



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Robotická ruka

Radim Vitek, Ondřej Sedlo

Střední průmyslová škola elektrotechnická
a informačních technologií Brno

Purkyňova 97, Brno

Anotace

Cílem práce je sestavit a potom ovládat robotickou ruku pomocí joysticku přes PLC. Pomocí šesti servomotorů a uchopovacího modulu bude možno přenášet předměty. A pomocí automatického módu bude možné nahrát a poté přehrávat jednotlivé sekvence, které bude ruka provádět opakovaně, což by mohlo být využito například při sériové výrobě.

Annotation

The aim of this task is to construct and then control a robot arm using a joystick connected to PLC. Six servo-motors and a grabber module are used to move items and in auto-mode loading and then running of all the sequences that our arm will execute repeatedly, that could be taken into profit e.g. in duplicate production, is possible.

Obsah

1. ÚVOD	1
2. HARDWARE.....	2
2.1. NÁVRH.....	2
2.2. JOYSTICK	3
2.3. ŘÍDÍCÍ ČÁST.....	3
3. SOFTWARE.....	4
3.1. ŘÍDÍCÍ SIGNÁL PRO SERVOMOTORY	4
3.2. GENEROVÁNÍ SIGNÁLU PWM	5
3.3. OBSLUHA JOYSTICKU	5
3.4. REŽIMY	6
3.5. OVLÁDÁNÍ	6
4. ZÁVĚR	6
5. POUŽITÉ ZDROJE INFORMACÍ.....	8

Klíčová slova

servomotor - je to motor ovládaný pomocí signálu PWM

PLC - programovatelný logický automat

signál PWM - (pulzně šířková modulace) je to signál, jehož délka v logické 1 a délka v logické 0 určují úhel, o který se má servomotor otočit

modul - přídavek do PLC, který přináší nové dovednosti

potenciometr - součástka s měnitelným elektrickým odporem

Robot - zařízení, které je schopno samostatně vykonávat nějakou činnost

1. Úvod

Robotická ruka nebo také manipulátor je robotický systém, který má za úkol přemísťovat předměty v nějaké posloupnosti. Existuje několik způsobů programování manipulátorů. Například přímým zadáváním úhlů jednotlivých kloubů a také použití přímého programování ruky. Toto je nejméně používaný způsob, protože se obsluha pohybuje v pracovním prostoru manipulátoru. Nejpoužívanějším a zároveň nejsložitějším je použití tzv. inverzní kinematiky. Ta je založena na dopočítávání úhlů jednotlivých kloubů na základě znalosti požadované pozice hlavice. Pohybové možnosti manipulátorů se udávají pomocí stupňů volnosti tj. počet os, podle kterých se robot pohybuje. Naše robotická ruka má 5 stupňů volnosti.



Obr. 1: Manipulátor firmy Kuka se 6 stupni volnosti (převzato z<http://www.kuka-robotics.com/>)

2. Hardware

Základem práce byla samotná konstrukce robotické ruky. Robotická ruka se skládá ze šesti servomotorů, které ovládají ramena, točnu i chapadlo. Celá robotická ruka je zhotovena z hliníkových profilů. Veškeré spoje byly realizovány pomocí běžně dostupných šroubů M2, M4, M5 s příslušných matic. Veškeré obráběcí práce prováděl Martin Vítek podle námi navržené dokumentace.

2.1. Návrh

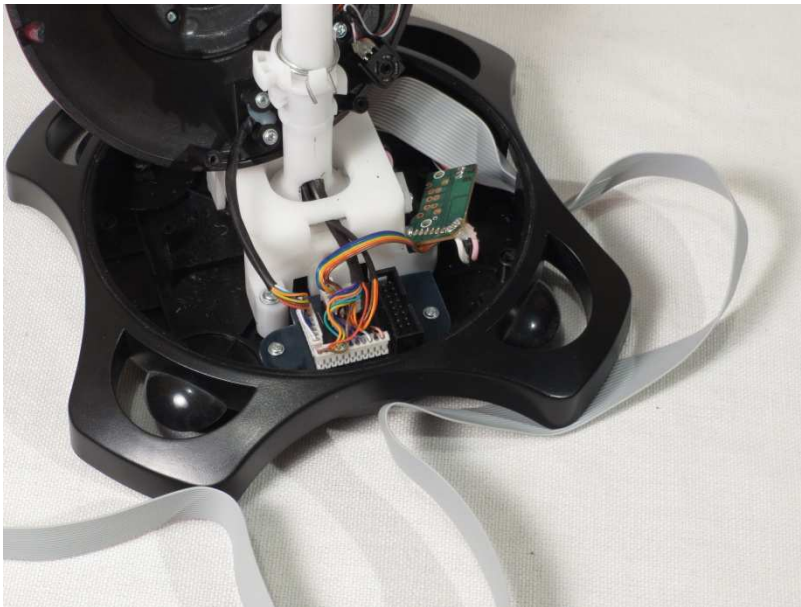
Pro umožnění pohybu byly vybrány servomotory firmy Hitec. Kvůli vysoké ceně výkonných motorů byly použity dva druhy Hs-422 a Hs-475. Servomotory Hs-422 jsou použity tam, kde nejsou potřeba velké výkony, tzn. k ovládní celého uchopovacího zařízení. Servomotory Hs-475 mají mnohem vyšší krouticí moment a tak mohly být použity na ovládní ramen a točny. Před samotnou konstrukcí byly provedeny výpočty, které potvrdily naši domněnku, že bude nutné ruku vyvážit vhodnými závažími. Tabulky servomotorů jsou téměř totožné, co se týče rozměrů, a proto mohly být použity společně. Servomotor Hs-475 má velký krouticí moment a tím se hodil na konstrukci více zatěžovaných částí, zatímco motor Hs-422 se hodil na pozice méně namáhané.

	Hs-422	Hs-475
Krouticí moment (5V)	3,4 kg/cm	4,7 kg/cm
Rychlost pohybu (5V)	0,22 s/60°	0,22 s/60°
Rozměry (V, Š, D)	36,6 x 19,6 x 40,4 mm	35,8 x 19,6 x 38,6 mm
Rozsah pohybu	180°	200°
Hmotnost	45g	40g
Cena	362,-Kč	554,-Kč

Tab. 1: Parametry servomotorů

2.2. Joystick

Jako ovladač jsme použili joystick Trust. Tento joystick se běžně připojuje k PC přes sběrnici USB, což bylo pro náš projekt nevyhovující. Proto jsme jej upravili do vhodnější podoby. Z joysticku je odstraněna veškerá elektronika. A od potřebných tlačítek a potenciometrů, které snímají naklonění páky, jsou vyvedeny jejich výstupy pomocí plochého kabelu ven z krabičky joysticku. Všechny potenciometry jsme připojili na stejnosměrné napájecí napětí 5V a tlačítka jsou zapojena tak, aby se při stisku se přes tlačítko uzemnil vývod z joysticku.



Obr. 2: Upravený joystick

2.3. Řídící část

Celou ruku řídí PLC AMiNi2D od firmy AMiT. Má CPU typ 167, 1MB RAM, 1MB FLASH. A byl využit modul freqout, ten je schopen generovat velmi krátkodobé signály, díky kterým je možno generovat signál PWM, který bude popsán níže.

3. Software

Softwarová část projektu je velmi důležitou součástí projektu. Programová část byla napsána ve vývojovém prostředí DetStudio 1.7.2. Program má 4 procesy: Hlavni, Cteni, ProcINIT a ProcIDLE.

V procesu ProcINIT se nastavují počáteční hodnoty, které jsou potřeba nastavit např. nulová poloha.

Proces Hlavni na začátku nastaví výchozí pozice servomotorů ruky, aby sebou necukala. Dále obsahuje jednotlivé režimy ruky a výpočty potřebné k ovládní servomotorů.

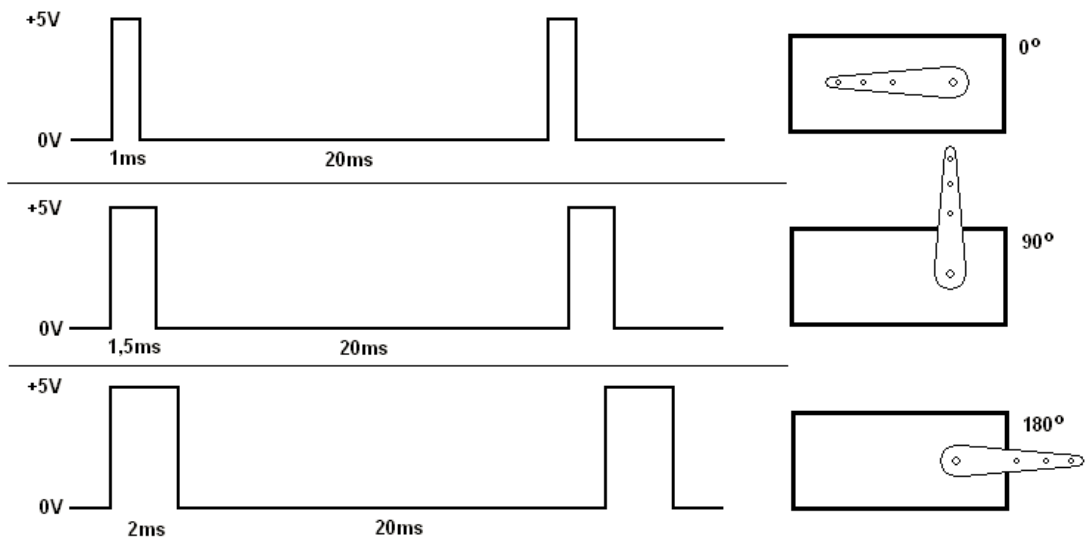
Proces Cteni načítá všechny informace z joysticku.

ProcIDLE, který se vykonává s nejnižší prioritou, obsluha obrazovek.

3.1. Řídící signál pro servomotory

Servomotory se ovládají pomocí obdélníkového signálu přiváděného na signálový vstup motoru. Celý signál má periodu 20ms. Změnou poměru dob trvání logické 1 a logické 0 na vstupu motoru, se mění úhel natočení. Signál lze rozdělit na tři části: inicializační, řídicí a prodlevu.

Inicializační část trvá 1ms a vstup servomotoru musí být po celou dobu v log. 1 jinak by servomotor nezareagoval. Řídící část trvá také 1ms, ale v této části se mění poměr trvání log. 1 a log. 0. Pokud log. 1 trvá stejnou dobu jako log. 0 v tak se servomotor natočí do středové polohy. Jestliže se prodlužuje doba jednoho stavu a zkracuje doba druhého stavu tak se úhel natočení zvětšuje nebo zmenšuje. Logická 1 po celou dobu 2 ms znamená natočení $+90^\circ$ a logická 0 znamená natočení -90° .



Obr. 3: Znárodněný řídící signál (převzato z <http://flugleiter.de>)

3.2. Generování signálu PWM

Signál PWM (pulzně šířková modulace) je signál pro řízení servomotorů popsáný.

V našem projektu je realizován pomocí zmíněného modulu freqout.

3.3. Obsluha joysticku

Naklonění páky se projevuje změnou pozice jezdce potenciometru a tím i změnou napětí. Toto napětí čte A-D převodník a to se potom přepočítává na rychlost natáčení jedním nebo druhým směrem. Jelikož potřebujeme 4 vstupy a naše PLC má jen 2, použili jsme multiplexor 2:4. Výpis kódu čtení napětí z joysticku pomocí multiplexoru:

```

Switch i, //čtení napětí z joysticku pomocí multiplexoru
case 1
  let @s0=false
  let @s1=false
  BinOut @s0, 0x0000, #D000_6
  BinOut @s1, 0x0000, #D000_7
  AnIn #AI00_7, rizeni[0,1], 5.000, 0.000, 5.000, 8.5, 13.2
  let rizeni[0,0]=if (((rizeni[0,1]-pred)>0.15)and((rizeni[0,1]-pred)<-0.15),rizeni[0,1],pred)
  let pred=rizeni[0,1]
endcase
case 2
  let @s0=true
  let @s1=false
  BinOut @s0, 0x0000, #D000_6
  BinOut @s1, 0x0000, #D000_7
  AnIn #AI00_7, rizeni[1,1], 5.000, 0.000, 3.8, -0.20, 0.30
endcase

```

Aliasy s0 a s1 vybírají, které potenciometry budou připojeny na analogový vstup. Z joysticku jsou vyvedeny i tlačítka. Čtení tlačítek probíhá pomocí dotazu na digitální vstupy PLC.

3.4. Režimy

Robotická ruka má dva režimy jeden je manuální a druhý automatický. V manuálním režimu je ruka ovládána joystickem. V tomto režimu lze ukládat jednotlivé pozice do sekvence. Funguje tu také tlačítko na automatický přechod ruky do základní pozice.

Režim sekvence umožňuje pouze přehrávat dříve uloženou sekvenci. Přehrávání sekvence může být podmíněno jakýmkoliv čidlem. Toto lze ovlivnit přepnutím přepínače „čidlo“. Tento přepínač přemostí připojené čidlo a tím se vstup chová jako trvale sepnutý, čidlo se vyřadí z provozu (sekvence se přehrává neustále). Aby se sekvence nevymazala po vypnutí ruky, ukládá se do paměti.

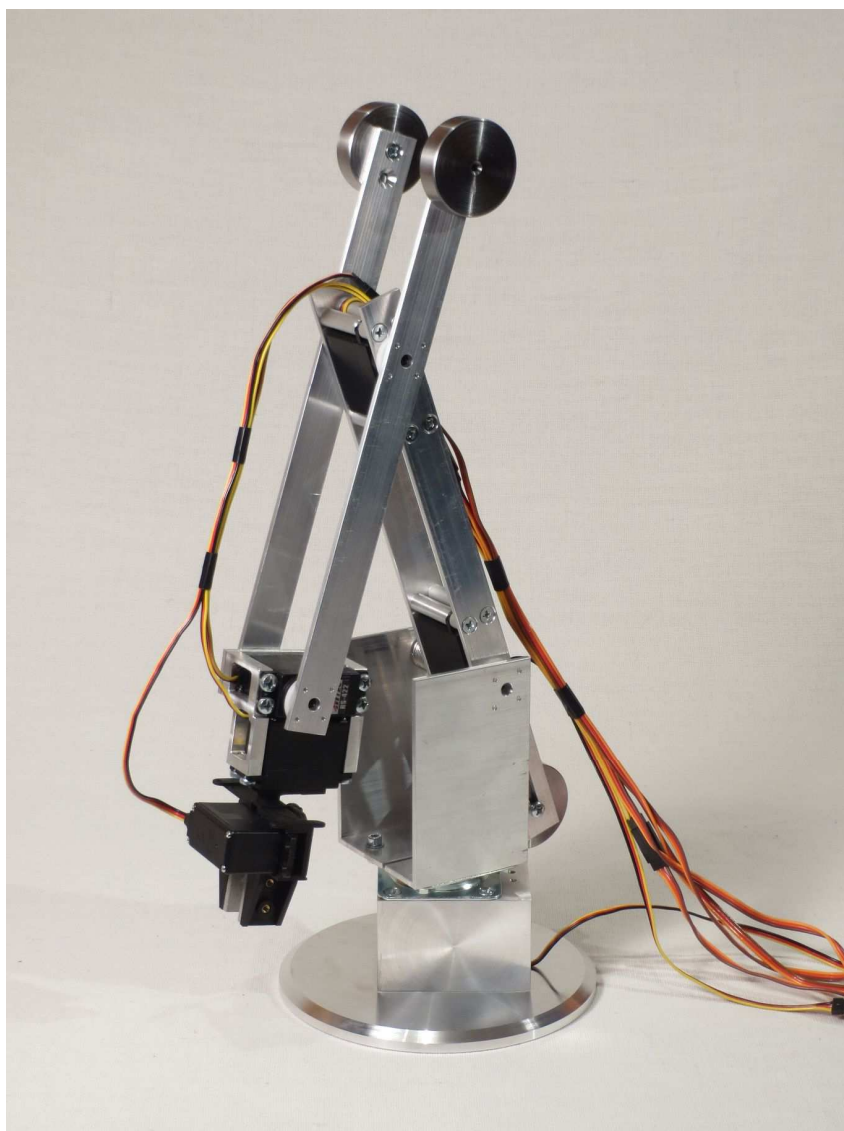
3.5. Ovládání

Robotická ruka je ovládána přes joystick a PLC. Pomocí joysticku můžeme vykonávat veškeré pohyby robotické ruky. PLC zajišťuje veškerou programovou část – všechny výpočty, snímání tlačítek, generace a vysílání PWM signálů do servomotorů a na svém displeji zobrazuje stav ruky a menu k nastavování. Na displeji se může zobrazit sedm různých obrazovek, ve kterých můžeme nastavit režim, vybíráme sekvence atd.

4. Závěr

Robotická ruka má 5 stupňů volnosti. K tomu ji pohání 6 servomotorů – jedním se otáčí celou rukou, druhé ji zvedá ze stojanu, třetí a čtvrté pohybují klouby, páté otáčí chapadlem a poslední šesté rozevívá nebo svírá chapadlo. Ruka je zhotovena z hliníkových profilů, které zajišťují pevnost a lehkost. Na koncích těchto profilů jsou závaží. Ta slouží k vyvažování ramena a tím snižují servomotorům zátěž, takže ruka snáze unese i těžší břemena. K ovládání slouží joystick, který je připojený k PLC.

K veškerému nastavování slouží PLC, který má displej a tlačítka.



Obr. 5: Robotická ruka

5. Použité zdroje informací

- [1] <http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/vyuziti-pc-atx-zdroje-pronapajeni-zarizeni.html>
- [2] http://www.urel.feec.vutbr.cz/~fryza/downloads/mpt_pred_06.pdf
- [3] www.servodatabase.com/
- [4] <http://www.kuka-robotics.com/en/>
- [5] <http://flugleiter.de>
- [6] www.atmel.com
- [7] <http://and-tech.pl/>
- [8] <http://hpinfotech.ro/>
- [9] <http://amit.cz/>