

# Systemskiss

Victor Tranell

Version 1.0

## Status

Granskad		
Godkänd		



# M/S Sea++

Projektgrupp 2 , HT15  
Linköpings tekniska högskola, ISY

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Anton Rooth		070 369 01 40	<a href="mailto:antro937@student.liu.se">antro937@student.liu.se</a>
Erik Rönmark		076 818 78 26	<a href="mailto:eriro331@student.liu.se">eriro331@student.liu.se</a>
Michael Sörsäter	Dokumentansvarig (DOK)	076 142 70 99	<a href="mailto:mico554@student.liu.se">mico554@student.liu.se</a>
Mikael Ångman		073 843 15 00	<a href="mailto:mikan972@student.liu.se">mikan972@student.liu.se</a>
Peter Tullstedt		073 714 45 66	<a href="mailto:pettu298@student.liu.se">pettu298@student.liu.se</a>
Victor Tranell	Projektledare (PL)	073 680 71 09	<a href="mailto:vict593@student.liu.se">vict593@student.liu.se</a>

**E-postlista för hela gruppen:** [tsea29.grupp2@gmail.com](mailto:tsea29.grupp2@gmail.com)

**Hemsida:** <https://github.com/nullacid/grupp2robot>

**Kund:** Institutionen för systemteknik, Linköpings Universitet, 581 83 LINKÖPING,  
telefon 013-28 10 00, fax: 013-13 92 82

**Kontaktperson hos kund:** Tomas Svensson, 013-28 13 68, [tomas.svensson@liu.se](mailto:tomas.svensson@liu.se)

**Kursansvarig:** Tomas Svensson, B-huset, rum 3B:528, 013-28 13 68, [tomas@isy.liu.se](mailto:tomas@isy.liu.se)

**Handledare:** Peter Johansson, B-Huset, rum 3D: 541, 013-28 13 45, [peter.a.johansson@liu.se](mailto:peter.a.johansson@liu.se)



1	Inledning.....	1
2	Systemöversikt .....	2
2.1	Kommunikation.....	2
2.2	Uppgraderbarhet.....	3
3	Kommunikationsmodul .....	4
3.1	Hårdvara .....	4
3.2	Arbetsgång.....	4
4	Styrmodul .....	6
4.1	Drivning .....	6
4.2	Kommandon från kommunikationsmodulen.....	6
4.3	Arbetsgång - Autonom .....	7
4.4	Autonom styralgoritm .....	7
4.5	Arbetsgång - Ej autonom.....	10
5	Pc-mjukvara.....	11
5.1	Mjukvara .....	11
5.2	Arbetsgång.....	12
6	Sensormodul.....	13
6.1	Avståndssensorer.....	14
6.2	Reflexsensor .....	15
6.3	Arbetsgång.....	15
6.4	Gyro.....	15
6.5	Hårdvara .....	15



## Dokumenthistorik

Version	Datum	Utförda förändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2015-09-17	Första utkastet	Victor Tranell	2015-09-22
0.2	2015-09-22	Andra utkastet	Victor Tranell	2015-09-22
1.0	2015-09-23	Första versionen	Victor Tranell	2015-09-23



## 1 Inledning

Detta dokument ska ge en översikt över hur systemet fungerar, hur de olika modulerna kommunicerar med varandra samt visa flödesdiagram mellan modulerna. Systemskissen ligger till grund för hur designspecifikationen kommer se ut.

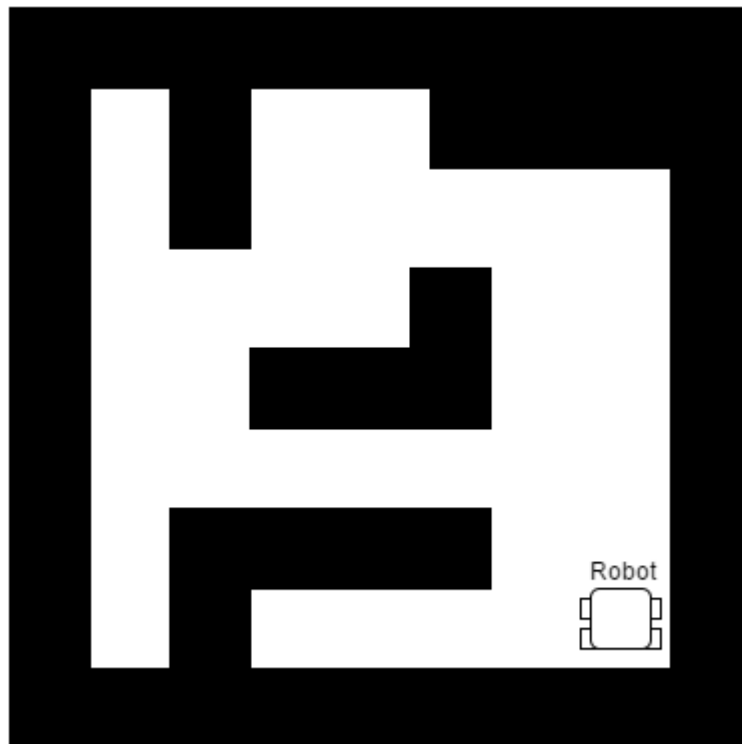


## 2 Systemöversikt

Roboten kommer bestå av tre separata moduler:

- Styrmodul
- Kommunikationsmodul
- Sensormodul

Varje modul ska ha en egen processor. Processorerna som kommer användas är av typen ATmega16. Eventuellt kommer styrmodulen bestå av en ATmega1284 utifall ATmega16:s prestanda ej räcker till.



*Bild 1. Systemet i en labyrint.*

Se Bild 1 för representation av roboten i sin omgivning. De svarta områden är väggar och de vita är området där roboten kan köra.

### 2.1 Kommunikation

Kommunikationen mellan styrmodul och sensormodul kommer ske via SPI och mellan styrmodulen och kommunikationsmodulen med UART. Kommunikationen mellan kommunikationsmodulen och den externa datorn kommer ske via bluetooth.



## 2.2 Uppgraderbarhet

Tydliga kommunikationsprotokoll mellan de olika modulerna ska existera eftersom det då blir lättare att byta ut en modul i framtiden.



### 3 Kommunikationsmodul

Denna modul kommer styra kommunikationen mellan den externa datorn och styrmodulen. Den kommer inte utföra speciellt mycket beräkningar, utan snarare agera synkroniserande mellan den externa datorn och styrmodulen. Den kommer vidarebefordra data och kommandon åt båda hållen på ett kontrollerat sätt.

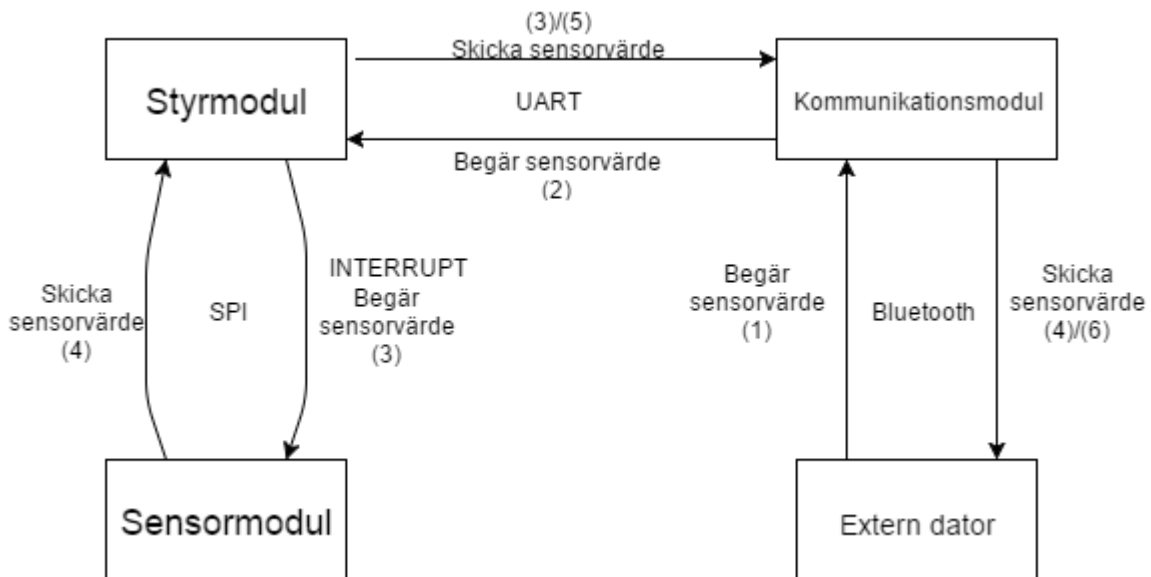


Bild 2. Översikt över hur kommunikationsmodulen och övriga enheter kommunicerar med varandra

Bild 2 visar hur kommunikationsmodulen agerar länk mellan den externa datorn och övriga moduler. Om inga uppdaterade sensorvärden finns går kedjan direkt tillbaka efter styrmodulen, se punkt 3.

#### 3.1 Hårdvara

Microkontrollen ATmega16 kommer vara kärnan i denna modul vilken kör mjukvaran. Bluetoothmodulen Firefly kommer användas för att kommunicera till den externa datorn.

#### 3.2 Arbetsgång

- Lyssna efter och ta emot kommando från den externa datorn, både i form av styrkommandon och datahämtningskommandon
- Signalera till styrmodulen att ett kommando finns
- Vänta på svar från styrmodulen
- Skicka tillbaka data till den externa datorn om ett sådant kommando skulle utföras



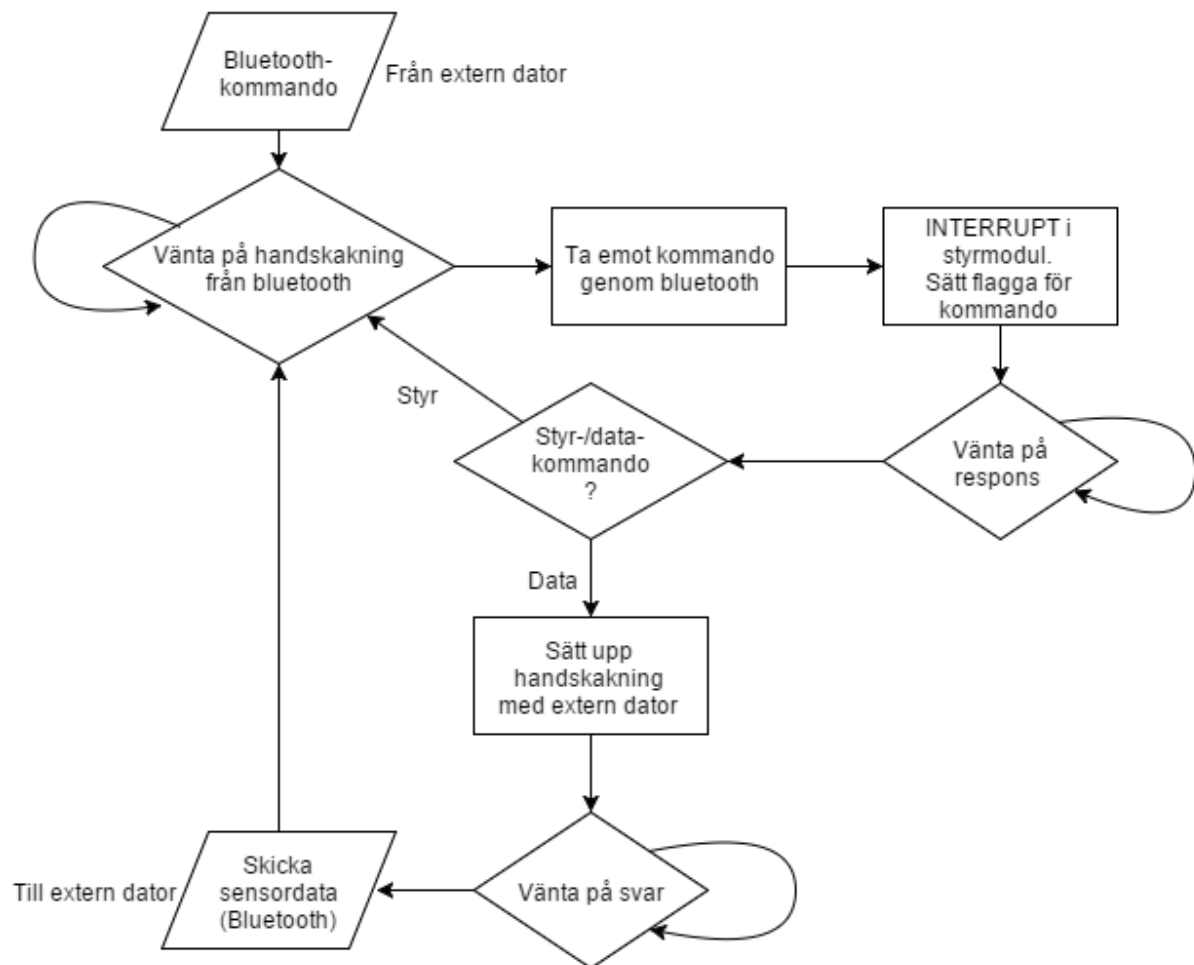


Bild 3. Flödesschema över kommunikationsmodulens arbetsgång

Flödesschemat i kommunikationsmodulen visas i Bild 3. Kommunikationsmodulen är beroende av att den externa datorn skickar kommandon via Bluetooth. Modulen skickar tillbaka till den externa datorn antingen sensordata eller information om var den är i algoritmen.



## 4 Styrmodul

Denna modul är den centrala beräkningsenheten i systemet. Här kommer utforskningsalgoritmen i det autonoma läget utföras samt hjulen kontrolleras. Eftersom mycket mjukvara kommer köras kan denna modul kräva en snabbare microkontroller, eventuellt ATmega1284.

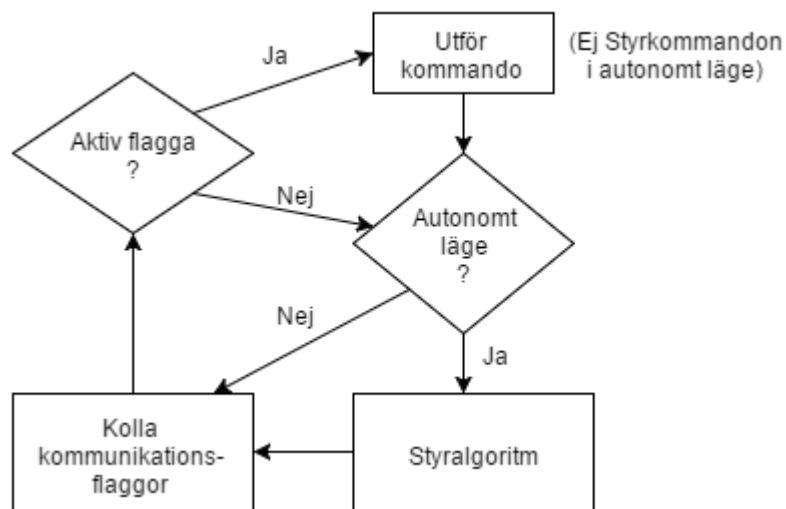


Bild 4. Flödesschema över styrmodulen

Övergripande flödesschema för styrmodulens loop visas i Bild 4. “Utför kommando” hänvisar till de kommandon som finns listade i rubrik 4.2 Kommandon från kommunikationsmodulen. “Styralgoritm” förklaras i rubrik 4.4 Autonom styralgoritm.

### 4.1 Drivning

Motorerna styrs parvis vänster eller höger hjulpar. Robotplattformen har en intern drivelektronik till vilken man skickar DIR-signaler och PWM-signaler till. Pinnarna DIR1 och DIR2 styr rotationsriktning av vänster respektive höger hjulpar medan PWM1 och PWM2-signalerna styr vilken hastighet som ska användas.

### 4.2 Kommandon från kommunikationsmodulen

Den externa datorn ska kunna skicka kommandon som utförs av styrmodulen. Dessa kommandon skickas vidare genom kommunikationsmodulen. Dessa kommandon är:

- Rörelsekommandon
  - Framåt
  - Bakåt
  - Höger
  - Höger-fram



- Vänster
- Vänster-fram
- Hämta data (skickas vidare till kommunikationsmodulen)
  - Rådata från alla sensorer
  - Tokendata från alla sensorer
  - Data med information om hur långt roboten åkt
  - Karta över uppritade rummet
  - Hämta styrbeslut (t.ex. sväng höger)

### 4.3 Arbetsgång - Autonom

- Kolla om interrupt har skett och registrera eventuellt inkommande kommando
- Sätt interrupt i sensormodulen och vänta på data
- Sänd data till kommunikationsmodulen om sådant kommando mottogs
- Utför nästa steg i styralgoritmen

### 4.4 Autonom styralgoritm

Den autonoma styralgoritmen har som mål att kartlägga en labyrinth med minst en köksö. Algoritmen går ut på att systemet hittar en vägg och följer högerkanten (se bild 7), samtidigt som den sparar ner data om väggar i form av både ett rutnät med information om vad som finns i varje ruta (vägg, öppen, utforskad) och en grafrepresentation. Bild 5 visar de två representationerna av kartan med roboten i samma läge.

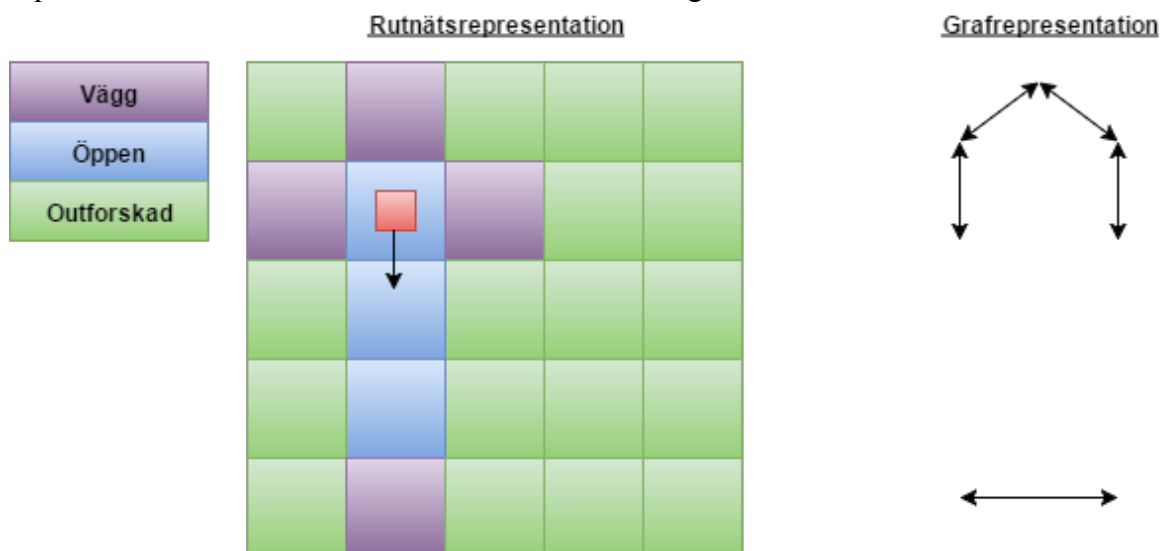


Bild 5. Systemets två representationer av kartan.

Rutnätsrepresentationen används för att enkelt kunna göra sökningar i kartan och grafrepresentationen används för att enkelt kunna se om en vägg är sluten.

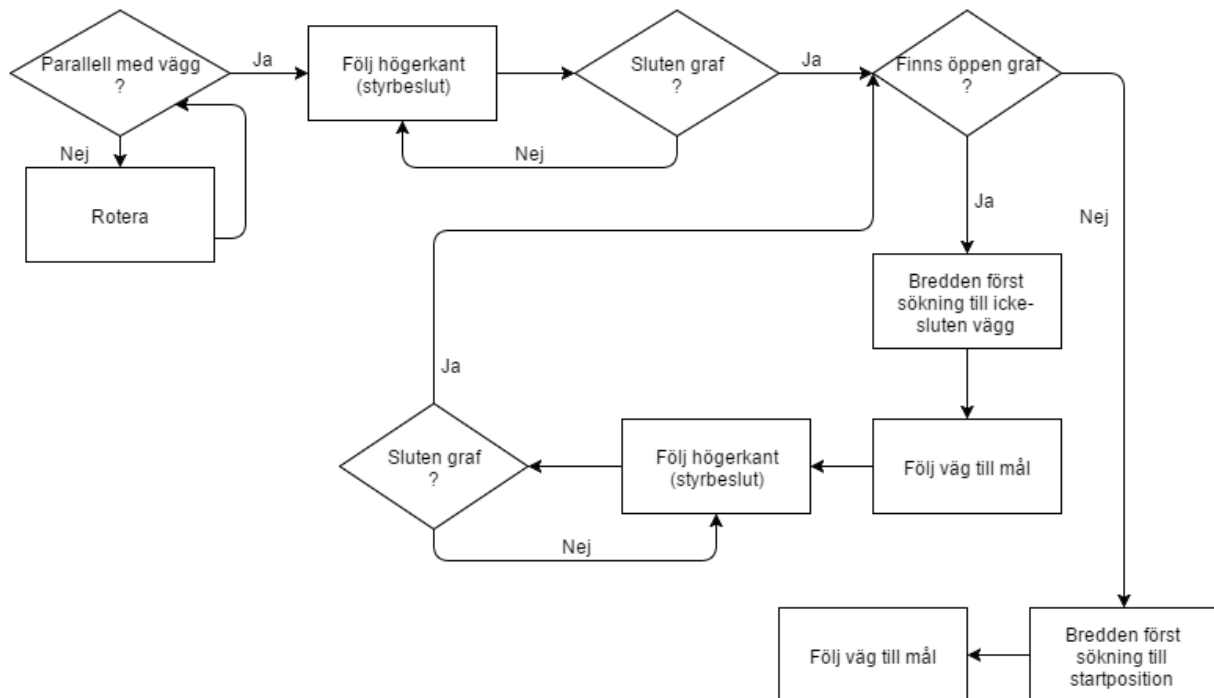


Bild 6. Flödesschema över styralgoritmen.

När en graf i grafrepresentationen är sluten så är antingen en köksö eller ytterkanten funnen, vilket innebär att systemet bör leta efter nästa struktur i labyrinten. Detta görs genom att leta efter icke-slutna grafer och att göra en bredden först sökning till den icke-slutna grafen. När alla strukturer är funna så letar systemet sig tillbaka till startpositionen m.h.a. bredden först sökning. I bild 6 visas ett flödesschema för hela styralgoritmen; de rutor som heter "Följ högerkant (styrbeslut)" innebär att systemet hela tiden väljer ett håll den ska åka sträckan 40 cm (en ruta i rutnätet) med prioriteten höger, framåt, vänster, bakåt (se bild 7). Svängarna i styrbeslutet är multipler av 90° och systemet använder ett gyro för att bedöma dessa vinklar (den sensordatan kommer att hämtas in under styrbeslut steget).

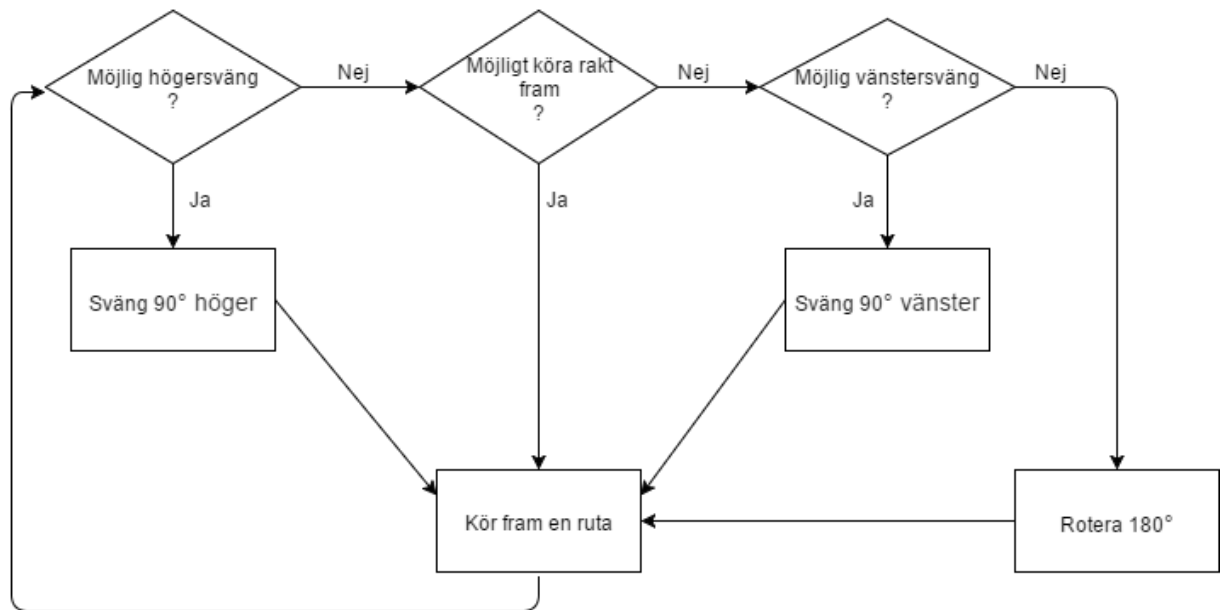


Bild 7. Flödesschema över styrbeslut för "följ högerkanten".

När systemet sedan åker dessa 40 cm så behöver roboten kontrollera att den åker parallellt med väggen, och justera styrriktningen ifall systemet inte är parallellt med väggen. I sensormodulen kommer tokendata finnas som bedömer ifall systemet står parallellt med väggen. Denna tokendata kommer att ha några olika amplituder för olika amplitud på svängen som behöver göras för att korrigera felet. Styrmodulen hämtar också sensordata för tillryggalagd sträcka från sensormodulen för att bedöma när det åkt 40 cm, då det ska göra ett nytt styrbeslut. Bild 8 beskriver denna del av den autonoma styralgoritmen. Här sparas även all vägghdata ned till kartminnet.

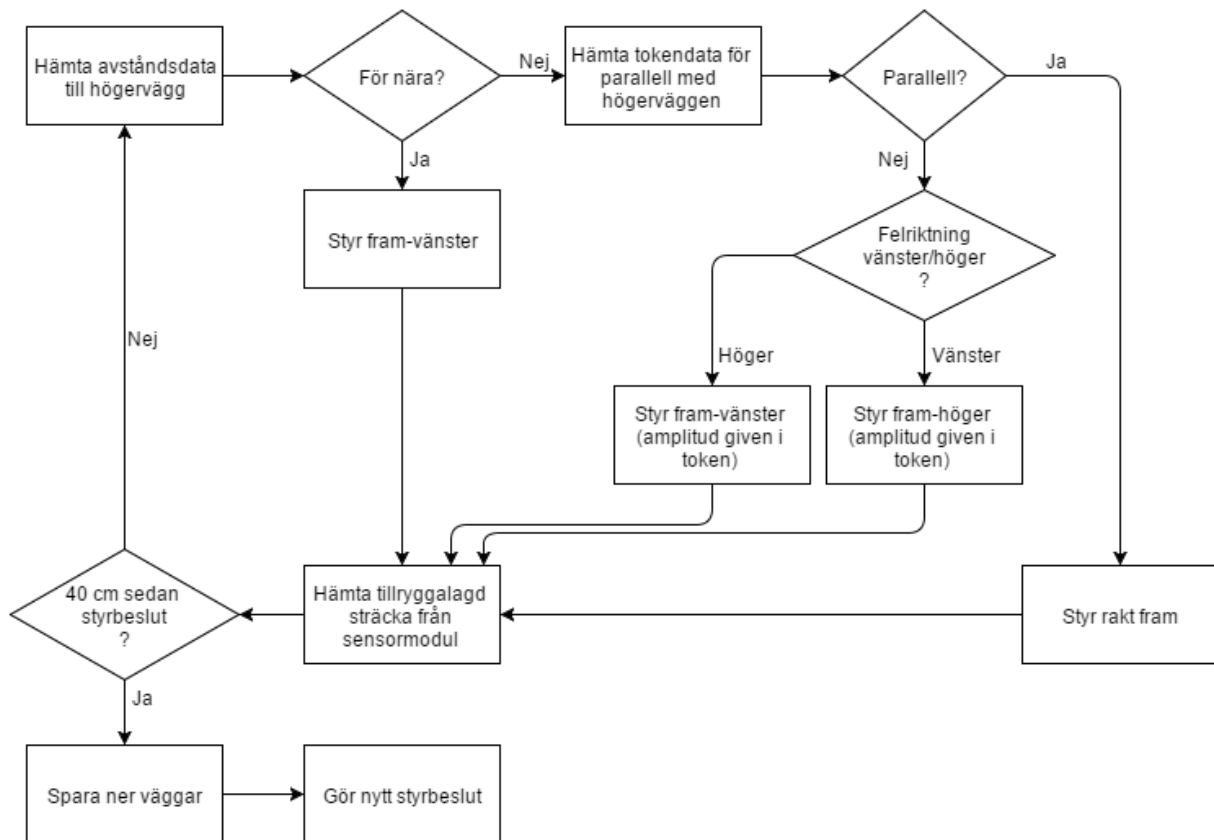


Bild 8. Flödesschema över justeringsalgoritmen.

## 4.5 Arbetsgång - Ej autonom

- Kolla om interrupt har skett och registrera eventuellt inkommande kommando
- Sätt interrupt i sensormodulen och vänta på data
- Sänd data till kommunikationsmodulen om sådant kommando mottogs
- Om styrkommando mottogs, utför kommando



## 5 Pc-mjukvara

På den externa PC:n kommer ett visualiseringsprogram köras. Programmet kommer med jämna mellanrum begära sensor- och kartdata från systemet via bluetooth. Programmet kommer även kunna ta in användarinput för styrning av systemet. Den insamlade kartdatan kommer att visas grafiskt, antingen i 2- eller 3D.

Datan hämtas genom att mjukvaran genom bluetooth frågar kommunikationsmodulen efter data. Kommunikationsmodulen skickar då vidare efterfrågan till styrmodulen. Om efterfrågan är för sensordata så skickas efterfrågan vidare till sensormodulen. Sedan skickas all data upp genom kedjan tillbaka till mjukvaran. Se bild 2.

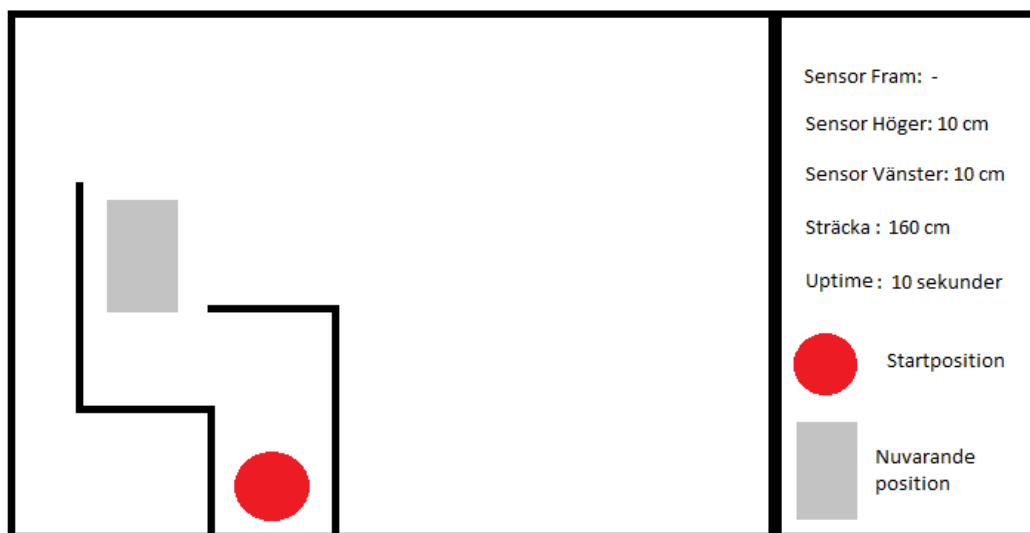


Bild 9. Grafiskt gränssnitt på den externa datorn

Ett exempel på hur det grafiska gränssnittet på den externa datorn skulle kunna se ut visas i Bild 9.

### 5.1 Mjukvara

Programmet till den externa datorn kommer att skrivas i Python för att enkelt kunna köras på många olika plattformar. Biblioteket VPython kommer troligtvis utnyttjas för att representera kartan i 3D. Användarinput kommer ske via tangetbordstryckningar.



## 5.2 Arbetsgång

- Med jämna mellanrum kommer dataförfrågningar skickas till kommunikationsmodulen
- Datan som returneras visas på lämpligt sätt
- Om användarinput tillåts, skickas eventuell sådan till kommunikationsmodulen





## 6 Sensormodul

Sensormodulen ska samla in sensordata konstant och spara ner medelvärdet av de 5 senaste mätvärdena och när styrmodulen ger en interrupt, sända sensordata(senaste medelvärdet) efter förfrågan. Sensormodulen kommer använda sig av flera sensorer och nyttja ATmega16:s inbyggda ADC. Sensormodulen ska ha ett minne med rådata och ett minne med tokendata (t.ex. finns en vägg till höger jämfört med distansen som sensorn mäter).

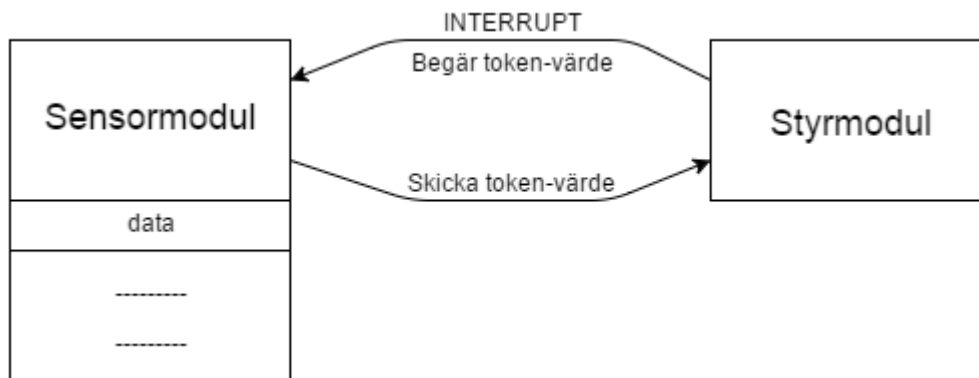


Bild 10. Kommunikation mellan sensor- och styrmodul

Bild 10 visar kommunikation mellan sensor- och styrmodul. Sensormodulen skickar tokenvärden eller rådata till styrmodulen när styrmodulen skickar en interrupt.

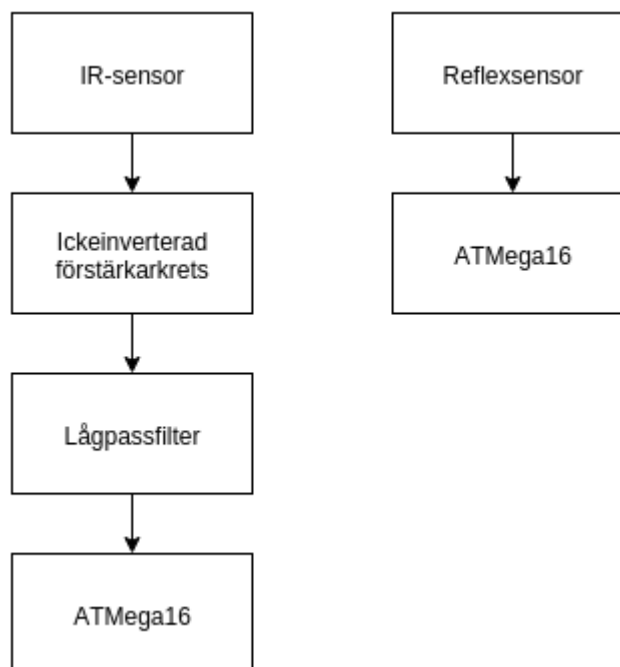


Bild 11. Flödesschema över sensorerna.



## 6.1 Avståndssensorer

Avstånd till eventuella väggar ska mätas med hjälp av 4 st IR sensorer av typ GP2Y0A21. Sensorerna ska monteras så att två är åt vänster och två åt höger. Dessa sensorer lämpar sig för avståndsmätning mellan 10 och 80 cm. Sensorerna matas med 5 volt till Vcc och de skickar ut en signal på V<sub>0</sub> utgången. Sensorerna har en uppskattat uppdateringsfrekvens på 39 ms. Vi har valt att uppdatera värdena från sensorerna 10/s, alltså efter 100 ms. För att försöka undvika felvärden kommer en medelvärdesberäkning utföras.

Sensorernas värden kommer läsas ut kontinuerligt av sensormodulen, så att begärd data kan sändas direkt vid begäran från styrmodulen. Från IR-sensorns V<sub>0</sub> utgång skickas signalen genom en ickeinverterande förstärkarkrets byggd av opAmp LM324 och två resistorer, se Bild 12. V<sub>0</sub> skickas genom operationförstärkarens V<sub>in</sub> och kommer ut genom V<sub>ut</sub>. Operationförstärkaren matas med 5 volt till Vcc.

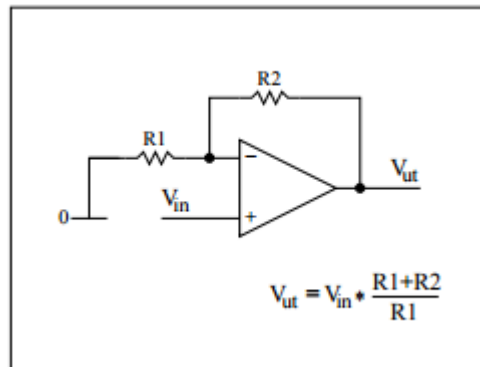


Bild 12. Ickeinverterad förstärkarkrets.

Den förstärkta signalen från V<sub>ut</sub> skickas genom ett lågpasfilter bestående av följande komponenter: 1 resistor á 18 kohm och 1 kondensator á 100 nF, detta ger en brytfrekvens på ungefär 88.4 Hz. Bild 13 visar kopplingsschemat över lågpasfiltret.

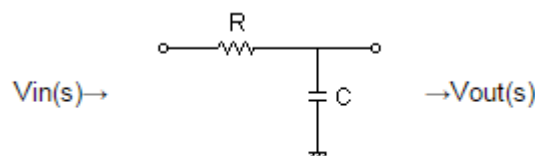


Bild 13. Lågpasfilter.

Den filtrerade signalen ska genom en A/D-omvandlare på ATmega16-kortet

Processorn behöver omvandla den icke-linjära signalen från volt till cm. Det kan göras genom en map eller genom att signalen logaritmeras för att bli linjär.

För att mäta avstånd framåt ska en LIDAR lite v2 laser sensor användas. Avståndsdaten från LIDAR lite v2 kommer att skickas via TWI (Atmels version av I<sup>2</sup>C). Daten skickas direkt, utan filtrering.



Den formaterade datan skickas vidare till sensorenheten, se Bild 11 för flödesschema.

## 6.2 Reflexsensor

För att kunna mäta tillryggalagd sträcka kommer en reflexsensor monteras vid ett framhjul. På hjulet kommer markeringar vara utsatta så reflexsensorn kan upptäcka ljusförändringar och på så sätt mäta hur långt roboten har åkt. Utsignalen kommer variera mellan 0 och +5V beroende på hur mycket ljus hjulen reflekterar.

## 6.3 Arbetsgång

Processorns algoritm, se Bild 14:

- Loop som uppdaterar alla värden från sensorerna samt sätter tokenvärden.
- Vid interrupt hitta värde i antingen token eller råvärdeminne och skicka det till styrmodulen.

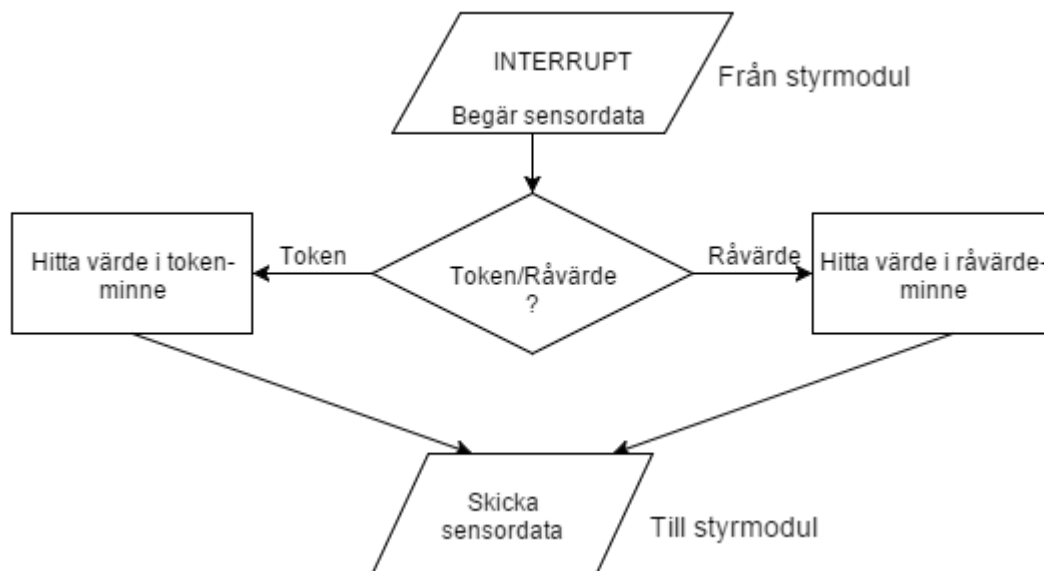


Bild 14. Flödesschema över sensorenhetens respons vid interrupt.

## 6.4 Gyro

En gyro, MLX90609, kommer användas för att, i svängar, kunna mäta hur många grader systemet svängt för att svängarna ska vara så vinkelräta som möjligt. Gyrot kommer monteras i systemets mittpunkt.

## 6.5 Hårdvara

- IR-sensors signal förstärks och filtreras innan den skickas till sensorenheten
- Reflexsensordatan skickas direkt till sensorenheten



En LIDAR-sensor ska finnas längst fram på roboten och två IR-sensorer ska sitta på var sida om roboten, en långt fram och en långt bak. Detta är för att lättare kunna kontrollera att systemet står parallellt mot en vägg. Det kommer även att sitta reflexer på utsidan av framhjulen och en reflexsensor till varje reflex. Dessa är till för att mäta avlagd sträcka. Se Bild 15 för sensorernas placering på systemet.

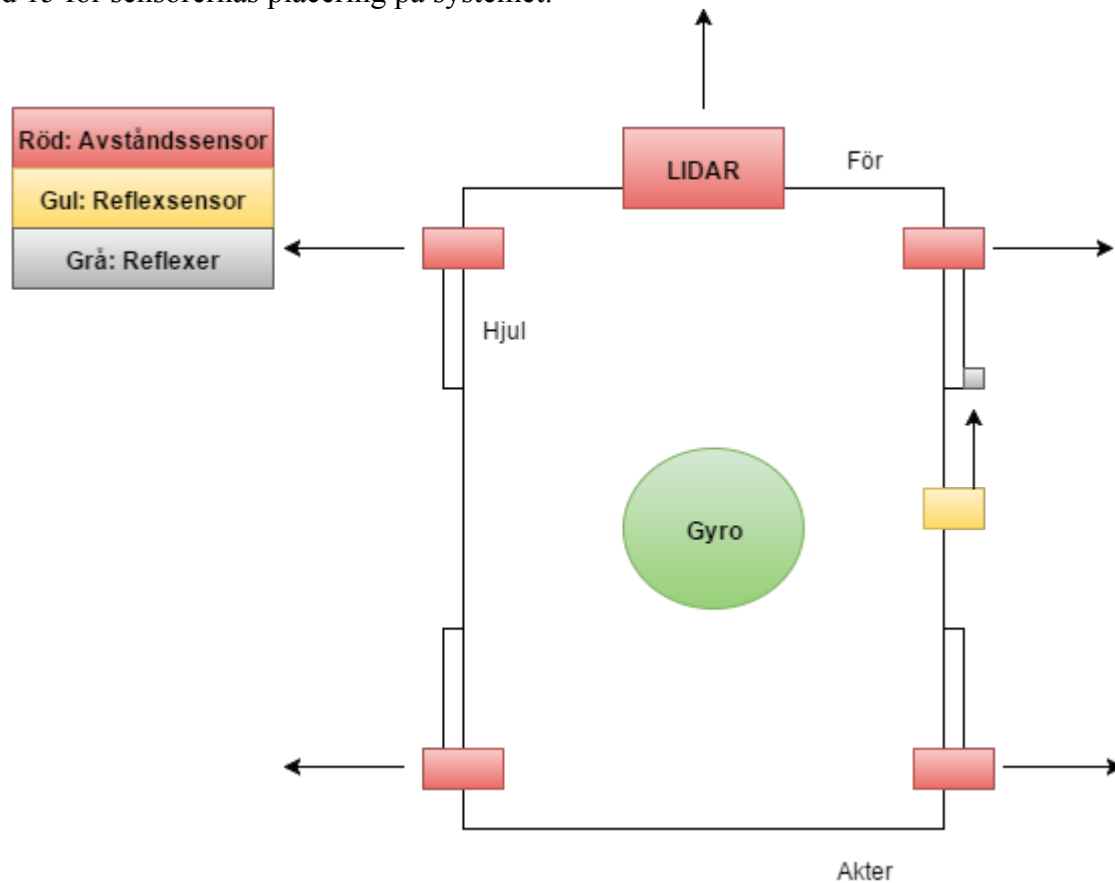


Bild 15. Sensorernas placering på roboten, pilarna representerar riktningen som sensorerna är rikade.



## Referenser

### Publicerade källor

Svensson, Tomas. Krysander, Christan. 2011. *Projektmodellen LIPS*. Upplaga 1:2. Lund: Studentlitteratur AB.

### Elektroniska källor

“Reflexsensor”[www]. Hämtat från

< [https://docs.isy.liu.se/twiki/pub/VanHeden/DataSheets/reflex\\_sensor.pdf](https://docs.isy.liu.se/twiki/pub/VanHeden/DataSheets/reflex_sensor.pdf) > 2015-09-14.

“GP2Y0A21YK”[www]. Hämtat från

< <https://docs.isy.liu.se/twiki/pub/VanHeden/DataSheets/gp2y0a21.pdf> > 2015-09-14.

“LM324”[www]. Hämtat från

< <https://docs.isy.liu.se/twiki/pub/VanHeden/DataSheets/lm324.pdf> > 2015-09-14.

“FireFly”[www]. Hämtat från

< <https://docs.isy.liu.se/twiki/pub/VanHeden/DataSheets/firefly.pdf> > 2015-09-14.