

šolski  enter ptuj
elektro in računalniška šola

Volkmerjeva cesta 19, 2250 Ptuj

IZDELAVA ROBOTSKÉ ROKE

Mentor: Miran Lazar, univ. dip. inž. el.

Avtor: Leon Panič, 4. čm

Program: SSI, mehatronik

Ptuj, januar 2020

Leon Panič

Zahvala

Zahvaljujem se vsem, ki so mi pomagali pri izdelavi robotske roke in pisnem delu naloge. Predvsem bi se rad zahvalil mentorju Miranu Lazarju, ki mi je s svojimi dolgoletnimi izkušnjami in nasveti bil pri izdelavi naloge v veliko pomoč ter sošolcem in prijateljem iz izmenjave v Nemčiji, ki so mi pomagali materialno in pri idejah.

Leon Panič

POVZETEK

Cilj moje naloge je bila izdelava robotske roke, ki prikazuje najlažji način programiranja robotov. Izdelava robota ni bila lahka, saj sem se velikokrat znašel v zadregi in nisem vedel kako naprej. Ampak nisem obupal, saj sem s trdom in vztrajnostjo prišel do izdelka, na katerega sem ponosen.

Ob izdelavi robotske roke sem pridobil veliko tehničnih vrtilin, naučil sem se programiranje v C programskem jeziku, izdelovati in programirati android aplikacije, risanje načrtov v orodjih: SolidWorks, Fritzing ter MIT app inventor, uporabljati Arduino mikrokrmilnike ter mnoge druge, ki mi bodo prišle prav v nadaljnji poklicni poti in življenju. Pridobil sem pomembno vrednoto reševanja problemov, ki mi bo pomagala ter koristila v celotnem življenju.

Sama sestava robotske roke je bila zahtevna, večji del sestave sem opravil na izmenjavi v Freiburgu, programiranje in izdelava android aplikacije pa dolgotrajna. Pred računalnikom sem presedel več ur na dan in se veselil vsakega napredka. Program sem izdeloval korak po korak in tako je sledila tudi android aplikacija. Na koncu sem dodal lepotne elemente, ki so celotnemu izdelku dali bolj dokončan videz. Z dokončano robotsko roko sem zelo zadovoljen, najbolj pa me veseli to, da sem pridobil novo znanje.

Ključne besede: robotska roka, SolidWorks, Fritzing, MIT app inventor, Arduino.

Leon Panič

ABSTRACT

The aim of my assignment was to build a robotic hand showing the easiest way of programming robots. It was not an easy task and I encountered numerous problems. But I did not give up and built a product I am proud of.

I have gained a lot of technical skills, learned C programming language, how to program and build android applications. I also learned how to draw plans using different tools such as SolidWorks, Fritzing and MIT App inventor as well as how to use Arduino microcontrollers. Above all I learned how to solve problems which will help me in my professional career.

The structure of the robotic hand was quite demanding, the major part of it was done during my exchange in Freiburg. I spent many hours a day behind my computer screen. The program was written step by step and so was the android application. Finally decoration elements were added to make the product more appealing. I am very satisfied with my product and all the knowledge I have gained.

Key words: Robotic Arm, SolidWorks, Fritzing, MIT app inventor, Arduino.

Leon Panič

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel meiner Aufgabe war die Herstellung einer Roboter Hand, die den leichtesten Programmierungsweg darstellt. Die Herstellung von den Roboter Hand war nicht leicht. Ich war mehrmals in einer Situation, wo ich nicht weiter wusste. Aber ich verzweifelte nicht. Mit viel Mühe und Beharrlichkeit, kam ich am Ende zu einem Produkt, auf welches ich stolz bin.

Bei der Herstellung von der Roboter Hand habe ich viele technische Tugenden gekriegt, ich lernte C-Sprache Programmierung, Android Applikationen produzieren und programmieren, Pläne zeichnen in: SolidWorks, Fritzing und MIT app Erfinder, Arduino Mikrocontrollers benutzen und viele andere, die mir noch sehr in meinen späteren Arbeit und im Lebensweg helfen können und werden. Ich erwerbte ein bedeutendes Wert problem lösung, das mir in meinem Ganzen Leben helfen will.

Die Zusammensetzung von der Roboter Hand war schwer. Den größten Teil der Arbeit habe ich auf dem Austausch in Freiburg gemacht, aber die Programmierung und die Herstellung von der Android Applikation waren langdauernd. Vor den Computer habe ich mehrere Stunden am Tag verbracht und freute mich bei jedem Fortschritt. Das Programm habe ich Schritt um Schritt hergestellt und so folgte auch die Android Applikation. Am Ende habe ich Schönheits Teile zugegeben, die den ganzen Produkt ein fertiges Aussehen gaben. Mit dem fertigen Produkt bin ich sehr zufrieden, am meisten freut mich, dass ich viel neues Wissen erworben habe.

Schlüsselwörter: Roboterarm, SolidWorks, Fritzing, MIT app Erfinder, Arduino.

Leon Panič

VSEBINA

POVZETEK	V
ABSTRACT	VII
ZUSAMMENFASSUNG	IX
VSEBINA	XI
KAZALO SLIK	XIII
1 UVOD	1
2 NAČRTOVANJE TER KONSTRUKCIJA ROBOTSKE ROKE	3
2.1 OHIŠJE ELEKTRONSKIH KOMPONENT.....	4
3 ELEKTRONSKE KOMPONENTE	5
3.1 SERVO MOTOR MG90S.....	6
3.2 SERVO MOTOR MG996R.....	8
3.3 HC-05 BLUETOOTH MODUL.....	9
3.4 16x2 LCD ZASLON.....	10
3.5 POTENCIOMETER.....	11
3.6 ARDUINO MEGA 2560.....	12
3.8 DSN MINI 360 DC-DC PRETVORNIK.....	13
3.9 NAPAJANJE.....	14
4 MIT APP INVENTOR	15
4.1 IZDELAVA DIZAJNA ANDROID APLIKACIJE.....	16
4.2 IZDELAVA PROGRAMA ANDROID APLIKACIJE.....	17
5 POSTOPEK IZDELAVE ROBOTA	20
5.1 3D-TISKANJE.....	21
5.2 SESTAVLJANJE ROBOTSKE ROKE.....	22
5.3 ELEKTRIČNA VEZAVA KOMPONENT.....	25
5.5 MONTAŽA VSEH DELOV NA LESENO PODLOGO IN KONČAN IZDELEK.....	28
6 ZAKLJUČEK	31
7 VIRI IN LITERATURA	32
PRILOGA: Programska koda	33

Leon Panič

KAZALO SLIK

Slika 1: Orodje SolidWorks 2018.....	3
Slika 2: Električni načrt	5
Slika 3: Servo motor MG90S	7
Slika 4: Servo motor MG996R.....	8
Slika 5: HC-05 Bluetooth modul.....	9
Slika 6: 16x2 LCD zaslon.....	10
Slika 7: Potenciometer	11
Slika 8: Arduino MEGA 2560.....	12
Slika 9: DSN MINI 360 DC-DC PRETVORNIK.....	13
Slika 10: 18650 litij-ionska baterija	14
Slika 11: Logotip MIT App Inventor.....	15
Slika 12: Izdelava dizajna Android aplikacije	16
Slika 13: Seznam in prikaz bluetooth povezave.....	17
Slika 14: Drsniki in nalepke	18
Slika 15: Tipke za ustvarjanje programa.....	19
Slika 16: Prva sestavljena robotska roka	20
Slika 17: 3D Tiskanje.....	21
Slika 18: Vijaki in rogovi.....	22
Slika 19: Sestavljena servo motorja	23
Slika 20: Nameščena servo motorja.....	23
Slika 21: Sestavljen segment	24
Slika 22: Električna vezava.....	26
Slika 23: Napajalni del električne vezave	27

Slika 24: Končano ohišje 28

Slika 25: Končana robotska roka 29

Slika 26: Končan izdelek 30

1 UVOD

Povod za izdelavo tega izdelka je bila želja, da bi se naučil kako delujejo robotske roke. Pred kratkim sem se začel zanimati za Arduino mikroprocesorje, po spletu pa sem našel veliko zanimivih in uporabnih projektov ter spletno stran HowToMechatronics.com. Na spletni strani sem našel projekt, ki ga je naredil lastnik spletne strani po imenu Dejan. Projekt je bila 3D natisnjena robotska roka, ki uporablja servo motorje kot aktuatorje in Arduino ploščo kot kontroler. Projekt se mi je zdel perfekten za zaključno nalogo, saj vsebuje vse dele mehatronike.

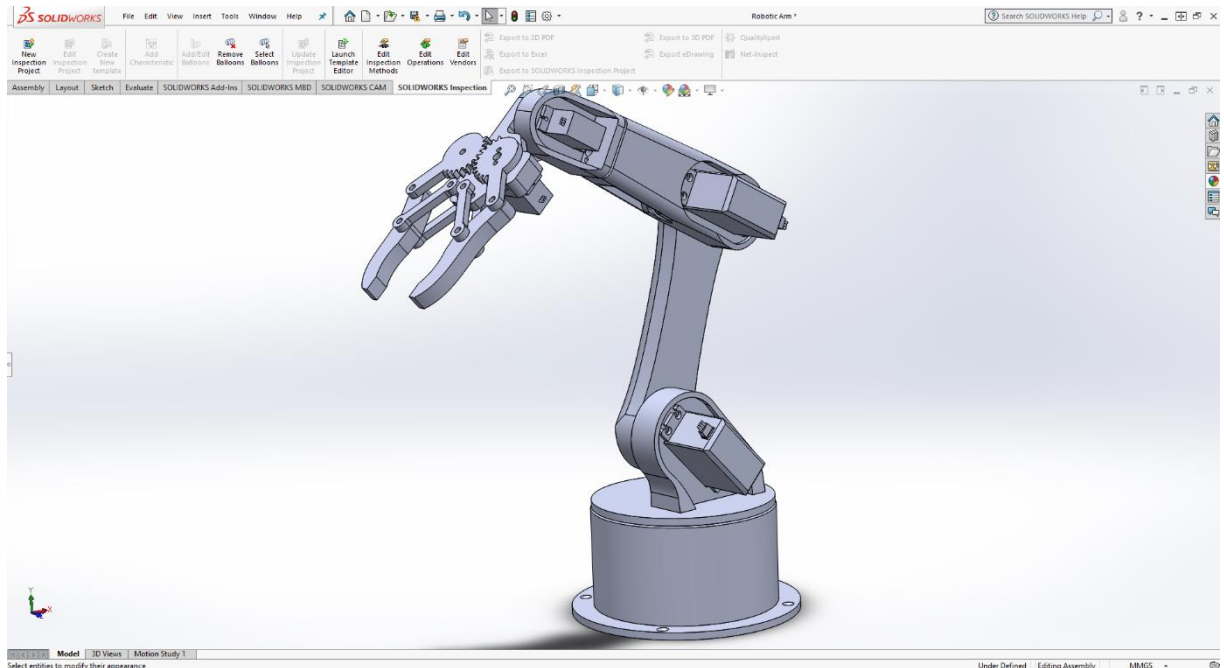
Zadal sem si cilj, da bom izdelal to robotsko roko in jo izboljšal. Po začetni sestavi robotske roke sem se odločil preizkusiti dodan program in android aplikacijo. Ko sem program naložil in ga preizkusil roka ni delovala pravilno, sploh se ni odzivala, le tresla se je. Zato sem se lotil pisanja svojega programa in izdelovanja aplikacije po svoji logiki. Po poti izdelovanja sem pridobil veliko novih znanj, kar pa je najbolj pomembno, saj je prav znanje tisto, ki nam omogoči večjo karierno izbiro v današnjem svetu.

Robot je sestavljen iz mehanskega dela, elektronike in programskega dela. Upravljanje robota poteka preko bluetooth povezave, na mobilni telefon namestimo Android aplikacijo in se povežemo na robota. Robotu lahko krmilimo pet premikajočih osi ter prijemalo in to z različnimi hitrostmi. Robotu lahko naredimo program tako, da pozicije robota shranimo po vrstnem redu in jih potem predvajamo v neskončnost dokler ga ne resetiramo v začetno pozicijo ali spremenimo hitrost pomika. Za gradnjo robota sem uporabil vso svojo znanje o elektroniki, mehaniki in programiranju ter si v zadregi pomagal s spletom. Celoten projekt sem vizualno in programsko izboljšal. Naredil sem svoje električne načrte po katerih sem vezal robotsko roko in 3D modele za ohišje elektronike ter svoj način pritrditve vseh elementov. V tej maturitetni nalogi bom predstavil delovanje robota, opisal postopek izdelave ter prikazal vsa znanja ter izkušnje, ki sem jih ob izdelavi robota pridobil.

Leon Panič

2 NAČRTOVANJE TER KONSTRUKCIJA ROBSKE ROKE

Na spletni strani kjer sem našel ta projekt sem prenesel 3D modele same robotske roke. Modele je narisal lastnik spletne strani, a sem jih moral spremeniti. Sami modeli so večinoma ustrezali mojim zahtevam, spremenil sem velikosti lukenj za vezavo kablov, velikosti lukenj za pritrditev aktuatorjev in odrezal par majhnih delov za lažjo sestavo roke. Vse to je potekalo v orodju SolidWorks 2018, kot prikazuje Slika 1.

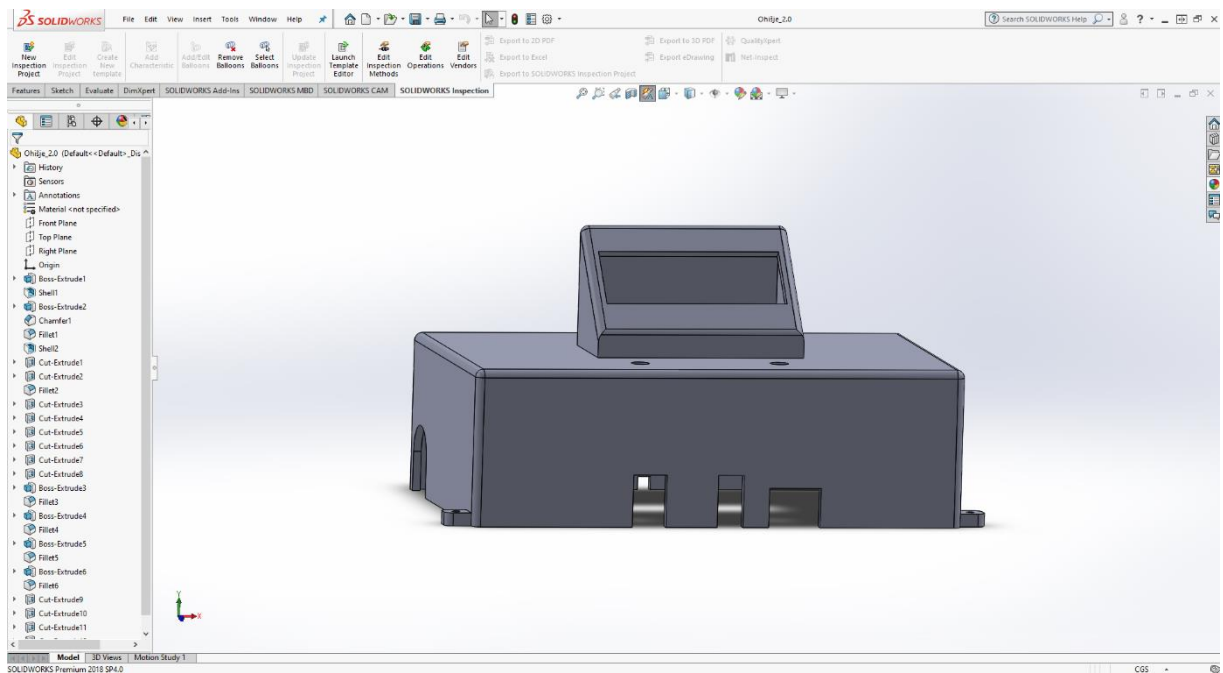


Slika 1: Orodje SolidWorks 2018

Vir: Lasten vir

2.1 OHIŠJE ELEKTRONSKIH KOMPONENT

Ohišje sem narisal v orodju SolidWorks 2018 in je sestavljeno iz dveh delov. Spodnji večji del je namenjen zaščiti vseh krmilnih in komunikacijskih elektronskih delov. Vsebuje izreze za dodatno možnost napajanja Arduino plošče, vodnike servojev, priključek za nalaganje programa na Arduino ploščo, potenciometra LCD zaslona in izrezo za vodnike napajalne baterije. Zgornji manjši del je namenjen držanju LCD zaslona in je nalepljen na spodnjega, kot prikazuje Slika 2. Ohišje je iz dveh delov zato, da omogoči lažji 3D tisk.

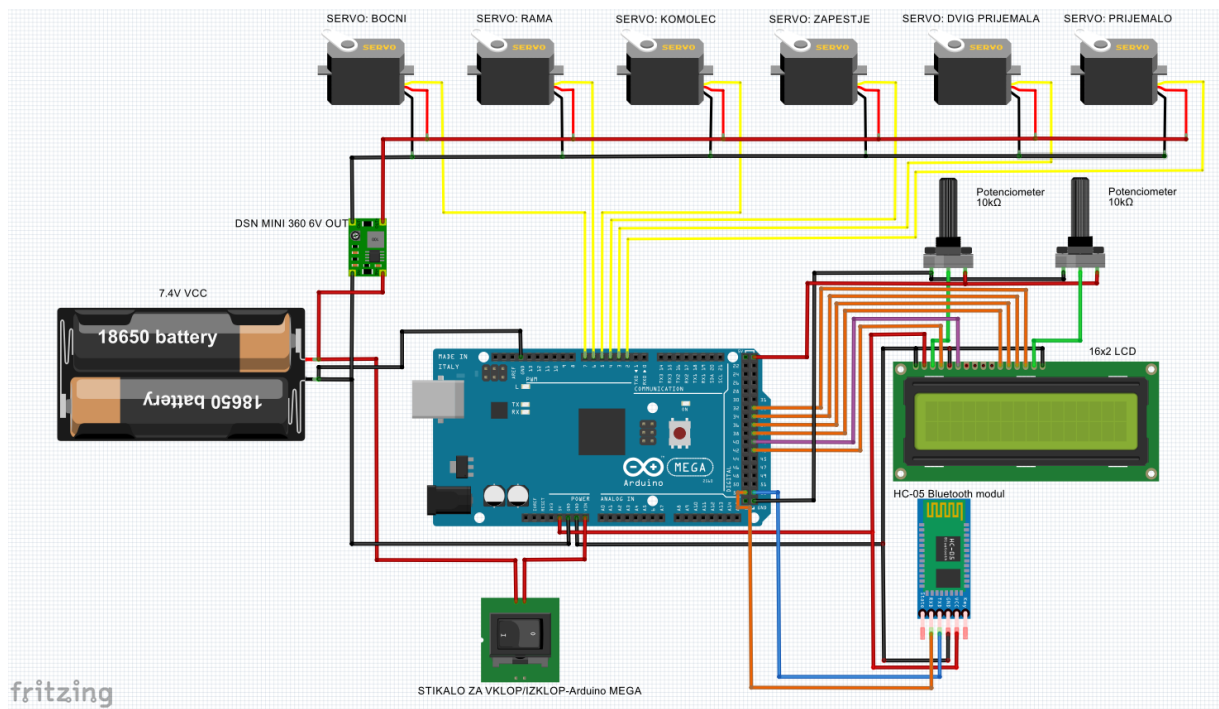


Slika 2: Ohišje elektronskih komponent

Vir: Lasten Vir

3 ELEKTRONSKE KOMPONENTE

Električni načrt sem narisal v programu Fritzing, kot prikazuje slika 3. Po katerem sem potem zvezal projekt. Celotne vezje napajata dve 18650 litij-ionski bateriji, na Arduino ploščo je vezano naravnost 7,4 V, na servo motorje pa 6 V preko DC-DC pretvornika. V vezju so aktuatorji oz. servo motorji MG90S in MG996R, Arduino Mega 2560, stikalo za Arduino ploščo, HC-05 bluetooth modul, 16x2 LCD zaslon in dva potenciometra, ki sta namenjena spreminjanju kontrasta in svetlosti LCD zaslona. Na koncu sem menjal DC-DC pretvornik zaradi nestabilnosti.



Slika 2: Električni načrt

Vir: Lasten vir

3.1 SERVO MOTOR MG90S

Robotska roka je sestavljena iz dveh tipov servo motorjev. Trije manjši, ki so uporabljeni za zapestje in prijemalo ter trije večji za boke, ramo in komolec. Manjše MG90S servo motorje sem uporabil, ker so lahki in glede na velikost močni. Delujejo pri 6V in so lahko krmiljivi s PWM signalom. Pred MG90S sem uporabil SG90 servo motorje, ki pa se niso obnesli med testiranjem, saj so pri večjih hitrostih robota notranji prenosni odpovedali. Do tega je prišlo, ker so bili prenosni plastični in nevzdržljivi. MG90S servoji imajo kovinske prenose, ki so se po dolgem testiranju odlično obnesli. Servo motorji lahko naredijo rotacijo 180°, so močni, lahki, preprosto vodljivi in perfektni za ta projekt. Vsi servo motorji so povezani na digitalni izhod Arduino plošče.

Specifikacije MG90S servo motorja:

- Teža: 13.4 g;
- Dimenzije: 22.5 x 12 x 35.5 mm;
- Navor pri 6V: 0.2 Nm;
- Hitrost pri 6V: 0.08 s/60°;
- Tok pri polni obremenitvi: 700 mA;
- Tok v prostem teku: 300 mA.



Slika 3: Servo motor MG90S

Vir: Lasten vir

3.2 SERVO MOTOR MG996R

Trije večji servo motorji, ki so uporabljeni za boke, ramo in komolec, so tipa MG996R. Uporabil sem jih, ker so močni in imajo kovinske prenose. Prav tako delujejo pri 6V in so lahko krmljivi s PWM signalom. MG996R so veliko močnejši od MG90S servo motorjev ter trikratne velikosti. S servo motorji MG996R nisem imel nobenih težav, saj so dokaj kvalitetne izdelave ter vzdržljivi.

Specifikacije MG996R servo motorja:

- Teža 55g;
- Dimenzije: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm
- Navor pri 6V: 1 Nm;
- Hitrost pri 6V: 0.14 s/60°;
- Tok pri polni obremenitvi: 2.5 A;
- Tok v prostem teku: 900 mA.

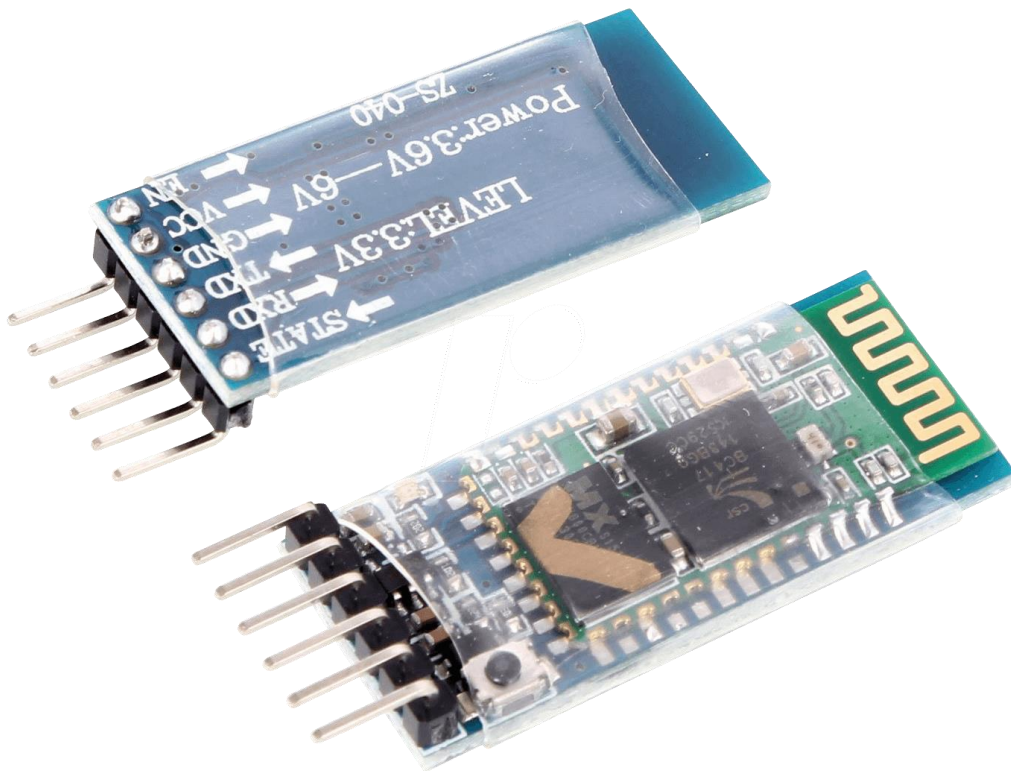


Slika 4: Servo motor MG996R

Vir: Lasten vir

3.3 HC-05 BLUETOOTH MODUL

Komunikacija med mobilno napravo in robotsko roko poteka preko bluetooth povezave. To nam omogoča HC-05 bluetooth modul. Na njega se povežemo z Android napravo preko mobilne aplikacije, ki je dodana. Preko mobilne aplikacije pošiljamo bluetooth modulu bite, ki jih potem Arduino plošča sprejme ter spremeni pozicijo servo motorjev ali vklopi določene funkcije. Modul je povezan na 5V in z dvema pinoma na Arduino digitalna vhoda. Deluje z Bluetooth 2.0 in nam omogoči upravljanje robotske roke do petnajst metrov.



Slika 5: HC-05 Bluetooth modul

Vir: https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/A300/HC-05.png (januar, 2020)

3.4 16x2 LCD ZASLON

Za prikaz stanja v katerem se trenutno robotska roka nahaja sem uporabil 16x2 LCD zaslon. Uporabil sem ga zato, ker je poceni, dobavljiv, ne porabi veliko energije in prijazen za programiranje. Ime 16x2 ima zato, ker ima 16 stolpcev in 2 vrstici. Torej lahko prikaže največ 32 karakterjev in vsak karakter je lahko iz 5x8 pikic. Da zmoremo upravljanje vseh teh karakterjev nam pomaga integrirano vezje HD44780, ki je pritrjeno na zadnji strani LCD zaslona. Zaslon ima 16 pinov, od katerih sem jih uporabil 12, saj je to bilo najbolj za ta projekt. Šest od teh pinov sem povezal na digitalne izhode Arduino plošče.



Slika 6: 16x2 LCD zaslon

Vir: <https://www.perintang.com/wp-content/uploads/2019/03/lcd16x2.jpg> (januar, 2020)

3.5 POTENCIOMETER

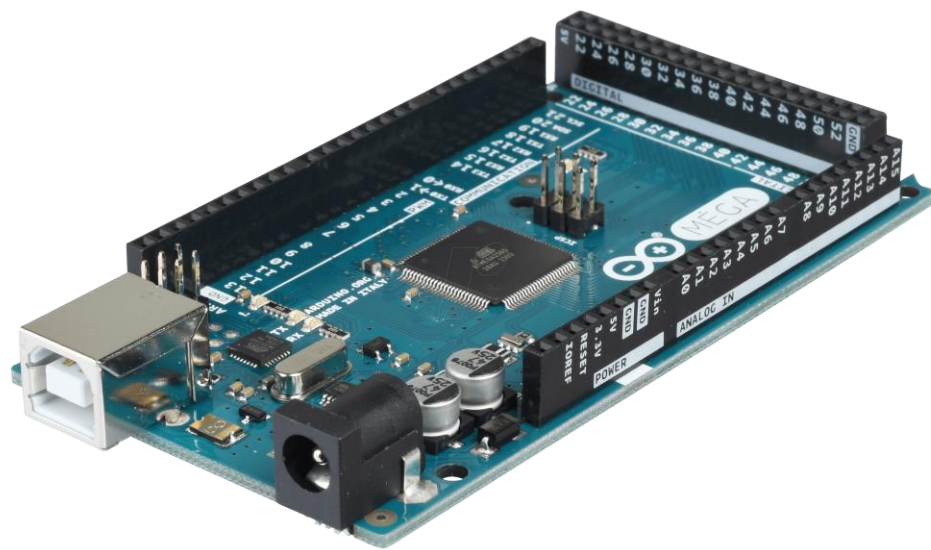
V vezju sem uporabil dva potenciometra, ki sta povezana na LCD zaslon in sta namenjena spreminjanju kontrasta in svetlosti LCD zaslona. Potenciometer je ročno nastavljiv upor, ki uporablja tri priključke. En priključek potenciometra je priključen na vir napajanja, drugi priključek na maso. Tretji terminal drsi po traku uporovnega materiala. Ta uporovni trak ima na enem koncu nizek upor, njegova upornost pa postopoma narašča do največjega upora na drugem koncu. Tretji priključek služi kot povezava med virom napajanja in maso. V tem primeru ga upravljamo z uporabo gumba. Uporabil sem 10k Ohmska potenciometra.



Vir: <https://lovemyswitches.com/closeout-16mm-potentiometers-18t-knurled-shaft-solder-lug/> (januar, 2020)

3.6 ARDUINO MEGA 2560

Za upravljanje robotske roke sem uporabil razvojno ploščo Arduino MEGA 2560, ki je namenjena učenju programiranja. Arduino je odprtokodna elektronska platforma, ki jo proizvajajo v Italiji. Razvojne plošče se uporabljajo pri eksperimentiranju in gradnji raznih projektov z vključenim elektronskim krmilnikom. Uporabil sem jo, ker ima veliko uporabnih lastnosti ter majhno ceno. Ploščica ima 54 digitalnih vhodov in izhodov ter šestnajst analognih vhodov. Vgrajen mikrokontroler pa je 8 bitni Atmel Atmega2560, procesor je 16 MHz, kar pomeni, da je sposoben opraviti 16.000.000 ukazov v eni sekundi. Na ploščico lahko priklopimo različne senzorje in akuatorje, s programsko opremo Arduino IDE pa imamo možnost, da mikrokontroler sprogramiramo. Programski jezik je podoben C-ju oz. C++. Napisan program naložimo preko USB vmesnika.



Slika 8: Arduino MEGA 2560

Vir: https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/B300/ARDUINO_MEGA_A01.png (januar, 2020)

3.8 DSN MINI 360 DC-DC PRETVORNIK

DSN MINI 360 je DC-DC pretvornik, ki zmanjša napetost, ki pride na vhod pretvornika v napetost, ki pride na izhod pretvornika. Spada med preklopne dajalnike napetosti, DC-DC pretvorniki imajo veliko večji izkoristek kot linearni regulatorji zato se tudi manj grejejo in ne rabijo hladilnikov. Izkoristek preklopnih dajalnikov napetosti je lahko večji od 90%. Nastavimo lahko izhodno napetost in to s potenciometrom na samem pretvorniku. Ta pretvornik sem uporabil zato, ker je majhen, poceni, nastavljen in ima dober izkoristek. V vezju je zato, ker servo motorji prenesejo največ 7V, baterije, ki napajajo celotno roko pa imajo napetost 7.4V. Z njim sem zmanjšal napetost baterij na 6V, prenese pa do 3A zato je bil prava odločitev za ta projekt. Saj to sem mislil, dokler se niso pojavile nestabilnosti. DSN MINI 360 DC-DC pretvornik mi je začel pretvarjati narobe in seveda nestabilno, saj je napetost skakala gor in dol. Prišel sem do ugotovitve, da je njegov izhodni tok MAX 3A premalo za napajanje celotne robotske roke. Zato sem uporabil močnejšega LM2596 DC-DC, ki prenese potrebo robotske roke 5.7A ob zagonu.

Specifikacije DSN MINI 360 DC-DC pretvornika:

- Vhodna napetost: DC 4.75V-23V
- Izhodna napetost: DC 1.0V-17V (izhodna < vhodna)
- Izhodni tok: 1.8A (3A MAX, kratek čas)
- Teža: 1g



Slika 9: DSN MINI 360 DC-DC PRETVORNIK

Vir: <http://www.elingbg.eu/images/virtuemart/product/DC-DC - Mini 360 1.jpg>

(januar, 2020)

3.9 NAPAJANJE

Za napajanje celotne roke sem uporabil dve 18650 litij-ionski bateriji. To je vrsta polnilne baterije, pri kateri se ioni premikajo od negativne elektrode k pozitivni med praznjenjem in obratno pri polnjenju. So ene izmed najbolj priljubljenih baterij v elektroniki. Baterije se polnijo z navadnim li-ionskim polnilcom. Obe bateriji sta vezani zaporedno v držalcu dveh baterij, iz katerega sta potem vezani na nadaljne komponente. Najprej sem vezal servo motorje naravnost na bateriji in naletel na problem, saj premiki robotske roke niso bili stabilni. Roka se je tresla zato sem uporabil step down pretvornik in zmanjšal napetost na 6V, to je rešilo moje težave.

Specifikacije CMICR18650F8 litij-ionskih baterij:

- Kapaciteta: 2600mAh
- Nominalna napetost: 3.7V (2x, ~7.4V)
- Maksimalni izhodni tok: 2.6A
- Teža: 45g 1x



Slika 10: 18650 litij-ionska baterija

Vir: <https://secondlifestorage.com/nonforum/celldata/sideimages/chamcmicr18650f8.jpg>

(januar, 2020)

4 MIT APP INVENTOR

Robotska roka se upravlja preko Bluetootha in sicer z Android aplikacijo. Aplikacijo sem naredil v spletnem programu MIT app inventor, ki je najprej bil ponujen od Googla, zdaj pa ga vzdržuje in posodablja Massachusettsov inštitut tehnologij (MIT). Ponuja lahko izdelavo Android aplikacij, kar je posebej prijazno začetnikom in še najboljša lastnost spletnega programa je, da je brezplačen. Ponuja dve delovni okni. Prvo okno se uporablja za dizajn aplikacije in za vnos elementov, ki jih želimo uporabiti. Drugo okno se uporablja za dejansko sestavljanje programa, ki poteka tako, da sestavljaš bloke.



Slika 11: Logotip MIT App Inventor

Vir: <https://www.giovanigenitori.it/wp-content/uploads/2015/03/Linguaggi-di-programmazione-per-bambini-APP-INVENTOR-1024x768.jpg> (januar, 2020)

4.1 IZDELAVA DIZAJNA ANDROID APLIKACIJE

Android aplikacije sem se lotil tako, da sem si zapisal vse elemente, ki jih potrebujem. Potreboval sem funkcijo Bluetooth, uro, sedem drsnikov in 4 tipke. Te elemente sem lahko dodal na telefonu podobno okno, kjer sem dodal manjša okenca, ki imajo svoje lastnosti. Lastnosti, kot navpično in vodoravno razporeditev ter možnost premika in klika. Po tej razporeditvi sem lahko na svoj način dodal željene elemente, nato sem lahko določil elementom velikost in druge parametre, kot npr. največja vrednost in najmanjša vrednost drsnikov. Dodal sem še par slik, ki nam povejo kaj kateri drsniček ali tipka naredi potem par oken z besedilom, katerih namen je izpis uporabnih informacij. Na koncu sem še dodal par vizualnih malenkosti.

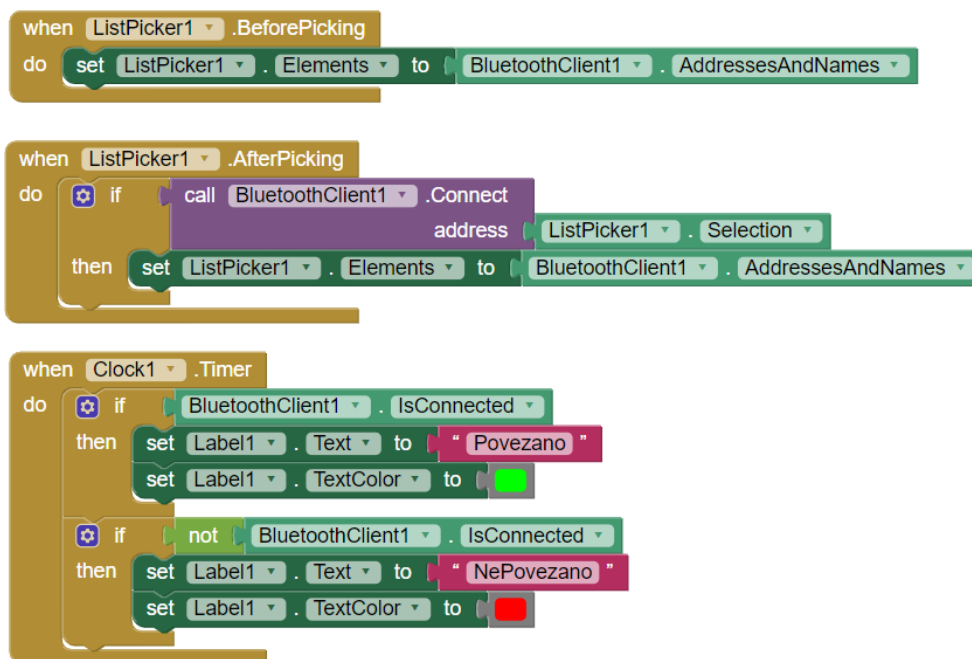


Slika 12: Izdelava dizajna Android aplikacije

Vir: Lasten

4.2 IZDELAVA PROGRAMA ANDROID APLIKACIJE

Programski del Android aplikacije je v obliki blokov. To pomeni, da programiramo tako, da skupaj zlagamo programske bloke. Imamo vgrajene matematične, logične, parameterske, itd. bloke. Vsak blok je del kode, ki je združena. Torej skupaj zlagamo dele kod, ki na koncu tvorijo logične povezave po naših željah. Najprej sem se lotil seznama, ki nam pokaže vse bluetooth naprave na katere smo se v preteklosti povezali. Potem sem se lotil prikaza nalepke, ki nam pove, če smo se povezali na robotsko roko ali ne. Nato so bili na vrsti vsi drsniki in nalepke, ki številsko prikažejo pozicijo drsnika. Na koncu pa še tipke za shranjevanje programa, resetiranje programa in začetek izvajanja programa.



Slika 13: Seznam in prikaz bluetooth povezave

Vir: Lasten

- Spreminjanje pozicij drsnikov poda določeno vrednost, ki jo telefon pošlje modulu HC-05

```
when Slider1 .PositionChanged
thumbPosition
do set Label2 .Text to round Slider1 .ThumbPosition
call BluetoothClient1 .Send2ByteNumber
number round Slider1 .ThumbPosition

when Slider2 .PositionChanged
thumbPosition
do set Label3 .Text to round Slider2 .ThumbPosition
call BluetoothClient1 .Send2ByteNumber
number round Slider2 .ThumbPosition

when Slider3 .PositionChanged
thumbPosition
do set Label4 .Text to round Slider3 .ThumbPosition
call BluetoothClient1 .Send2ByteNumber
number round Slider3 .ThumbPosition

when Slider4 .PositionChanged
thumbPosition
do set Label5 .Text to round Slider4 .ThumbPosition
call BluetoothClient1 .Send2ByteNumber
number round Slider4 .ThumbPosition

when Slider5 .PositionChanged
thumbPosition
do set Label6 .Text to round Slider5 .ThumbPosition
call BluetoothClient1 .Send2ByteNumber
number round Slider5 .ThumbPosition

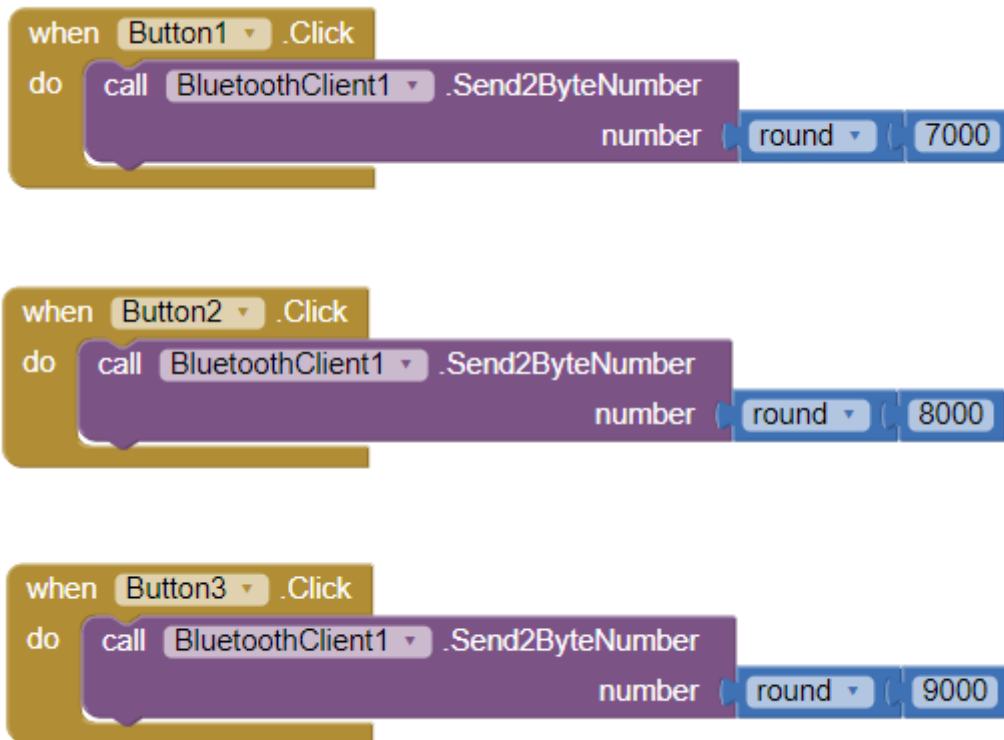
when Slider6 .PositionChanged
thumbPosition
do set Label7 .Text to round Slider6 .ThumbPosition
call BluetoothClient1 .Send2ByteNumber
number round Slider6 .ThumbPosition

when Slider7 .PositionChanged
thumbPosition
do set Label15 .Text to round Slider7 .ThumbPosition
call BluetoothClient1 .Send2ByteNumber
number round Slider7 .ThumbPosition
```

Slika 14: Drsniki in nalepke

Vir: Lasten

- Ko kliknemo tipke, pošlje telefon modulu HC-05 določeno vrednost

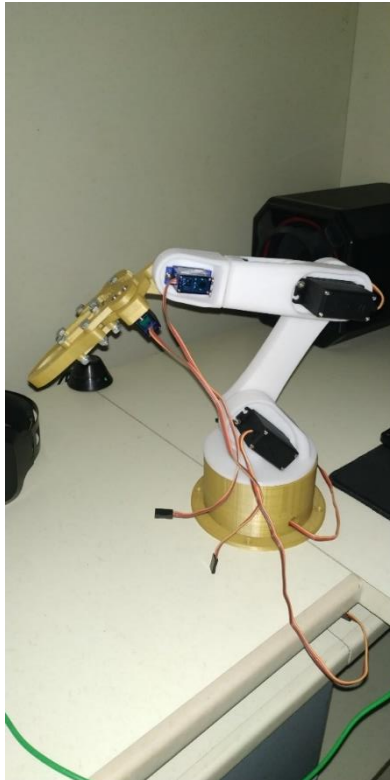


Slika 15: Tipke za ustvarjanje programa

Vir: Lasten

5 POSTOPEK IZDELAVE ROBOTA

Robotska roka je večinoma iz 3D-natisnjenih delov. Robotsko roko sem sestavil tako, da sem v vse dele privil servo motorje in potem segmente med sabo na servo motorje. Prijemalo je potrebovalo več vijakov, potrpežljivosti in preizkuševanja. Ko sem robotsko roko sestavil sem vse elektronske dele povezal po shemi, ki sem si jo narisal. Potem je sledilo preizkušanje programa, dodeljanje programa, itd. Ko sem bil srečen z delovanjem programa sem privil robotsko roko na leseno ploščo in vse dokončno povezal. Nato sem dodal ohišje za elektronske komponente in ostale malenkosti. Med celotno izdelavo je bilo veliko preizkušanja, popravljanja in iskanja optimalnih rešitev.

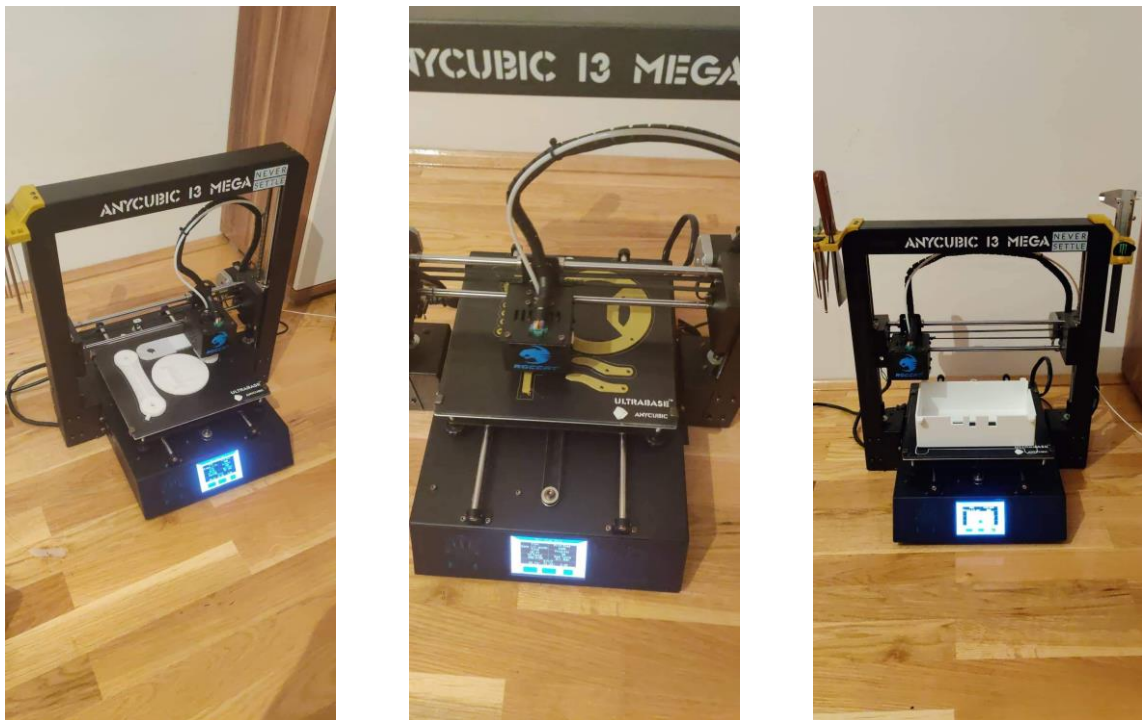


Slika 16: Prva sestavljena robotska roka

Vir: Lasten

5.1 3D-TISKANJE

3D-tiskanje je postopek izdelave tridimenzionalnih oblik oz. trdnih objektov iz katerega koli digitalnega modela. Tehnologija se uporablja za prototipizacijo in porazdeljeno proizvodnjo na področjih nakita, obutve, industrijskega oblikovanja, arhitekture, itd. Osebnost še 3D-tiskalnika nimam zato sem kontaktiral svojega sošolca Sebastijana, ki ima tiskalnik Anycubic i3 MEGA. STL datoteke je razrezal v programu CURA, tiskanje vseh delov robotske roke je trajalo približno 30 ur. Tiskanje ohišja za elektronske komponente pa 24ur. Uporabljal je material PLA oz. polimlečno kislino, ki je najbolj pogosto uporabljen material pri 3D-tiskanju.



Slika 17: 3D Tiskanje

Vir: Lasten

5.2 SESTAVLJANJE ROBSKE ROKE

Robotska roka je sestavljena iz 3D-tiskanih segmentov in servo motorjev. Na segmente sem privil servo motorje in motem segmente med sabo. Standart velikosti servo motorji so priviti na segmente s štirimi samoreznimi vijaki. Mikro servoji pa z dvema. Na vsak servo je privit servo rog z enim vijakom velikosti M2 ali M3, preko njih so potem povezani segmenti z dvema samoreznima vijakoma.

- Uporabljeni vijaki in servo rogi:



Slika 18: Vijaki in rogovi

Vir: Lasten

- Namestitev servo rogov in vijakov na servo motorje:



Slika 19: Sestavljena servo motorja

Vir: Lasten

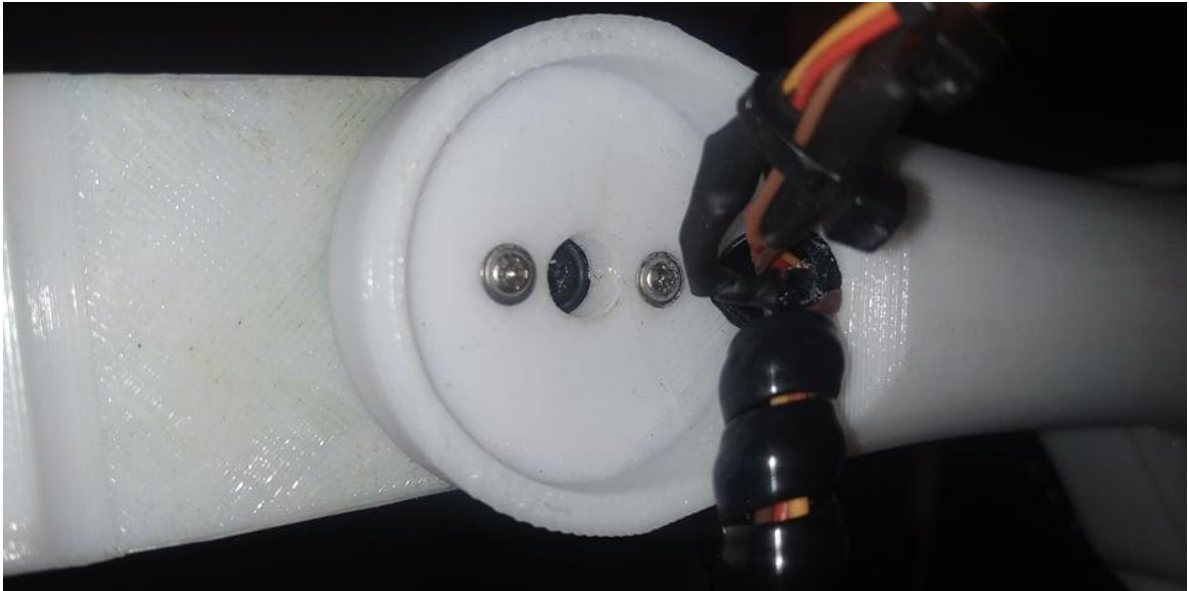
- Namestitev servo motorjev na segmente:



Slika 20: Nameščena servo motorja

Vir: Lasten

- Sestavljanje segmentov:



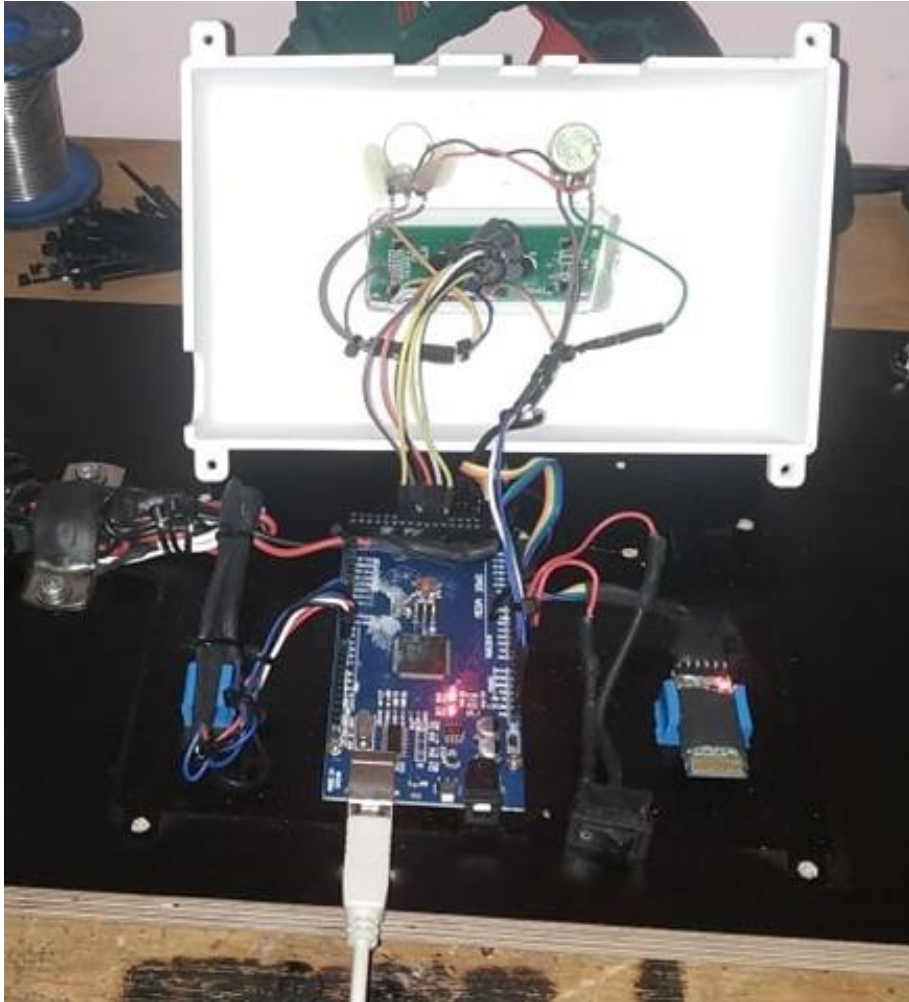
Slika 21: Sestavljen segment

Vir: Lasten

5.3 ELEKTRIČNA VEZAVA KOMPONENT

Vsak servo motor rabi svojo napajanje 5-6V in porabi MAX 500mA. Zato sem vse servo motorje vezal na skupno napajalno linijo in jim zagotovil napajanje preko DC-DC pretvornika. Servo motorji imajo tudi signalno linijo, ker je robotska roka sestavljena iz 6 servo motorjev je teh linij 6. Signalne linije sem povezal na digitalne izhode Arduino mikrokontrolerja. Arduino je napajan naravnost preko baterij in ima med pozitivno linijo stikalo za vklop in izklop. Bluetooth modul HC-05 je napajan preko arduino 5V linije in ima signalni liniji povezani na Arduino digitalna vhoda. LCD zaslon dobi napajanje preko Arduino 5V linije, vse signalne linije pa so povezane na Arduino digitalne izhode. Potenciometra sta povezana kot nastavljiva upora za nastavljanje svetlosti in kontrasta.

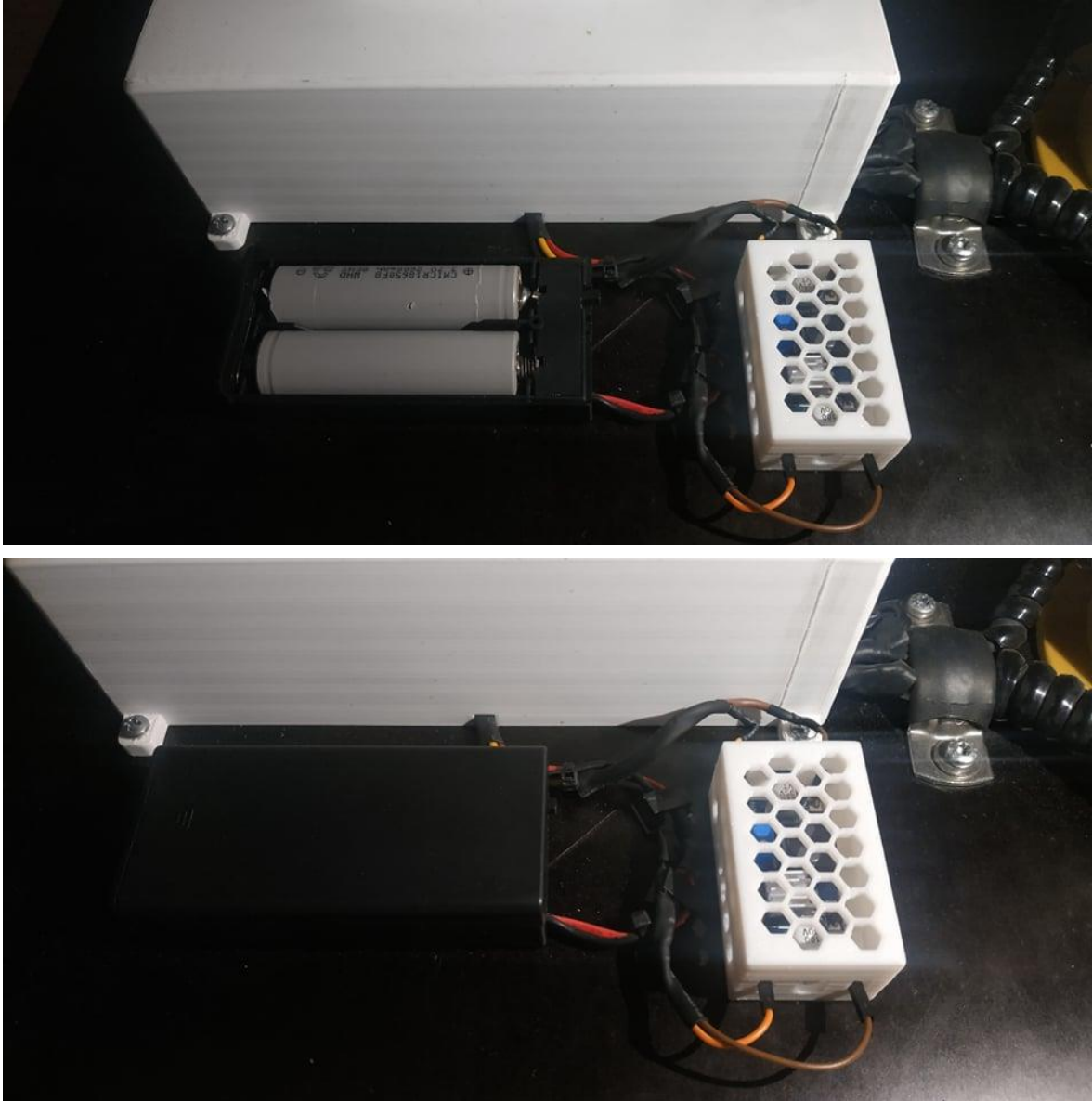
- Sestavljena električna vezava:



Slika 22: Električna vezava

Vir: Lasten

- Povezan napajalni del električne vezave, dodan novi boljši DC-DC pretvornik:



Slika 23: Napajalni del električne vezave

Vir: Lasten

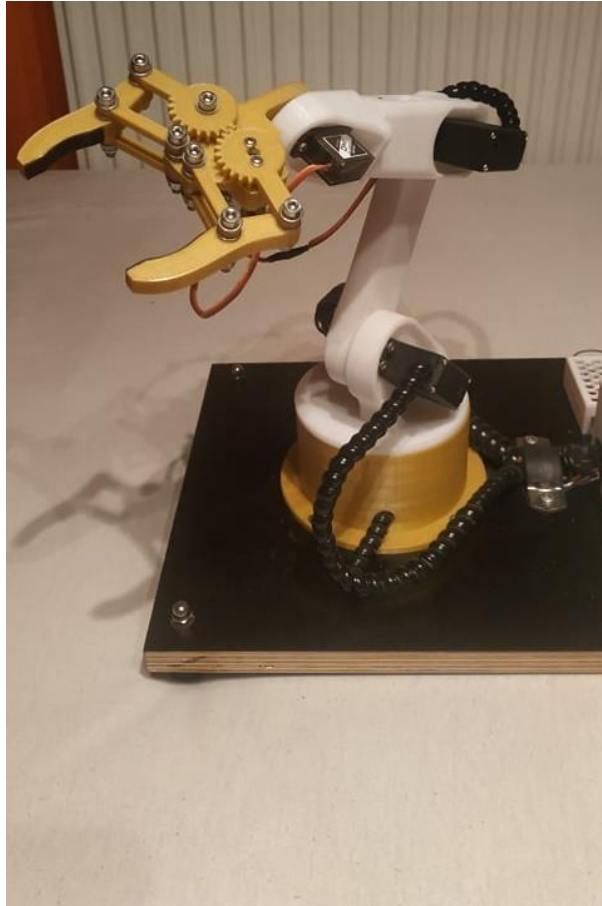
5.5 MONTAŽA VSEH DELOV NA LESENO PODLOGO IN KONČAN IZDELEK

Ker mora biti vsaka robotska roka dobro privita oz. nameščena na svojo delovno mesto, sem uporabil lep črn kos lesa, ki je ustrezal po velikosti in debelini. Na električno vezje sem dodal tudi ohišje, ki poda bolj končan videz in zaščiti občutljive elektronske komponente. Vsi elementi so bili priviti s samoreznimi vijaki.



Slika 24: Končano ohišje

Vir: Lasten



Slika 25: Končana robotska roka

Vir: Lasten

➤ Končan izdelek:



Slika 26: Končan izdelek

Vir: Lasten

Robotska roka je tako bila dokončno sestavljena. Na koncu prijemala prenese težo približno 80 do 100 gramov, kar je dovolj za prenašanje lahkih predmetov za prikaz delovanja. Roka je pri polnem iztegu dolga 37cm, meritev je od druge osi do konice prijemala. Velikost projekta je 52cm x 25cm, ko je roka skrčena. Celoten projekt pa ima približno 1,2Kg.

6 ZAKLJUČEK

S končanim robotom sem zelo zadovoljen, saj je zadovoljil moja pričakovanja. Odprl mi je pot v hobi mikrokontrolerjev in nasploh elektronike. Je dokaj natančen za cenene servo motorje in nima veliko motenj pri delovanju. Kljub vsemu ima robot ogromno možnosti za izboljšavo. Največ bi pridobil, če bi zamenjal akuatorje s koračnimi motorji in enkoderji ter dodal kvalitetne gonilnike. Več načinov upravljanja bi tudi koristila projektu. Na tej novi ideji že delam, saj imam že vse dele, ki so potrebni za novo, boljšo roko. Izdelek služi učenju o robotskih rokah in Bluetooth povezavi.

7 VIRI IN LITERATURA

1. HC-05 Bluetooth modul (online). (Citirano 8. 1. 2020). Dostopno na internetnem naslovu : https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/A300/HC-05.png
2. 16x2 LCD display (online). (Citirano 8. 1. 2020). Dostopno na internetnem naslovu: <https://www.perintang.com/wp-content/uploads/2019/03/lcd16x2.jpg>
3. 16mm potentiometers (online). (Citirano 11. 1. 2020). Dostopno na naslovu: <https://lovemyswitches.com/closeout-16mm-potentiometers-18t-knurled-shaft-solder-lug/>
4. Arduino Mega 2560. Arduino (online). (Citirano 11. 1. 2020). Dostopno na naslovu: https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/B300/ARDUINO_MEGA_A01.png
5. MINI 360 DC-DC (online). (Citirano 13. 1. 2020). Dostopno na internetnem naslovu: http://www.elingbg.eu/images/virtuemart/product/DC-DC_-_Mini_360_1.jpg
6. 18650 li-ion battery (online). (Citirano 13. 1. 2020). Dostopno na internetnem naslovu: <https://secondlifestorage.com/nonforum/celldata/sideimages/chamcmicr18650f8.jpg>
7. MIT App inventor logo (online). (Citirano 15. 1. 2020). Dostopno na internetnem naslovu: <https://www.giovanigenitori.it/wp-content/uploads/2015/03/Linguaggi-di-programmazione-per-bambini-APP-INVENTOR-1024x768.jpg>

PRILOGA: Programska koda

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
#include <VarSpeedServo.h>
```

```
VarSpeedServo bocni, rama, komolec, zapestje, dvig, roka; // Definiranje servojev
```

```
LiquidCrystal lcd(43, 41, 39, 37, 35, 33); // Definicija LCD okolja
```

```
int realservo;
```

```
int zamik = 10000;
```

```
int bluetoothTx = 52; // Definiranje HC-05 pinov
```

```
int bluetoothRx = 53;
```

```
int sirina = 16; // Definicija dimenzij displaya
```

```
int visina = 2;
```

Leon Panič

```
String linija1 = "ROBOTSKA ROKA -> Made by: Leon Panic"; // Tekoci napis 1 linija
```

```
String linija2 = "<ERS Ptuj>"; // Staticen napis 2 linija
```

```
int stringStart, stringStop = 0; // Spremljivke za LCD
```

```
int scrollCursor = sirina;
```

```
int servo1, servo2, servo3, servo4, servo5, servo6; // Spremljivke za servoje
```

```
int servo1Pos, servo2Pos, servo3Pos, servo4Pos, servo5Pos, servo6Pos; // Spremljivke za zacetno pozicijo servojev
```

```
int hitrost; // Spremljivka za hitrost pomika
```

```
int shrani = 0; // Spremljivke za hranilnik
```

```
boolean zacni = false;
```

```
int index;
```

Leon Panič

```
servo1 = servo1Pos = 90;    //Začetna pozicija servojev

bocni.write(servo1Pos, 10);

servo2 = servo2Pos = 105;

rama.write(servo2Pos, 10);

servo3 = servo3Pos = 160;

komolec.write(servo3Pos, 10);

servo4 = servo4Pos = 90;

zapestje.write(servo4Pos, 10);

servo5 = servo5Pos = 60;

dvig.write(servo5Pos, 10);

servo6 = servo6Pos = 120;

roka.write(servo6Pos, 10);

lcd.begin(sirina, visina); // Zacetek LCD okolja

Serial.begin(9600); // Zacetek serijske komunikacije Arduino-PC

bluetooth.begin(9600); // Zacetek bluetooth komunikacije

bluetooth.setTimeout(1);
```

```
delay(20);

}

void loop() {    // Kroženje skozi vse "kroge"

LCD();

KontrolaPozicij();

ShranjevanjePozicij();

ResetiranjePozicij();

}

void LCD() {

  lcd.setCursor(scrollCursor, 0);           // Premik 1 linije napisa na LCD in staticni napis 1 linije

  lcd.print(linija1.substring(stringStart, stringStop));

  lcd.setCursor(3, 1);

  lcd.print(linija2);

  delay(500);

  lcd.clear();

  if (stringStart == 0 && scrollCursor > 0) {
```

```
scrollCursor--;  
  
stringStop++;  
  
} else if (stringStart == stringStop) {  
  
    stringStart = stringStop = 0;  
  
    scrollCursor = sirina;  
  
} else if (stringStop == linija1.length() && scrollCursor == 0) {  
  
    stringStart++;  
  
} else {  
  
    stringStart++;  
  
    stringStop++;  
  
}  
  
}  
  
  
void KontrolaPozicij() {  
  
  
  
    if (bluetooth.available () )    // Iskanje bluetooth povezave  
  
    {  
  
        unsigned int servopos = bluetooth.read();    // Definicija glavne spremeljivke  
  
        unsigned int servopos1 = bluetooth.read();  
  
    }  
  
}
```

```
realservo = (servopos1 * 256) + servopos;

Serial.println(realservo);

if (realservo >= 1000 && realservo < 1180) { // Premik 1 servoja

    servo1 = realservo;

    servo1 = map(servo1, 1000, 1180, 0, 180);

    bocni.write(servo1, hitrost);

}

if (realservo >= 2000 && realservo < 2180) { // Premik 2 servoja

    servo2 = realservo;

    servo2 = map(servo2, 2000, 2180, 0, 180);

    rama.write(servo2, hitrost);

}

if (realservo >= 3000 && realservo < 3180) { // Premik 3 servoja

    servo3 = realservo;

    servo3 = map(servo3, 3000, 3180, 0, 180);

    komolec.write(servo3, hitrost);

}

if (realservo >= 4000 && realservo < 4180) { // Premik 4 servoja
```

```
servo4 = realservo;

servo4 = map(servo4, 4000, 4180, 0, 180);

zapestje.write(servo4, hitrost);

}

if (realservo >= 5000 && realservo < 5180) { // Premik 5 servoja

servo5 = realservo;

servo5 = map(servo5, 5000, 5180, 0, 180);

dvig.write(servo5, hitrost);

}

if (realservo >= 6000 && realservo < 6180) { // Premik 6 servoja

servo6 = realservo;

servo6 = map(servo6, 6000, 6180, 0, 180);

roka.write(servo6, hitrost);

}

if (realservo >= 1 && realservo < 100) { // Spreminjanje hitrosti servojev

hitrost = realservo;

}

}

}
```

```
void ShranjevanjePozicij() {  
  
    if (real servo == 7000) {          // Shranjevanje pozicij  
  
        shrani++;  
  
        switch (shrani) {  
  
            case 1:  
  
                servo1PosSave[0] = servo1Pos;  
  
                servo2PosSave[0] = servo2Pos;  
  
                servo3PosSave[0] = servo3Pos;  
  
                servo4PosSave[0] = servo4Pos;  
  
                servo5PosSave[0] = servo5Pos;  
  
                servo6PosSave[0] = servo6Pos;  
  
                index++;  
  
                break;  
  
            ...tukaj še je ostalih 49 casov, ki so enaki ostalim.  
  
            case 50:  
  
                servo1PosSave[49] = servo1;  
  
                servo2PosSave[49] = servo2;  
  
                servo3PosSave[49] = servo3;  
  
                servo4PosSave[49] = servo4;
```

```
servo5PosSave[49] = servo5;

servo6PosSave[49] = servo6;

index++;

break;

}

}

if (realservo == 8000) { // Začetek izvajanja shranjenih pozicij

    zacni = true;

    lcd.setCursor(3, 0);

    lcd.print("IZVAJANJE");

    lcd.setCursor(3, 1);

    lcd.print("PROGRAMA...");

}

else {

    zacni = false;

}

if (zacni == true) {

    for (int steviloloopov = 0; steviloloopov < index; steviloloopov++) {

        bocni.write(servo1PosSave[steviloloopov], hitrost);
```



```
delay(100);

rama.write(servo2PosSave[steviloloopov], hitrost);

delay(100);

komolec.write(servo3PosSave[steviloloopov], hitrost);

delay(100);

zapestje.write(servo4PosSave[steviloloopov], hitrost);

delay(100);

dvig.write(servo5PosSave[steviloloopov], hitrost);

delay(100);

roka.write(servo6PosSave[steviloloopov], hitrost);

delay(zamik / hitrost);

}

}

}

void ResetiranjePozicij() { //Resetiranje na začetno stanje

if (realservo == 9000) {

index = 0;

shrani = 0;
```

```
lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("R!");

servo1 = servo1Pos = 90;

bocni.write(servo1Pos, 20);

servo2 = servo2Pos = 105;

rama.write(servo2Pos, 20);

servo3 = servo3Pos = 160;

komolec.write(servo3Pos, 20);

servo4 = servo4Pos = 90;

zapestje.write(servo4Pos, 20);

servo5 = servo5Pos = 60;

dvig.write(servo5Pos, 20);

servo6 = servo6Pos = 120;

roka.write(servo6Pos, 20);

}

}
```