



Projektni zadatak

Upravljanje robotskim manipulatorom

Osijek, 2017.



Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Sklopovska i programska podrška.....	2
2.1. Sklopovska podrška.....	2
2.2. Programska podrška	4
2.3. Dijagram tokova	5
3. Shematski prikaz i rad robotskog manipulatora	9
3.1. Shematski prikaz	9
3.2. Prikaz rada robotskog manipulatora.....	10
4. Zaključak	14
5. Prilozi	15
Literatura	16



1. Uvod

Projektni zadatak bio je sastaviti robotski manipulator, izraditi grafičko sučelje pomoću kojeg se uporabom kliznika postavlja otvorenost motora te pomoću vrijednosti odabranih unutar grafičkog sučelja upravljati robotskim manipulatorom.

Za izradu projekta potrebno je znanje C programskog jezika koji je korišten u izradi programa za STM, Python programskog jezika koji je korišten prilikom slanja otvorenosti motora na STM, te je potrebno znanje PHP programskog jezika koji je korišten za izradu WEB sučelja. Također je potrebno znati način rada serijske asinkrone komunikacije (engl. UART), način rada pulsno-širinske modulacije (engl. PWM) i digitalne elektronike. Također nam je u izradi projektnog zadatka pomoglo znanje stečeno na predavanjima i vježbama iz kolegija „Ugradbeni računalni sustavi“.



2. Sklopovska i programska podrška

U ovom poglavlju navedeni su potrebni alati i oprema za uspješnu izradu projekta. Navedene su korištene sklopovske komponente i programska podrška za izradu projekta. Prikazan je dijagram tokova programa STM-a i Raspberry Pi-ja.

2.1. Sklopovska podrška

U ovom radu potrebno je omogućiti korisniku postavljanje otvorenosti motora robotsko manipulatora pomoću kliznika. Robotski manipulatorom se upravlja pomoću STM-a i Raspberry Pi-ja. Za izradu ovog projekta potrebno je:

- ❖ STM32F103C8T6 (Slika 2.1.1)
- ❖ Raspberry Pi 3b (Slika 2.1.2)
- ❖ Računalno napajanje (Slika 2.1.3)
- ❖ Robotski manipulator (Slika 2.1.4)
- ❖ ST-LINK v2.0
- ❖ Micro USB Kabel
- ❖ Žice
- ❖ Protoboard

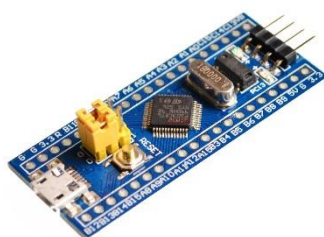
Prije izrade rješenja potrebno je sastaviti robotski manipulator, zatim povezati STM, Raspberry Pi i robotski manipulator. Tokom izrade zadatka potrebno je ojačati bazu robotskog manipulatora kako se robotski manipulator ne bi prevrnuo tokom rada. Korišteni alati pomoću kojih je zadatak spojen:

- ❖ Lemilica
- ❖ Električarske vezice
- ❖ Križni i ravni odvijač
- ❖ Kombinirana kliješta
- ❖ Šiljasta kliješta
- ❖ Traka za izolaciju
- ❖ Vijci
- ❖ Matice

Robotski manipulator postavljen je na podlogu te je baza dodatno učvršćena kako se robotski manipulator, tokom rada, ne bi prevrnuo. STM mikrokontroler koristi se kao posrednik između Raspberry Pi-ja i servo motora koristeći pulsno-širinsku modulaciju (engl. PWM) za upravljanje servo motorima i serijsku asinkronu komunikaciju (engl. UART) za uspostavljanje komunikacije s Raspberry Pi uređajem. Projektni zadatak je konfiguriran pomoću razvojnog okruženja STMCubeMX gdje smo namjestili željene portove (*timeri* za PWM i UART serijski port). Kiel μ Vision5 koristi se za pisanje korisničkog koda (logike) te se pomoću razvojnog okruženje i ST-Link V2 programatora upisuje kod u STM mikrokontroler[1]. Pulsno-širinska modulacija izvodi se pomoću dva *timera*, *TIM3* i *TIM4*. Svaki od *timera* ima četiri kanala od kojih se koriste sva četiri kanala od *TIM3* i samo dva kanala od *TIM4*[2]. Potrebno je postaviti *timere* na način da signal koji koristi *TIM3* koristi i



TIM4, odnosno sinkronizirati ih. STM, pomoću UART serijske komunikacije, prihvaća otvorenost motora. Na STM mikroukontroleru postavljen je treći UART kanal koristeći brzinu signalizacije 9600 baud-a bez paritetnog bita. Raspberry Pi se koristi za grafičko sučelje unutar kojeg se postavlja otvorenost motora te šalje te vrijednosti STM-u. Za izradu programa za Raspberry Pi koristio se programski jezik Python sa Python IDLE razvojnim okruženjem.



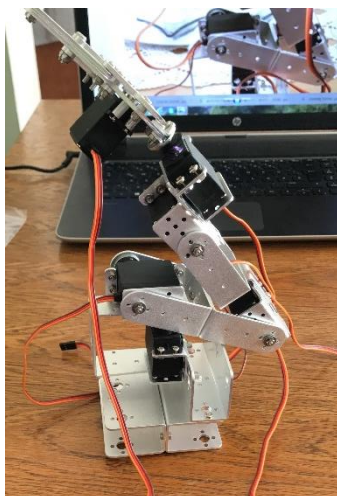
Slika 2.1.1 STM



Slika 2.1.2 Raspberry Pi



Slika 2.1.3 Napajanje



Slika 2.1.4 Robotski manipulator

2.2. Programska podrška

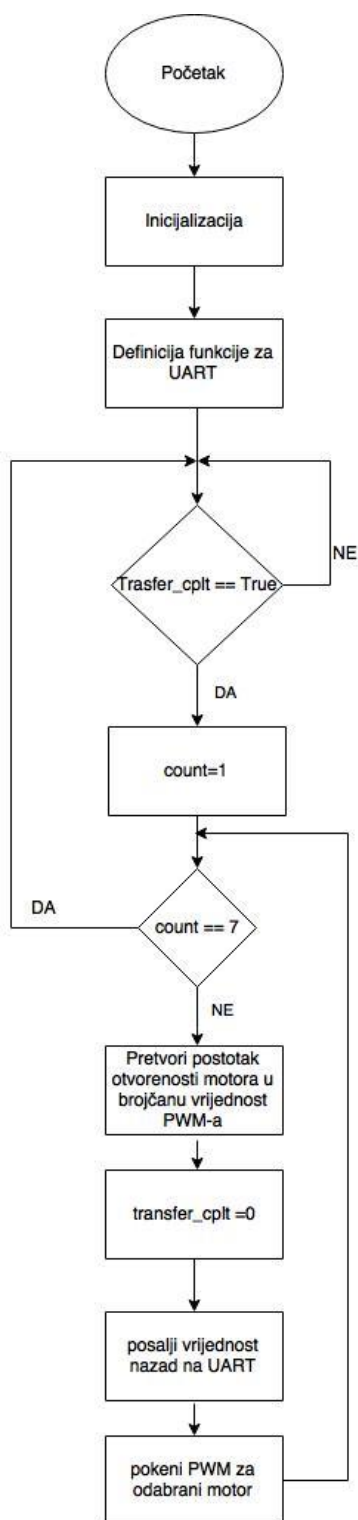
Kako bi uspješno izradili rješenje projektnog zadatka, koristi se programska podrška pomoću koje je olakšano uspostavljanje komunikacije između robotske ruke i STM-a, STM-a i Raspberry Pi-ja, programiranje STM-a i Raspberry Pi-ja, te pisanje koda. Korištena programska podrška je:

- ❖ Raspbian Stretch
 - operativni sustav instaliran na Raspberry Pi
- ❖ STM32CubeMX
 - Služi kao pomoć pri namještanju funkcija STM-a i automatski generira pripadajući kod u ovisnosti o odabranoj inačici STM-a i namještenim funkcijama.
- ❖ Keil μ Vision5
 - Razvojno sučelje pomoću kojeg je izrađeno programsko rješenje za STM
- ❖ RealVNC
 - Virtual Network Computing klijent za udaljeno grafičko upravljanje Raspberry-jem.
- ❖ Etcher
 - Omogućuje instalaciju Raspbian Stretch operativnog sustava na memorijsku karticu
- ❖ Python IDLE
 - Razvojno okruženje za Python programski jezik
- ❖ JetBrains PHPStorm
 - Razvojno okruženje za PHP programski jezik
- ❖ Apache2
 - Apache web server na Raspberry-ju



2.3. Dijagram tokova

STM je „driver“ između robotske ruke i NanoPi-a. U STM-u se nalazi program za pokretanje motora robotske ruke. Dijagram tijeka programa STM-a prikazan je na sljedećoj slici **Error! Reference source not found..**

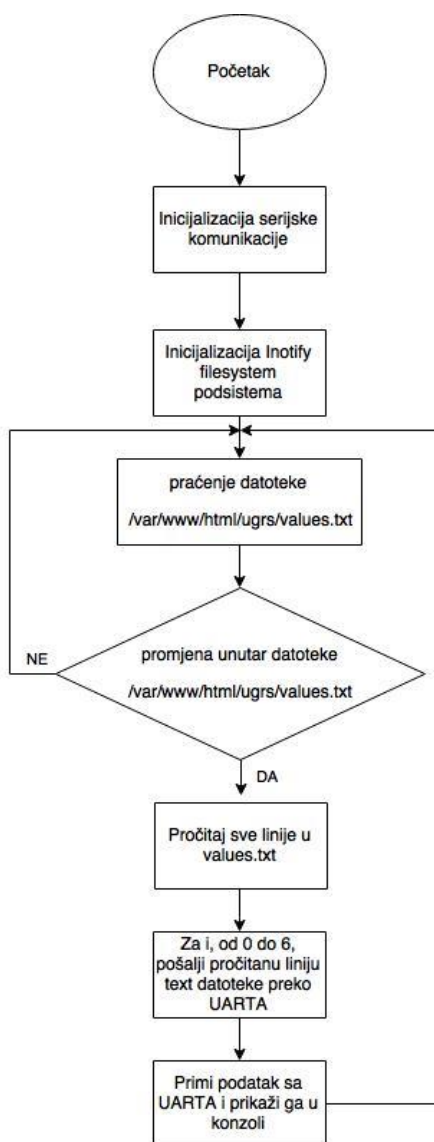


Slika 2.3.1 Dijagram toka STM-a



Program započinje inicijalizacijom uređaja te povratne funkcije za UART komunikaciju, nakon čega prelazi u beskonačnu petlju koja provjerava postoji li podatak za obradu kojeg šalje Raspberry Pi. U podatku se nalaze vrijednosti za PWM koji su potrebne za otklon motora robotskog manipulatora. Nakon što su podatci dostupni, program započinje obradu podataka i postavlja motore na zadanu poziciju. Motori se dovode na željeni položaj pomoću PWM-a. STM postavlja *timer* na zadanu vrijednost koju šalje Raspberry Pi. Zatim *timer* generira PWM koji se proslijeđuje robotskom manipulatoru te se robotski manipulator postavlja na zadani položaj. Poslije postavljanja motora, program UART-om šalje povratnu informaciju da su motori pomaknuti i da je spreman za sljedeće naredbe.

Osim STM-a, programiran je Raspberry Pi pomoću programskog jezika Python, a njegov dijagram tijeka izgleda kao na slici **Error! Reference source not found.**

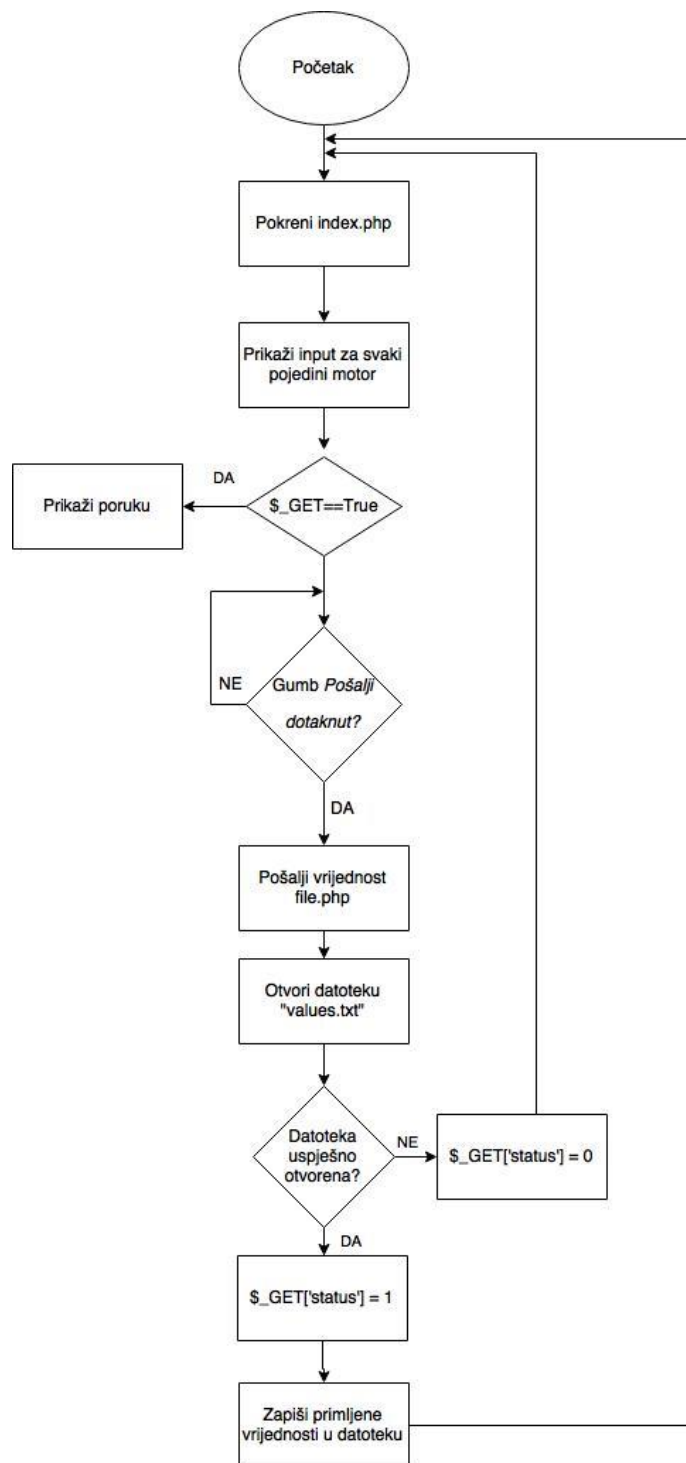


Slika 2.3.2 Dijagram toka Raspberry Pi-ja



U python skripti korišten je Inotify filemanager podsistem koji detektira promjene na datoteci „values.txt“ u kojoj su zapisane vrijednosti postotka otklonjenosti motora koje se šalju na UART. Nakon što su poslone vrijednosti postotka otklonjenosti motora prima se informacija o vrijednosti otklonjenosti motora izražene u mikrosekundama i ispisuje se u konzolu.

Također treba prikazati tok izvođenja PHP skripte:



Slika 2.3.3 Dijagram toka PHP skripte



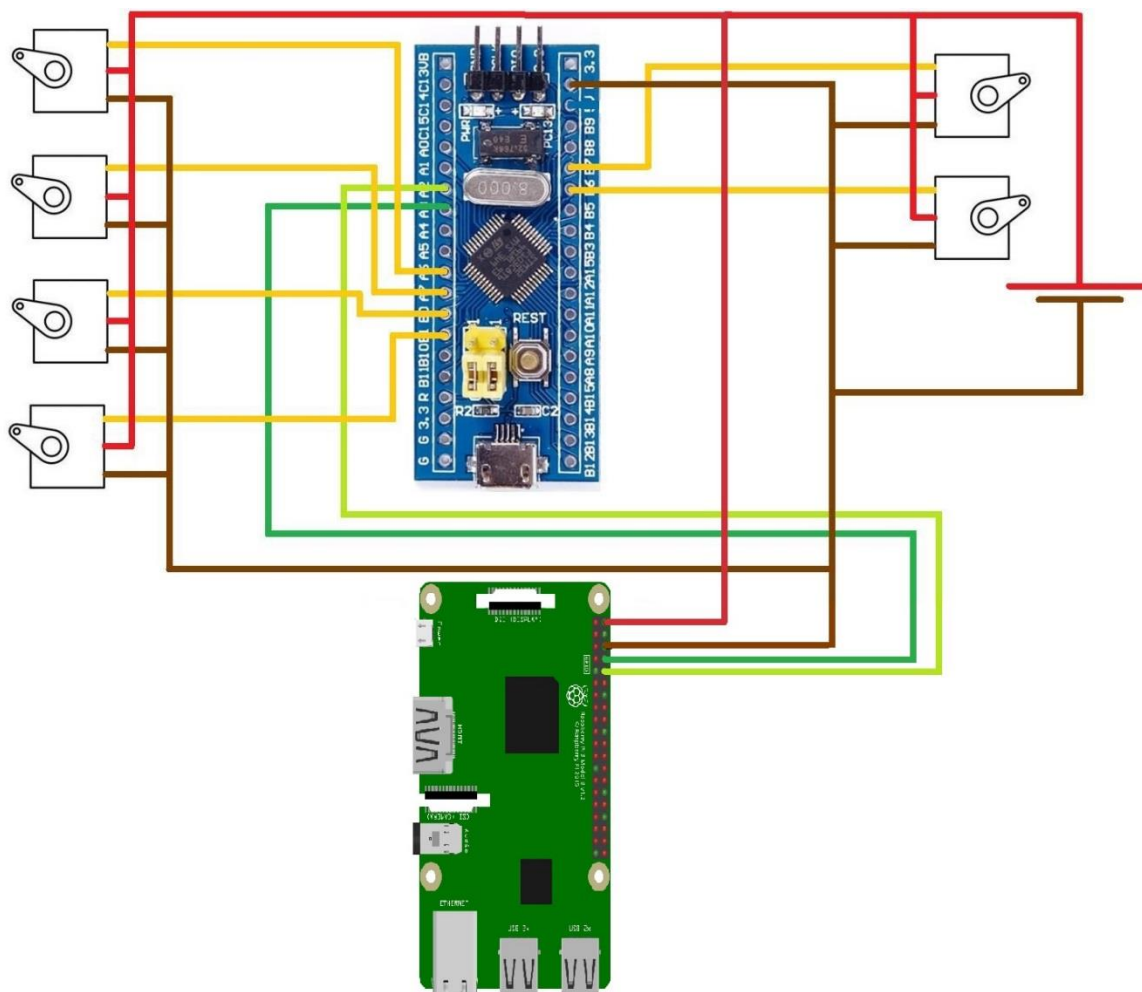
PHP dio programskog sustava počinje sa skriptom „index.php“ na kojoj se nalazi mogućnost odabira otklonjenosti motora u postotcima. Pritiskom na gumb „Pokreni“ vrijednosti se šalju na skriptu „file.php“ koja ih zapisuje u datoteku „values.txt“, te se vraća na „index.php“ skriptu sa pripadajućom porukom o uspjelom ili neuspjelom slanju podataka.

3. Shematski prikaz i rad robotskog manipulatora

3.1. Shematski prikaz

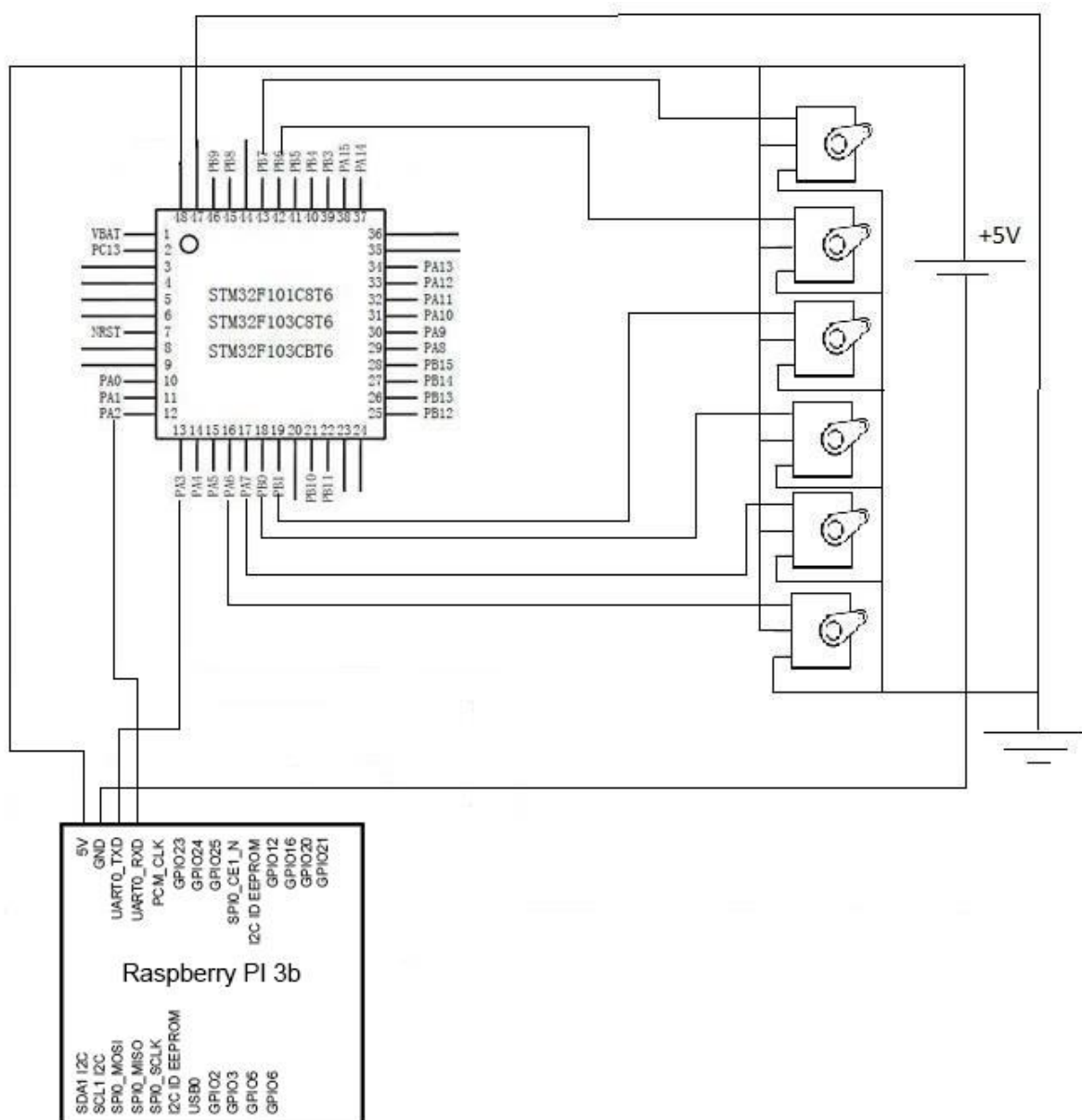
U ovom poglavlju bit će prikazan sam rad robotskog manipulatora te sustav robotskog manipulatora.

Sustav robotskog manipulatora prikazan je na montažnoj shemi koju prikazuje Slika 3.1.1.



Slika 3.1.1 Montažna Shema spajanja 6 servo motora s STM-om i napajanjem od +5 V, UART između Raspberry PI-a i STM-a.

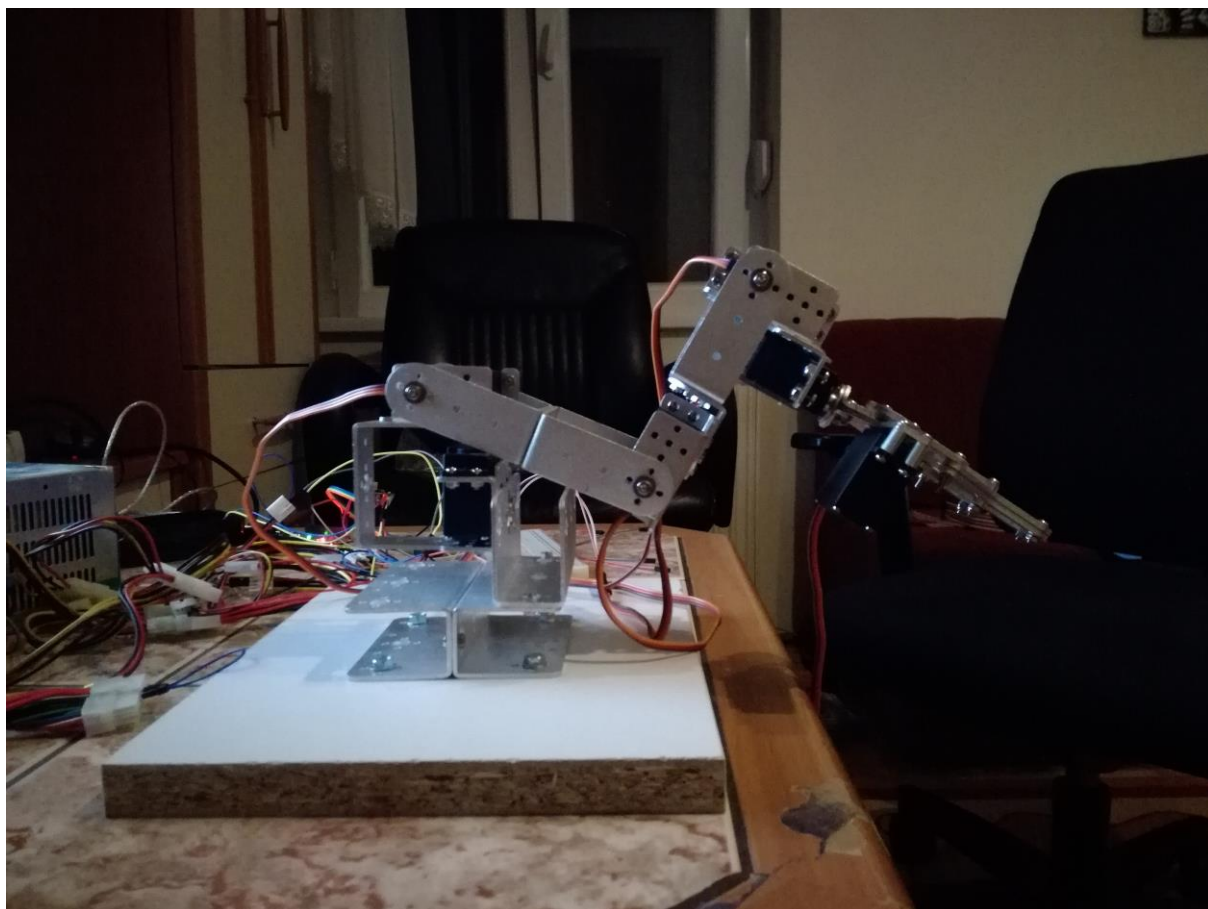
Slika 3.1.2 prikazuje shemu spajanja manipulatora sa STM-om te STM-a s Raspberry Pi-jem.



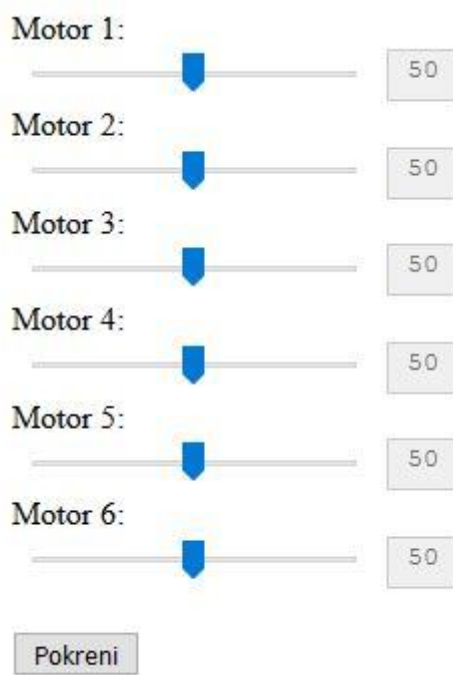
Slika 3.1.2 Shema spajanja manipulatora, STM-a i Raspberry Pi-a

3.2. Prikaz rada robotskog manipulatora

Slika 3.2.1 prikazuje robotsku ruku s ojačanom bazom zbog stabilnosti spojenu na napajanje, STM i Raspberry Pi.



Slika 3.2.1 Prikaz projektnog zadatka



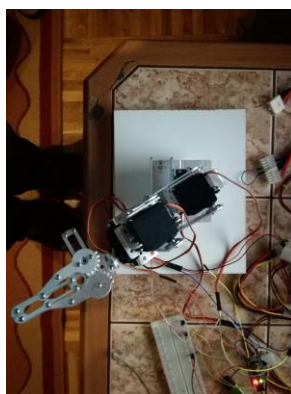
Slika 3.2.2 Grafičko sučelje za manipuliranje otvorenosti motora

Rad robotskog manipulatora sastoji se od koraka prikazanih na sljedećim slikama.

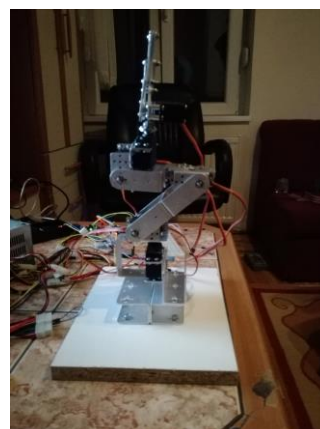
Na slici 3.2.2 prikazano je grafičko sučelje u kojem se postavlja otvorenost motora. Kako bi se upravljalo robotskim manipulatorom, korisnik mora odabrati željenu vrijednost otvorenosti motora pomoću kliznika. Nakon što su vrijednosti odabrane, korisnik dodirnom na gumb *Pokreni* upravlja robotskim manipulatorom.



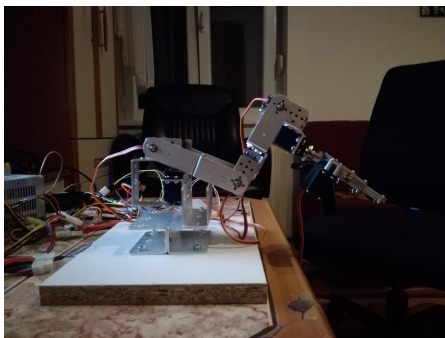
Slika prije manipuliranja



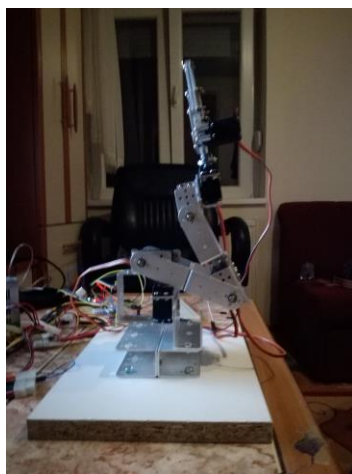
Slika pomaka prvog zgloba



Slika pomaka drugog zgloba



Slika pomoka trećeg zgloba



Slika pomaka četvrtog zglob



Slika pomoka petog zgloba

Slika 3.2.4 Slijed uravljanja robotskim manipulatorom

Slika 3.2.4 prikazuje kako odabrane vrijednosti unutar grafičkog sučelja utječu na robotski manipulator. Unutar slijeda je prikazan pomak za svaku odabranu vrijednost otvorenosti motora.



4. Zaključak

Projekt je uspješno ostvaren, to jest pomoću vrijednosti otvorenosti motora odabrane putem grafičkog sučelja upravlja se robotskim manipulatorom. Moguće je unaprijediti i poboljšati rad robotskom manipulatora dodavanjem različitih komponenti s kojima se mogu povećati mogućnosti robotskog manipulatora.

Danas se u industriji koriste razni robotski manipulatori te im raste zastupljenost u svim granama industrije i znanosti zbog čega je moguće očekivati daljnji napredak i razvoj potrebne tehnologije.



5. Prilozi

U prilogu ovog rada nalaze se:

- Programski kod za Raspberry Pi
- Programski kod za STM32F103
- Video izvedbe projekta



Literatura

- [1] ST Link programator,
https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32/wiki/Programming-an-STM32F103XXX-with-a-generic-ST-Link-V2-programmer-from-Linux, pristup:
30.09.2017.
- [2] PWM, http://d1.amobbs.com/bbs_upload782111/files_10/ourdev_265522.pdf, pristup:
30.09.2017.
- [3] Crtanje dijagrama toka, <https://www.draw.io/>, pristup:3.10.2017.
- [4] ST products, http://www.st.com/content/st_com/en.html, pristup:3.10.2017.
- [5] Specifikacije STM32F103C8T6,
<http://www.st.com/en/microcontrollers/stm32f103c8.html>, pristup:30.09.2017.