

ŠOLA ZA STROJNIŠTVO, GEOTEHNIKO IN OKOLJE
Trg mladosti 3, 3320 VELENJE
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA
IZDELAVA ROBOTA ZA IGRANJE ZRAČNEGA HOKEJA

Tematsko področje: Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Avtorja:
Leon Kreft, 3. letnik
Tomaž Meško, 3. letnik

Mentor:
Jožef Hrovat, dipl. inž. str.
Stanislav Glinšek, inž. str.

Velenje, 2022

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šoli za strojništvo, geotehniko in okolje Velenje.

Mentor: Jožef Hrovat, dipl. inž. str.

Somentor: Stanislav Glinšek, inž. str.

Datum predavitve: marec 2022

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD ŠC Velenje, 2021/2022

KG robotika/igranje/zračni hokej

AV Leon Kreft, Tomaž Meško

SA HROVAT Jože, GLINŠEK Stanislav

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA ŠC Velenje, Šola za strojništvo, geotehniko in okolje

LI 2022

IN Izdelava robota za igranje zračnega hokeja

TD Raziskovalna naloga

OP VIII, 41 strani, 33 slik

IJ SI

JL sl/en

AI

Ozadje: Namizne igre se z dneva v dan razvijajo in spreminjajo. Nastajajo nove igre, sodobnejše, nekatere tudi s pridihom robotike. Na trgu obstaja pestra ponudba različnih iger, vendar le redke so za enega igralca. V okviru raziskovalne naloge sva se zato lotila izdelave robota, ki bo igral zračni hokej proti človeku, bo enostaven za izdelavo in uporabo, ter zabaven. Sestavljen je iz mize z dvema 90mm ventilatorjema, deli 3D tiskalnika in odprtokodnem krmilniku arduino.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND ŠC Velenje, 2021/2022

CX robotic/ game/ air hockey

AU Leon Kreft, Tomaž Meško

AA HROVAT Jože, GLINŠEK Stanislav

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB ŠC Velenje, Šola za strojništvo, geotehniko in okolje

PY 2022

TI Production a rbot to play air hockey

DT Research work

NO VIII, 41 pages, 33 pictures

LA SI

AL sl/en

AB

Board games are evolving and changing day by day. New games are emerging, modernised, some with a touch of robotics. There is a wide range of various games on the market, but only a few are for a player. As part of our research project, we started to build a robot that will play air hockey against humans, that will be easy to build and use, and that will be fun. It features a table with two 90mm fans, PS3 camera, parts of a 3D printer and an open source Arduino controller.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Zakaj takšna raziskovalna naloga?	1
1.2	Cilja raziskave	1
1.3	Hipoteze	1
2	TEORETIČNE OSNOVE	2
2.1	Delovanje mize za zračni hokej	4
2.2	Zgodovina zračnega hokeja	4
2.3	H-bot kinematika	6
3	IZDELAVA ZRAČNEGA HOKEJA	6
3.1	ELEKTRONSKI DELI	8
3.1.1	Arduino	8
3.1.2	Arduino Mega 2560	9
3.1.3	Arduino koda	11
3.1.4	Gonilnik	12
3.1.5	Motor	13
3.1.6	Napajalnik	14
3.1.7	PS3 kamera	15
3.2	MEHANSKI DELI	16
3.2.1	Okvir	16
3.2.2	Zgornja plošča	17
3.2.3	Ventilatorja	19
3.2.4	Spodnja plošča	19
3.2.5	Ograja mize	21
3.2.6	Potiskač in plošček	22
4	MATERIALI IN METODE	22
4.1	Opis dela	22
4.2	Metode dela	22
5	REZULTAT	23
5.1	Gradiva	23
5.2	IZDELAVA ROBOTA ZA ZRAČNI HOKEJ	27
5.3	Testiranje končnega izdelka	35

	VI
5.3.1 Test motorjev	35
5.3.2 Test kamere.....	35
5.4 Uporaba končnega izdelka.....	35
5.4.1 Prednosti izdelka.....	37
5.4.2 Slabosti izdelka.....	37
6 RAZPRAVA	38
6.1 Možnosti izboljšave	39
6.2 Težave.....	39
7 ZAKLJUČEK	40
8 POVZETEK.....	40
9 ZAHVALA	41
10 VIRI IN LITERATURA	41

KAZALO SLIK

Slika 1 Zračni hokej iz spleta	2
Slika 2 robot za zračni hokej	3
Slika 3 Kartezijeva kinematika	6
Slika 4 Corexy kinematika	7
Slika 5 H-bot kinematika.....	8
Slika 6 Arduino mega na kontrolni plošči.....	11
Slika 7 Primer kode arduino	11
Slika 8 Gonilnik A4988.....	13
Slika 9 Motor Nema17 z ležajem, nosilcem in jermenico	14
Slika 10 Napajalnik	14
Slika 11 PS3 kamera	15
Slika 12 prikaz sestavljanja okvirja.....	16
Slika 13 prikaz sestavljanja okvirja 2.....	16
Slika 14 model zgornje plošče Solid works	17
Slika 15 spodnja plošča dxf format	18
Slika 16 pritrjena plošča na okvir.....	18
Slika 17 Slika spodnje plošče	20
Slika 18 povezava ventilatorjev	20
Slika 19 preizkus delovanja ventilatorjev	21
Slika 20 primer ograje	21
Slika 21 elementi za 3d tiskanje v programu cura.....	25
Slika 22 3D tiskani deli	26
Slika 23 ostali deli	26
Slika 24 odstranitev skakačev	27
Slika 25 motorna podpora osi Y.....	28
Slika 26 slika gt2 s 42 zobmi	29
Slika 27 motor z jermenico in motorno podporo	29
Slika 28 označevanje lokacije motorja.....	30
Slika 29 pritrdilna elementa z ležajem	30
Slika 30 pest robota	31
Slika 31 pest robota nameščena na mizo.....	32
Slika 32 prikaz pozicije kamere	33
Slika 33 sestavljen hokej na preizkusu.....	36

1 UVOD

Sva dijaka srednje šole za strojništvo, geotehniko in okolje in se rada ukvarjava z izdelavo robotov. Ker rada preživljava prosti čas z igranjem namiznih iger, nimava pa jih s kom igrati, sva prišla do ideje, da bi skupaj naredila robota, ki bi se igral z nama.

1.1 Zakaj takšna raziskovalna naloga?

Za takšno raziskovalno nalogo sva se odločila, ker naju zanima delovanje in izdelovanje strojev in robotov, še posebej iz delov 3D tiskalnika, ter namizne igre in njihovo igranje. Idejo sva dobila na spletu, kjer je nekdo že izdelal podobnega robota in naju je je zanimalo, če bi nama uspelo izdelati nekaj podobnega, morda celo boljšega. Kmalu sva idejo predala mentorju, ki je sprejel izziv in tako se je začela naloga.

1.2 Cilja raziskave

1. Izdelati mizo za zračni hokej, na kateri bo lebdel plošček
2. Izdelati robota, ki bo pritrjen na mizo

1.3 Hipoteze

1. Izdelati je možno delujočo mizo.
2. Na mizo je možno namestiti robota, ki bo odbijal plošček.
3. Robot lahko igralcu brani in zada gol.

2 TEORETIČNE OSNOVE

ZRAČNI HOKEJ je namizni šport, podoben namiznem tenisu, kjer dva nasprotna igralca poskušata doseči gol drug proti drugemu na mizi z nizkim trenjem z uporabo dveh ročnih diskov in lahkega plastičnega ploščka.

Miza za zračni hokej ima dvignjene robove, ki omogočajo, da se plošček odbije vodoravno in zelo gladko, spolzko površino, ki dodatno zmanjša trenje, tako da plošček postavi na tanko blazino zraka, ki se piha iz majhnih odprtih za zračni tok, vgrajenih znotraj površine. To povzroči, da plošček lebdi in se zlahka premika po mizi z majhno izgubo hitrosti, kar simulira podmazano drsenje ploščka za hokej na ledu po dobro poliranem drsališču, od tod tudi prihaja ime igre.



Slika 1 Zračni hokej iz spleta



Slika 2 Robot za zračni hokej

2.1 Delovanje mize za zračni hokej

Tipična miza za zračni hokej je sestavljena iz gladke igralne površine, ki je zasnovana tako, da zmanjša trenje, ograje, ki preprečuje, da bi plošček zapustili mizo, in rež v ograji na obeh koncih mize, ki služita kot gola. Poleg tega ima miza običajno vgrajene ventilatorje, ki proizvajajo zračno blazino na igralni površini skozi drobne luknje, z namenom zmanjšanja trenja in povečanje hitrosti ploščka in s tem posledično tudi igranja. Pri nekaterih mizah, boste opazili, da ventilatorjev ni, so pa zato gladkejše podlage, običajno plastične, zaradi prihranka denarja pri stroških proizvodnje in vzdrževanja. Upoštevajte, da te mize tehnično niso mize za zračni hokej, saj ne gre za zrak, vendar se zaradi osnovne podobnosti igranja še vedno na splošno razumejo kot take. Obstajajo tudi ploščki, ki uporabljajo baterijo in ventilator za ustvarjanje lastne zračne blazine, a ker so nagnjeni k okvaram, se običajno tržijo le kot igrače.

2.2 Zgodovina zračnega hokeja

Zračni hokej je igra, ki temelji na starejši tehnologiji, zračni mizi. Zračne mize so se začele kot transportna tehnologija, ki težkim predmetom, kot so kartonske škatle, omogoča enostavno drsenje po površini mize. Prvotne zračne mize iz štiridesetih let prejšnjega stoletja so imele precej velike luknje, ki so jih zamašili kroglični ležaji. Predmet, ki bi sedel na mizi, bi pritisnil kroglice, kar bi omogočilo, da zrak uide in predmet rahlo dvigne z mize.

Do leta 1967 je bil to izpopolnjen in preoblikovan kot orodje za poučevanje osnovne fizike. Namizna plošča je bila sendvič iz vlaknenih plošč ali plošč iz pleksi stekla, ločenih s satjasto strukturo. Zgornja površina je bila prevrtana v mrežo majhnih lukenj, prostor med ploščami pa je bil oskrbovan z nizkotlačnim stisnjenim zrakom, ravno toliko, da so lahko "zračni paki" lebdeli po površini. Čeprav so bile te zračne mize zabavne za igranje, še niso bile igra.

Leta 1968 je Sega izdala arkadno elektromehansko igro, podobno zračnemu hokeju imenovano MotoPolo. Na podlagi polo sta dva igralca premikala miniaturna motorna kolesa po notranjosti omare, pri čemer je vsak igralec poskušal žoge zabiti v nasprotnikova vrata.

Zračni hokej je ustvarila skupina zaposlenih v Brunswick Billiards od leta 1969 do 1972. Leta 1969 je trio inženirjev Phil Crossman, Bob Kenrick in Brad Baldwin začelo delati na ustvarjanju igre z uporabo površine brez trenja. Projekt je nekaj let stagniral, dokler ga ni obudil Bob Lemieux, ki se je nato osredotočil na implementacijo abstrahirane različice hokeja na ledu, s tanko ploščo, dvema udarnikoma in režastimi goli, opremljenimi s fotodetektorji. Nato je bilo odločeno, da bi igra lahko pritegnila večji trg, posledično je bil zračni hokej tržen in prodan širši javnosti. Prvotni patenti se nanašajo na Crossmana, Kendricka in Lemieuxa, kot tudi prejšnja dela na zračnih mizah.

V vsakem primeru je bila igra takoj finančno uspešna in do sredine sedemdesetih let prejšnjega stoletja se je pojavilo veliko zanimanje za turnirsko igro. Že leta 1973 so igralci v Houstonu ustanovili Houston Air Hockey Association in kmalu zatem teksaško združenje Air-Hockey Players Association, ki je kodificirala pravila in promovirala šport prek lokalnih turnirjev v Houstonskih pubih. Da bi zagotovili enotne igralne standarde najvišje tekmovalne kakovosti, je J. Phillip Arnold leta 1975 ustanovil Združenje ameriškega zračnega hokeja, v smislu uradnega organa za sankcioniranje. Na ta način so bila igralcem neprijazna pravila, ki jih je uvedla korporacija Brunswick razveljavljena. Zračni hokej pa je bil od takrat naprej zavarovan s strani igralcev. Od svojega začetka je USAA vsako leto odobrila vsaj eno državno ali svetovno prvenstvo in kronalo 12 različnih prvakov v 30 let

3 IZDELAVA ZRAČNEGA HOKEJA

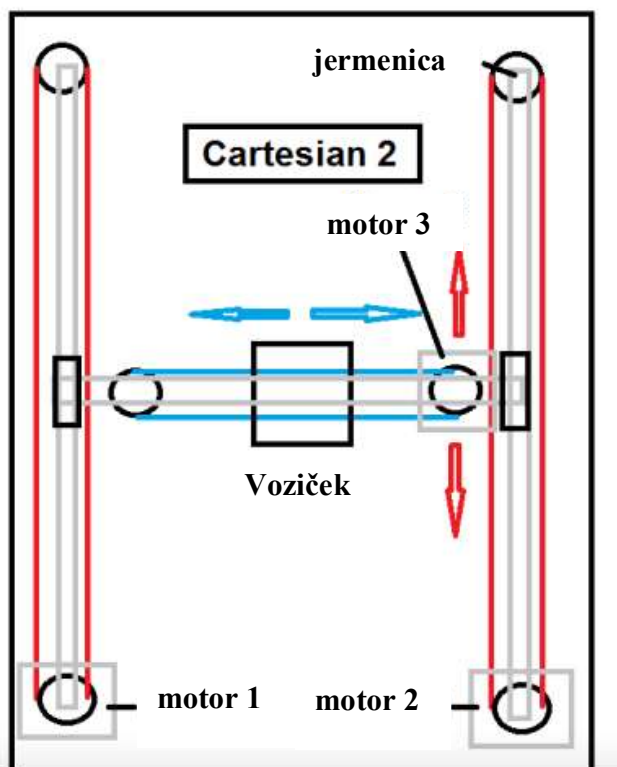
3.1 Kinematika zračnega hokeja

Da bo robot deloval potrebuje na mizi nameščena vodila preko katerih z jermenom , jermenicami in elektromotorjem premikamo odbijalno glavo , ki nam omogoča branjenje gola in odbijanje ploščka. V svetu obstajajo 3 različne kinematike, ki jih lahko uporabimo v ta namen.

- Kartezijeva kinematika XYZ
- Corexy kinematika
- H-boot kinematika.

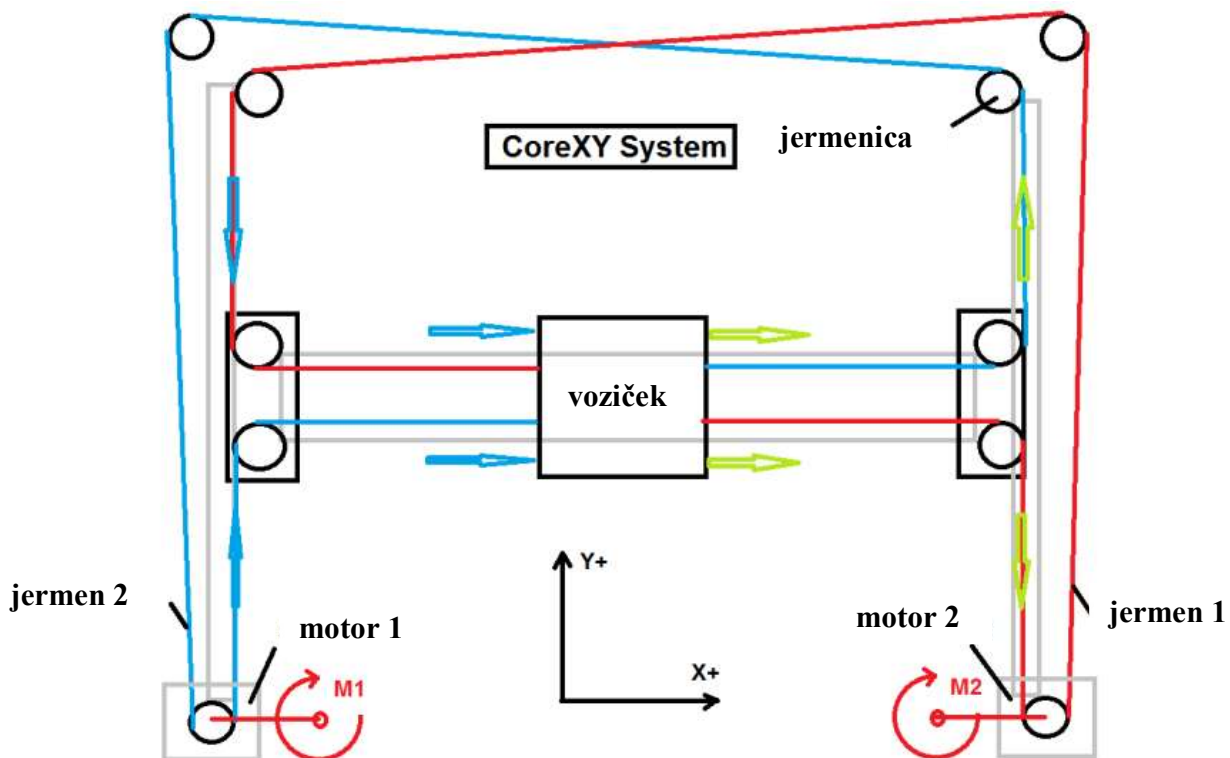
Za naš namen uporabe bi bila najprimernejša kinematika H-boot, ker pa je bila koda za Arduino napisana za Kartezijevo kinematiko sva se odločila za slednjo.

Kartezijeva kinematika je najpogostejša kinematika za linearno premikanje vozička v delovnem prostoru, odlikuje jo velika robustnost, še posebej če je daljša os gnana z paralelnima motorjema. Slabost te kinematike je , da je en motor vedno premičen, kar nam poveča maso na eni osi.



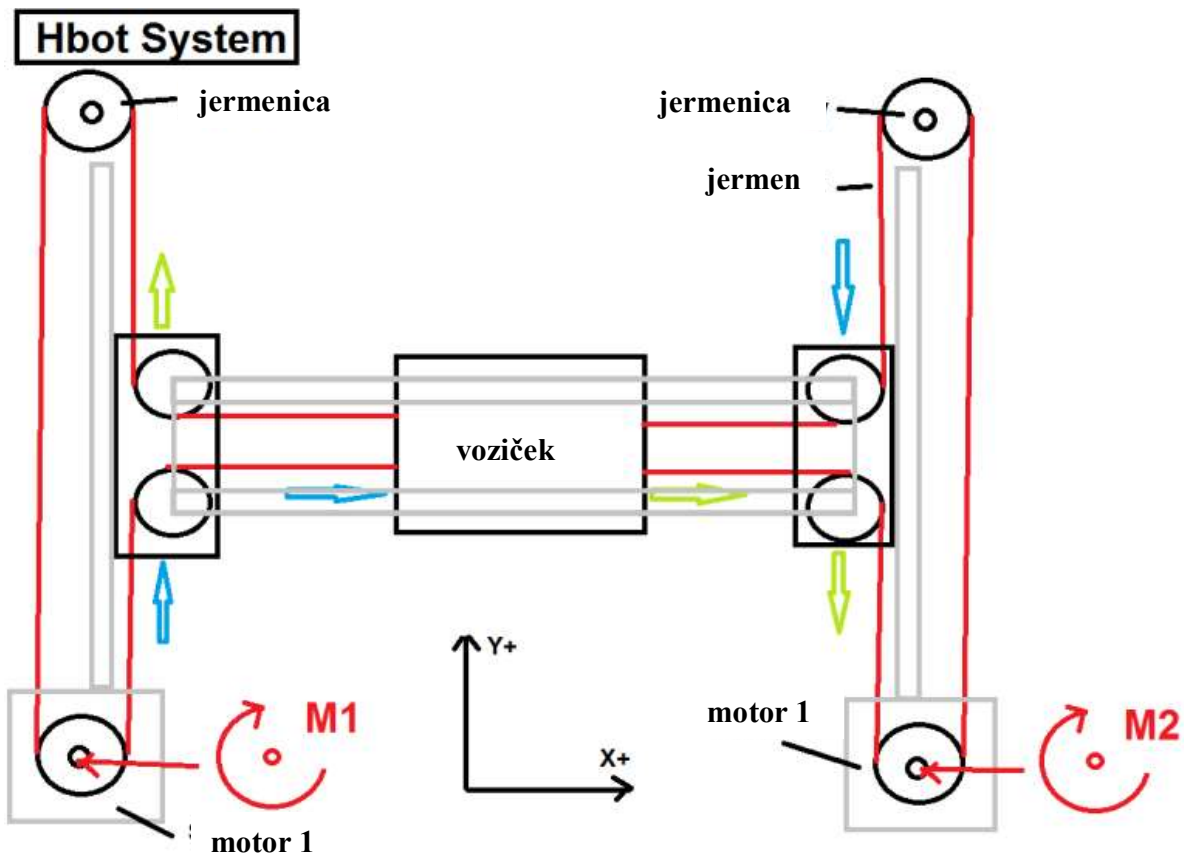
Slika 3: Kartezijeva kinematika

Corexy kinematika temelji na osnovi 2 pogonov, ki sta povezana z dvema jermenoma, ki se na nasprotni strani motorjev križata, izvajata dvodimenzionalne premike v smereh Y in X. Glavna posebnost v tej zasnovi je uporaba dveh motorjev v eni ravnini in dveh jermenov. Motorja sta fiksirana in se ne premikata.



Slika 4 Corexy kinematika

H-bot kinematika temelji na osnovi 2 pogonov, ki sta povezana z enojnim jermenom v obliki črke H. Mehanizem H-bot izvaja dvodimenzionalne premike v smereh Y in X. Glavna posebnost v tej zasnovi je uporaba dveh motorjev v eni ravnini in enega jermena. Motorja sta fiksirana in se ne premikata.



Slika 5 H-bot kinematika

3.2 ELEKTRONSKI DELI

3.2.1 Arduino

Arduino je odprtokodna elektronska platforma, ki izvira iz Italije in temelji na strojni in programski opre, ki je enostavna za uporabo. Plošče Arduino lahko berejo vhode kot so luč na senzorju, prst na gumbu ali sporočilo na Twitterju in jih pretvorijo v izhod kot naprimer, da aktivirajo motor, vklopijo LED luč, nekaj objavijo na spletu. Svoji plošči lahko ukažete, kaj naj naredi, tako da pošljete niz navodil mikrokrmilniku na plošči. Strojna platforma je sestavljena

iz mikro-krmilnika družine Atmel in elektronskih komponent. Proizvajalec pa navaja, da so Arduino vezja primerna predvsem za raziskovalno oz. prototipno rabo, vendar se na trgu vse bolj pogosto pojavljajo tudi končni izdelki, ki vsebujejo Arduino vezja. Razlog, da je prodaja odprtokodnega razvojnega okolja v takem porastu, je odličen programski vmesnik, ki je prirejen za vse operacijske sisteme. Programski vmesnik je prijazen do uporabnika in zelo preprost za uporabo. Primeren je tako za ljudi, ki se prvič srečujejo z mikro-krmilniki, kot tiste, ki želijo z njim narediti vrhunski končni izdelek. Razvojno okolje je pripravljeno tako, da vsebuje le nujno potrebne elemente, ostalo periferijo pa uporabnik dodaja po želji oz. potrebi. Na trgu se tako dobijo izdelani moduli, npr. relejna ploščina, alfanumerični LCD modul, TFT LCD modul, modul z SD spominsko kartico, široka paleta modulov s senzorji za vlago, temperaturo, svetlobo, barvo in še mnogo drugih. Na njega lahko priklopimo različne senzorje za temperaturo, vlago, merjenje razdalj, servo motorčke, ethernet modul, WiFi modul, bluetooth modul, releje za krmiljenje naprav ter še mnogo drugih različnih naprav. Program za strojno opremo Arduino je lahko napisan v katerem koli programskem jeziku s prevajalniki, ki proizvajajo binarno strojno kodo za ciljni procesor. Atmel ponuja razvojno okolje za 8-bitne AVR in 32-bitne ARM Cortex-M mikro-krmilnike. Arduino je začel izdelovati svoje naprave v Italiji, nato pa jih je dodatno začel razvijati tudi v Ameriki. Danes Arduino izdeluje šestnajst različnih vrst naprav.

3.2.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 je mikro-krmilniška plošča, ki temelji na ATmega2560. Ima 54 digitalnih vhodnih/izhodnih pinov (od tega 15 lahko uporabite kot izhode PWM), 16 analognih vhodov, 4 UART (strojna serijska vrata), 16 MHz kristalni oscilator, USB povezavo, napajalni priključek, ICSP glavo, in gumb za ponastavitev. Vsebuje vse potrebno za podporo mikro-krmilniku; Za začetek ga preprosto povežite z računalnikom s kablom USB.

TEHNIČNE SPECIFIKACIJE:

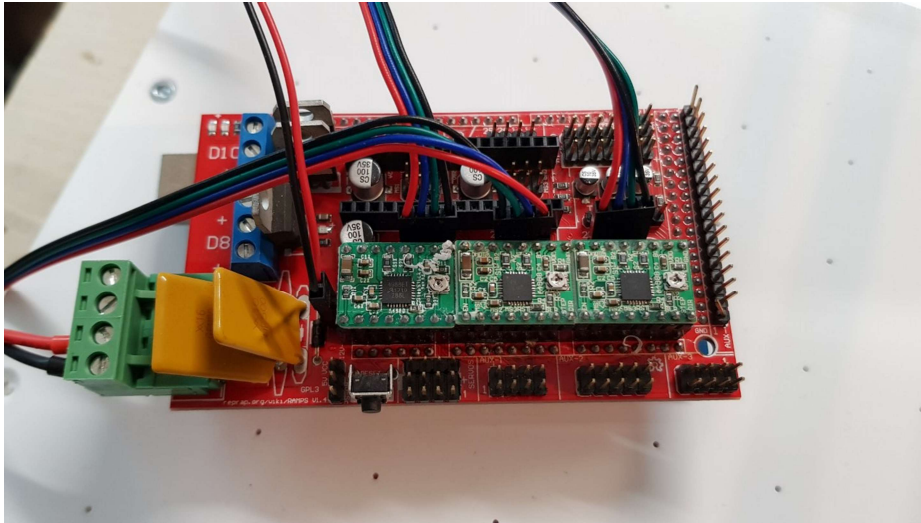
MIKROKONTROLER	<u>ATmega2560</u>
DELOVNA NAPETOST	5V
VHODNA NAPETOST (PRIPOROČENO)	7-12V
VHODNA NAPETOST (MEJA)	6-20V
DIGITALNI I/O ZATIČI	54 (od tega 15 zagotavlja PWM izhod)
ZATIČI ANALOGNEGA VHODA	16
DC TOK NA I/O PIN	20 mA
DC TOK ZA 3,3 V PIN	50 mA
FLASH POMNILNIK	256 KB, od tega 8 KB uporablja zagonski nalagalnik
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
HITROST URE	16 MHz
LED_BUILTIN	13
DOLŽINA	101,52 mm
PREMER	53,3 mm
UTEŽ	37 g

Napajanje:

Napajate ga lahko z AC-to-DC adapterjem ali baterijo. Plošča Mega 2560 je združljiva z večino ščitov, zasnovanih za Uno in nekdanje plošče Duemilanove ali Diecimila. Poleg Arduina potrebujemo še kontrolno ploščo, ki nam omogoča, da dobimo pravilne napetosti za krmiljenje motorjev in laserja.

Pomnilnik:

Arduino Mega 2560 ima pomnilnik s prostorom 256 KB, (8 KB ima uporabljenih za bootloader, poleg tega ima še 8 KB SRAM in 4 KB EEPROM).



Slika 6 Arduino mega na kontrolni plošči

3.2.3 Arduino koda

Arduino koda je napisana v C++ z dodatkom posebnih metod in funkcij, ki jih bomo omenili kasneje. C++ je človeku berljiv programski jezik. Ko ustvarite 'skico' (ime, dano datotekam kode Arduino), se obdela in prevede v strojni jezik.

```
File Edit Sketch Tools Help
LaserCat BTHC05.cpp BTHC05.h VarSpeedServo.cpp VarSpeedServo.h
// Include Libraries
#include "Arduino.h"
#include "BTHC05.h"
#include "VarSpeedServo.h"

// Pin Definitions
#define BTHC05_PIN_RXD 10
#define BTHC05_PIN_TXD 11
#define LASER_PIN_S 2
#define SERVO9G1_PIN_SIG 3
#define SERVO9G2_PIN_SIG 4

// Global variables and defines
// object initialization
VarSpeedServo servo9g1;
VarSpeedServo servo9g2;
BTHC05 bthc05(BTHC05_PIN_RXD, BTHC05_PIN_TXD);

bool laserState = 0;
bool autoplayState = 0;

const int servoSpeed = 10;
const int seqIntervalDelta = 50;
const int manuallyServoMinStep = 5;
const int manuallyServoMaxStep = 20;
const int minimalRangeSize = 10;

// Change these parameters to define the rectangular play area
int servo1Min = 80;
int servo1Max = 110;
int servo2Min = 20;
int servo2Max = 50;

int servo1pos = (servo1Min + servo1Max) / 2;
int servo2pos = (servo2Min + servo2Max) / 2;
```

Slika 7 Primer kode arduino

Kot lahko vidite, ima integrirano razvojno okolje Arduino minimalističen dizajn. V menijski vrstici je samo 5 naslovov, kot tudi niz gumbov pod njim, ki vam omogočajo preverjanje in nalaganje skic. V bistvu integrirano razvojno okolje Arduino prevede vaše skice v kodo, ki jo Arduino razume. Ko je vaša Arduino koda prevedena, se nato naloži v pomnilnik plošče.

Vse, kar mora uporabnik narediti, da začne sestavljati svojo skico, je, da pritisne gumb.

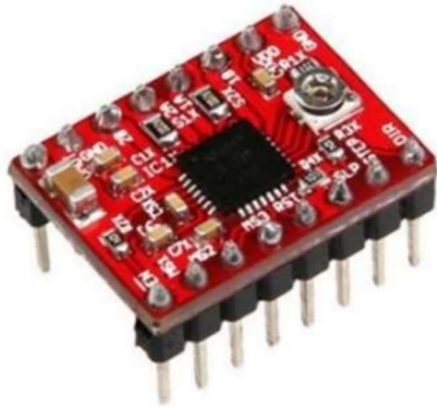
Če so v kodi Arduino kakršne koli napake, se prikaže opozorilno sporočilo, ki uporabnika pozove k spremembam. Večina novih uporabnikov se pogosto srečuje s težavami pri prevajanju zaradi strogih zahtev Arduina. Če pri uporabi Arduina naredite kakršne koli napake v ločilih, se koda ne bo prevedla in prikazalo se vam bo sporočilo o napaki.

Kode Arduino nisva napisala sama, vendar sva jo našla na spletu, sva se pa z njo spoznala in se veliko naučila o njej.

3.2.4 Gonilnik

A4988 je popoln mikrokoračni gonilnik motorja z vgrajenim prevajalcem za enostavno upravljanje. Zasnovan je za delovanje bipolarnih koračnih motorjev v načinih polnega, polovičnega, četrtinskega, osminkskega in šestnajstinskega koraka z izhodno zmogljivostjo pogona do 35 V in ± 2 A. A4988 vključuje fiksni čas izklopa tokovnega regulatorja, ki ima možnost delovanja v počasnih ali mešanih načinih upadanja.

Prevajalec je ključ do enostavne izvedbe A4988. Preprost vnos enega impulza na vhod STEP premakne motor za en obrat, kar je v našem primeru $1,8^\circ$. Za programiranje ni tabel faznega zaporedja, visokofrekvenčnih krmilnih vodov ali zapletenih vmesnikov. Vmesnik A4988 je idealen za aplikacije, kjer zapleten mikroprocesor ni na voljo ali je preobremenjen. Gonilniki so lahko brez hladilnih reber ali z njimi.

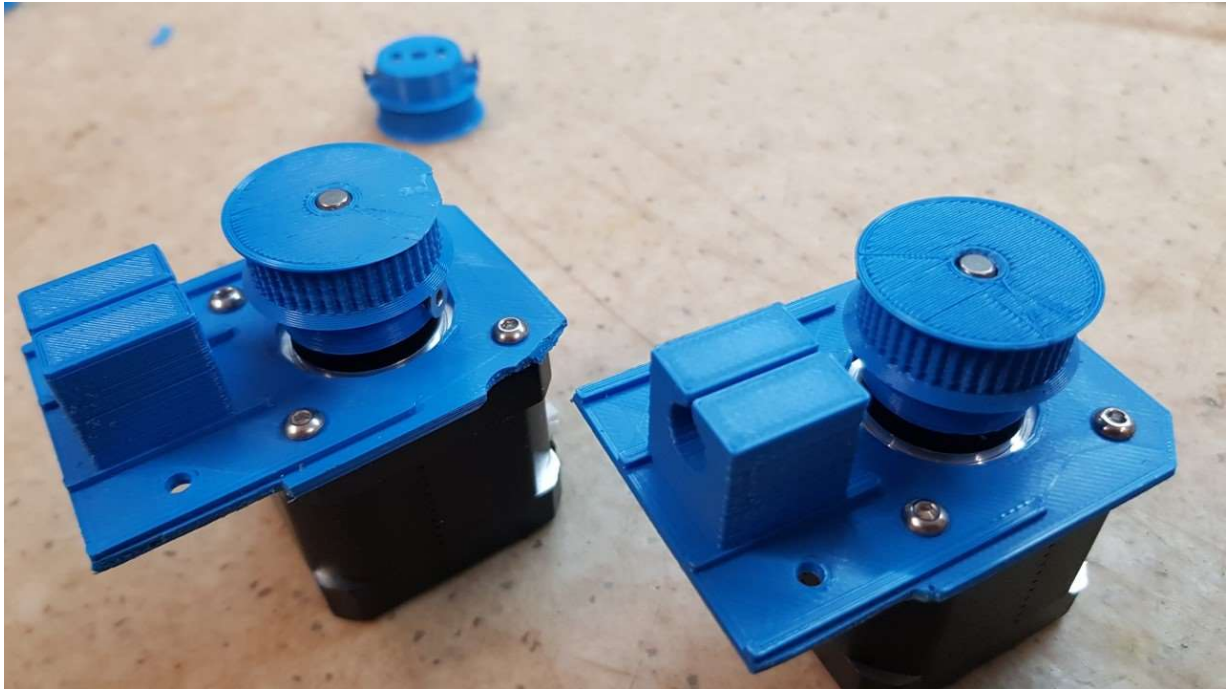


Slika 8 Gonilnik A4988

3.2.5 Motor

Koračni motor je brezkrtačni enosmerni električni motor, ki razdeli celoten obrat v več enakih korakov. Položaj motorja je lahko upravljan tako, da se premakne in drži na enem od teh korakov brez kakršne koli povratne informacije senzorjev, če je motor skrbno dimenzioniran za določeno aplikacijo v zvezi z navorom in hitrostjo. Veliko se uporabljajo tudi v robotski industriji. Nema se nanaša na velikost okvirja motorja, ki je s strani ameriškega Nacionalnega Električnega Združenja Proizvajalcev standardizirana. Določa samo velikost motorja, ne pa njegove dolžine. Tako poznamo različne velikosti koračnih motorjev od Nema 8 do Nema 42. Nema 17 je eden večjih in težjih koračnih motorjev, kar pomeni, da ima večji navor, vendar pa njegova velikost ni kazalec njegove moči.

Veličine	Vrednosti
Tok	1,8 A
Napetost	2,8 V
Navor	0,43 Nm
Korak	1,8 °
Dolžina	43,2 mm
Širina	43,2 mm



Slika 9 Motor Nema17 z ležajem, nosilcem in jermenico

3.2.6 Napajalnik

Napajalnik je naprava, ki prevaja tok iz 230 V na 12 V.



Slika 10 Napajalnik

3.2.7 PS3 kamera

PS3 kamera proizvajalca sony je znana po uporabi v kombinaciji s priljubljeno igralno konzolo playstation 3, mi pa smo jo uporabili pri našem projektu, Kamera je poceni in nam s ustreznim programom za PC omogoča strojni vid, ta realno sledi vsakemu gibu ploščka izbrane barve (v našem primeru zelena) in zelo natančno izračuna položaj predmeta v tridimenzionalnem prostoru, podatke nato preko usb kabla pošlje krmilniku arduino , ta pa krmili motorje.



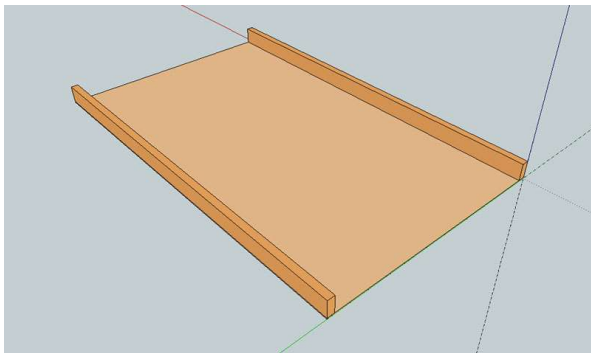
Slika 11 PS3 kamera

3.3 MEHANSKI DELI

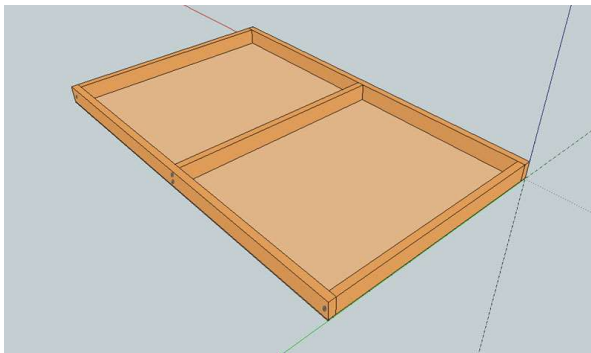
Mehanski deli robota za zračni hokej tvorijo njegovo osnovno strukturo. Pomembno je, da so natančno izdelani, kar pripomore k natančnosti, vzdržljivosti in stabilnosti robota in mize same.

3.3.1 Okvir

Okvir mize je narejen iz brezovega lesa, obdelan na poralnalki (debelinki), da smo dobili deščice željene mere in žagan s krožno žago na željeno mero. Sestavili smo ga iz lesenih letev kot kaže slika.



Slika 12 prikaz sestavljanja okvirja

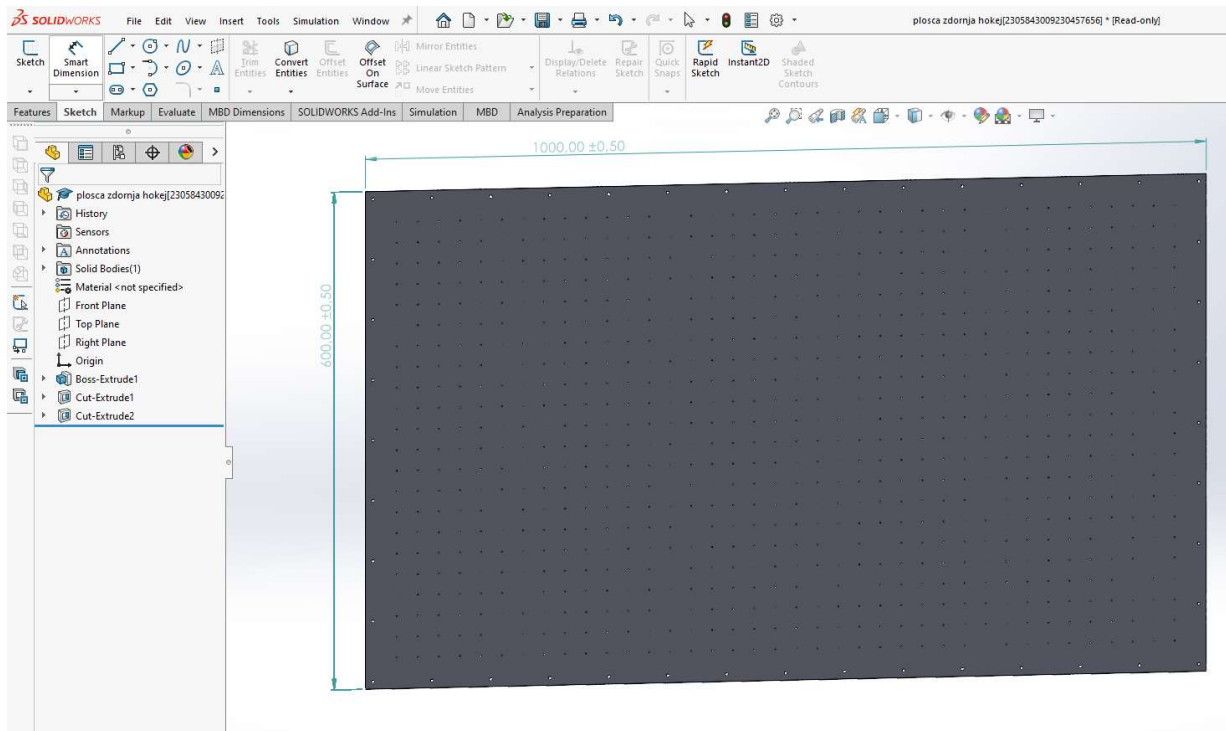


Slika 13 prikaz sestavljanja okvirja 2

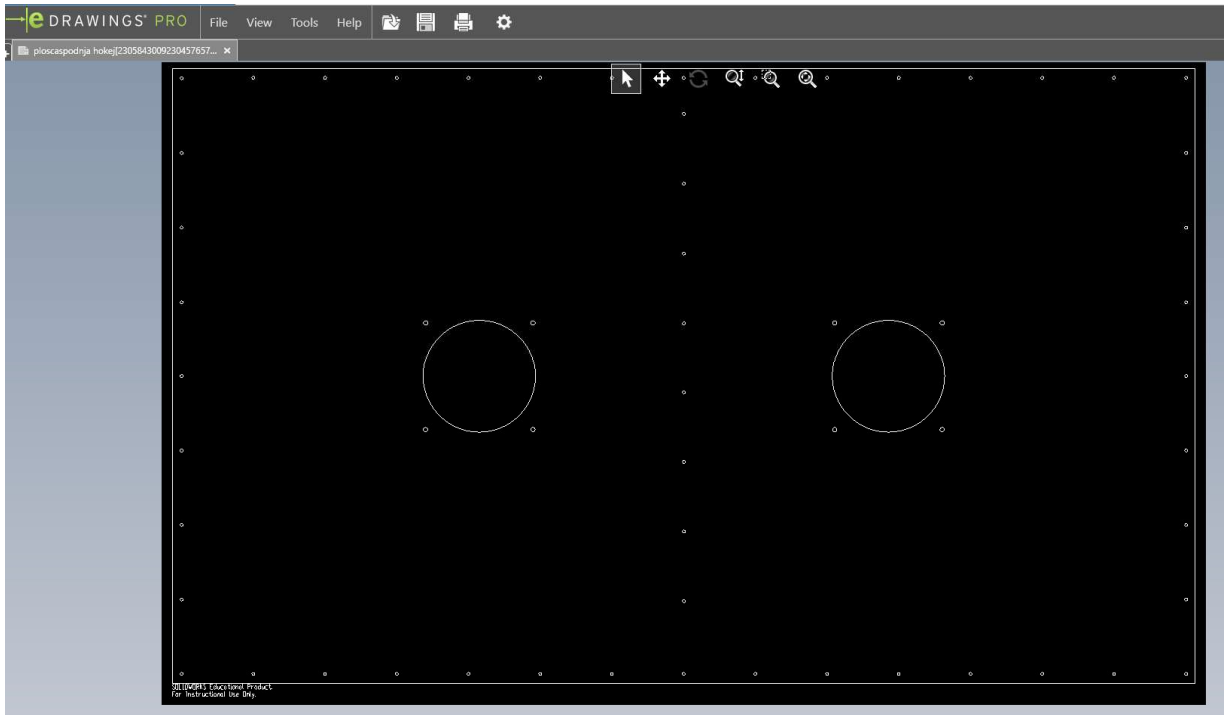
Za pritrditev smo uporabili 3x30mm vijake, en vijak smo centriral na koncih in dva vijaka v centralni ojačitvi. Še preden smo vijake privili smo na mestih kje bodo izvrtali luknje s 1,5mm svedrom, da bi preprečili pokanje in zlom lesa. Paziti moramo, da glave vijakov ne molijo iz lesa.

3.3.2 Zgornja plošča

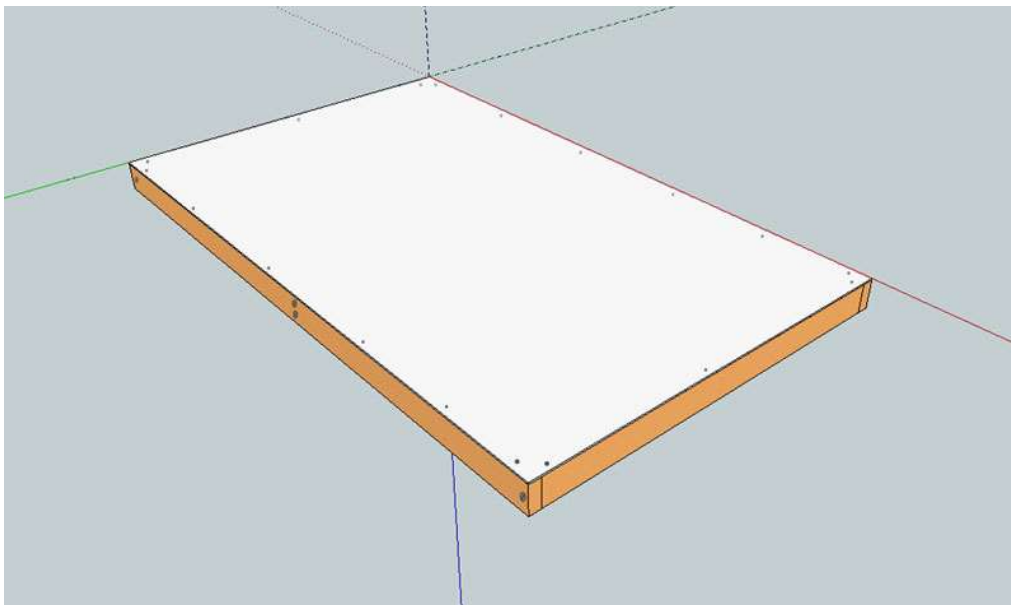
Plošča je bele barve (prvotno je bila roza, vendar je motilo kamero pri prepoznavi ploščka, zato smo jo zamenjali) in iz plastike in je bila izrezana z laserjem, ter meri 100x60cm. Milimetrске luknje smo vanjo izrezali na vsakih 25mm razen ob robovih mize saj smo morali upoštevati ograjo. Pri rezanju z laserjem smo si pomagali s programom RDWorks. Ploščo smo nato privili na okvir z vijaki 2,5x16, ki smo jih privili vsakih 20 cm.



Slika 14 model zgornje plošče Solid works



Slika 15 spodnja plošča dxf format



Slika 16 pritrjena plošča na okvir

Ko smo končali z rezanjem lukenj v mizi, smo letvice na zadnji strani mize pokrili z EVA peno (tipični obrtni material), vključno s sredinsko letvico. To smo storili zato, da zatesnimo mizo

(želimo, da bi lahko zrak izstopal le skozi zgornje luknje). EVA peno smo razrezali na trakce širine letvice in prilepili z lepilom ter s tem zatesnili tudi notranji del ogrodja.

3.3.3 Ventilatorja

Ventilatorja sta 90mm 12V in 1.6A. To so tipični računalniški ventilatorji. V tem primeru sva uporabila ventilatorje pokvarjenih namiznih računalnikov.

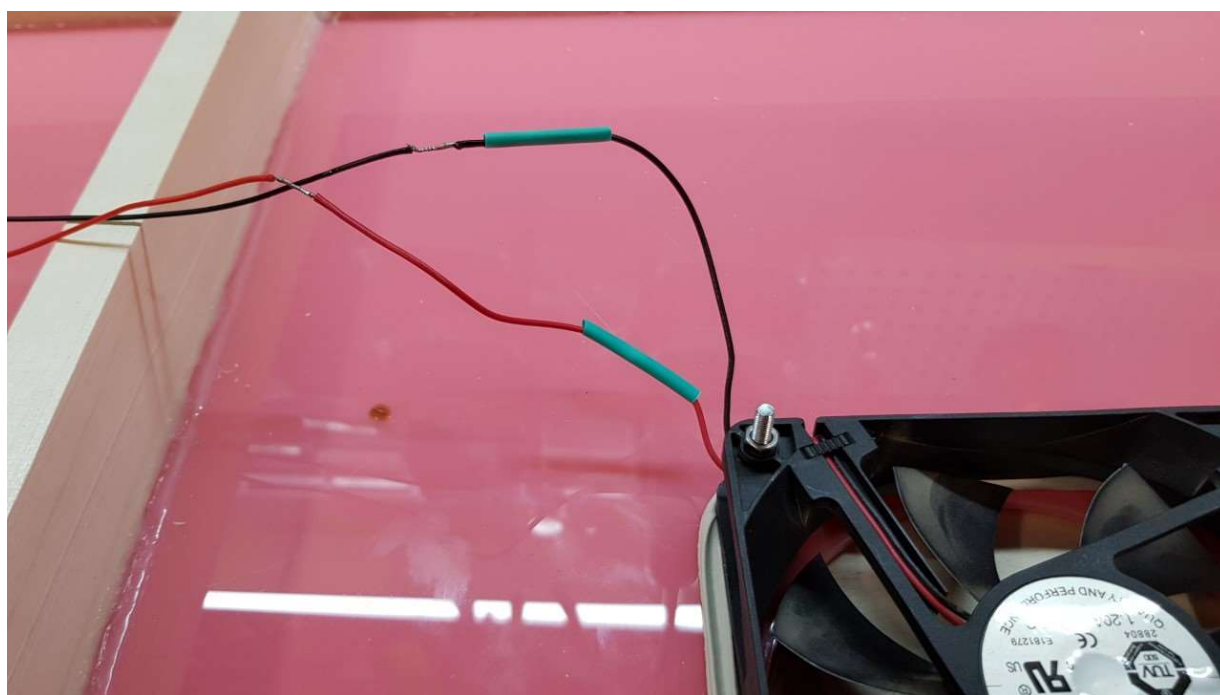
3.3.4 Spodnja plošča

Spodnja plošča je prav tako iz plastike (vendar ta je lahko ostala roza kot je bilo prvotno načrtovano, saj je skrita), izrezana je bila na laser vendar z razliko od zgornje ima samo veliko luknjo v vsaki sredini obeh polj za dva 90mm ventilatorja. Ventilatorja smo pritrdili z osmimi maticami in vijaki tipa M4x12 in jih obložili z gumo za tesnenje oken . Nato smo spodnjo ploščo pritrdili na enak način kot zgornjo.

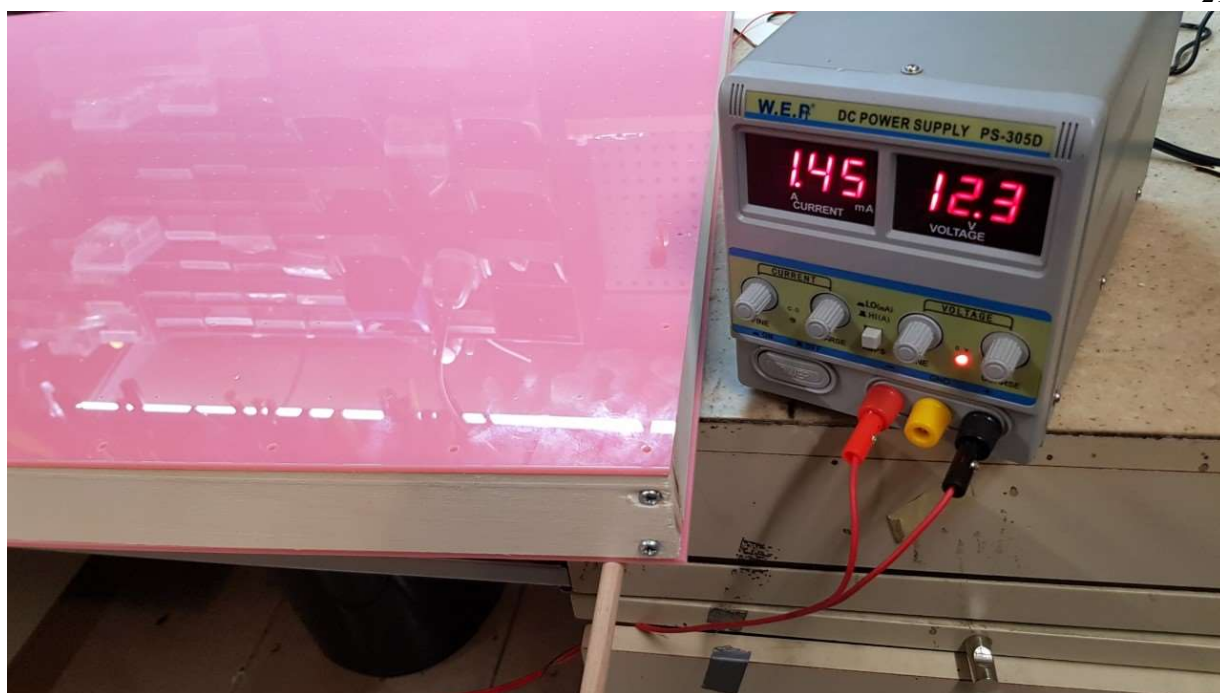


Slika 17 Slika spodnje plošče

Nato smo ventilatorje povezali s konektorji in preizkusili če delujejo.



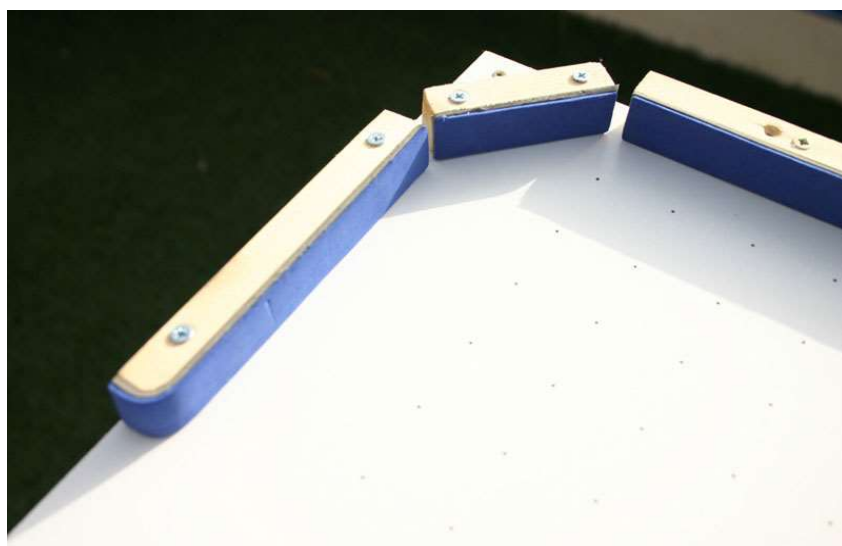
Slika 18 povezava ventilatorjev



Slika 19 preizkus delovanja ventilatorjev

3.3.5 Ograja mize

Ograjo smo sestavili iz letvic različnih dolžin in nanje prilepili EVA peno. Privili smo jih s 3x30 vijaki.



Slika 20 primer ograje

3.3.6 Potiskač in plošček

Potiskač in plošček sta bila narejena s pomočjo 3D tiskalnika. Plošček pa mora biti znotraj votel, da lahko drsi po površini. Na plošček smo tudi nalepili zelen košček EVA pene, da ga kamera lahko prepozna preko barve.

4 MATERIALI IN METODE

4.1 Opis dela

Na osnovi izdelka, ki sva ga izdelal, sva se pogovorila z mentorjem in naročila material. Material, sva naročila pri različnih ponudnikih. Večino delov smo natisnili v šoli s pomočjo 3D tiskalnikov, zgornjo in spodnjo ploščo smo izrezali na laser. Okvir, letvice in ograjo pa smo našagali v delavnici s pomočjo krožne žage in poralnalke (debelinke).

Ko sva zbrala ves material, sva začela s samo izdelavo hokeja. Najprej sva naredila manjši test Arduina, kajti le tako sva lahko preizkusila, če je program sploh ustrezen. Nato sva ga sestavila. Najprej sva sestavila mizo z ventilatorji, ventilatorje testirala, če so delovali, nato pa še robota samega, ter vgradila kamero in ji nastavila barvno lestvico zaznavanja.

4.2 Metode dela

Najprej sva si skicirala, kako približno bi robot izgledal. Veliko časa sva namenila preučevanju mize za zračni hokej, postavitvi kablov in izbiri materialov.

5 REZULTAT

5.1 Gradiva

Gradiva:

MIZA ZA ZRAČNI HOKEJ:

- Vijaki z lesenim navojem

50 2,5 x 16 mm

50 3x30 mm

20 3x20 mm

- Vijaki z metričnim navojem

16 M3x6 mm

8 M3x12 mm

24 M3 podložk

16 M3 matic

2 M3x20 mm

8 M4x12 mm

8 matic M4

- Plastične plošče

2 100 x 60 cm x 2,5 mm MDF (bela barva na eni strani)

- Letvice iz masivnega lesa

2 44 x 18 mm x 1 m

3 44 x 18 mm x 56,4 cm

2 12x18x90cm (lahko 12x12)

4-12x18x12 cm

4 12 x 18 x 6 cm

- pištola za vroče lepilo
- EVA pena
- Sveder in svedri 1 mm in 1,5 mm
- 2 90mm ventilatorja 12V 0,5A
- Kabel in konektorji za ventilatorje
- Laser

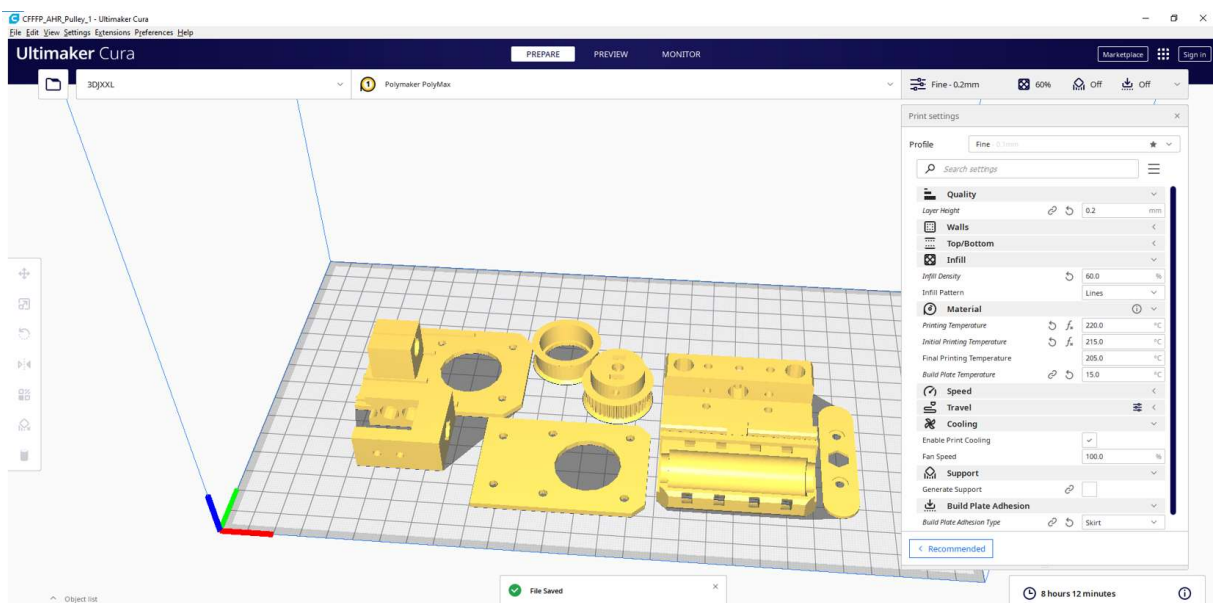
ROBOT ZA ZRAČNI HOKEJ:

Tipična oprema za 3D tiskalnik RepRap:

- Arduino Mega 2560
- RAMPE 1.4
- 3 gonilniki A4988 s hladilniki (ali DRV8825)
- 3 koračni motorji NEMA17 48N-cm
- Kabel motorja in konektorji
- Pet metrov jermena GT2
- 2 8 mm palici iz nerjavnega jekla 46 cm
- 2 aluminijasti cevi 8x1mm 65cm
- 1 aluminijasta cev 8x1mm 87,5cm za kamero
- 3 608 ležaji
- 3 linearni ležaji LM8UU
- Majhne najlonske zaponke
- Komplet 3D natisnjenih delov v PLA

- Kamera PS3 EYE
- osebni ali prenosni računalnik (priporočen procesor i3 ali novejši)
- Zunanje napajanje 12V (najmanj 5A)

Vse potrebne elemente razen vodil in dveh ležajev sva natisnila s 3d tiskalnikom. Programe sva izdelala s programsko opremo Cura. Za tiskanje pa sva uporabila domač 3D tiskalnik in kolut s plastiko PLA.



Slika 21 elementi za 3d tiskanje v programu cura



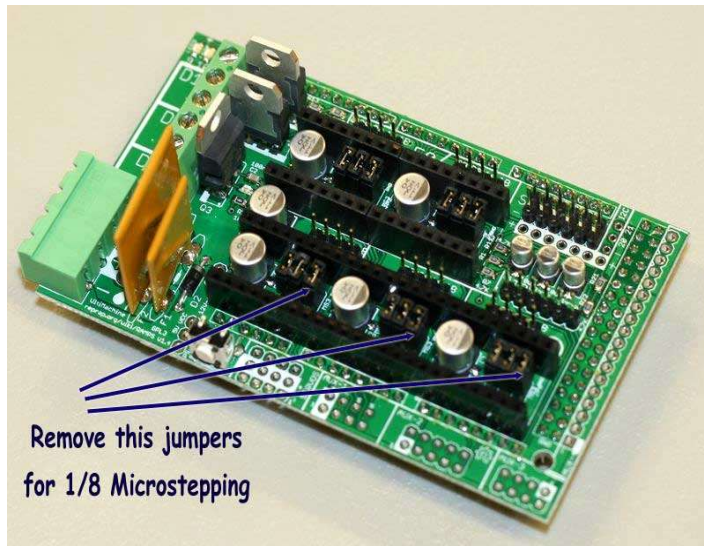
Slika 22 3D tiskani deli



Slika 23 ostali deli

5.2 IZDELAVA ROBOTA ZA ZRAČNI HOKEJ

Najprej sva na Arduino Mega vgradila RAMPS 1.4. Paziti sva morala, da sva preoblikovala RAMPS za uporabo 1/8 Microstepping-a na voznikih. Odstraniti sva morala skakače, kot je prikazano na spodnji sliki, ki sva jo našla na spletu:



Slika 24 odstranitev skakačev

Na izhode X, Y in Z smo vstavili gonilnike stepperja s hladilniki. Izhod X na os X, izhod Y na os Y (levi motor, viden od zadaj hokeja) in Z izhod na desni motor.

Na izhodni gredi motorjev smo s pomočjo pile ustvarili ravno površino ven briši

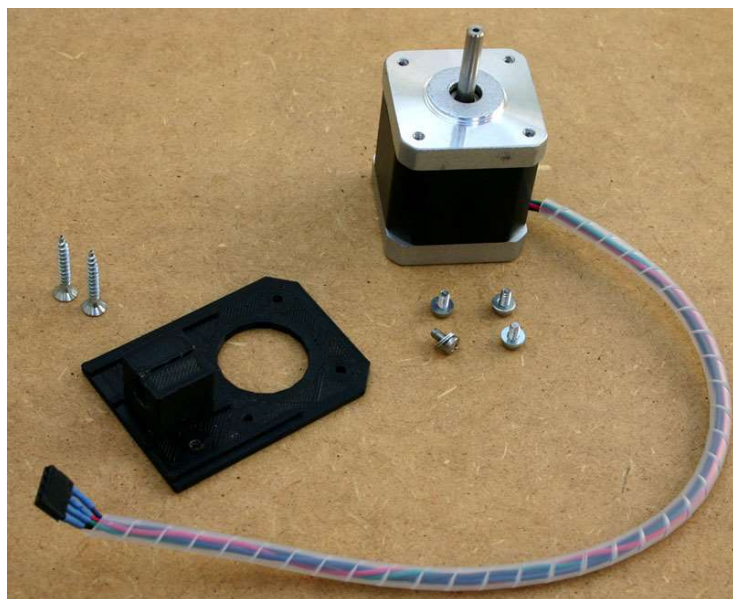
Nato sva se lotila motornih kablov in konektorjev. Motor X mora imeti dolžino kabla okoli min 80cm, leva Y-os mora imeti dolžino min 30 cm, desna Y-os pa dolžino min 58 cm. Kupili smo kable dolžine 1m, ki so že imeli priključke (tipični komplet kablov za 3D tiskalnik).

Potem smo pripravili 12V napajalni priključek na RAMPS. Napajalnik naj ima 12-15V in minimalno moč 5A. Paziti smo morali na polarnost: negativno-črno, rdeče-pozitivno. Prav tako bi lahko uporabili 12V baterijo ali li-poli baterijo 3S ali 4S.

Nato smo povezali računalnik in Arduino s pomočjo USB kabla in nanj naložili potrebne gonilnike, prenesli program Arduino IDE (priporočena različica 1.0.5), izbrali serijska vrata dodeljena za Arduino in nanj prenesli program. Ko se je program naložil, so se na Arduinotu zasvetile lučke.

Nato smo odklopili USB kabel z Arduina in priključili motorje(modra žica od motorjev na levo stran). Priključili smo 12V (RAMPS priključek) in počakali nekaj sekund, motorji so se začeli vrteti počasi. Motor X in Z motor (Y-desno) se morata vrteti v smeri urinega kazalca, motor Y (Y-levo) pa se mora vrteti v nasprotni smeri urinega kazalca. Če kateri koli od motorjev ne zavije v pravo smer moramo spremeniti kodo in comment / uncomment linije za vzvratno smer motorjev: `# define INVERT_X_AXIS 1 // axis Example X` nato znova izklopite napajanje programa in znova preizkusite.

Najprej smo začeli s konstrukcijo Y-osi, saj ima dve strani(levo in desno), ki sta popolnoma enaki in sestavljeni iz enakih delov. Zmontirali smo motorno podporo na Y-osi na lev strani.

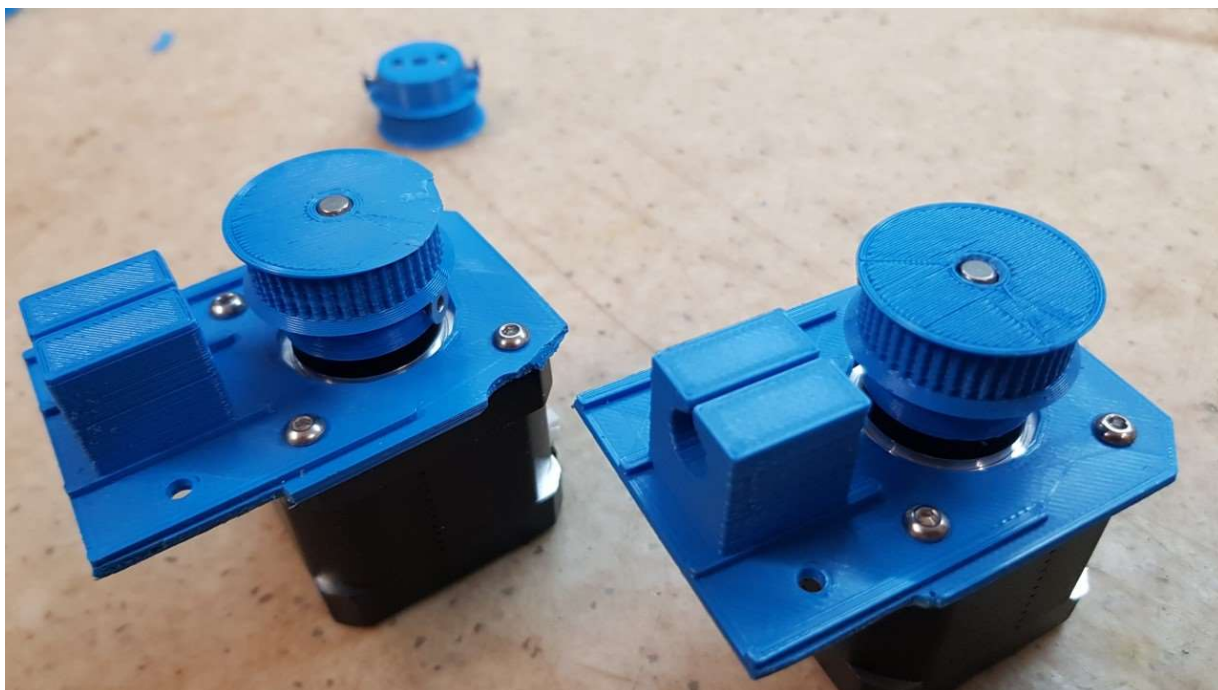


Slika 25 motorna podpora osi Y

Potem smo privili motor z vijaki M3x6 in z eno podložko. Nato smo namestili GT2 s 42 zobmi na motorno gred. Jermenica mora biti nameščena z 2 maticama M3 vstavljenima v ustrezne luknje in vijaki M3x12. Paziti moramo, da se eden od vijakov ujemata z ravnim delom gredi motorja, da zagotovimo, da jermenica ne zdrsne z gredi.

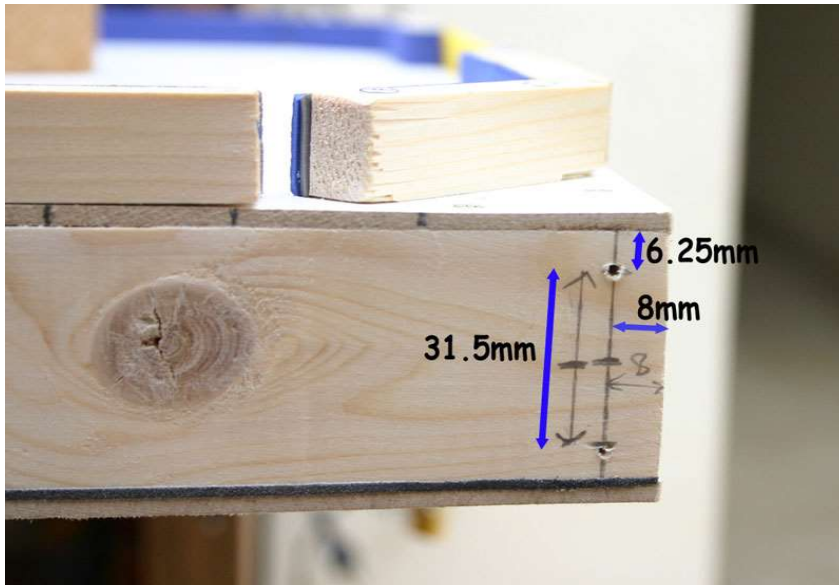


Slika 26 slika gt2 s 42 zobmi



Slika 27 motor z jermenico in motorno podporo

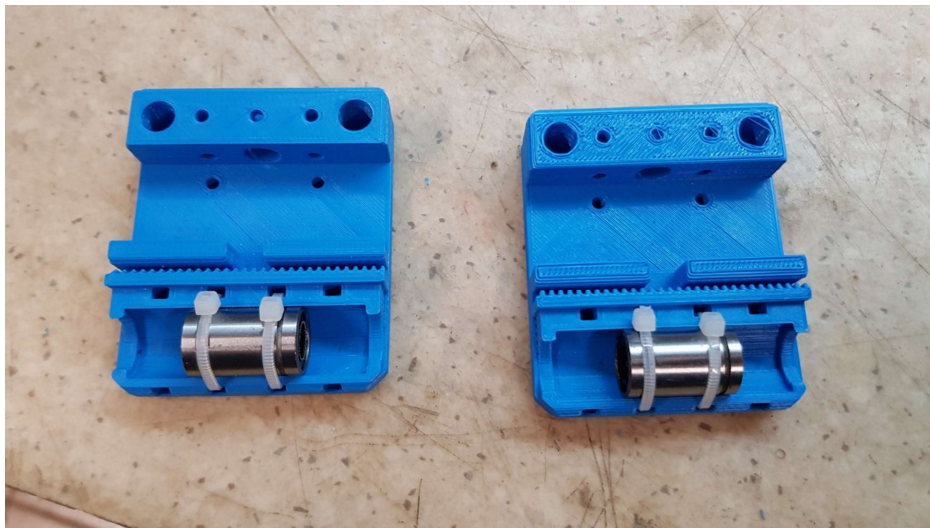
Nato smo namestili motorja na mizo. Vijaki naj se nahajajo 8mm stran od roba mize, tako da bo motor stal okoli 2mm stran od roba. Uporabili smo dva vijaka 3x30. Pri vsem tem moramo biti izredno natančni.



Slika 28 označevanje lokacije motorja

Naredili smo luknjo za končni del osi Y na 46,6 cm stran od roba mize in na sredino višine (gledano na leseno letvico). Ideja je, da mora biti os palice popolnoma centrirana in poravnana s stranjo mize.

Nato smo pripravili Y-nosilni del z vstavljanjem krogličnega ležaja LM8UU, ki smo ga pritrdili z 2 najlonskima pritrdilnima elementoma. En ležaj smo namestili na Y-levo stran in dva ležaja na Y-desno stran.

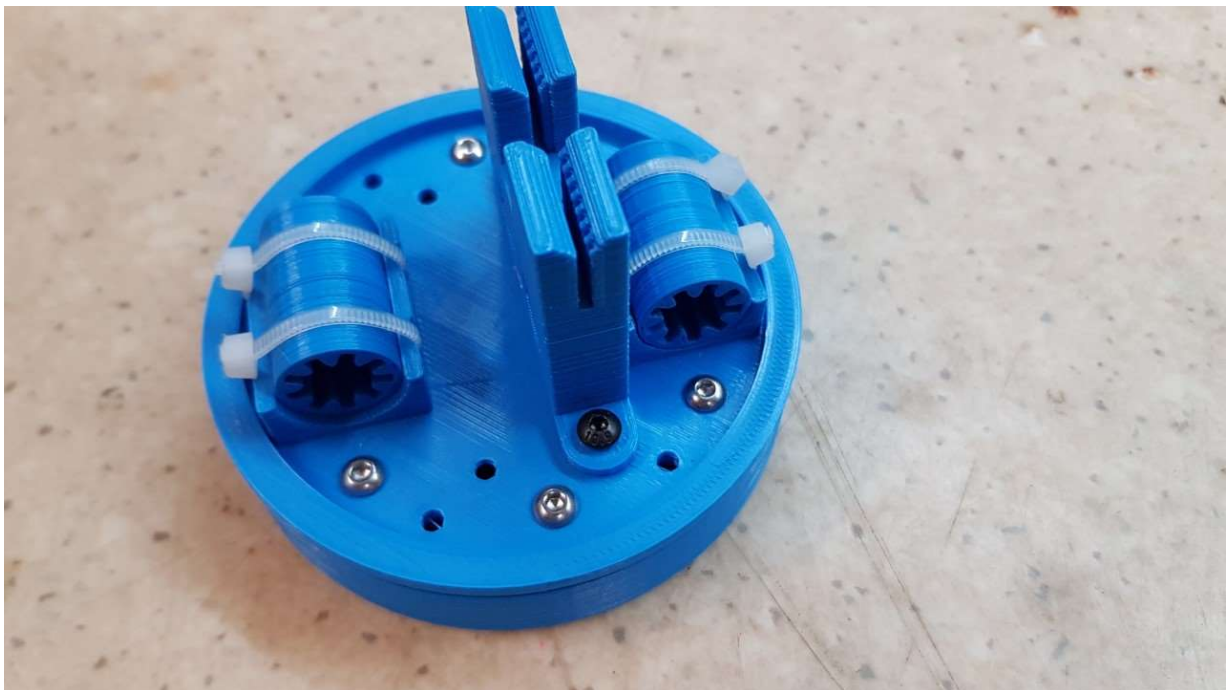


Slika 29 pritrdilna elementa z ležajem

Vstavili smo Y-nosilec v eno od 46 cm jeklenih palic. Palico smo vstavili v del za pritrnitev motorja in nato v končni del osi Y. Končni del osi Y smo privili v mizo z enim vijakom 3x30. Nato smo preverili ali se Y-nosilec pravilno premika z majhnim trenjem vzdolž poti gibanja.

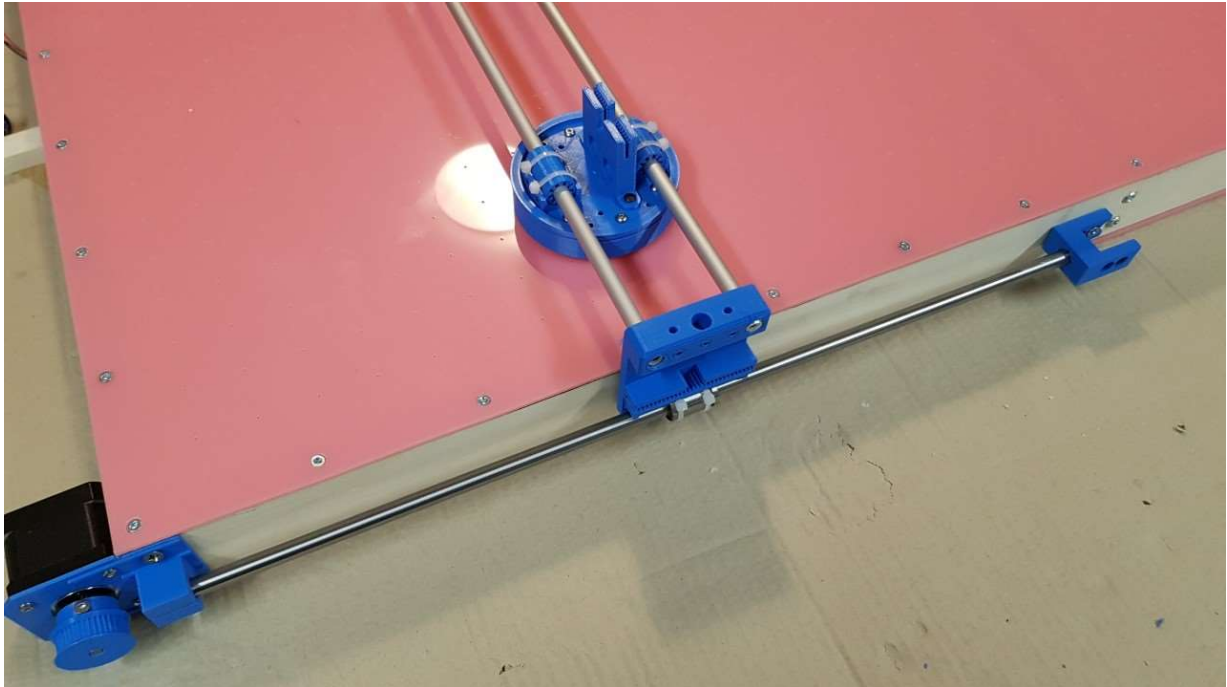
Potem je napočil čas, da smo na končni del namestili drugo jermenico(gladko). Jermenica je nameščena na ležaj 608 z majhno 24 mm aluminijasto cevjo. Če je med ležajem in jermenico nekaj prostora, ga lahko zlepimo skupaj. Nato smo namestili jermenico na končni del. Potem smo namestili jermen GT2 okoli dveh jermenic in ga pritrtili na Y-nosilec s pomočjo rež za jermene. Pas mora biti dovolj napet. Nato smo preverili, da se vse premika in pravilno vleče jermen in da se motor obrača v pravo smer, ter da jermen ne zdrsne na jermenici motorja.

Sledila je konstrukcija X-osi. Začeli smo z nosilnimi deli osi X. Privili smo zgornji in spodnji del ter oporo za pas. Uporabili smo PLA natisnjene puše (ki zelo dobro delujejo z aluminijastimi cevmi) (lahko uporabite tudi LM8UU).



Slika 30 pest robota

Namestili smo dve 65 cm aluminjasti cevi skozi puše nosilca X in pritrčili na luknje za nosilce Y na obeh straneh. Končni del cevi smo pritrčili na Y-nosilec z vijaki M3.



Slika 31 pest robota nameščena na mizo

Preverili smo ali se nosilec X prosto giblje v ceveh z majhnim trenjem, saj je zelo pomembno, da ima nosilec ves čas razdaljo z mizo približno 2 mm. Zelo pomembno je, da se nosilec v nobenem trenutku ne dotika mize.

Namestili smo nosilec motorja osi X in ga privili na Y-levi nosilec z dvema vijakoma M3x20 z maticama. Motor X smo namestili z vijaki M3x6 in podložkami.

Vstavili smo jermenico GT2 z 42 zobmi na gred motorja, kot smo storili pri drugih dveh motorjih. Na drugem koncu smo namestili brezzobo jermenico z ležajem 608 in 30 mm aluminjasto cev, vstavljeno v Y-nosilec.

Namestili smo jermen osi X in preverili ali je dovolj tesen.

Nato smo pritrčili elektroniko (RAMPS + Arduino Mega) z dvema vijakoma 3x30 neposredno v les.

Zdaj je čas za vzpostavitev povezav. Vsak motor smo povezali z njegovim gonilnikom, kot smo to storili v prvem testu. Motor X na os X, levi motor Y na os Y in desni motor Y na os Z na RAMPS.

Za namestitev kamere PS3 smo morali natisniti 2 kosa za montažo, potrebovali pa smo še 87,5 cm dolgo aluminijasto cev. Nosilec smo pritrčili na mizo s tremi vijaki 3x20. Drugi kos pa smo namestili na konec cevi, da bo vanj vstavljena kamera. Kamera mora biti popolnoma vzporedna in poravnana z mizo ter obrnjena proti sredini mize.



Slika 32 prikaz pozicije kamere

Nastavitve barve ploščka in glave

Najprej namestite gonilnike za kamero PS3 iz:
<http://.codelaboratories.com/products/eye/driver/>

Izvedli bomo teste kamere z odklopljenim arduinom. Zoom kamere PS3 mora biti v položaju modre pike (širokokot). Sistem za vid mora jasno prepoznati dve različni barvi, eno za pak in eno za robota. Po možnosti uporabite zelo nasičene barve, ker jih je enostavno prepoznati. Uporabljamo EVA peno, ker je mat, izogibajte se svetlim barvam. Naložite aplikacijo CHECK_HSV.exe. Prikaže se zaslon z nekaterimi kontrolami za določitev razpona H (barva), S (nasičenost) in V (vrednost). Vrednosti bomo pravilno prilagodili, da bomo pravilno zaznali pak. Nato se bomo prilagodili, da zaznamo barvo robota.

Referenčne vrednosti za zeleno EVA peno:

Sistem vida potrebuje svetlobo! zato se prepričajte, da imate dovolj svetlobne moči na območju robota ter, da svetloba ne moti kamere.

Preverimo, da je barva pravilno prepoznana in da nimamo preveč zunanjega "šuma". Preverimo tudi, da bi nekaj malenkostnih variacij glede svetlobnih pogojev, na primer, če bi plošček postavili pod senco same kamere, lahko prepoznala barvo. Če ne, se igrajte s kontrolniki, da dobite ustrezne vrednosti

Pridobite parametre za pak in robota.

Zadnji preizkus kamere:

s predhodno zajetimi vrednostmi bomo spremenili datoteko AHR.bat in jo uredili:

```
COM19 AHR.exe 70 94 60 150 10 146 5 20 110 200 90 200 60
```

Prva vrednost "COM 19" je serijska vrata, kjer Arduino (enako uporabljamo za nalaganje kode na arduino IDE). Naslednjih prvih 6 vrednosti ustreza obsegu za zaznavanje diska, ostalih 6 pa obsegom za zaznavanje robot (ki smo ga izbrali v prejšnjem koraku). Zadnja vrednost "60" je število sličic na sekundo vidnega sistema.

Zaženite AHR.bat in bi se moralo prikazati nekaj podobnega fotografiji.

Kamera mora biti poravnana in usmerjena na sredino.

Robot se mora pojaviti na desni strani slike.

Plod postavite točno na sredino mize, videli bi morali, da robot označi pravilen položaj: 300 mm v X in 500 mm v Y:

V nasprotnem primeru premaknite kamero, da dobite nekaj takega, kot je prikazano na sliki

Pak moramo premakniti in koordinate morajo biti pravilne (približno 1 cm napaka). Če ne preverite, ali je kamera dobro poravnana, ima cev kamere pravo dimenzijo in če ne, se lahko začnete igrati s tem parametrom v Configuration.h (preberite komentarje kode):

```
#define CAM_PIX_TO_MM 1.4
```

5.3 Testiranje končnega izdelka

Pri robotu za zračni hokej sva testirala delovanje motorjev in njihovo hitrost, ter pospešek. Testirala sva tudi kamero, kako dobro zaznava barve in se odziva.

5.3.1 Test motorjev

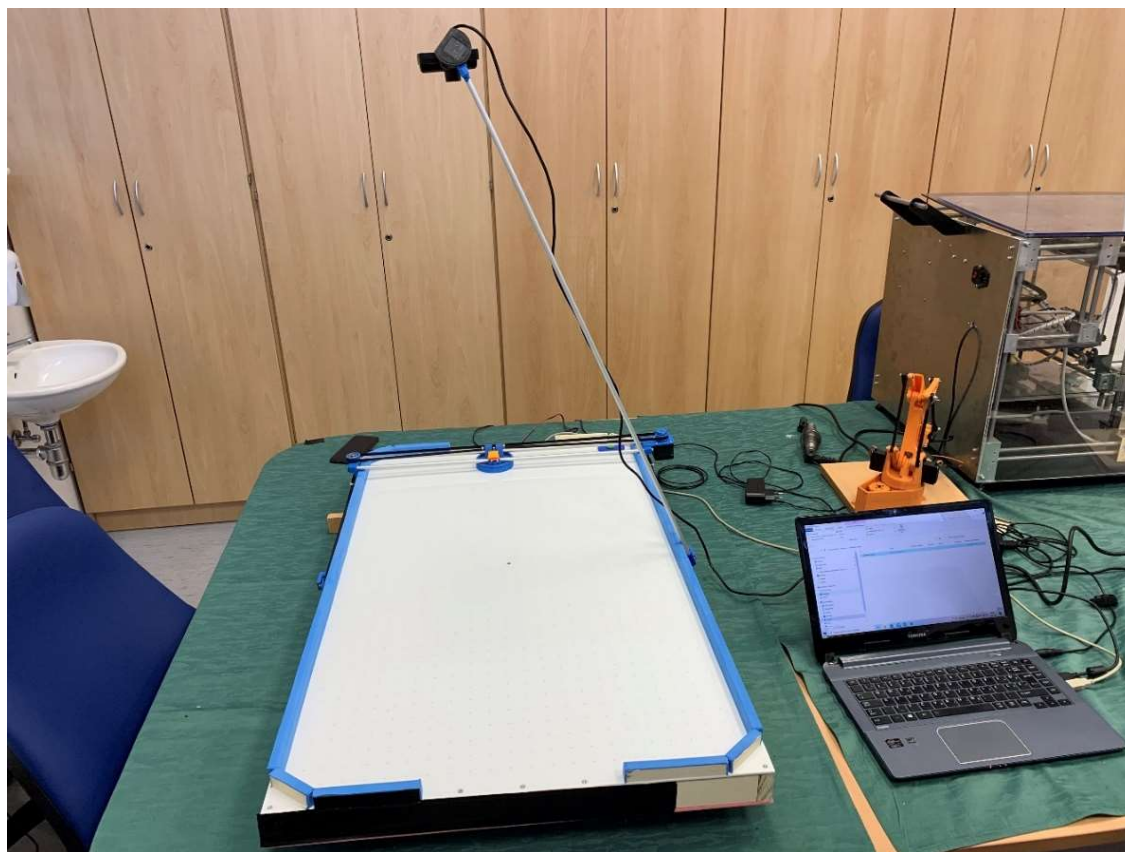
S pomočjo programa, ki sva ga našla na spletu sva testirala delovanje motorjev. Robot se je brez težav pomikal po X in Y osi in v se v kombinaciji s kamero dobro odzival na lokacijo ploščka.

5.3.2 Test kamere

Kamera je delovala brezhibno, takoj se je povezala z računalnikom in je imela pregled čez celotno polje. Nastavitev zaznavanja barve smo nastavili na 70 94 60 150 10 146 5 20 110 200 90 200 60 kar je kameri ustrezalo brezhibno.

5.4 Uporaba končnega izdelka

Izdelani robot je tehnični artikel, zaenkrat namenjen zgolj za zabavo. Prepričana sva, da se ga bo v prihodnosti dalo uporabljati za različne namene od proizvodnje do logistike itd. Nedvomno pa je izredno uporaben pri krajšanju časa.



Slika 33 sestavljen hokej na preizkusu

Slika sestavljen hokej na preizkusu

5.4.1 Prednosti izdelka

Prednosti:

- je prenosljiv
- cena
- enostavna izdelava
- enostaven software
- poraba energije

5.4.2 Slabosti izdelka

Slabosti:

- robot se ne odziva dovolj hitro
- stabilnost kamere
- velikost igralne površine

6 RAZPRAVA

Namizne igre v 21. stoletju počasi izumirajo, saj ljudje vedno več časa preživljajo na zabavni elektroniki, socialnih omrežjih ter video igrah. Meniva, da bi bilo škoda če bi namizne igre kot same izumrle, saj nas odpeljejo v svoj svet brez potrebe po večurnem strmenju v ekrane.

Na začetku raziskovalne naloge sva si postavila naslednje hipoteze:

1. Izdelati je možno delujočo mizo.
2. Na mizo je možno namestiti robota, ki bo odbijal plošček.
3. Robot lahko igralcu brani in zada gol.

Prvo hipotezo sva v celoti potrdila, saj sva izdelala delujočo mizo z ventilatorji, na kateri plošček lebdi. Prav tako se je izkazala za pravilno druga hipoteza, saj sva na mizo uspešno namestila robota, ki uspešno odbije plošček.

Tretja hipoteza pa je prav tako bila uspešna, saj robot uspešno zada nasprotniku gol in ga tudi brani.

Ob izdelavi najinega raziskovalnega produkta in raziskovalne naloge, sva se naučila veliko novega, kar nama bo nedvomno koristilo v prihodnosti.

Pri izdelavi robota sva naletela tudi na težave, ki sva jih morala seveda odpraviti. Največ težav sva imela z deli robota, kar sva jih tekom izdelave odpravila. Pomoč sva poiskala na internetu in pri mentorju.

6.1 Možnosti izboljšave

Pri izdelavi je veliko vlogo imela cena izdelka, zato sva na primer izbrala 3D tiskane dele namesto kovinskih, ki bi zagotovo izboljšali stabilnost in vzdržljivost. Za kamero bi lahko tudi sestavila samostojno stojalo, ki se ne bi držalo mize in tako bi bila kamera stabilnejša, posledično bi še boljše zaznavala. Morda bi tudi zamenjala kamero s kakšno boljšo, bolj kakovostno kot na primer CMUCAM5 kamero. Izboljšala bi lahko tudi to, da bi namestila dodaten ventilator za hlajenje elektronskih komponent.

Če bi izbrala kinematiko H-bot, bi robot lahko bil bolj odziven.

6.2 Težave

Pri izdelavi robota za zračni hokej nisva naletela na težave, ki ne bi bile odpravljive. Največ problemov nama je povzročila zgornja plošča, saj sva prvotno uporabila ploščo roza barve, kar pa je robota izjemno motilo in ni bil sposoben izračunati poti in zaznati ploščka. Veliko preglavic nama je povzročila tudi svetloba, saj je izredno občutljiv na nivo svetlobe, če jo je premalo. Zamenjati sva morala tudi prvoten računalnik, saj je bil star in ni zadoščal potrebam robota.

7 ZAKLJUČEK

S svojo raziskovalno nalogo in nastalim izdelkom sva dokazala, da je možna izdelava robota za zračni hokej. Robot je namenjen zabavi. V raziskovalni nalogi sva predstavila tudi možnosti izboljšave.

8 POVZETEK

Ozadje

Zračni hokej je namizni šport, podoben namiznemu tenisu, kjer dva nasprotna igralca poskušata doseči gol drug proti drugemu na mizi z nizkim trenjem z uporabo dveh ročnih diskov in lahkega plastičnega ploščka.

Namen

Namen naloge je bil izdelati cenovno dostopnega, prenosljivega, enostavnega robota za zračni hokej, ki bo deloval.

Metode

Teoretično sva preučila H-bot kinematiko in samo izdelavo stroja. Naredila sva seznam potrebnega materiala za izdelavo robota in mize, ter ga sestavila.

Rezultati

Sestavila sva robota za zračni hokej, ki deluje in je prenosen.

Zaključek

Možno je sestaviti robota za zračni hokej. V raziskovalni nalogi sva predstavila možnosti izboljšave.

9 ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujema svojemu mentorju profesorju Jožefu Hrovatu ki nama je pomagal pri teoretičnem delu in izdelavi izdelka. Zahvala gre tudi najinima družinama, ki sta naju ves čas spodbujali.

10 VIRI IN LITERATURA

1. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/air%20hockey>
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Air_hockey
3. <https://www.jjrobots.com/air-hockey-robot-a-3d-printer-hack/>
4. <https://www.jjrobots.com/air-hockey-robot-evo-assembly-guide-v-1-2/>
5. https://docs.google.com/document/d/1SXIIW5MG1uT7O6P6tBWwzjiLe_gj4_Z2HHhHX_Pehwso/edit
6. [Cartesian Printer – Motion Platform –Research 1- makkusu - wordpress.com\)](#)