

# Teknisk dokumentation

## Dora the Explorer

Redaktör: Martin Lundberg

Version 1.1

Grupp 6



Status

Granskad		
Godkänd		



## PROJEKTIDENTITET

Grupp 6, HT-2016  
Linköpings tekniska högskola, ISY

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Martin Lundberg	Projektledare (PL)	076-2436905	marlu819@student.liu.se
Jacob Lundberg	Versionshanteringsansvarig (GIT)	073-8783350	jaclu010@student.liu.se
Johan Nilsson	Dokumentansvarig(DOK)	076-5857052	johni198@student.liu.se
Fredrik Iselius	Testansvarig (TST)	070-6956102	freis685@student.liu.se
Jonathan Johansson	Kodansvarig (KOD)	070-5746206	jonjo836@student.liu.se
Niklas Nilsson	Dokumentationsansvarig (DOC)	070-2924363	nikni459@student.liu.se

**E-postlista för hela gruppen:** doraexplorer@liuonline.onmicrosoft.com

**Kund:** Tomas Svensson, 581 83 LINKÖPING,  
kundtelefon 013-281368, fax:013-139282, [tomas.svensson@liu.se](mailto:tomas.svensson@liu.se)

**Kursansvarig:** Tomas Svensson, 3B:528 B-huset, 013-281368, [tomas.svensson@liu.se](mailto:tomas.svensson@liu.se)



## Innehåll

<b>1 Inledning</b>	<b>5</b>
<b>2 Produkten</b>	<b>6</b>
<b>3 Teori</b>	<b>7</b>
3.1 SLAM-algoritm	7
3.1.1 Delkortor	7
3.1.2 Sammanslagning av delkortor	7
3.1.3 Visualisering av SLAM	8
3.2 Regleralgoritm	9
<b>4 Översikt av systemet</b>	<b>10</b>
<b>5 Huvudmodulen</b>	<b>11</b>
5.1 Kommunikation	11
5.1.1 Bluetooth-kommunikation	11
5.1.2 USART	12
5.2 Beräkningar	12
<b>6 Styrmodulen</b>	<b>13</b>
<b>7 Sensormodulen</b>	<b>15</b>
7.1 Roterande laser	17
7.2 Avståndsmätare	19
7.3 Materiel	20
<b>8 Hårdvara</b>	<b>21</b>
8.1 ATmega1284	21
8.2 ATTiny2313	21
8.3 Raspberry Pi 3 Model B	21
8.4 Terminator Fyrhjulingsrobot	21
8.5 Lidar Lite V3	21
8.6 IR-sensor GP2Y0A41SK	22
8.7 MLX90609 - Gyroskopsensor	22
8.8 Firefly Bluetooth-modul	22
8.9 Nokia DC-18	22
8.10 EXO3 Extern Klocka	22
<b>9 Mjukvara</b>	<b>23</b>



9.1 Huvudmodulen	23
9.2 Styrmodul	24
9.3 Sensormodul	25
9.4 Datorprogrammet	26
9.4.1 Skickade instruktioner	28
<b>10 Slutsatser</b>	<b>29</b>
<b>Referenser</b>	<b>30</b>
<b>Appendix</b>	<b>31</b>
Appendix A: Övergripande kopplingsschema	31



## Dokumenthistorik

Version	Datum	Utförda förändringar	Utförda av	Granskad
1.0	2016-12-14	Första versionen	Grupp 6	
1.1	2016-12-19	Fixade fel i slutsatsen	Grupp 6	



# 1 Inledning

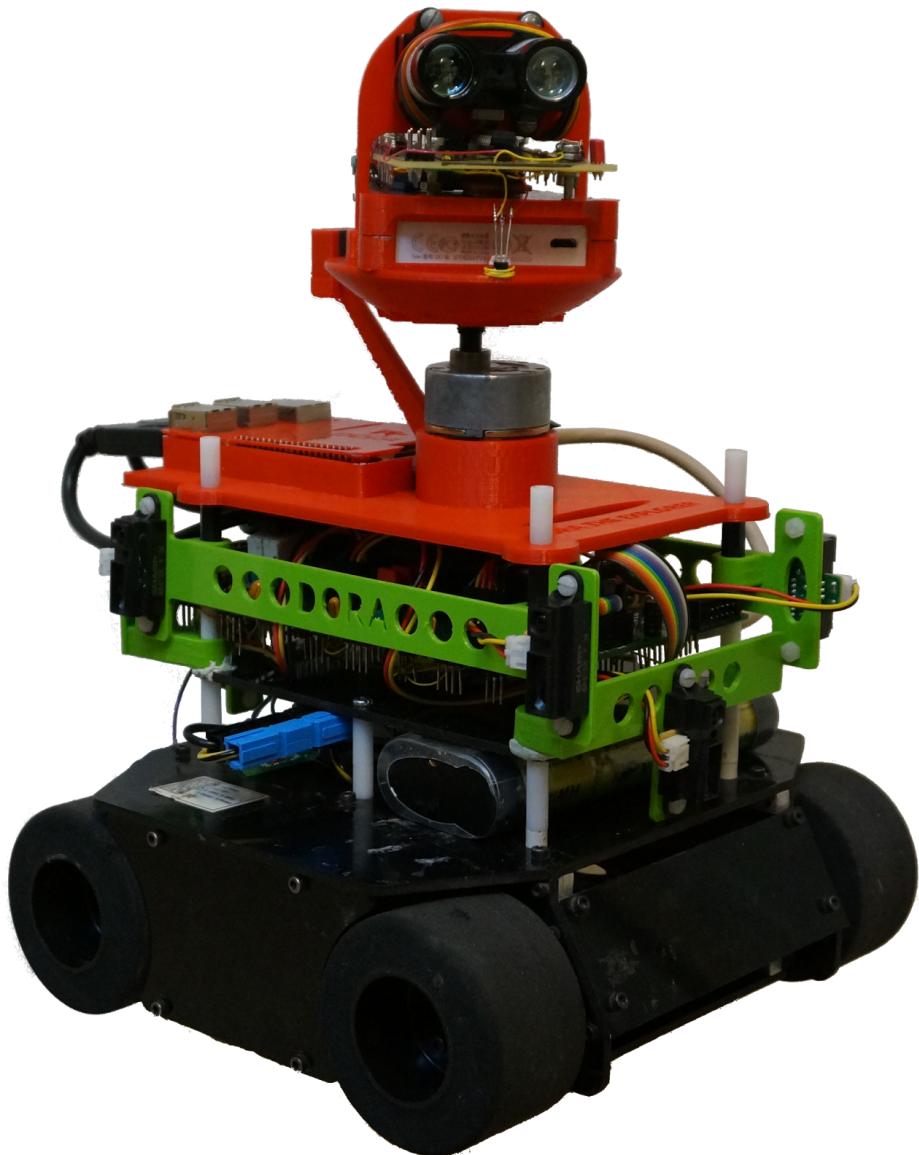
Dora the Explorer är en kartrobot som autonomt kan navigera och kartlägga ett rum enligt de förutsättningar som är definierade i dokumentet *Ban- och tävlingsspecifikation för kartrobotar 2016*.

Den här tekniska dokumentationen beskriver hur Dora the Explorer är konstruerad och kan ligga som underlag för att konstruera en kopia av roboten. Dokumentationen kan även användas för felsökning och vidareutveckling av Dora.



## 2 Produkten

Dora the Explorer är en kartläggningsrobot som autonomt kan kartlägga ett rum enligt de förutsättningar som beskrivs i *Ban- och tävlingsspecifikation för kartrobotar 2016*. Roboten kan även styras manuellt via Bluetooth och ett datorprogram. Figur 1 nedan visar en bild på roboten.



Figur 1: Dora the Explorer



# 3 Teori

## 3.1 SLAM-algoritm

För att kunna mappa upp flera väggar på samma gång, och ta fram robotens position så konstruerades en SLAM-algoritm. När lasertornet fullföljt ett varv skickas mätningarna från varvet in i algoritmen, som sedan mappar ut rummet. Vid efterbehandling av lasermätningar kan de olika stegen jämföras grafiskt.

### 3.1.1 Delkartor

Först ges alla värden ett gradtal, ett estimat för var under varvet mätningen togs. Genom att jämföra mätpunkter i ett kartesiskt kordinatsystem kan antaganden om hörn och linjer göras. Dessa generaliseras sedan till linjer å 40 cm för att sedan anta vilka celler i delkartans rutnät som är upptagna av väggar. I ett sista steg ges alla celler en poäng, som säger hur troligt det är att det är en vägg vid den givna positionen. När en delkarta är färdig skickas den vidare till nästa del i algoritmen.

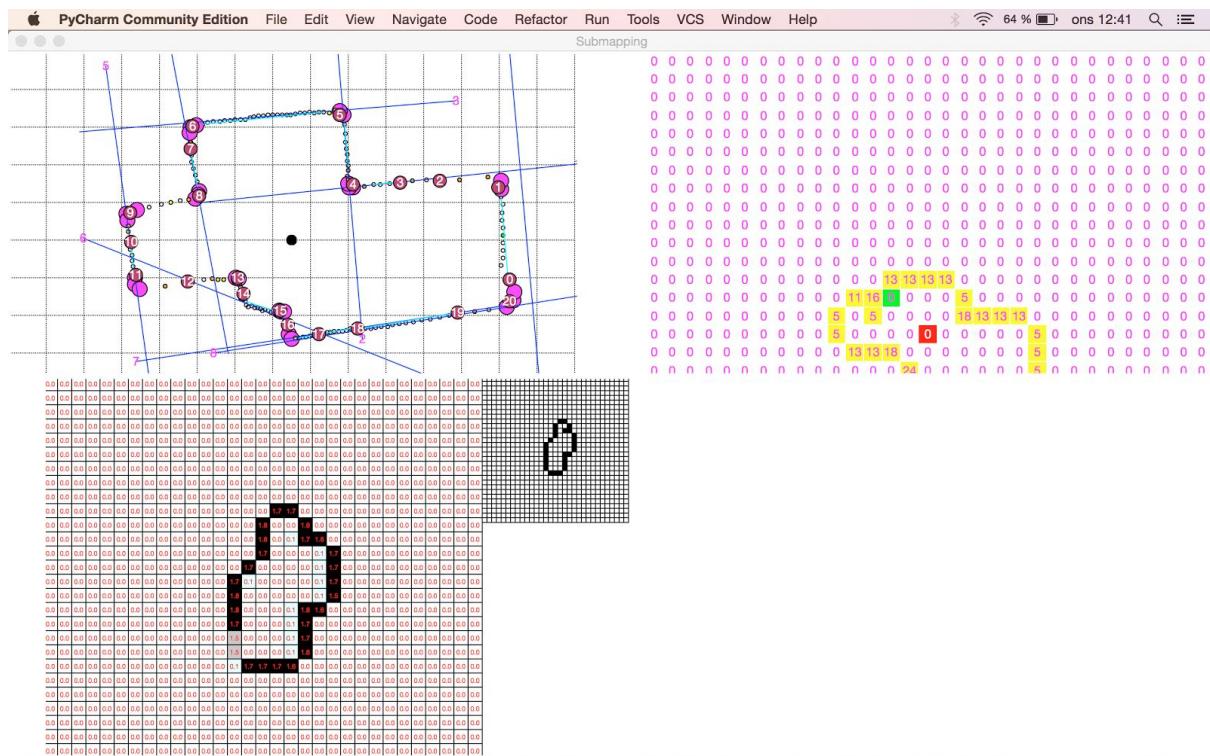
### 3.1.2 Sammanslagning av delkartor

På grund av brus i lasermätningarna så kan man inte helt lita på en läsning. För att motverka detta så slås alla delkartor slutligen ihop till en slutgiltig karta, som robotten med ganska stor säkerhet kan lita på. Detta sker genom att försöka passa in en delkarta med den slutgiltiga kartan. Delkartan roteras bland annat och flyttas runt för att försöka hitta den bästa positionen att lägga in delkartan.



### 3.1.3 Visualisering av SLAM

För att förenkla utvecklandet av SLAM-algoritmen så visualiseras datan med hjälp utav loggar som sparats efter en körning. Figur 2 nedan visar ett exempel på visualiseringen.



Figur 2: Skärmdump från visualisering av SLAM-algoritmen



## 3.2 Regleralgoritm

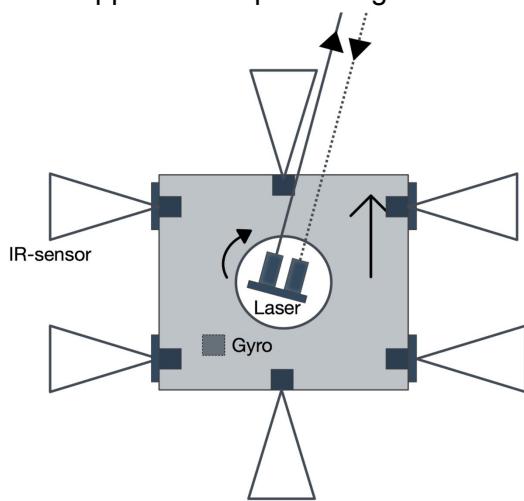
För att kunna följa väggar och korridorer rakt har roboten en PID-algoritm som tar indata från de sex IR-sensorerna och med hjälp av dem beräknar hur mycket roboten ska justeras i någon riktning för att hållas rakt vid ett visst avstånd från väggen.

PID-algoritmen kollar på tre värden för att avgöra hur mycket roboten behöver svänga. Dels beräknar den det nuvarande felvärdet, vilket är skillnaden mellan det önskade värdet och det nuvarande värdet (avståndet från en vägg i detta fall). Detta är den proportionella delen, det vill säga P-termen. För varje iteration beräknas även summan av felvärdarna över tiden, detta är integraldelen, I-termen. Till sist beräknas robotens nuvarande vinkel mot väggen med hjälp av två stycken IR-sensorer. Detta kan tolkas som felvärdets nuvarande derivata och blir alltså D-termen. Dessa tre värden summeras sedan och används för att styra roboten i någon riktning.

Algoritmen på roboten är implementerad som en full PID-algoritm, det vill säga algoritmen kollar på vad felvärdet är just nu, integralen av felvärdet över tid och robotens nuvarande vinkel mot väggen. Däremot används för närvarande inte I-termen då tester visade att den inte behövs för att hålla roboten stabil. Den kan dock aktiveras genom att sätta Ki-konstanten till något nollskilt värde.

## 4 Översikt av systemet

Roboten är uppbyggd av följande tre moduler: en huvudmodul, en styrmodul och en sensormodul. Dessa har distinkta uppgifter och är påbyggnader på den fyrfjuliga robotplattformen Terminator. Appendix A visar ett övergripande kopplingsschema för hela roboten. En och samma resetknapp används på samtliga ställen där reset-switch är utritad.



Figur 3: Skiss över hur sensorerna ska placeras

Huvudmodulen sköter kommunikationen med de övriga modulerna samt kommunicerar med en extern laptop via Bluetooth. Huvudmodulen sköter även uppritningen av kartan och kör avsökningsalgoritmen.

Styrmodulen styr de servon som används för att föra roboten framåt samt den DC-motor som används för att rotera lasersensorn (se kap. 7 Sensormodulen).

Sensormodulen får data från robotens sensorer och skickar den i ett väldefinierat format (se kap. 7 Sensormodulen) till huvudmodulen som i sin tur tolkar datan och använder den för att styra roboten och identifiera väggar. Figur 3 visar hur IR-sensorerna är placerade på roboten. Sensorerna på sidorna används för att kunna köra parallellt med väggar.

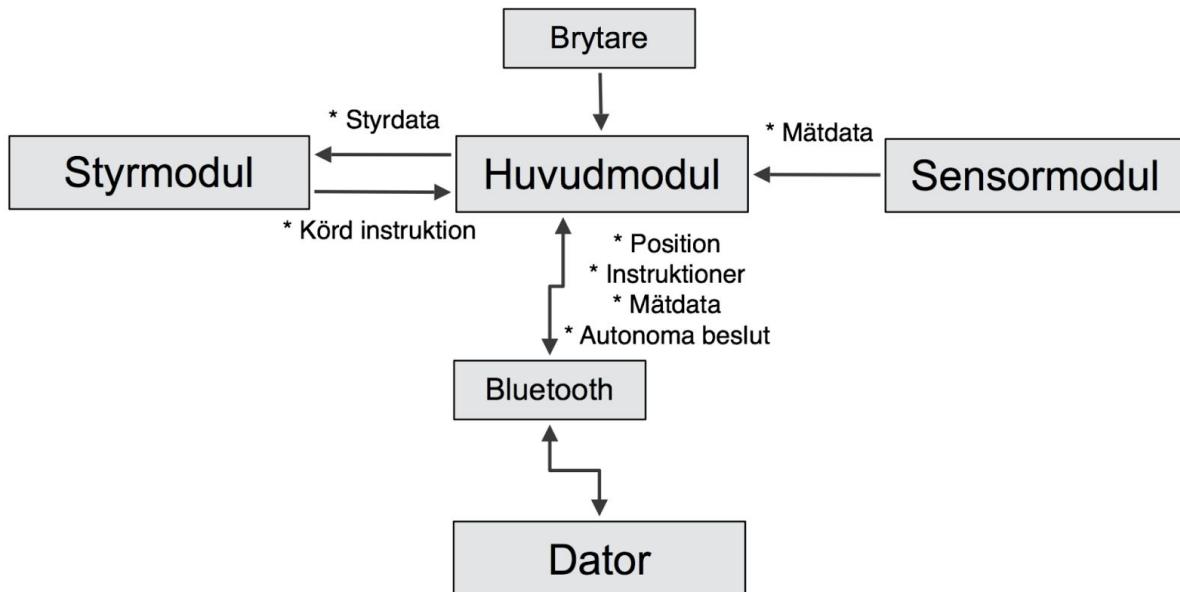
Roboten kan sättas i antingen manuellt eller autonomt läge via laptopprogrammet. I manuellt läge styrs roboten av styrkommandon från den Bluetooth-anslutna laptopen. När autonomt läge aktiveras börjar roboten omedelbart att avsöka ett rum enligt kartläggningsalgoritmen.

Robotens bas är ett fyrfjuligt robotchassi av typen Terminator. Robotbasen har fyra stycken DC-motorer som styrs av styrmodulen. Basen har även ett inbyggt batteri och en spänningsregulator som används till strömförsörjning för hela roboten, förutom lasersensormodulen som har ett separat batteri.



## 5 Huvudmodulen

Huvudmodulen är en Raspberry Pi 3 Model B. Modulens uppgift är att sköta kommunikationen mellan de olika modulerna samt att köra kartläggningsalgoritmen. Modulen skickar även data till en laptop via ett inbyggt Bluetooth-gränssnitt. Ett översiktligt blockschema för huvudmodulen visas i figur 4.



Figur 4: Figuren visar ett diagram över huvudmodulen och dess undermoduler.

Kommunikationen mellan de olika modulerna sköts via USART.

### 5.1 Kommunikation

Huvudmodulen kommunicerar med modulerna via asynkron USART med hjälp av en USB till seriell adapter (TTL-232R-5V), samt med en laptop via Bluetooth.

#### 5.1.1 Bluetooth-kommunikation

I enkortsdatorn Raspberry Pi 3 finns Bluetooth integrerat och kan enkelt installeras via ett kommando i terminalen. Data skickas till en laptop som sedan används till att rita ut en karta över rummet och för att visa felsökningsdata. Bluetooth används även till att skicka instruktioner till roboten.



## 5.1.2 USART

Kommunikationen mellan de olika modulerna sker seriellt via asynkron USART. Parallel data omvandlas till seriell och skickas fram och tillbaka till de olika modulerna.

## 5.2 Beräkningar

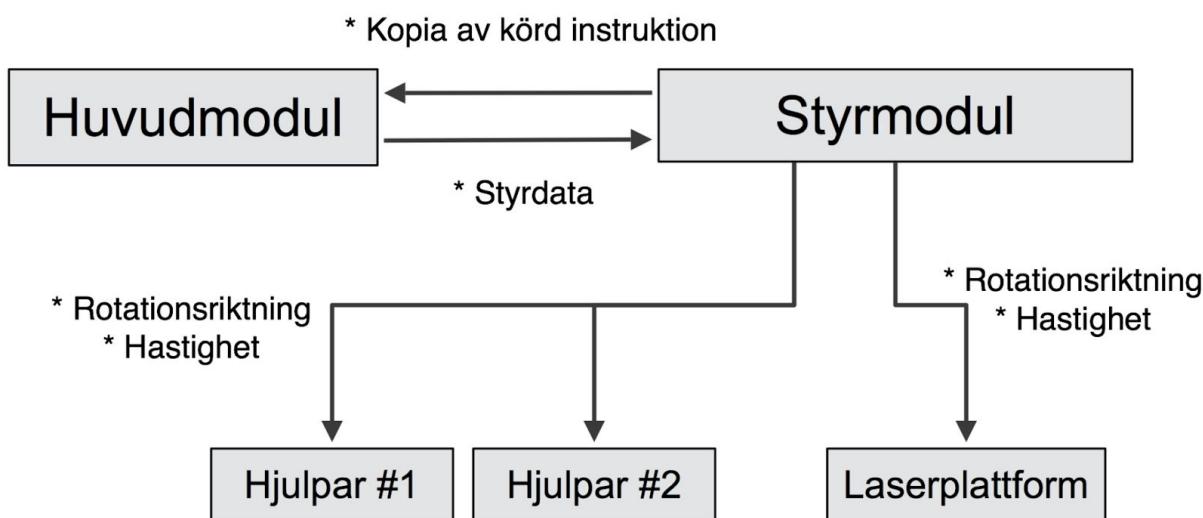
Huvudmodulen sköter majoriteten av de beräkningar som roboten gör. Detta inkluderar:

- **SLAM-algoritmer**  
*Simultaneous Localization And Mapping*
- **PID-regulator**  
Reglerteknik för att försäkra sig om rätt köriktning. Används för att köra rakt längs med en vägg.
- **Kommandon för styrmodulen**  
Huvudmodulen genererar de kommandon som skickas till styrmodulen utifrån de beslut som tas och den input roboten får från användaren.
- **Bearbetning av sensordata**  
Huvudmodulen får data från sensormodulen och använder till att fatta beslut om hur roboten ska köra och räkna ut var väggar ska placeras i kartan. Daten från gyroskopsensorn används för att säkerställa att roboten svängt 90 grader.
- **Kartläggning av rum**  
Huvudmodulen sköter även själva kartläggningen av rummet och håller reda på var upptäckta väggar finns och vilka områden som finns kvar för roboten att undersöka.



## 6 Styrmodulen

Styrmodulen styr två enskilda hjulpar. Instruktioner om körriktning och hastighet tas emot från huvudmodulen, tolkas som styrsignaler och utförs sedan. Hjulparets rotationsriktning styrs av en signal som antingen är hög eller låg och denna skickas från styrmodulen. Figur 5 visar ett blockschema för hur styrmodulen fungerar.



Figur 5: Figuren visar ett diagram över styrmodulen.

Styrmodulen styr även en DC-motor som roterar en plattform med en laser (se kap. 7.1). Kommunikation mellan styr- och huvudmodul sker via asynkron USART.

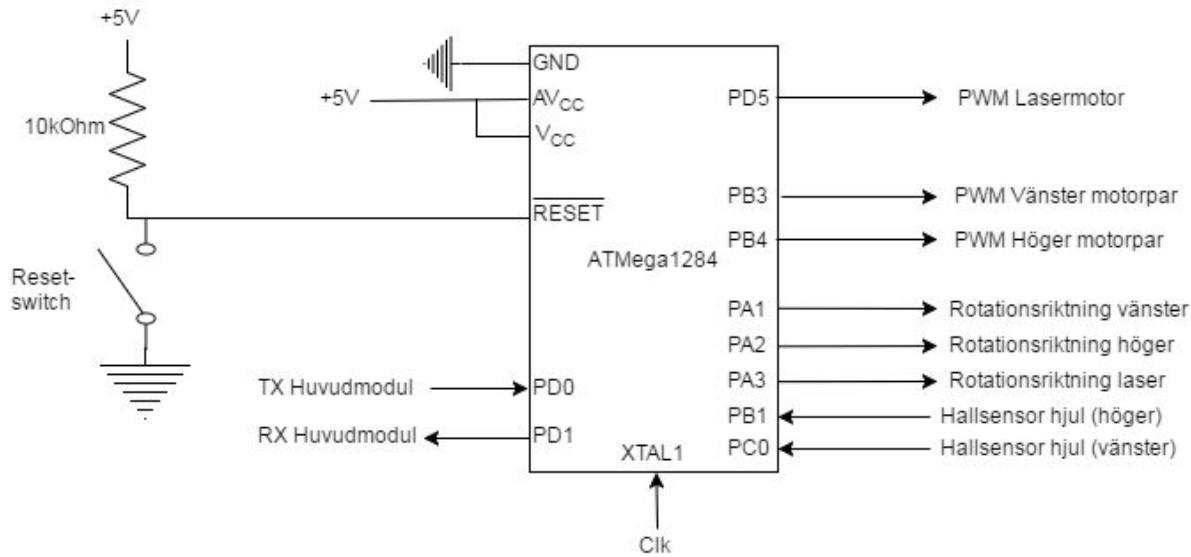
De olika DC-motorerna styrs med PWM i max 1 kHz enligt AVRens datablad.

Antal	Beteckning	Typ	Datablad
1	ATmega1284	Mikroprocessor	<a href="https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/atmega1284p.pdf">https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/atmega1284p.pdf</a>
1		DC-motor	

Tabell 1: Styrmodulens komponenter.



I figur 6 nedan visas ett kopplingsschema för hur styrmodulen kopplas upp och vilka pinnar på mikroprocessorn som används.

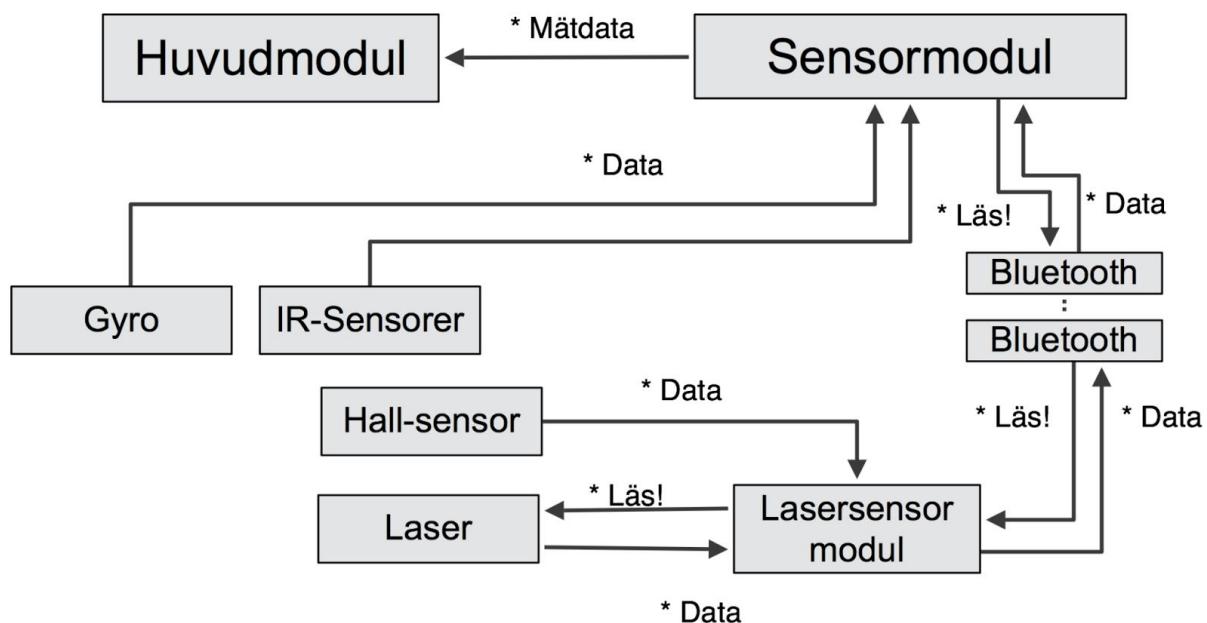


Figur 6: Kopplingsschema för styrmodulen



## 7 Sensormodulen

Sensormodulen tar emot sensordata från robotens olika sensorer och skickar vidare den till huvudmodulen, se figur 7.



Figur 7: Figuren visar ett diagram över sensormodulen.

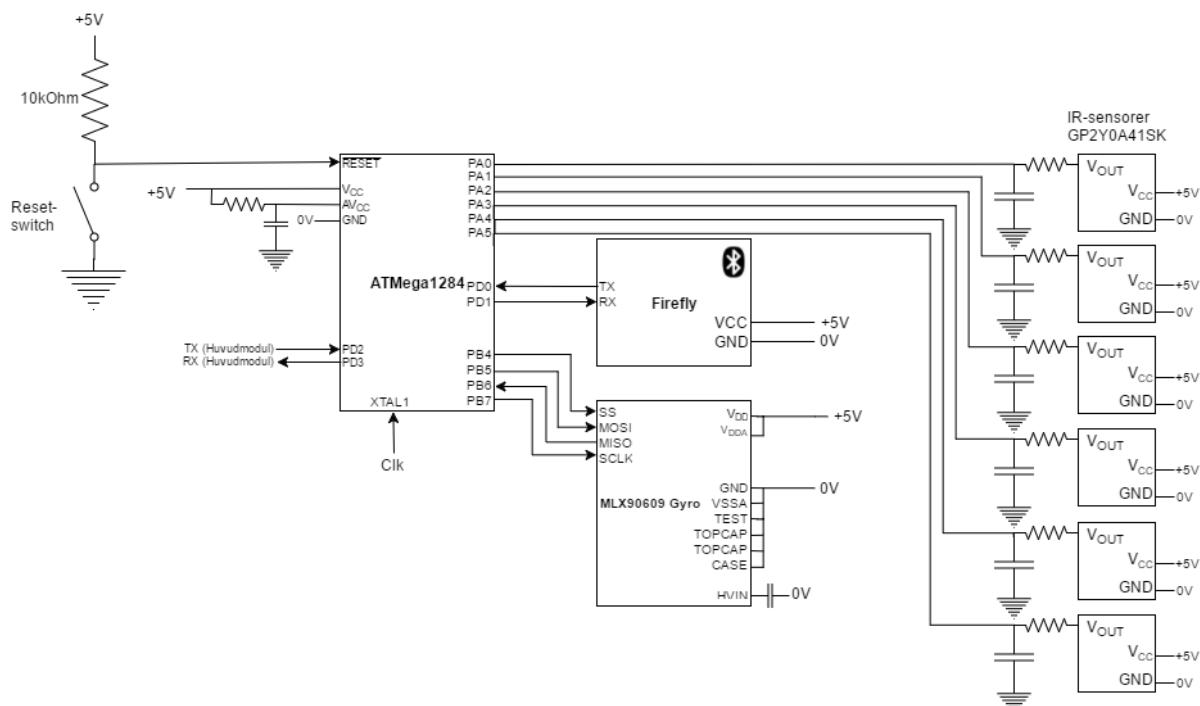
När data ska skickas från sensormodulen till huvudmodulen via USART skickas först en byte för att identifiera vilken typ av data som ska skickas. När startbyten för IR-sensorerna har skickats kommer sedan datan för samtliga IR-sensorer att skickas i en viss följd. Laserns mätvärden skickas i en följd med ett helt varv i taget. Gyroskopsensorns data skickas enskilt. Alla avstånd skickas i cm.

Typ av sensor	Startbyte
IR-sensor	0101 1100
Laser	0101 1101
Gyroskopsensor	0101 1110

Tabell 2: Startbyte för olika sensorpaket.



Roboten är utrustad med 6 stycken GP2Y0A41SK IR-sensorer. En är riktad framåt och en bakåt. Dessa två används för att täcka upp det område lasern inte klarar av och för att undvika kollisioner med väggar. Vänster och höger sida har två stycken sensorer vardera. Sensorparens mätvärden används i en PID-algoritm för att reglera roboten då den kör parallellt med en vägg. Det finns även en Lidar Lite lasersensor monterad på en roterande plattform på robotens tak (se kap. 7.1). Även en gyroskopsensor är monterad på roboten. Denna används i svängar för att kontrollera att roboten svänger 90 grader. Mätdata från de olika sensorerna tas emot av en AVR som sköter A/D-omvandlingen samt kommunikationen med huvudmodulen via asynkron USART. Figur 8 visar hur sensormodulen är kopplad.

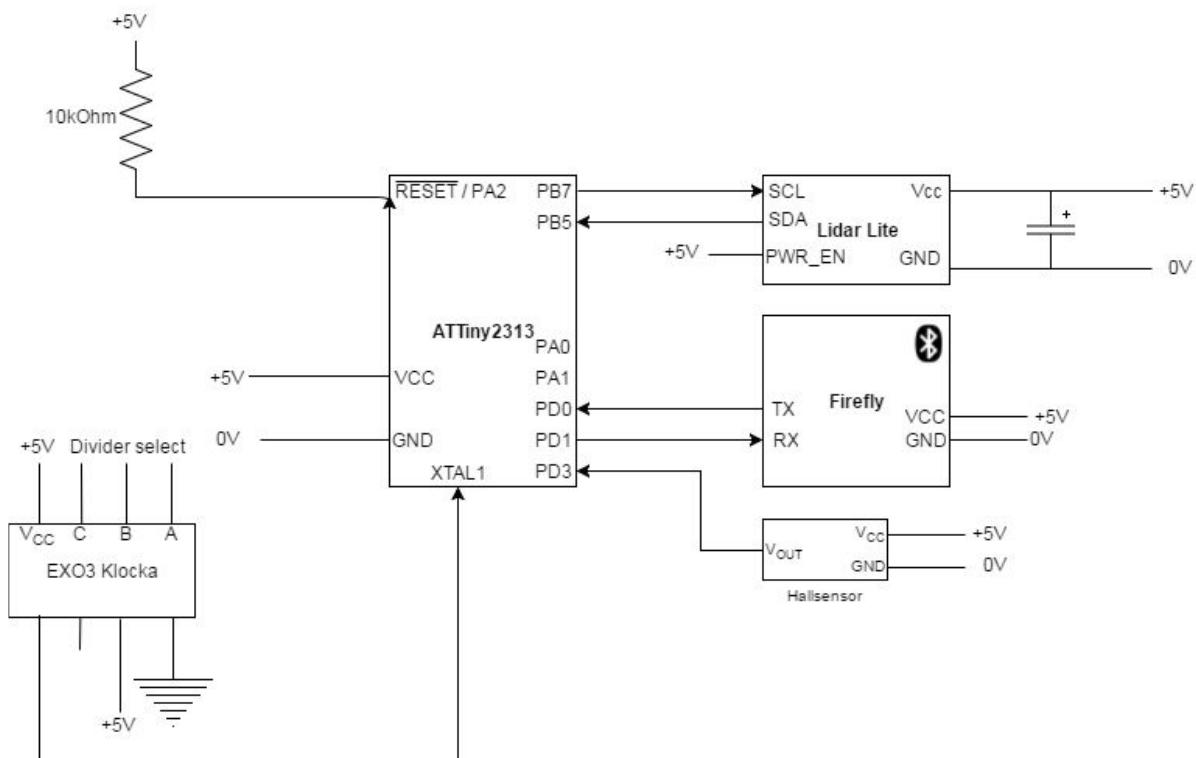


Figur 8: Kopplingsschema för sensormodulen.



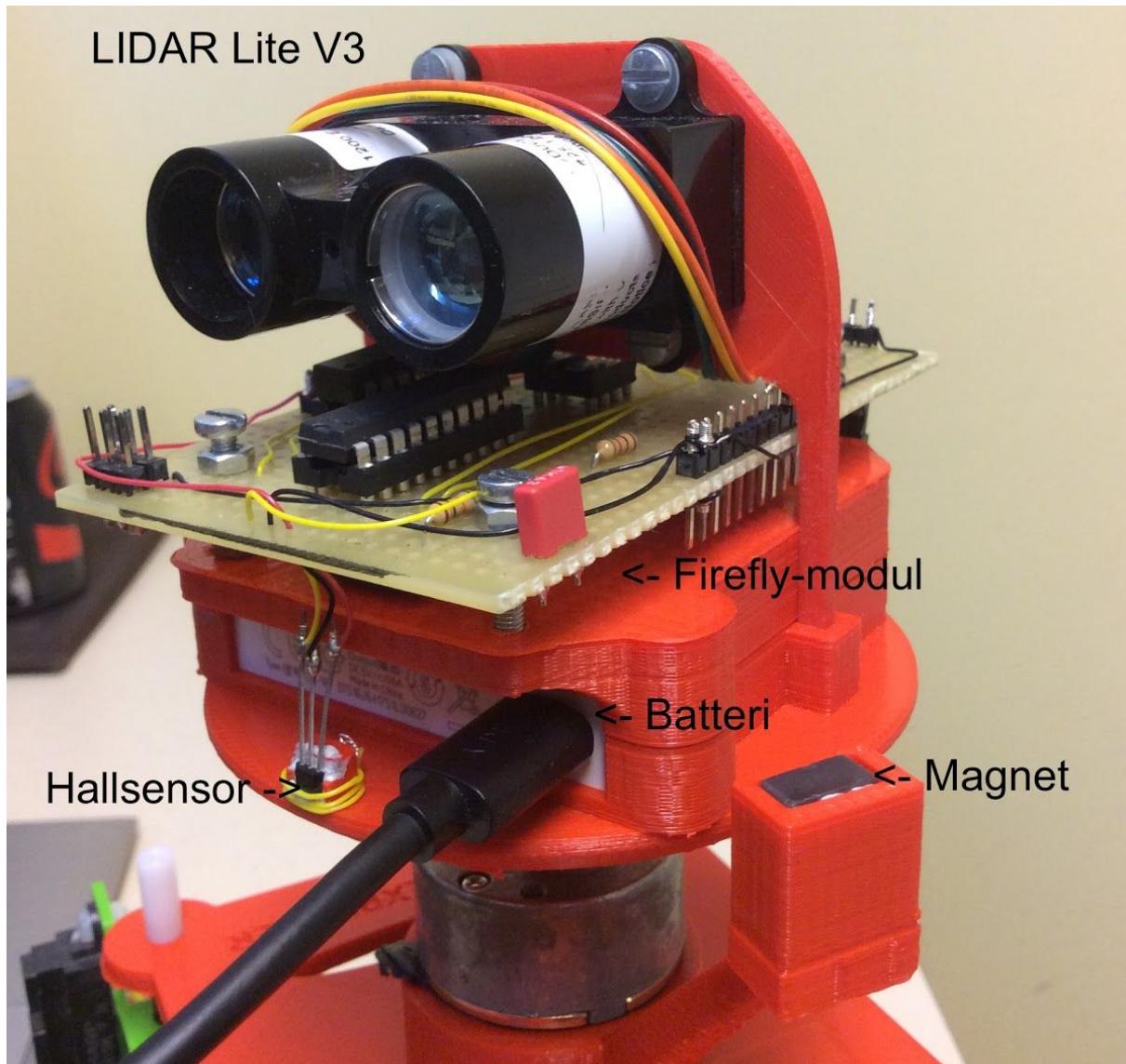
## 7.1 Roterande laser

Lasersensorn ingår i en undermodul till sensormodulen. Denna undermodul är monterad på en roterande plattform vars rotation styrs av styrmodulen (se kap. 6 Styrmodulen). Lasermodulen består av en Lidar Lite och en AVR (ATTiny2313). AVRen används för att läsa och konvertera lasersensorns I<sup>2</sup>C-data samt för att skicka den via Bluetooth till sensormodulen, se Figur 9. Dessa komponenter drivs av en powerbank som är monterad rakt ovanför rotationsaxeln för att få en så stabil rotation som möjligt.



Figur 9: Kopplingsschema för den roterande lasern.

För att veta vilken position lasern har används en hallsensor. Hallsensorn sitter på den roterande delen. När den passerar magneten på den fasta delen, reagerar sensorn på magnetfältet och då har lasern roterat ett varv. Detta används för att veta hur många läsningar som har gjorts på ett varv. Utifrån detta går det att få en ungefärlig riktning på lasern då en läsning gjordes och då kan avståndet till en specifik vägg bestämmas. Figur 10 nedan visar den roterande laserns konstruktion.

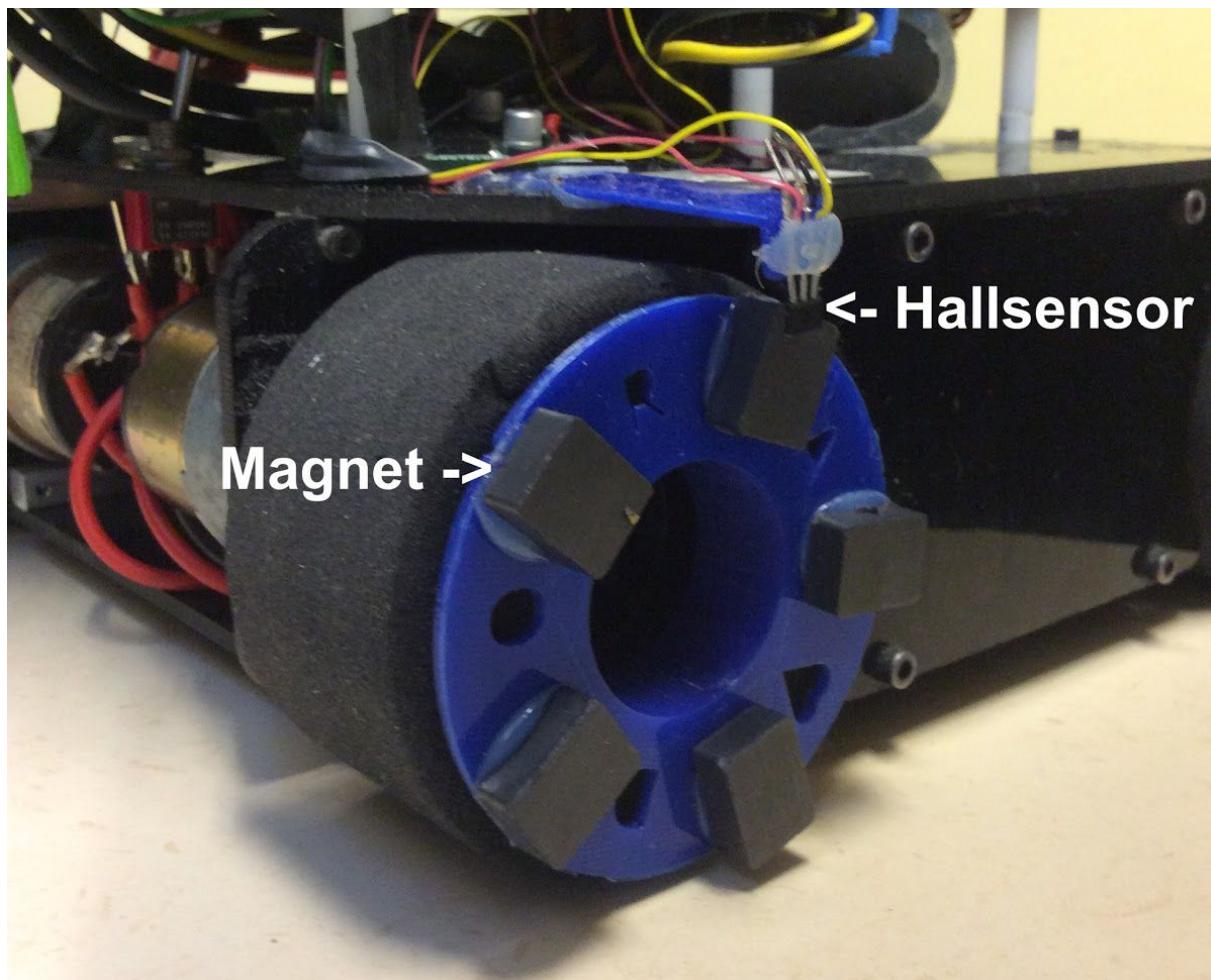


Figur 10: Lasersensormodulen



## 7.2 Avståndsmätare

Över de bakre hjulen sitter hallsensorer. Dessa triggas då någon av de 5 magneterna som sitter fastmonterade på hjulen passerar. Detta används för att mäta avståndet som roboten har åkt med en relativt hög noggrannhet. Då sensorn löser ut har roboten förflyttat sig 4 cm. Figur 11 visar en bild av hjulmagneterna.



Figur 11: Placering av hallsensor och hjulmagneter



## 7.3 Materiel

Antal	Beteckning	Sensor	Datablad
1	ATmega1284	Mikroprocessor	<a href="https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/atmega1284p.pdf">https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/atmega1284p.pdf</a>
1	ATTiny2313	Mikroprocessor	<a href="http://www.atmel.com/Images/doc2543.pdf">http://www.atmel.com/Images/doc2543.pdf</a>
6	GP2Y0A41SK	Optisk avståndsmätare 4-30 cm	<a href="https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/sharp-GP2Y0A41SK0F.pdf">https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/sharp-GP2Y0A41SK0F.pdf</a>
1	Lidar Lite V3	Avståndssensor, laser	<a href="https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/lidarlite2DS.pdf">https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/lidarlite2DS.pdf</a>
1	MLX90609	Gyroskopsensor 300 grader/s	<a href="https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/MLX90609_datasheet.pdf">https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/MLX90609_datasheet.pdf</a>
2	FireFly	Bluetooth-modul	<a href="https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/firefly.pdf">https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/firefly.pdf</a>
1	Nokia DC-18 Batteri	Powerbank	<a href="https://www.dustin.se/product/5010756973/dc-18">https://www.dustin.se/product/5010756973/dc-18</a>
1	A3240EUA	Hallsensor	<a href="https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/a3240eua.pdf">https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/a3240eua.pdf</a>
1	PCB-270 hål	Virkort	<a href="http://www.electrokit.com/experimentkort-breadboard-pcb-270-hal.46818">http://www.electrokit.com/experimentkort-breadboard-pcb-270-hal.46818</a>

Tabell 3: Komponenter i sensormodulen.



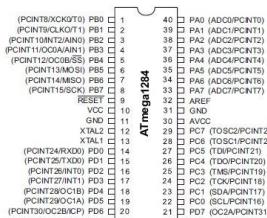
## 8 Hårdvara

Roboten består av en mängd olika delar. Det här avsnittet kommer att behandla alla tekniska detaljer för de olika delarna.

### 8.1 ATmega1284

ATmega1284 är en mikroprocessor med 40 pinnar. 32 av dessa är I/O-pinnar, vilka kan användas till kommunikation med andra enheter. Roboten använder två stycken ATmega1284; en till sensormodulen samt en till styrmodulen. Figur 12 visar hur processorns pinnar är upplagda.

Robotens AVRer programmeras via ett JTAG-gränssnitt enligt dess datablad.



Figur 12: ATmega1284 pin layout

### 8.2 ATtiny2313

ATtiny2313 är en mikroprocessor med 20 pinnar. Av dessa är 18 stycken I/O-pinnar, vilka används till kommunikation med andra enheter. Roboten använder en av dessa till lasersensormodulen (se kap. 7.1 Roterande laser). Den är mindre än ATmega1284 och passar således bra för den roterande plattformen för att minimera upptagen yta och vikt. ATtiny2313 har den nödvändiga hårdvaran för att kunna hantera I<sup>2</sup>C, Bluetooth samt en hallsensor.

### 8.3 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi 3 är en snabb och kraftfull enkortsdator. Datorn används i huvudmodulen för att sköta majoriteten av robotens beräkningar. Kommunikationen med andra moduler sker via USART. Datorn har 4 stycken USB-portar vilka används för detta ändamål. Datorn har även inbyggd Bluetooth vilket gör att den kan parkopplas med en extern laptop.

### 8.4 Terminator Fyrhulingsrobot

Basen för roboten är en Terminator fyrhulingsrobot. Det är en robotplattform som drivs av fyra växlade DC-motorer och har en NiMH-batterikälla.

### 8.5 Lidar Lite V3

Lidar Lite är en lasersensor som används för avståndsbedömning. Lasern är både snabb och noggrann på medelstora avstånd, men kan dock vara oförutsägbar på korta avstånd.



## 8.6 IR-sensor GP2Y0A41SK

Dessa IR-sensorer har en räckvidd på 4 till 30 cm, dock har de en viss osäkerhet nära ändarna på intervallet. Mätningarna ges i form av en analog signal och måste därför AD-omvandlas innan datan kan användas till beräkningar. Denna omvandling sker i sensormodulen.

## 8.7 MLX90609 - Gyroskopsensor

MLX90609 är en gyroskopsensor med både digital och analog output.

## 8.8 Firefly Bluetooth-modul

Firefly är en Bluetooth-modul som används för seriell kommunikation mellan sensormodulen och lasermodulen.

## 8.9 Nokia DC-18

Powerbank för drivning av Lidar Lite samt AVR på den roterande platformen. Batteriet har en spänning på 5 volt, vilket innebär att ingen spänningssomvandling behöver göras för att driva komponenterna.

## 8.10 EXO3 Extern Klocka

För att alla AVRer ska kunna köras synkront på samma klocka och för att ge en mer exakt klockning än processorernas inbyggda klockor, används en EXO3 extern klocka på 16 MHz. EXO3 har intern delning och kan därför dela den generade klockfrekvensen med multiplar av 2. Totalt används 2 stycken EXO3 i systemet; en för lasermodulen och en för resten av roboten.



# 9 Mjukvara

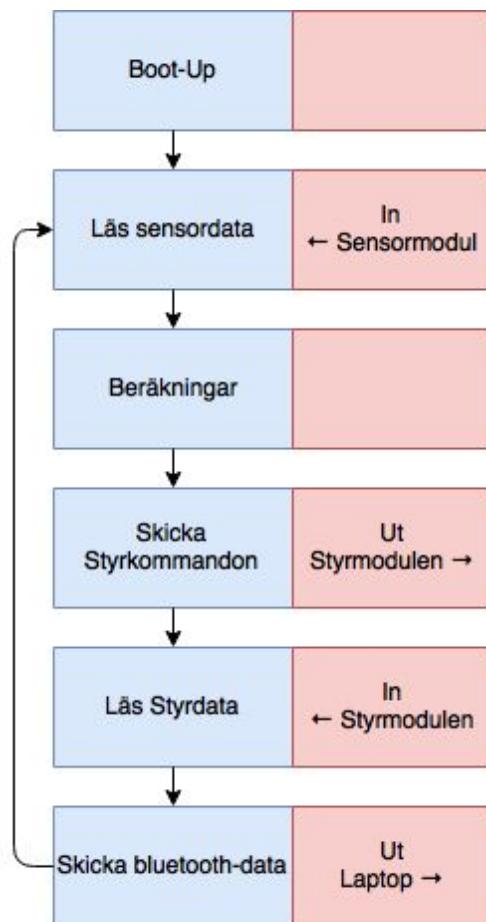
I följande kapitel kommer de olika modulernas mjukvara att beskrivas med både text och bilder.

## 9.1 Huvudmodulen

Huvudmodulen är mjukvarumässigt robotens mest avancerade del. Figur 13 till höger visar en grov beskrivning av den huvudloop som körs när robotten är i autonomt läge.

Vid boot-up nollställs och förbereds alla register. Därefter läser huvudmodulen sensordata. Daten skickas seriellt från sensormodulen. Sedan behandlas datan och användas till bland annat SLAM-algoritmer och en PID-regulator. Utifrån dessa beräkningar skickas styrkommandon till styrmodulen. Därefter skickas all relevant data till laptopen via Bluetooth. Laptopen använder bland annat denna data till att rita ut kartan över rummet, samt att visa upp data för felsökning.

All kod är skriven i Python för att snabbare och enklare kunna utveckla modulen. Detta är inget problem då Raspberry Pi 3 Model B har en tillräckligt snabb processor och mängd ram för implementationen.

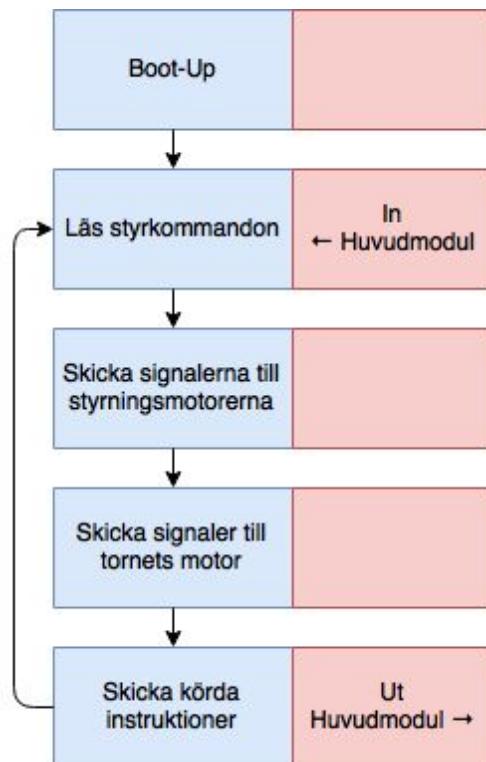


Figur 13: Figuren visar en grov beskrivning av huvudloopen för huvudmodulen i autonomt läge.



## 9.2 Styrmodul

Vid boot-up nollställs alla register och nödvändig data initialiseras. Därefter tar styrmodulen in styrkommandon från huvudmodulen och omvandlar dessa till pulsmodifierade signaler, som sedan skickas till styrningsmotorerna och tornets motor. I slutet av loopen skickas kördna instruktioner till huvudmodulen. Figur 14 visar översiktligt hur styrmodulens mjukvara fungerar.



Figur 14: Figuren visar en grov beskrivning av huvudloopen för styrmodulen.



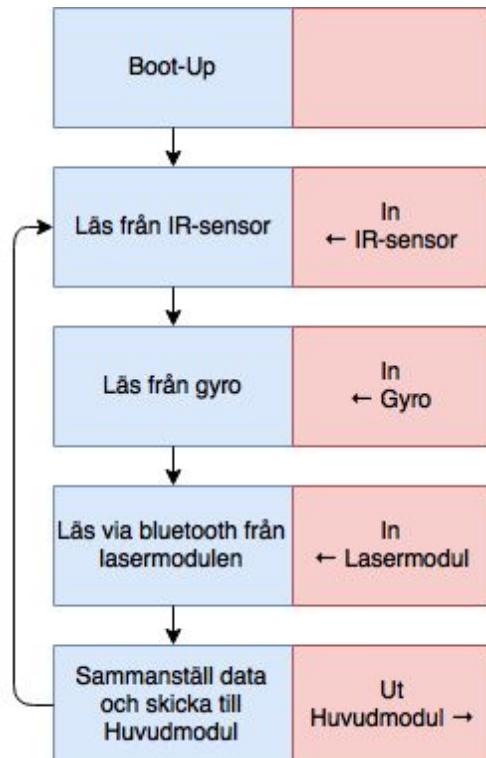
## 9.3 Sensormodul

Sensormodulen tar in och samlar all data från robotens sensorer. Till sensormodulen tillhör även lasermodulen, vilket är en separat modul som kommunicerar med sensormodulen via Bluetooth.

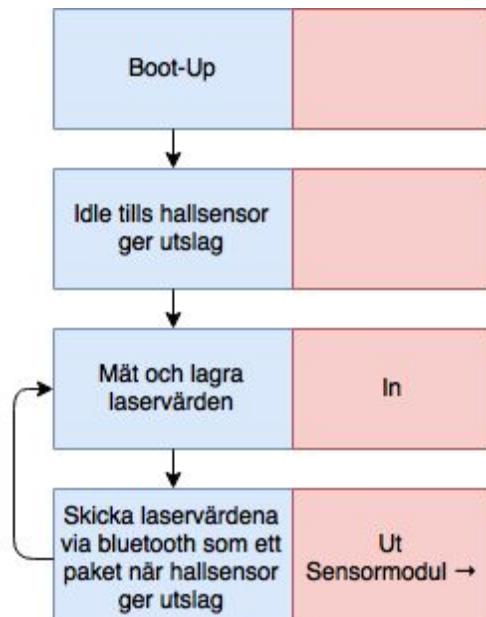
Vid boot-up nollställs alla register och nödvändig data initialiseras. Därefter läser sensormodulen av data från IR-sensorn och gyro, för att sedan läsa av mätningar från lasermodulen via bluetooth. Sedan sammanställer sensormodulen all data och skickar den seriellt till huvudmodulen. Figur 15 visar en översikt för sensormodulens program.

Lasermodulen är en separat enhet som tillhör sensormodulen. Lasermodulen hanterar insamling av data från lasern Lidar Lite v3. Modulen sammanställer ett antal mätningar mellan det att hallsensorn, som sitter monterad på modulen, gett utslag till nästa utslag. Därefter skickar modulen datapaketet till sensormodulen via Bluetooth. Detta visas överSiktligt i figur 16.

De avbrott som används i denna modul är ett avbrott för hallsensorn och ett avbrott från Firefly-modulen då data skickats via Bluetooth.



Figur 15: Figuren visar en grov beskrivning av huvudloopen för sensormodulen.

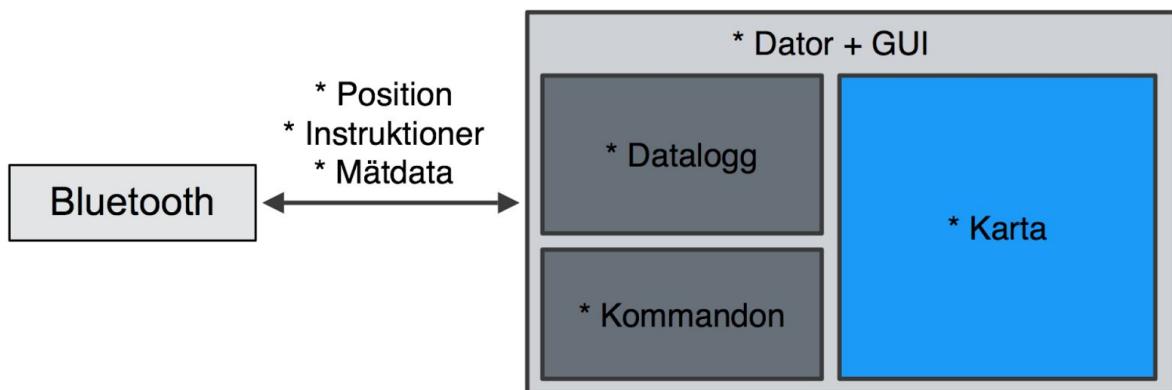


Figur 16: Figuren visar en grov beskrivning av huvudloopen för lasermodulen.



## 9.4 Datorprogrammet

På datorn som är kopplad till roboten körs ett enkelt program skrivet i Python. Detta program visar en karta över de väggar i rummet som roboten har lokaliseringat. I kartan markeras robotens nuvarande position. Figur 17 visar en skiss över hur programmet är upplagt. Programmet använder sig av paketet TkInter.

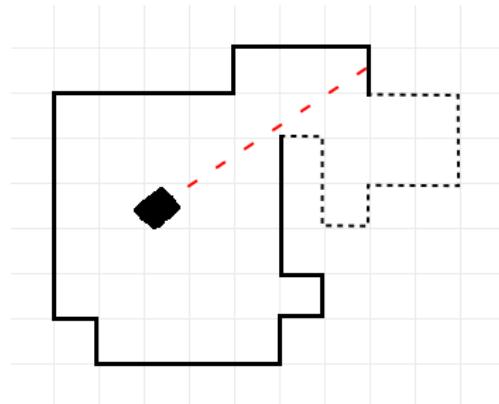


Figur 17: Visar en skiss på hur datorprogrammet kan se ut.

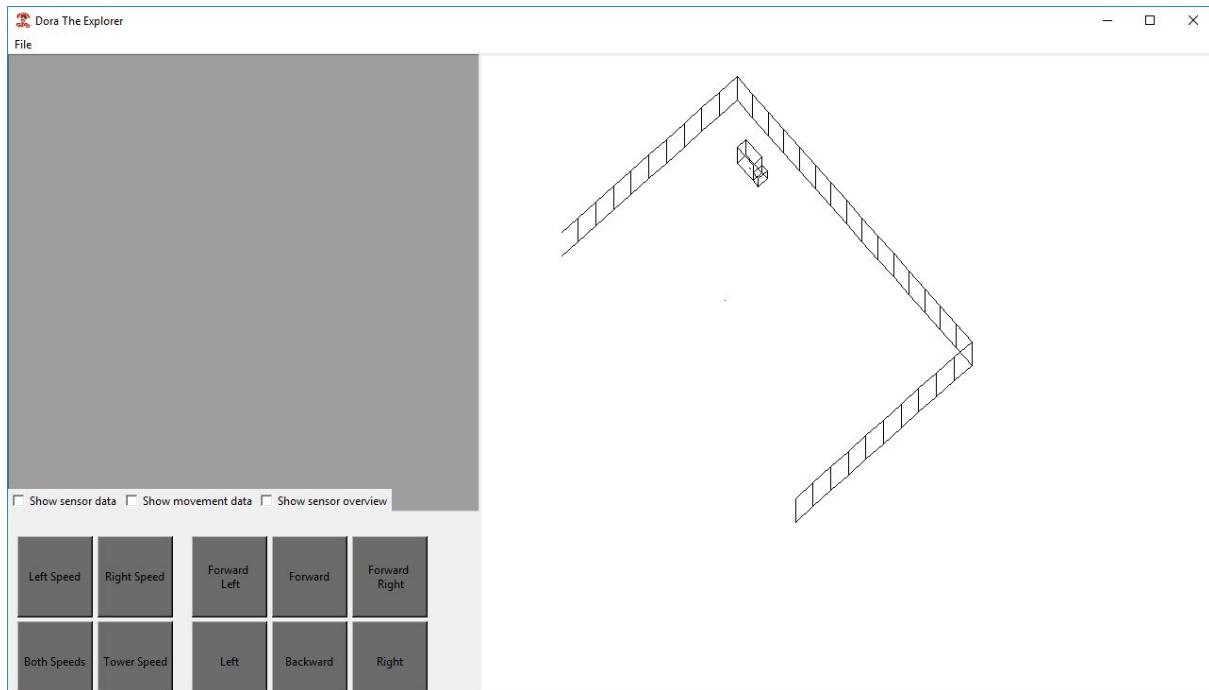
Programmet har knappar för att kunna styra roboten när den är i manuellt läge. Dessa knappar skickar instruktionerna: fram, höger, vänster, fram/höger, fram/vänster samt backa. Det går även att konfigurera motorernas hastigheter. Genom att bocka i en ruta får en överblick av robotens ir-sensorer för användning vid felsökning.

En textruta visar den felsökningsdata och de sensorvärden som tas emot av roboten. Daten utgörs av sensor- och styrdata. Daten skrivas även till en loggfil för att kunna användas senare vid felsökning.

Kartan ritas ut på så sätt att när lasern har detekterat en vägg och räknas ut dess position, ritas denna ut i rutnätet. Figur 18 visar hur kartan byggs upp. De heldragna linjerna är funna väggar. De streckade linjerna i figuren är dock endast till för illustrering av robotens funktionalitet och ritas inte ut. Figur 19 visar hur laptopprogrammet ser ut under run-time.



Figur 18: Exempel på hur kartan kommer se ut.



Figur 19: Laptop-programmet under körsning.



### 9.4.1 Skickade instruktioner

Följande data skickas mellan huvudmodulen och den externa datorn:

Data	Beskrivning	Mottag	Skicka
Robotens position	Var roboten befinner sig i rutnätet	x	
Mätdata från sensormodulen	Sensors ID och tillhörande mätvärde	x	
Styrmodulens skickade instruktioner	Instruktioner som styrmodulen har skickat till de olika motorerna	x	
Väggarnas positioner	Var i rutnätet fastställda väggar finns	x	
Autonoma beslut	Beslut som roboten tar i autonomt läge	x	
Manuella instruktioner	Instruktioner till roboten i manuellt läge		x



## 10 Slutsatser

I slutändan så har projektet varit lyckat. Med facit i hand så valdes en lite för avancerad lösning för den tid vi blev disposerade, men trots det så är gruppen i överlag nöjd med produkten. Om projektet hade påbörjats idag så hade gruppen förmögligen attackerat uppgiften från en annan infallsvinkel. Bland annat så hade gruppen valt en annan sensor typ än IR-sensorerna, då IR-sensorerna och lasern stör varandra på sina nuvarande positioner. Ett exempel på avståndssensorer som kunnat testas är ultraljuds-sensor, eller sensorer med en annan våglängd.

Om gruppen hade haft mer tid för projektet så skulle till exempel SLAM-algoritmen utvecklats mer, så att roboten kunnat kartlägga mer generella rum som inte var baserade på ett rutnät. SLAM-algoritmen bidrar, i skrivande stund, inte till att korrigera robotens position mer än att placera delkartorna någonstans runt det estimerade positionen med hjälp av IR-sensorerna. Roboten klarar det tillräckligt bra att positionera sig efter gyroskop och hallsensorer på hjulen för att följa väggar.



# Referenser

## Opublicerade källor

*Ban- och tävlingsspecifikation för kartrobotar 2016*, Rebecca Lindblom, Hannes Haglund, Jacob Lundberg, Leopold Arrestrom, Joakim Argillander, Ermin Pitarevic.

## Publicerade källor

*Slam For Dummies (2005)*, Søren Riisgaard and Morten Rufus Blas

[https://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-412j-cognitive-robotics-spring-2005/projects/1aslam blas\\_repo.pdf](https://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-412j-cognitive-robotics-spring-2005/projects/1aslam blas_repo.pdf) (14/12 2016)



# Appendix

## Appendix A: Övergripande kopplingsschema

