost jednotlivých částí, a tím mu umožnit chůzi a další různé pohyby.



Obr. 1: Geometrický model a konstrukce robota

3. POPIS SYSTÉMU

Elektronika robota se skládá z několika částí. První částí je bezdrátový modul Mini Socket iWiFi od firmy Connect One pro dálkové řízení robota z počítače, se kterým se komunikuje přes sériovou linku UART.

Dalšími částmi jsou senzory. Pro snímání překážek v okolí robota jsou zde 4 ultrazvukové senzory vzdálenosti HC-SR04, které snímají okolí ve čtyřech směrech. Pro vyvažování je použit akcelerometr MPU-6050. Pro získávání dat ze senzorů je použit vývojový kit Arduino Nano, obsahující čip ATmega328, který data vhodně zpracuje a na vyžádání je odesílá po sériové lince řídicímu členu.

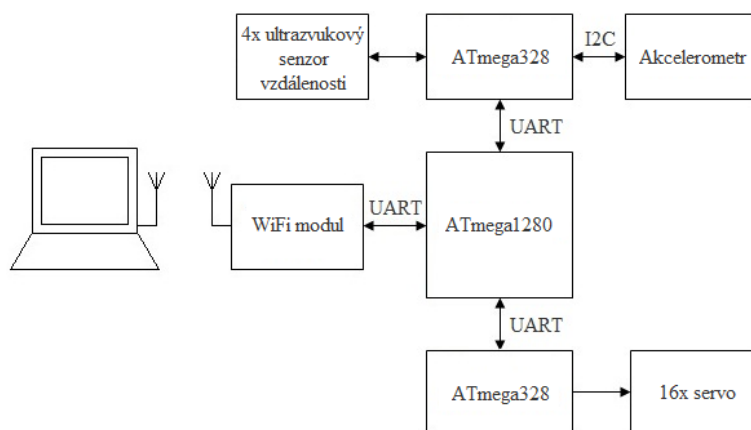
Pro veškerý pohyb robota je zde 16 servomotorů, které řídí další kit Arduino Nano. Po sériové lince dostává od řídicího členu hodnoty reprezentující natočení jednotlivých serv a zajišťuje jejich obsluhu.

Řídicím členem je vývojový kit Arduino Mega, osazený čipem ATmega1280, který vyhodnocuje data ze senzorů a komunikuje s webovým serverem. Komunikace obsahuje řídicí pokyny pro pohyb robota a data ze senzorů. Na základě získaných informací dochází k odesílání hodnot pro jednotlivá serva na podřízenou jednotku.

Dělení do komunikujících částí bylo voleno z důvodu časové náročnosti jednotlivých operací:

- obsluha jednoho ultrazvukového senzoru: až 25 ms,
- získání dat z akcelerometru: ~ 20 ms,
- komunikace s bezdrátovým modulem: ~ 30 ms.

Během těchto operací musíme také postupně spínat jednotlivá serva každých 2,4 ms, bylo by tedy velice obtížné toto řešit v jednom mikrokontroléru třídy ATmega.



Obr. 2: Blokové schéma

4. ŘÍZENÍ SERV

Základní pohybovou jednotkou robota je servo. To se řídí kladným pulzem šířky 0,6 až 2,4 ms každých 20 ms. Velkou nevýhodou serva jsou proudové špičky vznikající při každém příchozím řídicím impulzu. Takto dochází k zatížení napětového zdroje, poklesu jeho napětí a také k rušení ostatních elektronických částí. Z tohoto důvodu je potřeba, aby servomotory byly galvanicky odděleny a měly vlastní napájení. Toto zajišťují optočleny.

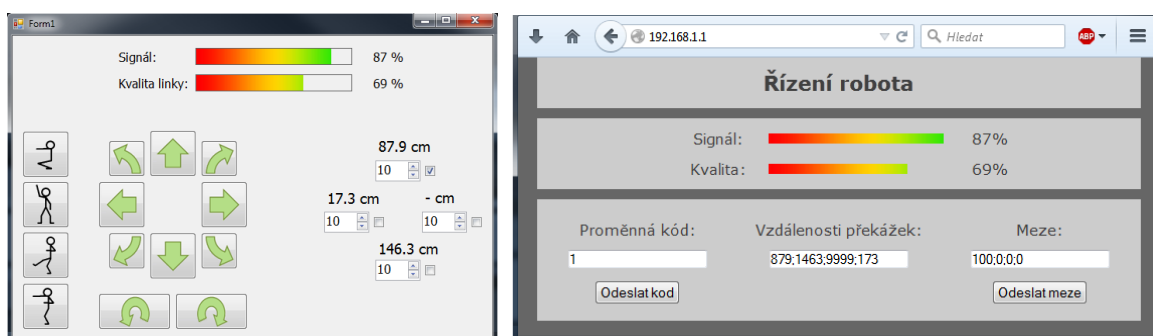
Z důvodu proudových špiček by se také nemělo spínat více serv souběžně. Při uvažování maximálního pulzu pro servo 2,4 ms a opakování každých 20 ms je možno za sebou spínat až 8 serv. Pro toto využívám demultiplexor, kdy jedním vodičem vysílám řídicí signál a pomocí dalších třech vodičů přepínám postupně mezi osmi servomotory. Výhodou tohoto provedení je i využití menšího počtu pinů na mikrokontroléru. V případě robota se 16 servomotory používám dva demultiplexory, tedy souběžně spínám vždy dvě serva.

5. BEZDRÁTOVÉ OVLÁDÁNÍ

Pro bezdrátové řízení byla zvolena technologie Wi-Fi, konkrétně modul Mini Socket iWiFi od společnosti Connect One. Výhodou je, že obsahuje 2 webové servery, konfigurační a pak uživatelský. Takto lze do modulu nahrát vlastní webový server o maximální velikosti 256 kB, který umožňuje definovat vlastní parametry a přistupovat k nim přes internetový prohlížeč.

Komunikace mezi Arduinem a modulem probíhá po sériové lince UART pomocí AT příkazů, takto je možno na server odesílat data ze senzorů, nebo si data načíst. Na webovém serveru jsou vytvořeny tři proměnné. Proměnná *kod* obsahuje číslici, reprezentující určitý pohyb robota, proměnná *meze* určuje, jak blízko může robot k překážce, a proměnná *senzory* obsahuje vzdálenosti od překážek.

Pro ovládání robota byla vytvořena aplikace spustitelná na Windows. Druhou možností je řídit robota přímo přes webový prohlížeč, kdy pomocí formulářů odesíláme robotovi vhodné hodnoty.



Obr. 3: Aplikace a webový server pro ovládání robota

6. CHŮZE

Pro chůzi robota bylo navrženo několik základních pozic, jako náklon na stranu, pravá noha vpředu, pravá noha vzadu atd. Z těchto pozic jsou poté skládány příslušné kroky pro dané chůze. Přesné hodnoty natočení jednotlivých serv byly zjišťovány experimentálně, a to tak, aby měl robot stabilitu a nepřepadával.

I když jednotlivé pozice pro chůzi jsou navrženy tak, aby měl robot stabilitu, vnějšími vlivy ovšem může dojít k vyvedení z rovnováhy. Z tohoto důvodu je robot opatřen akcelerometrem MPU-6050, díky kterému zná svůj náklon a může provádět vyvažování.

7. ZÁVĚR

V době psaní tohoto příspěvku byl robot ve stádiu vývoje, zvládal chůzi dopředu, dozadu, úkroky stranou a sekundární pohyby. Počítá se také s možností otáčení a šikmé chůze. Momentálně testují akcelerometr a pracují na vyvažování robota. Předmětem dalšího vývoje je rozšíření robota o mikropínače na chodidla, aby robot věděl, zda došlápl na zem, nebo nenarazil na nízkou překážku. Dále také provizorní konstrukci ze špejlí nahradit konstrukcí plastovou, vytvořenou na 3D tiskárně.

REFERENCE

- [1] *Arduino* [online]. ©2014 [cit. 2014-11-23]. Dostupné z: <http://arduino.cc/>
- [2] Průvodce. *Robotika.cz* [online]. 2005 [cit. 2014-10-02]. Dostupné z: <http://robotika.cz/guide/cs>
- [3] Aplikační poznámky, zajímavá zapojení, odkazy. *Spezial electronic* [online]. [cit. 2014-12-03]. Dostupné z: <http://www.spezial.cz/apps/index.html>
- [4] Řízení serva: teorie. In: *Serva a jejich ovládání* [online]. [cit. 2014-10-02]. Dostupné z: <http://www.serva.cz/rizeni-serva-teorie/>