



HÁSKÓLINN Í REYKJAVÍK  
REYKJAVÍK UNIVERSITY

Námskeið: RT HVR2003  
Kennari: Baldur Þorgilsson

# Hagnýtt verkefni II

## Ljósastýring með 3D handskynjun

Dagsetning: 12.05.2016  
Deild: TVD - Rafmagnstæknifræði

Nemendur:  
Kristján Eyþór Eyjólfsson  
Ómar Þór Sigfússon  
Þorsteinn Þórsson

## Kynning

Þetta verkefni felst í því að smíða þrívíddarstjórnunarbúnað með X-Y-Z hliðum og LED kassa sem er jafn stór og þrívíddarbúnaðurinn. 9 díóðum er komið fyrir á 3 hæðum (samtals 27 díóður) í LED kassanum og síðan er þrívíddarbúnaðurinn notaður til að stjórna díóðunum með því að setja hönd inn á X-Y-Z svæðið og kveikja á díóðu á sama stað í LED kassanum.

Í upphafi skýrslunnar er inngangur þar sem verkefninu er lýst hvernig virknin á að vera með 3D stjórnubúnaðinum og LED kassanum.

Því næst er farið í framkvæmd verkefnisins og farið yfir verkefnið frá byrjun til enda með myndum og útskýringum hvað sé verið að gera. Einnig er sagt frá forritunarvinnunni.

Að lokum eru niðurstöður verkefnisins og lýst hvernig gekk með verkefnið og hugmynd um hagnýtingu verksins. Síðan fylgir með viðauki um áhættu, vinnutíma og vinnuáætlun, en rauntími og áætlaður tími eru svo bornir saman. Allt forritið er svo í lok viðauka.

## Formáli

3ja vikna áfangi – Hagnýtt verkefni 2.

Stefnt er að því að nemendur geti beitt aðferðum tæknifræðinnar við lausn hagnýtra verkefna. Læri að tileinka sér sjálfstæð og markviss vinnubrögð við úrlausn raunhæfra hönnunarverkefna og/eða rannsóknarverkefna á fagsviðinu. Nemendur fái hagnýta reynslu og heildaryfirsýn yfir fagið með samþættingu námsgreina þar sem þeir beita þekkingu úr mörgum námsgreinum rafmagnstæknifræðinnar.

## Efnisyfirlit

<b>Kynning</b> .....	<b>1</b>
<b>Formáli</b> .....	<b>1</b>
<b>Inngangur</b> .....	<b>3</b>
<b>Aðferð Uppsetning og tæki</b> .....	<b>3</b>
<b>Framkvæmd</b> .....	<b>4</b>
Smíði.....	4
Mælingar og útreikningar.....	7
Forrit.....	8
Hugmyndir um notkun.....	10
<b>Niðurstöður</b> .....	<b>10</b>
<b>Viðaukar</b> .....	<b>11</b>
Vinnutímar.....	11
Áhætta.....	12
Upphafleg verkáætlun fyrir ljósastýringu með 3D handskynjun.....	12
Forritið.....	15
<b>Heimildir</b> .....	<b>20</b>

## **Inngangur**

Hanna skal þrívíddarstjórnunarbúnað með X-Y-Z hliðum þar sem álpappír er límduur á hliðarnar. Hliðarnar virka eins og 3 þéttar, þegar hönd er sett inn í rafsvið þéttana mun það hafa áhrif á rýmdina á hverjum þétti. Því nær sem hendin fer upp að hliðunum, þá eykst rýmdin og upphleðslutíminn verður lengri. Hver hlið er síðan tengd með skermuðum vír til að minnka truflanir á merkinu.

LED kassi er einnig hannaður og búinn til þannig að díóðum er komið fyrir á 3 hæðum og eru 9 díóður á hverri hæð. LED kassinn er jafn stór og X-Y-Z hliðar þéttana því að þéttarnir eiga að kveikja á díóðunum þannig að þar sem höndin er stödd í þrívíðu rúminu, verður ljós á þeirri díóðu sem er á “sama” stað í LED kassanum. Annar möguleiki væri til dæmis að stjórna 2 servo mótórum sem færu upp, niður, hægri og vinstri eftir stöðu handar, en ekki verður það prófað í þessu verkefni.

Notast er við Arduino til að taka merki frá þrívíddarstjórnunarbúnaðinum og kveikja á rétttri ljósadíóðu. Grunnur af forriti er fenginn af netinu [2] og síðan er forritinu breytt þannig að þetta á allt að virka rétt og vel.

Hópurinn samanstendur af þremur nemendum úr rafmagnstækniþræði og nemendurnir skipta verkefnum á milli sín. Í upphafi er ákveðin hönnun og útlit þrívíddarþúnaðsins ásamt því að ákveða verkaskiptingu. Tveir nemendur byrja á að smíða þúnaðinn hinn nemandinn byrjar á að hanna LED kassann og skoða forritið.

## **Aðferð**

### ***Uppsetning og tæki***

*Arduino.*

*Efni í þrúfukassa.*

*27 LED.*

*Plexí plata.*

*Krossviður í kassa þrívíddarstjórnþúnaðar.*

*Krossviður í LED kassa.*

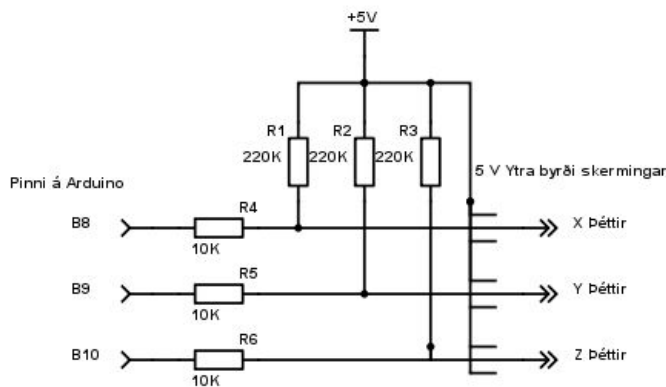
*Viðnám og snúrur.*

*Smáefni.*

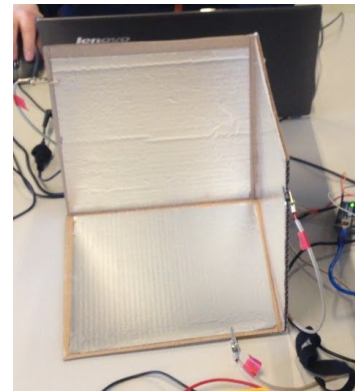
*Álfilma.*

## Framkvæmd

Í byrjun verkefnis var gerð prufuútgáfa af þrívíddarstjórnþúnaði til að athuga hvort hugmyndin á bakvið verkefnið væri nothæf. Gerður var hálfur kassi, þ.e.a.s. X-Y-Z plan úr pappa og álpappír límdur á hverja hlið, gerð snúra úr skermuðum vír með viðnámum og krókudílakjöftum sem klemmist á hliðarnar og tengdist við á Arduino.



Mynd 1: Tengimynd skermaðs kapals

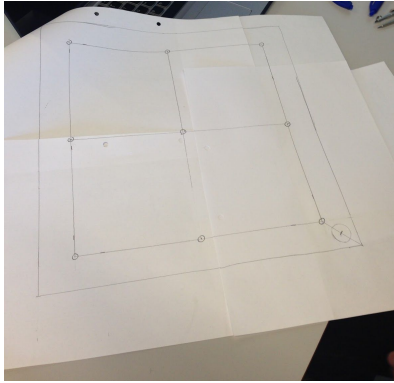


Mynd 2: Prufuútgáfa á þrívíddarstjórnþúnaði

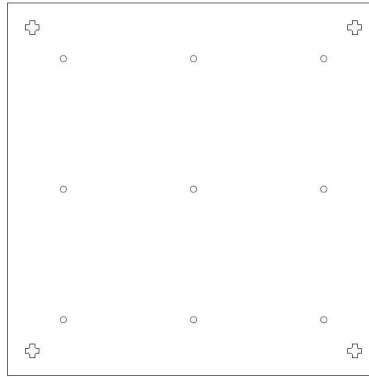
Prufu forrit var fengið frá makezine.com [1], en á því voru gerðar smá breytingar til að geta prófað rásina. Tengdar voru 3 LED díóður til að sjá hreyfingu handar í þrívíddarstjórnþúnaðinum. Tilraun með þennan þúnað lofuðu mjög góðu, en það var hægt að stjórna LED díóðum með handhreyfingu innan stjórnaþúnaðsins.

## Smíði

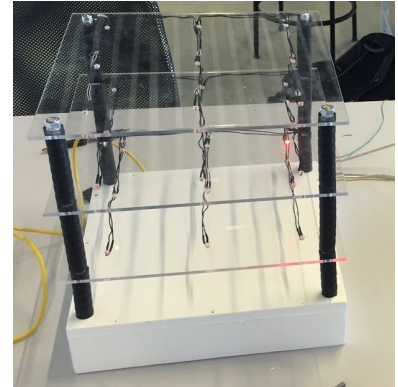
Ákveðið var að fullbúinn ljósakassi skyldi vera með 27 LED díóðum á 3 hæðum sem gæfi góða sýn á stöðu handar í þrívíddarstjórnþúnaðinum. Á hverri hæð eru því 9 LED díóður sem eru festar í plexí plötu með jöfnu millibili, en þessar plötur eru 300mm x 300mm. Plexí plötur voru hannaðar í Inventor og skornar út í laser skurðarvél. Botn á ljósakassa er jafn stór eða 300mm x 300mm og hæð hans er 60mm. Efni í botni er úr 12mm krossvið. Notast var við 4mm og 6mm tein til að lyfta plexí plötum frá botni og víragormur notaður til að leiða víra að botni það sem tengingar og Arduino er.



Mynd 3: Riss af plexí plötu

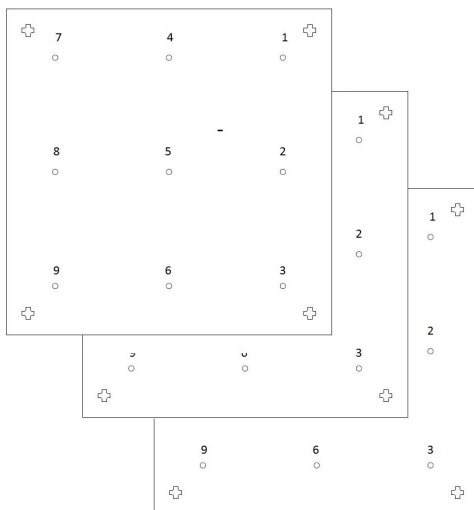


Mynd 4: Mynd úr Inventor

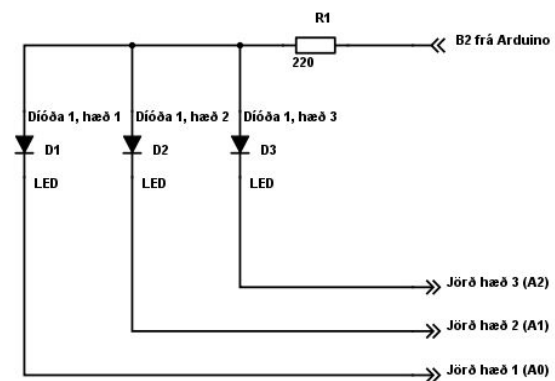


Mynd 5: LED kassi tilbúinn

Vegna þess að Arduino Uno er ekki með 27 útganga var ákveðið að tengja allar LED díóður á sömu staðsetningu á hverri hæð saman og gefa jörð inn á hverja hæð, en allar katóður á díóðum á hverri hæð eru tengdar saman. Þannig er aðeins verið að nota 12 útganga á Arduino fyrir ljósakassa, 9 fyrir hverja staðsetningu á díóðu og 3 fyrir hæðir (jörð). Ef hönd er staðsett efst fyrir miðja þá er gefið High (5V) út á alla díóður sem er í stöðu 5 á öllum hæðum og Low (0V) á katóður fyrir 3.hæð og High (5V) á katóður á hæðir 1 og 2, þannig að LED díóða í stöðu 5 á 3. hæð lýsir bara en ekki aðrar.



Mynd 6: Staðsetning díóða í plexí plötum



Mynd 7: Dæmi um tengimynd fyrir díóðu 1

Allar LED díóður 1 til 9 eru tengdar eins og mynd 7 sýnir. Í töflu 1 og 2 má sjá hvaða útgangar á Arduino eru tengdir við hvaða LED díóðu og jörð á hæð.

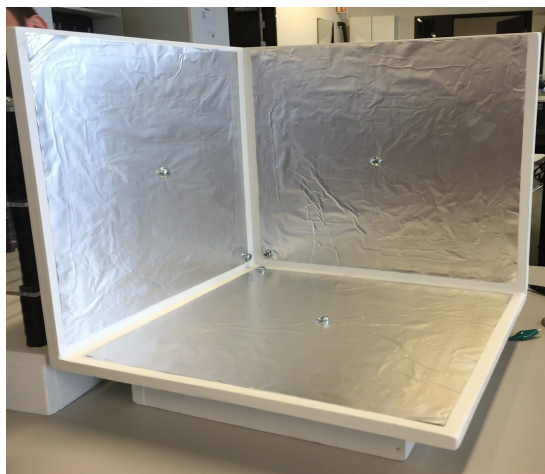
**Tafla 1**

Pinni á Arduino	LED	Pinni á Arduino	LED
B2	LED 1 (Hæð 1,2 og 3)	B7	LED 6 (Hæð 1,2 og 3)
B3	LED 2 (Hæð 1,2 og 3)	A3	LED 7 (Hæð 1,2 og 3)
B4	LED 3 (Hæð 1,2 og 3)	A4	LED 8 (Hæð 1,2 og 3)
B5	LED 4 (Hæð 1,2 og 3)	A5	LED 9 (Hæð 1,2 og 3)
B6	LED 5 (Hæð 1,2 og 3)		

**Tafla 2**

Pinni á Arduino	Inngangur plön	Pinni á Arduino	Jörð
B8	Inngangur X plan	A0	Jörð fyrir hæð 1
B9	Inngangur Y plan	A1	Jörð fyrir hæð 2
B10	Inngangur Z plan	A2	Jörð fyrir hæð 3

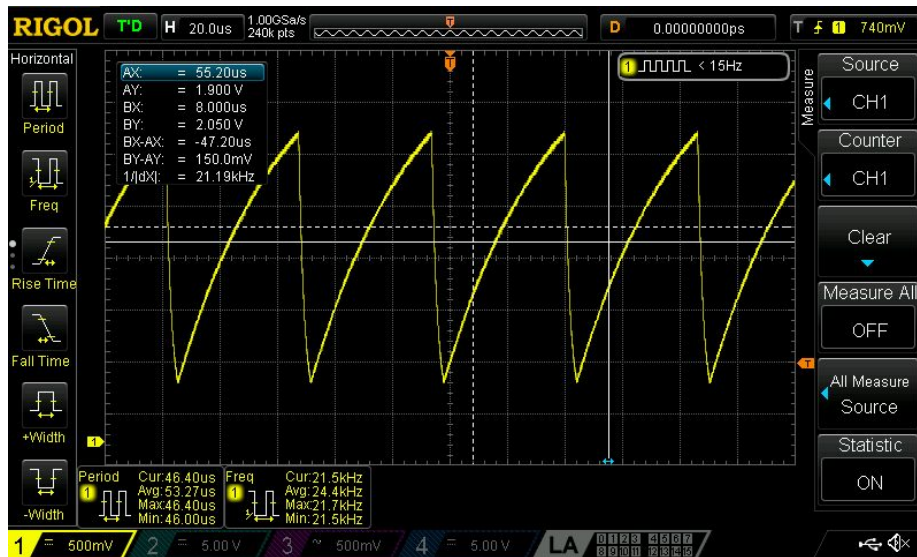
Smíðaður var þrívíddarstjórnþúnaður (hálf kassi) úr 12mm krossvið sem er með 315mm x 315mm hliðum og 60mm botni. Álpappír 285mm x 285mm var límdu á hverja hlið og gerðir tengipunktar með 5mm boltum á hverja hlið til að tengja skermuðu snúruna við. Notuð var sama skermaða snúra og í prufuútgáfu, en krókudílakjöftum var klemmt við tengibolta á hliðum, en hinn endinn tengdist við Arduino (sjá töflu 2).



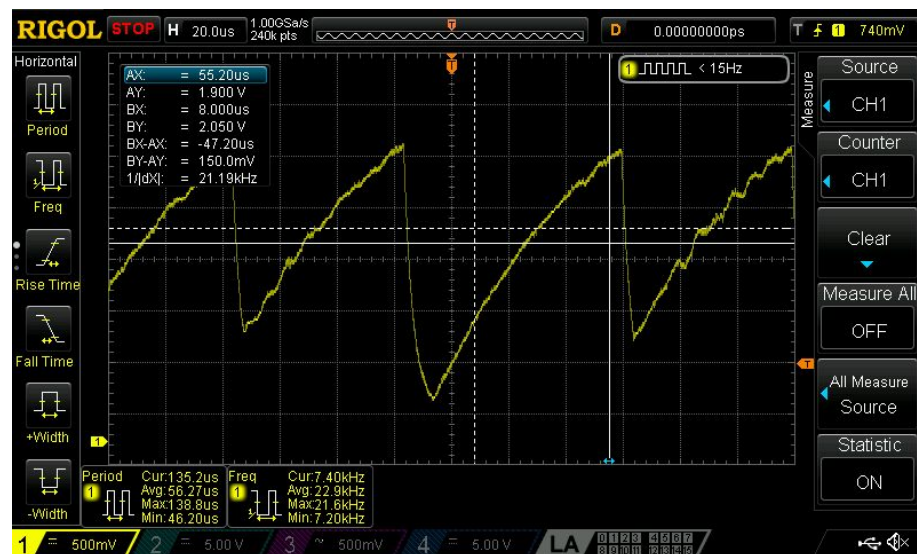
*Mynd 8: Þrívíddarstjórnþúnaðurinn tilbúinn*

## Mælingar og útreikningar

Til að vita staðsetningu handar í þrívíddarstjórnþúnaðinum er verið að mæla upphleðslutíma upp í 2.6V á X-Y-Z plötum (þéttum). Ef ekkert er innan í þúnaðinum, þá er upphleðslutími um 46 $\mu$ s á hverri hlið og tíðni á upphleðslu og afhleðslu um 21.5 KHz. Við það að setja hönd upp að plötu, eykst rýmdin í plötunni og upphleðslutíminn verður um 56 $\mu$ s, þannig að upphleðsla og afhleðsla fer niður í 7.4 KHz.



Mynd 9: Upphleðsla og afhleðsla þetta þegar ekkert er innan í þrívíddarstjórnþúnaðinum og tíðnin er 21.5 KHz



Mynd 10: Upphleðsla og afhleðsla þetta þegar hönd er upp að þéttum innan í þrívíddarstjórnþúnaðinum og tíðnin er 7.4 KHz



Með jöfnu 1 er hægt að reikna út stærð rýmdar á plötu:

$$C = \frac{1}{2\pi fR} \quad (\text{Jafna 1})$$

Þegar ekkert er innan í þrívíddarstjórnþúnaðinum:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 21.5\text{KHz} \cdot 10\text{K}\Omega} = 0.74\text{nF}$$

Hönd upp við plötu innan í þrívíddarstjórnþúnaðinum:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 7.4\text{KHz} \cdot 10\text{K}\Omega} = 2.1\text{nF}$$

Rýmd hverjar plötu fer frá 0.74nF þegar ekkert er innan í þúnaðinum og upp í 2.1nF þegar hönd er upp við plötu.

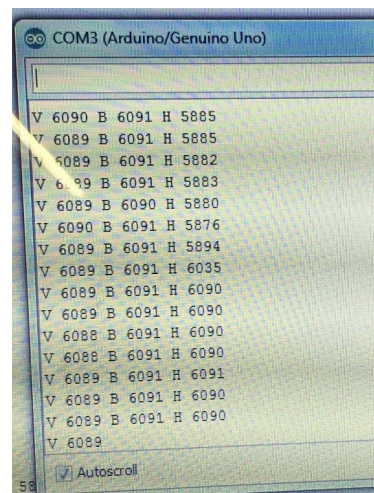
### Forrit

Það sem forritið gerir í grunninn er að nota 3 pinna á Arduino sem eru tengdir við 3 þétta og einnig er sett 5V inn á þéttana í gegnum 220KΩ viðnám. Forritið svissar pinnunum á inngang og útgang til skiptis til þess að hlaða og afhlaða þéttana og á meðan fer teljari í gang sem telur hversu lengi þéttarnir hlaðast upp. Forritið skilar síðan tölum og því hærri tala því lengur eru þéttar að hlaðast upp, sem segir okkur að rýmdin er meiri og á móti þegar talan er lægri er rýmdin minni.

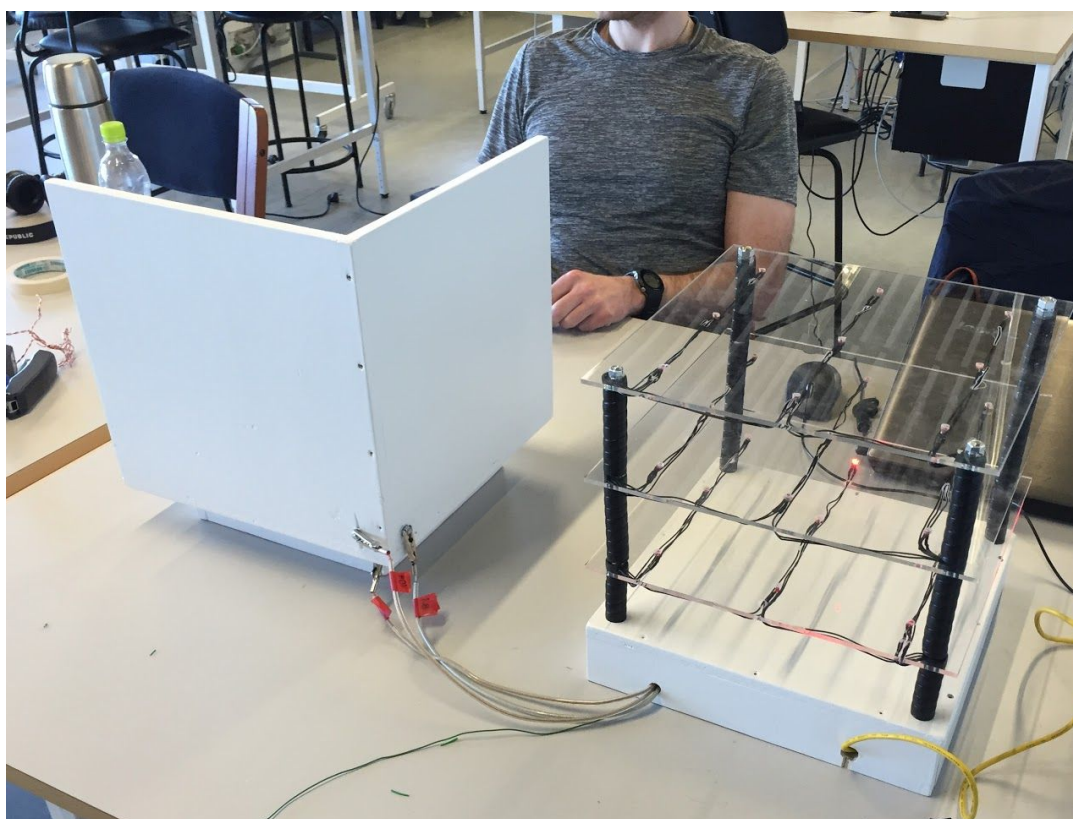
Tíminn sem tekur að hlaða þétti fer eftir tímafastu:

$$\tau = RC \quad (\text{Jafna 2})$$

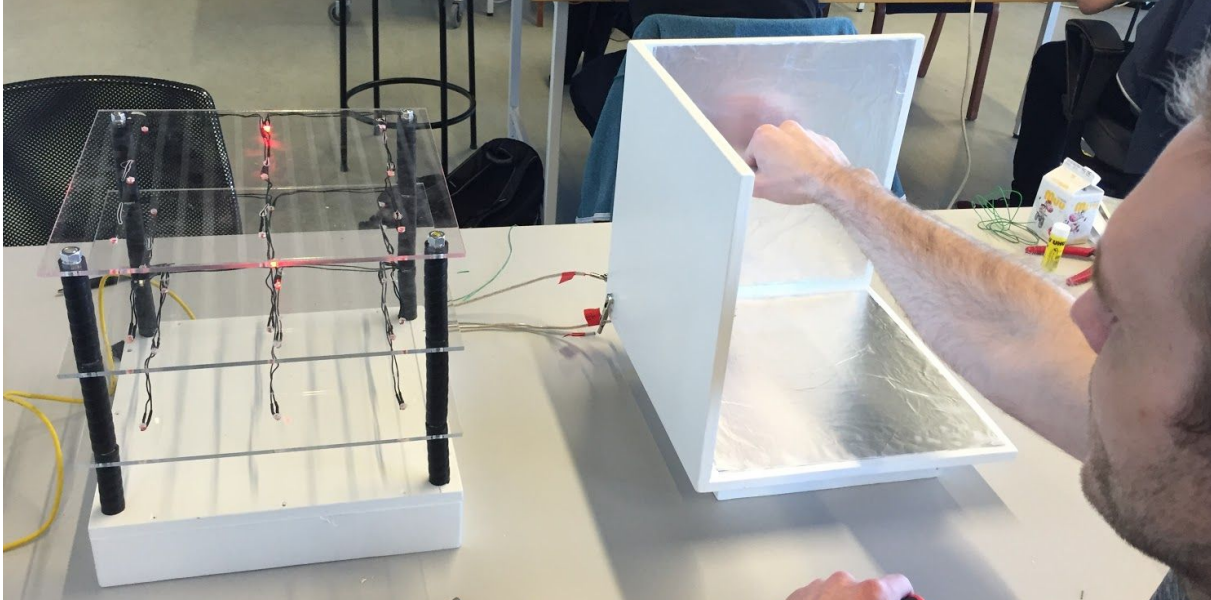
Með þessum gildum sem teljarinn telur frá þéttunum var hægt að skipta kassanum upp í 27 svæði og forrita þannig að ljós kemur á viðeigandi díóðu á þeim stað þar sem höndin er staðsett í þrívíddarstjórnbúnaðinum. Passa þurfti að stjórnbúnaður væri ekki fyrir utanaðkomandi áhrifum á meðan gildin voru tekin, því annars komu í raun upp röng gildi frá þéttum.



Mynd 11: Tölur frá þéttum



Mynd 12: Þrívíddarstjórnbúnaðurinn og LED kassinn séð að aftan



Mynd 13: Þrívíddarstjórnþúnaðurinn og LED í lokaprófunum

### Hugmyndir um notkun

Búnaður sem þessi gæti verið notaður sem stýring fyrir ýmsan búnað þar sem aðstæður eru erfiðar og ekki gott að vinna fína vinnu, til dæmis ef notandi er í þykkum hlífðarbúnaði. Ef einstaklingur er hreyfihamlaður eða á ekki gott með fínhyrningu gæti þessi búnaður hjálpað til að stjórna ljósum eða tölvum. Einnig gæti þessi búnaður virkað sem stjórnþæki á sjúkrahúsum þar sem hreinlæti og sóttvarnir eru mikilvægar og ekki alltaf gott að snerta þæki til að kveikja eða slökkva á þeim. Gaman gæti verið að nota þessa stýringu sem valbúnað á gossjálfsala þar sem staða handar í þrívíddarstjórnþúnaðinum gæfi mismunandi gosdrykk út.

### Niðurstöður

Þegar litið er á verkefnið í heild sinni heppnaðist það vel, þótt nokkrir hnökrar hafi orðið í vegi okkar. Fyrstu þrjár á pappaspjaldinu með álpappír virkuðu ágætlega. Gildin voru að skila sér og var þá farið í stílhreinni útgáfu af þrívíddarstjórnþúnaði. Smíðin á honum gekk vel þar sem notast var við krossvið og rennisög sem einfaldaði verkið til muna. Díóðurnar eru settar í plexí plötur en plöturnar voru skornar út í laserskurðarvél sem létti mikið undirvinnuna. Samsetning á díóðum og þéttum gekk vel fyrir sig. Notast var við grunn af forriti sem fengið var á netinu og bætt var við forritið eftir þörfum.

Fyrstu prufanir á þéttunum gengu sæmilega fyrir sig, þéttirinn var að nema höndina en erfitt var að sjá gildin í Arduino. Til að fá stöðugri gildi var prufað að jarðtengja Arduino beint til jarðar og þá urðu gildin stöðugri. Nú var þéttirinn ekki að nema hendina allstaðar í rúminu og virtist sem merkið dó ef farið var 10 cm frá X, Y eða Z hliðinni. Nú var tekið eftir að það skipti máli hvar hliðarnar voru staðsettar eða þ.e.a.s þéttarnir verða fyrir utanaðkomandi áhrifum. Hliðarnar verða til að mynda að vera 15 - 20 cm frá díóðunum og enginn má vera til móts við þéttinn nema sá sem er að prufa, því það koma inn önnur gildi í Arduino ef þéttirinn verður fyrir utanaðkomandi áhrifum. Þegar komist var að þessu þurfti að laga forritið uppá nýtt og skrá inn ný gildi í forrit. Eftir þessa hnökra var allt byrjað að virka saman, nema smá fínstillingar sem voru lagaðar. Þegar litið er á verkefnið í heild sinni þá gekk þetta ágætlega þrátt fyrir ýmiss vandamál.

## Viðaukar

### Vinnutímar

Í byrjun verks var vinnuliður áætlaður um 176 tímar, en rauntími var um 236 tímar og fór því vinnuliður um 60 tíma fram yfir áætlun.

Heildarkostnaður efnis: 25.800 kr.

Heildarkostnaður vinnu: 1.180.000 kr.

Samtals kostnaður: 1.205.800 kr.

Í töflu 3 er tekinn fyrir hver vinnuliður með áætluðum tíma og tímamann sem tók í raun.

**Tafla 3**

Vinnuliður	Áætlun á vinnutíma	Raun vinnutími
Vinna við profukassa	16 tímar	24 tímar
LED kubbur með 27 LED díóðum	40 tímar	36 tímar
Tengingar við Arduino við LED kúbb og þrívíddar stjórnunarbúnað	24 tímar	16 tímar
3D kassi og tengingar við Arduino	24 tímar	16 tímar
Forrit fyrir Arduino	36 tímar	48 tímar
Lokasamsetning og prófun á öllum búnaði	36 tímar	96 tímar

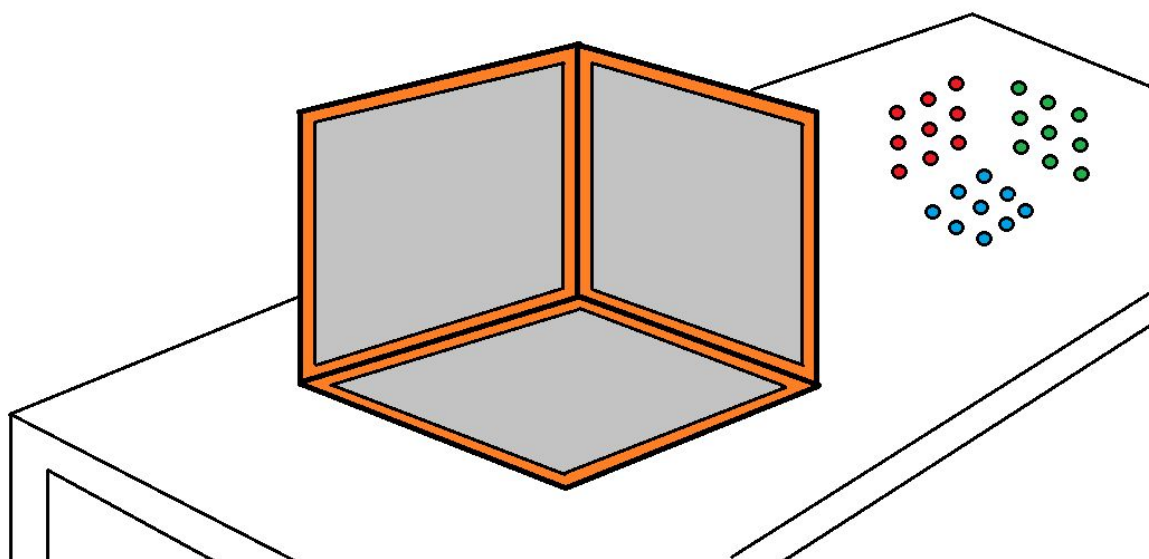
## Áhætta

Vinna við LED kassa var auðveldari en reiknað var með og gerð auðveld með að hanna pléxi plötu í Inventor og laser skera plötur. Erfiðleikar við forritum voru ekki umfram áætlun og gengu nokkuð vel. Mjög erfitt var að stilla þrívíddarstjórnunarbúnað svo hann skynji rétta staðsetningu handar í þrívíða rúminu. Það tók nokkuð margar tilraunir að stilla staðsetningu handar í stjórnubúnaðinum. Prófað var að tvöfalda flatarmál platna, færa tengipunkta við plötur í miðju og enda, hægja og hraða á forrit. Ekkert af þessu skilaði betri næmni á plötum og var hætt við þær allar. Til að fá stöðuga keyrslu var nauðsynlegt að jarðtengja Arduino við jörð í rafmagnstengli.

## Upphafleg verkáætlun fyrir ljósastýringu með 3D handskynjun

### Verklýsing

Verktaki skal hanna þrívíddarstjórnunarbúnað þar sem hönd mun stjórna ljósadíóðum með hreyfingu innan stjórnunarbúnaðsins og díóðurnar segja til um hvar í rúminu þú ert staddur með höndina. Þrívíddarstjórnunarbúnaður er með álfilmu á hverri hlið sem virkar sem þéttir, en áætlunin er að mæla upphleðslutímann á þeim og þannig komast að hvar höndin er. Með því er ætlunin að kveikja ljós á ljósadíóðu sem samsvarar staðsetningu handar. Notast verður við Arduino til að taka merki frá þrívíddarstjórnunarbúnaði og kveikja á réttri ljósadíóðu.



Mynd 14: Rissmynd af þrívíddarstjórnubúnaðinum og LED díóðunum

## Verkáætlun

Heildar áætlaður vinnutími er um 176 tímar, reiknað er með 5.000 kr tíma gjaldi. Heildar áætlaður kostnaður vinnu tíma er um 880.000 kr.

Tafla 4 sýnir vinnuliði og áætlaðan vinnutíma áður en verkið byrjaði.

**Tafla 4**

Vinnuliður	Áætlun á vinnutíma
Vinna við profukassa	16 tímar
LED kubbur með 27 LED díóðum	40 tímar
Tengingar við Arduino við LED kúbb og þrívíddar stjórnunarbúnað	24 tímar
3D kassi og tengingar við Arduino	24 tímar
Forrit fyrir Arduino	36 tímar
Lokasamsetning og prófun á öllum búnaði	36 tímar

## Áætlað efni

*Arduino 5.600 kr.*

*Efni í profukassa 2.000 kr.*

*27 LED 1.200 kr.*

*Krossviður í kassa stjórnkassa 7.000 kr.*

*Viðnám og snúrur 2.000 kr.*

*Smáefni 2.000 kr.*

*Áfilma 1.000 kr.*

*Krossviður í LED kassa 5.000 kr.*

Áætlaður efniskostnaður er um 25.800 kr

Áætlaður heildarkostnaður er um 905.800 kr

## Tímaáætlun verkefnis

<b>26.04 - 28.04</b>	Vinna við profukassa og tengingar við Arduino.
<b>29.04 - 05.05</b>	LED kubbur með 27 LED díóðum.
<b>06.05 - 10.05</b>	Tengingar við Arduino við LED kúbb og þrívíddar stjórnunarbúnað
<b>07.05 - 10.05</b>	3D kassi og tengingar við Arduino
<b>29.04 - 09.05</b>	Forrit fyrir Arduino
<b>11.05 - 12.05</b>	Lokasamsetning og prófun á LED kassa og þrívíddar stjórnunarbúnað

### Áhætta

Vinna við LED kubb er tímafrek og vandasöm vinna. Áætlað er að hafa þær í grind sem gerir LED kubbinn viðkvæman fyrir hnjaski. Vandasamt getur verið að stilla þrívíddar stjórnunarbúnað svo hann skynji rétta staðsetningu handar í þrívídda rúmi, prófa þarf hvort búnaður þurfi að vera jarðtengdur eða ekki. Vinna við forritun gæti verið flókin og þarf að passa að virkni forrits og Arduino sé án nokkra vandkvæða.

## Forritið

```
// From the instructables project at:
// http://www.instructables.com/id/DIY-3D
// -Controller/
#define resolution 8
#define mains 50
#define refresh 2 * 1000000 / mains

const long V_GRUNN = 5845;

const long B_GRUNN = 6090;

const long H_GRUNN = 5845;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  // Utgangar fyrir LED
  // settir i LOW
  for(int i = 0; i < 14; i++) {
    pinMode(i, OUTPUT);
    digitalWrite(i, LOW);
  }

  // Inngangar fra thettum
  for(int i = 8; i < 11; i++) {
    pinMode(i, INPUT);
    digitalWrite(i, HIGH);
  }

  pinMode(A0, OUTPUT); // Breyta Analog
  inputs to Digital
  digitalWrite(A0, HIGH); // Jord fyrir 1 haed
  pinMode(A1, OUTPUT);
  digitalWrite(A1, HIGH); // Jord fyrir 2 haed
  pinMode(A2, OUTPUT);
  digitalWrite(A2, HIGH); // Jord fyrir 3 haed
  pinMode(A3, OUTPUT);
  digitalWrite(A3, LOW); // utgangur led
  pinMode(A4, OUTPUT);
  digitalWrite(A4, LOW); // utgangur led
  pinMode(A5, OUTPUT);
  digitalWrite(A5, LOW); // utgangur led

  startTimer();
}

void loop() {
  long V, B, H;
  long temp = 0;

  for(int i = 0; i < 4; i++)
  {
    V = time(8, B00000001);
    temp = temp + V; }

```

```
temp = temp/4;
V = temp;
temp = 0;
  Serial.print("V ");
  Serial.print(V, DEC);

  for(int i = 0; i < 4; i++)
  {
    B = time(9, B00000010);
    temp = temp + B;
  }
  temp = temp/4;
  B = temp;
  temp = 0;

  Serial.print(" B ");
  Serial.print(B, DEC);

  for(int i = 0; i < 4; i++)
  {
    H = time(10, B00000100);
    temp = temp + H;
  }
  temp = temp/4;
  H = temp;
  temp = 0;

  Serial.print(" H ");
  Serial.print(H, DEC);
  Serial.print("\n");

  // HAED 1
  //LED 1.1
  if(V > 6080 && B > 6350 && (5850 < H && H < 5900)){
    digitalWrite(2, HIGH);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(A3, LOW);
    digitalWrite(A4, LOW);
    digitalWrite(A5, LOW);

    digitalWrite(A0, LOW);
    digitalWrite(A1, HIGH);
    digitalWrite(A2, HIGH);
  }

  //LED 1.2
  else if(V > 6080 && B > 6350 && (5900 < H && H < 6000)){
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, HIGH);
    digitalWrite(4, LOW);
  }

```



```

digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
//LED 1.3
else if(V > 6080 && B > 6350 && H > 6000){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}

//LED 1.4
else if((V > 5930 && V < 6080) && B > 6350 &&
(5850 < H && H < 5900)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}

//LED 1.5
else if((V > 5930 && V < 6080) && B > 6350 &&
(5900 < H && H < 6000)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);

```

```

digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
//LED 1.6
else if((V > 5930 && V < 6080) && B > 6350
&& H > 6000){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}

//LED 1.7
else if((V > 5850 && V < 5930) && B > 6350
&& (5850 < H && H < 5900)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, HIGH);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}

//LED 1.8
else if((V > 5850 && V < 5930) && B > 6350
&& (5900 < H && H < 6000)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, HIGH);
digitalWrite(A5, LOW);

```

```
digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
```

```
//LED 1.9
```

```
else if((V > 5850 && V < 5930) && B > 6350
&& H > 6000){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, HIGH);

digitalWrite(A0, LOW);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
```

```
// HAED 2
```

```
//LED 2.1
```

```
else if(V > 6085 && (B > 6150 && B < 6350)
&& (5850 < H && H < 5900)){
digitalWrite(2, HIGH);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, LOW);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
```

```
//LED 2.2
```

```
else if(V > 6085 && (B > 6150 && B < 6350)
&& (5900 < H && H < 6000)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);
}
```

```
digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, LOW);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
```

```
//LED 2.3
```

```
else if(V > 6085 && (B > 6150 && B < 6350)
&& H > 6000){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, LOW);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
```

```
//LED 2.4
```

```
else if((V > 5900 && V < 6085) && (B > 6150
&& B < 6350) && (5850 < H && H < 5900)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, LOW);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
```

```
//LED 2.5
```

```
else if((V > 5900 && V < 6085) && (B > 6150 && B < 6350)
&& (5900 < H && H < 6000)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, LOW);
digitalWrite(A2, HIGH);
}
```

```

//LED 2.6
else if((V > 5900 && V < 6085) && (B > 6150 && B < 6350)
&& H > 6000){
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, HIGH);
    digitalWrite(A3, LOW);
    digitalWrite(A4, LOW);
    digitalWrite(A5, LOW);

    digitalWrite(A0, HIGH);
    digitalWrite(A1, LOW);
    digitalWrite(A2, HIGH);
}
//LED 2.7
else if((V > 5850 && V < 5900) && (B > 6150 && B < 6350)
&& (5850 < H && H < 5900)){
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(A3, HIGH);
    digitalWrite(A4, LOW);
    digitalWrite(A5, LOW);

    digitalWrite(A0, HIGH);
    digitalWrite(A1, LOW);
    digitalWrite(A2, HIGH);
}
//LED 2.8
else if((V > 5850 && V < 5900) && (B > 6150 && B < 6350)
&& (5900 < H && H < 6000)){
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(A3, LOW);
    digitalWrite(A4, HIGH);
    digitalWrite(A5, LOW);

    digitalWrite(A0, HIGH);
    digitalWrite(A1, LOW);
    digitalWrite(A2, HIGH);
}
//LED 2.9
else if((V > 5850 && V < 5900) && (B > 6150 && B < 6350)
&& H > 6000){
    digitalWrite(2, LOW);

```

```

digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(A3, LOW);
    digitalWrite(A4, LOW);
    digitalWrite(A5, HIGH);

    digitalWrite(A0, HIGH);
    digitalWrite(A1, LOW);
    digitalWrite(A2, HIGH);
}
//HAED 3
//LED 3.1
else if(V > 6090 && (B > 6091 && B < 6150)
&& (5850 < H && H < 5900)){
    digitalWrite(2, HIGH);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(A3, LOW);
    digitalWrite(A4, LOW);
    digitalWrite(A5, LOW);

    digitalWrite(A0, HIGH);
    digitalWrite(A1, HIGH);
    digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.2
else if(V > 6090 && (B > 6091 && B < 6150)
&& (5900 < H && H < 6000)){
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, HIGH);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(A3, LOW);
    digitalWrite(A4, LOW);
    digitalWrite(A5, LOW);

    digitalWrite(A0, HIGH);
    digitalWrite(A1, HIGH);
    digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.3
else if(V > 6090 && (B > 6091 && B < 6150)
&& H > 6000){
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, HIGH);

```

```

digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.4
else if((V > 5930 && V < 6090) && (B > 6091 && B < 6150)
&& (5850 < H && H < 5900)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.5
else if((V > 5930 && V < 6090) && (B > 6091 && B < 6150)
&& (5900 < H && H < 6000)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.6
else if((V > 5930 && V < 6090) && (B > 6091 && B < 6150)
&& H > 6000){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);

```

```

digitalWrite(A5, LOW);
digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.7
else if((V > 5850 && V < 5930) && (B > 6091 && B < 6150)
&& (5850 < H && H < 5900)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, HIGH);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.8
else if((V > 5850 && V < 5930) && (B > 6091 && B < 6150)
&& (5900 < H && H < 6000)){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, HIGH);
digitalWrite(A5, LOW);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, LOW);
}
//LED 3.9
else if((V > 5850 && V < 5930) && (B > 6091 && B < 6150)
&& H > 6000){
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, HIGH);

digitalWrite(A0, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, LOW);
}

```

```

}
long time(int pin, byte mask) {
  unsigned long count = 0, total = 0;
  while(checkTimer() < refresh) {
    // pinMode is about 6 times slower than assigning
    // DDRB directly, but that pause is important
    pinMode(pin, OUTPUT);
    PORTB = 0;
    pinMode(pin, INPUT);
    while((PINB & mask) == 0)
      count++;
    total++;
  }
  startTimer();

  return (count << resolution) / total;
}
extern volatile unsigned long timer0_overflow_count;

void startTimer() {
  timer0_overflow_count = 0;
  TCNT0 = 0;
}
unsigned long checkTimer() {
  return ((timer0_overflow_count << 8) + TCNT0) << 2;
}

```

## Heimildir

- [1] <http://makezine.com/projects/a-touchless-3d-tracking-interface/>
- [2] <https://github.com/Make-Magazine/3DInterface>
- [3] <http://www.instructables.com/id/DIY-3D-Controller/>

---

**Kristján Eypór Eyjólfsson**

---

**Ómar Þór Sigfússon**

---

**Þorsteinn Þórsson**