

**KONSTRUKTION AV EN AUTONOM ROBOT FÖR LABORATORIEARBETE**  
**KANDIDATPROJEKT I ELEKTRONIK VID LINKÖPINGS UNIVERSITET**

Tim Fornell

Oscar Frylemo

Martin Hinnerson

Jacob Holmberg

Marcus Homelius

John Stynsberg

Version 1.1

Status

Granskad	Oscar Frylemo	2016-05-18
Granskad	Oscar Frylemo	2016-05-24

## PROJEKTIDENTITET

Grupp 8, VT16  
 Linköpings tekniska högskola, ISY

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Tim Fornell	Projektleddare (PL)	072-394 90 05	<a href="mailto:timfo734@student.liu.se">timfo734@student.liu.se</a>
Oscar Frylemo	Dokumentansvarig (DOK)	076-209 70 77	<a href="mailto:oscfr634@student.liu.se">oscfr634@student.liu.se</a>
Martin Hinnerson	Designansvarig hårdvara (DHÅ)	072-210 43 72	<a href="mailto:marhi386@student.liu.se">marhi386@student.liu.se</a>
Jacob Holmberg	Testansvarig (TA)	070-391 50 33	<a href="mailto:jacho926@student.liu.se">jacho926@student.liu.se</a>
Marcus Homelius	Designansvarig sensorenhet (DS)	070-245 90 96	<a href="mailto:marho949@student.liu.se">marho949@student.liu.se</a>
John Stynsberg	Datorenhetsansvarig (DE)	072-057 21 54	<a href="mailto:johst529@student.liu.se">johst529@student.liu.se</a>

**Kund:** Tomas Svensson, 581 83 LINKÖPING,  
 kundtelefon: 013-28 13 68, [tomass@isy.liu.se](mailto:tomass@isy.liu.se)

**Kursansvarig:** Tomas Svensson, 581 83 LINKÖPING,  
 telefon: 013-28 13 68, [tomass@isy.liu.se](mailto:tomass@isy.liu.se)

**Handledare:** Peter Johansson, 581 83 LINKÖPING  
 telefon: 013-28 13 45, [Peter.A.Johansson@liu.se](mailto:Peter.A.Johansson@liu.se)

**Handledare:** Anders Nilsson, 581 83 LINKÖPING  
 telefon: 013-28 26 35, [Anders.P.Nilsson@liu.se](mailto:Anders.P.Nilsson@liu.se)

## Dokumenthistorik

Version	Datum	Utförda förändringar	Utförda av	Granskad
1.0	2016-05-18	Första versionen	Alla	OF
1.1	2016-05-24	Andra versionen	OF, MH	OF

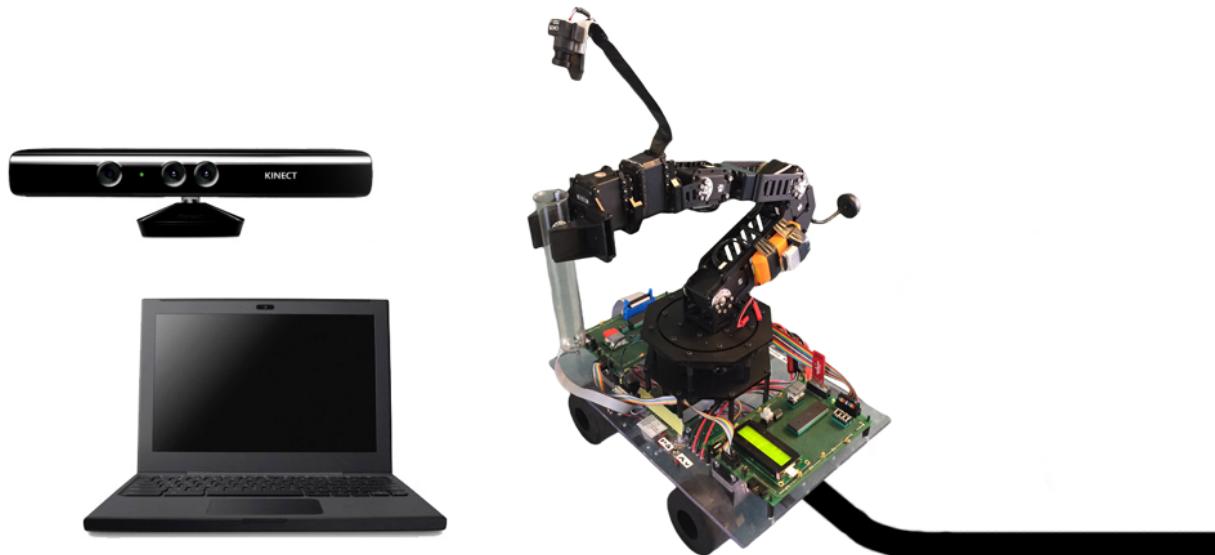
## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	5
2	Problemformulering .....	6
3	Kunskapsbas.....	7
4	Genomförande.....	9
4.1	Planeringsfas .....	9
4.2	Konstruktionsfas.....	9
5	Teknisk beskrivning .....	10
5.1	Val av lösningar.....	13
5.2	Användargränssnittet.....	14
5.3	Resultat av förstudier.....	14
5.3.1	Sensoruppgift .....	14
5.3.2	Regleruppgift .....	15
5.3.3	Kommunikationsuppgift .....	15
6	Resultat.....	16
6.1	Milstolpar .....	16
7	Slutsatser .....	17
7.1	Framtida arbete.....	17
	Litteraturförteckning .....	19

# 1 Inledning

Projektets syfte var att utveckla en robot med en Kinect-styrd arm. Det slutgiltiga systemet består av en dator med en Kinect-enhet samt en robot. Roboten i sin tur består av en plattform med fyra motordrivna hjul, tre moduler och en servostyrda robotarm. Ett tänkbart uppdrag är hantering av farliga kemikalier i en laboratoriemiljö. Det konkreta resultatet av projektet blev en robot med en arm som klarar av uppdrag enligt banspecifikationen, *se appendix*.

Robotarmen som användes var WidowX Robot Arm Mark II från Trossen Robotics. För att få en övergripande bild av systemet, *se figur 1*.



*Figur 1. Systemet i dess omgivning.*

Den största utmaningen i projektet var att styra Kinect-armen på ett mjukt och kontrollerat sätt. Det var också det som var mest intressant: att se hur bra slutresultatet av armens styrning skulle bli. Detta löstes med hjälp av invers kinematik, *se tekniska dokumentationen i appendix*.

*I den här rapporten ges en beskrivning av vad som har åstadkommits under projektet och rapportens kapitel följer den projektmodell som användes. Först kommer problemformulering som följs upp med vilken kunskapsbas som behövs för att kraven ska kunna uppfyllas. Därefter beskrivs projektets genomförande och hur de olika problem som uppstod lösades. Rapporten avslutas med att presentera resultatet samt slutsatserna som gjorts i samband med projektet.*

## 2 Problemformulerings

Det huvudsakliga syftet med projektet var att styra robotarmen med Kinect-enheten, men problemet inkluderade även linjeföljning. Roboten skulle kunna följa linjen autonomt och därmed tog projektgruppen fram en regulator för att uppnå önskad effekt. Robotarmen skulle både kunna styras med hjälp av Kinect och med hjälp av ett användargränssnitt. De två huvudfrågorna i projektet var följande:

- Hur kan man styra en robotarm på ett bra sätt med en Kinect-enhet?
- Hur kan man följa en linje autonomt?

För att få en översiktlig bild av vad som behövde uppnås för att projektet skulle lyckas har en kravspecifikation skrivits. Där har projektets mål först delats upp i vilka övergripande krav som finns på hela systemet. Sedan har ytterligare uppdelning i de olika modulerna samt datorenheten gjorts. Totalt finns 79 olika krav, se *kravspecifikation i appendix*, vilka i sin tur är uppdelade i tre olika nivåer. Nivåerna definieras enligt följande:

**Prioritet 1:** Grundläggande krav som ska vara uppfyllda vid leverans.

**Prioritet 2:** Extra krav som ska uppfyllas om det finns tid kvar då grundkraven är utförda.

**Prioritet 3:** Krav på framtida utbyggnad, uppfylls om tid finns då samtliga krav med prioritet 2 är uppfyllda.

Kraven har sedan delats in i milstolpar, där respektive milstolpe innefattar alla krav de är beroende av för att bli uppfyllda. Milstolparna som projektet haft är följande:

- Fungerande kommunikation genom buss.
- Kommunikation mellan dator och kommunikationsmodulen.
- Manuell styrning av hjul via datorenheten.
- Manuell styrning av armen via datorenheten.
- Fungerande kalibrering samt avläsning av linjesensor.
- Autonom fortskridning längs bana.
- Robotarmen kan styras med Kinect.

För att se vilka krav som tillhör de olika milstolparna, se *tidsplan i appendix*. Det krav som vi trodde på förhand skulle vara svårast att uppfylla (sett till prioritet 1), var krav nummer 44 ”styrenhet ska kunna styra robotarmen mjukt”. Anledningen till att projektgruppen trodde att just detta krav skulle vara det mest utmanande var för att mjukt är svårdefinierat. Det är svårt att veta när kravet är uppfyllt och ingen i projektgruppen hade en uppfattning om hur svårt det var att åstadkomma detta.

### 3 Kunskapsbas

Projektmodellen som har använts är LIPS [1], alla tillhörande dokument har skrivits efter den mall som angivits i litteraturen. Den hårdvara som använts under projektet finns nedan, tillhörande datablad samt information finns länkat.

**Mikroprocessorer** – följande mikroprocessorer användes till att konstruera de olika modulerna som fanns på robotenheten.

Atmega1284 <https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/atmega1284p.pdf>

Atmega16: <https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/atmega16.pdf>

**Servon arm** – robotarmen som användes hade totalt sex servon, två stycken av respektive servo här nedan.

AX-12: <https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/AX-12.pdf>

MX-64: [http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/mx\\_series/mx-64.htm](http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/mx_series/mx-64.htm)

MX-28: [http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/mx\\_series/mx-28.htm](http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/mx_series/mx-28.htm)

[http://support.robotis.com/en/techsupport\\_eng.htm#software/dynamixel\\_sdk.htm](http://support.robotis.com/en/techsupport_eng.htm#software/dynamixel_sdk.htm)

**HD74LS241P** – eftersom kommunikationen med ovan nämnda servon endast är halv duplex användes denna komponent för att möjliggöra dubbelriktad kommunikation på en linje.

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/246787/RENESAS/HD74LS241P.html>

**PWM-motorer** – för att styra robotplattformen användes PWM, pulsbreddmodulering och vanliga DC-motorer.

<https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/pwm-motorstyrning.pdf>

**Knappar** – användes som återställningsknappar för respektive modul.

[https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/avstudsad\\_tryckknappsmodul\\_2x1.pdf](https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/avstudsad_tryckknappsmodul_2x1.pdf)

<https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/Images/tryckknapp.png>

**JTAG** – verktyg som användes för att programmera mikroprocessornerna via en dator.

<https://docs.isy.liu.se/bin/view/VanHeden/AVRJTAG3>

**Klocka** – robotenheten hade totalt tre klockor, en till respektive modul. Två av klockorna hade en frekvens på 16 MHz och en hade 14,7456 MHz.

IQEXO-3: <https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/exo3.pdf>

**LCD** – en LCD-skärm kopplades in på en mikroprocessorn för att underlätta felsökning.

[https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/hd44780\\_komplett.pdf](https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/hd44780_komplett.pdf)

<https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/jm162a.pdf>

**Reflexsensormodul** – följande sensormodul användes till den autonoma linjeföljningen.

TSEA56

LIPS Generell mall

Grupp 8

AMPLATCH\_2x13: <https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/reflexsensormodul.pdf>

**Bluetooth FireFly** – för kommunikation med robotenheten användes en Bluetooth-länk.

<https://docs.isy.liu.se/pub/VanHeden/DataSheets/firefly.pdf>

<https://docs.isy.liu.se/bin/view/VanHeden/RS232>

**Kinect-enheten** – användes för att möjliggöra styrning av robotarmen.

<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855348.aspx>

<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>

**Invers kinematik** – användes för att styra armen mjukt. [2] [3]

*Fler referenser finns i respektive projekt dokument.*

## 4 Genomförande

Projektet var uppdelat i två faser: en planeringsfas och en konstruktionsfas. Planeringsfasen pågick under VT1, 2016 och konstruktionsfasen under VT2, 2016.

### 4.1 Planeringsfas

Planeringsfasen gick ut på att utforma alla dokument som krävdes, *se projektplan i appendix* för att ge en klar översikt av projektets fortskridande. De dokument som skrevs var:

- **Kravspecifikation:** presenterar på ett tydligt sätt vad som skulle behöva uppnås i projektet, för att projektet skulle bli godkänt.
- **Projektplan:** presenterar hur projektet var utformat, organisation, fasplan m.m.
- **Tidplan:** presenterar hur tiden skulle disponeras för att projektet skulle bli klart i tid.
- **Systemskiss:** ger en tydlig bild av hur systemet skulle vara uppbyggt.
- **Förstudier:** besvarar några av de centrala frågorna i projektet.
- **Designspecifikation:** presenterar på ett tydligt sätt hur robotten skulle konstrueras. Här finns kopplingsscheman för modulerna, och även pseudokod för programkoden m.m.

### 4.2 Konstruktionsfas

Konstruktionsfasen gick ut på att göra allt som krävdes för att robotten skulle uppfylla alla krav som fanns i kravspecifikationen. Projektgruppen arbetade främst i grupper om 2 personer och arbetet delades upp modulvis. Det har också använts ett test-virkort för att kunna testa flera saker samtidigt, exempelvis bussen och styrning av hjul.

Projektgruppen valde att vira om kretskorten en gång för att få en tydligare struktur på virningarna. Slutligen användes två virkort, ett på respektive sida av robotarmen, *se figur 3*. På ett av virkorten satt sensormodulen samt styrmodulen och på det andra kommunikationsmodulen, *se figur 4*.

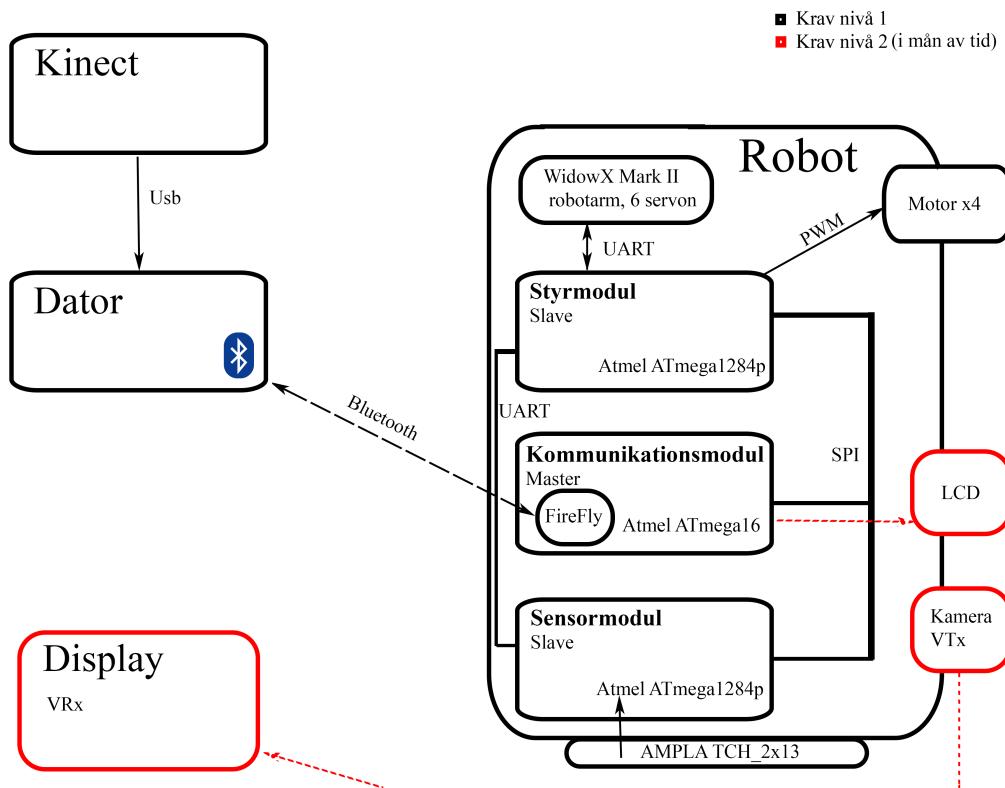
Arbetet har också delats upp i vad som var möjligt att göra vid tillfället då en projektmedlem saknade arbetsuppgift och därfor finns det avvikelse i den modifierade tidplanen jämfört med basplanen. Den modifierade tidplanen har också påverkats av att mer tid har lagts i början av konstruktionsfasen än vad som var planerat, vilket bara gett en positiv påverkan på stämningen i gruppen och utvecklingen av robotten.

Allt arbete under konstruktionsfasen utfördes i laborationssal MUXEN på Linköpings universitet. Där utfördes allt från gruppmöten till programmering och konstruktion.

*För en översikt av hur robotten har konstruerats och de olika aktiviteterna fortskridit, se tidplan i appendix.*

## 5 Teknisk beskrivning

Projektet resulterade i att alla krav 1 och fyra krav 2 uppfylldes. Systemet är uppbyggt enligt *figur 2*. Observera att kameran och displayen är ett helt fristående system.



*Figur 2, översikt av det slutgiltiga systemet. Jämför med figur 1 i designspecifikation (appendix)*

Systemet är konstruerat på följande sätt:

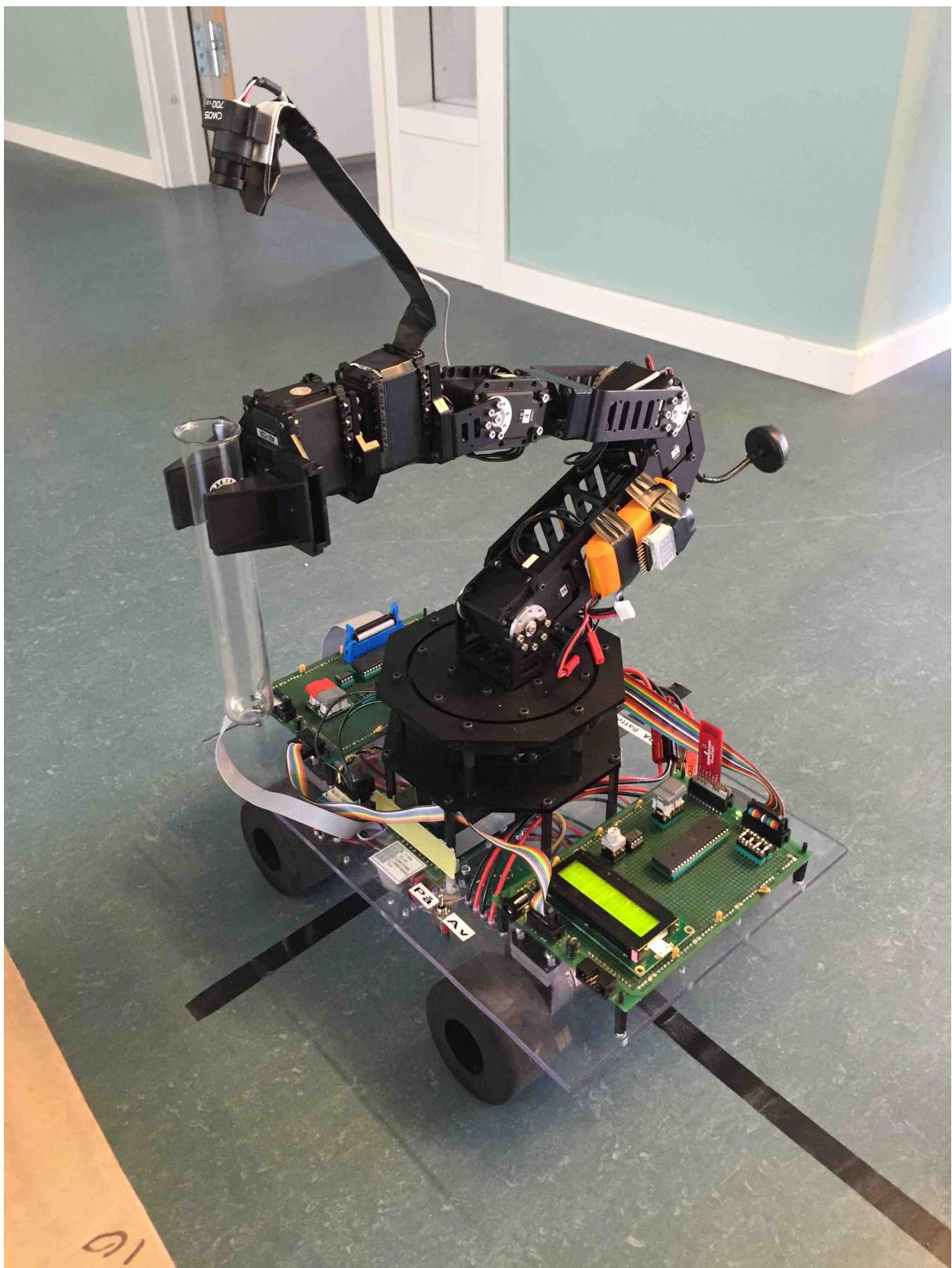
- **Kinect-enheten:** om robotten är i armläge samt om Kinect använder skickar Kinect-enheten kontinuerligt information om användarens skelett till datorenheten. *Se användarhandledning i appendix för mer information.*
- **Datorenheten:** används för att skicka kommandon och parametrar, samt att ta emot data (t.ex. sensorvärden) från robotenheten. För användargränssnittet, *se figur 5*. Om armläge är aktiverat bearbetar datorenheten data från Kinect-enheten, utför inverskinematiken och skickar instruktioner till robotten för att önskad position på robotarmen ska kunna intas.

- **Robotenheten:** är uppdelad i tre delsystem; kommunikationsmodulen, sensormodulen och styrmodulen.
  - **Kommunikationsmodulen:** har som uppgift att distribuera information till datorenheten, styrmodulen och sensormodulen.
  - **Sensormodulen:** ansvarar för insamling av data från omgivningen vilket görs med hjälp av en reflexsensormodul. Reflexsensormodulen är placerad i främre delen av robotplattformen och består utav 11 reflexsensorer varav 7 används.
  - **Styrmodulen:** har som uppgift att kontrollera robotenhetens servon som är lokaliseraade i robotarmen och hjulen. Beroende på om det är armen eller hjulen som styrs kommer styrmodulen att förses kontinuerligt med data antingen från sensormodulen eller datorenheten via kommunikationsmodulen. Data som tas emot tolkas och används för styrbeslut.

Hårdvaran som användes i projektet var följande:

- 3 st. virkort (ett av virkorten användes som testkort i början av projektet)
- 3 st. ATmega 1284p mikrokontroller (en av mikrokontrollerna användes för testkortet i början av projektet)
- 1 st. ATmega 16 mikrokontroller
- 3 st. IQEXO-3 16 MHz oscillator (en av oscillatorerna användes för testkortet i början av projektet)
- 1 st. IQEXO-3 14.7456 MHz oscillator
- 1 st. avstudsad knapp
- 2 st. tryckknappar (en av knapparna användes för testkortet i början av projektet)
- 1 st. HD74LS241P
- 1 st. JM162A LCD-skärm
- 1 st. potentiometer
- 1 st. FireFly Bluetooth modul
- 1 st. AX12 servo (användes för test)
- 1 st. WidowX Robot Arm Mark II från Trossen Robotics (innehållande 2 st. AX12, 2 st. MX28, 2 st. MX64 dynamixelservo)
- lysdioder
- resistorer
- 2 st. seriekopplade NiMH 7,2V 3000mAh batterier
- Fat Shark CMOS 700tvl kamera
- Fat Shark 200mW RaceBand videotransmitter
- ImmersionRC NextWaveRF videomottagare
- TFT color monitor
- 1000 mAh LiPO

Allt detta konstruerades (utom testkomponenterna) och resultatet ser ut enligt figuren nedan, *se figur 3*.



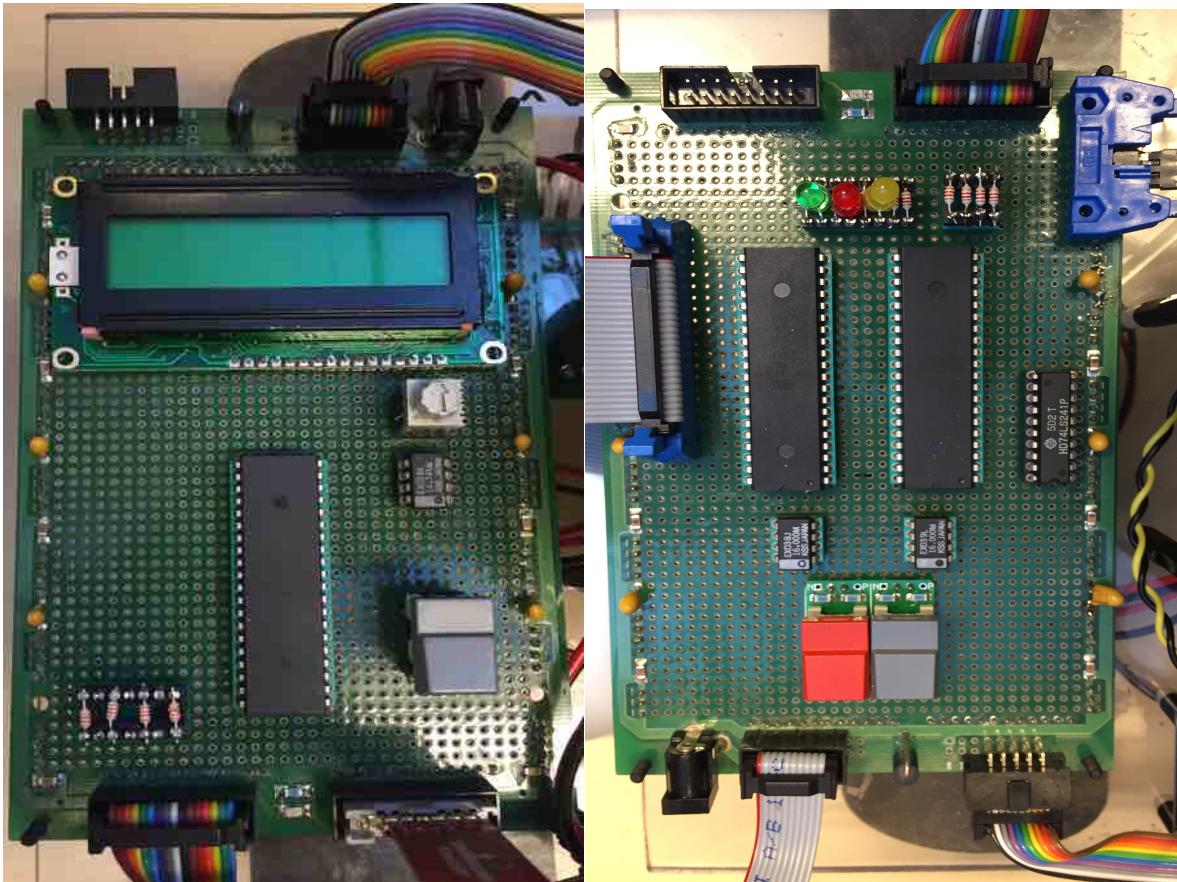
**Figur 3, slutgiltig produkt.**

## 5.1 Val av lösningar

En kreativ lösning som användes var att inverskinematiken för robotarmen implementerades i datorenheten. Genom att göra på detta sätt kunde MATLAB användas för att utföra beräkningarna, vilket sparade mycket implementeringstid.

Ett beslut om att ha styr- och sensormodulen på samma verkort togs tidigt i projektet. Fördelen med detta var att det minimerade störningar på data som överförs från sensormodulen till styrmodulen, då data bör vara så aktuell som möjligt för att kunna reglera på ett optimalt sätt, *se figur 4*.

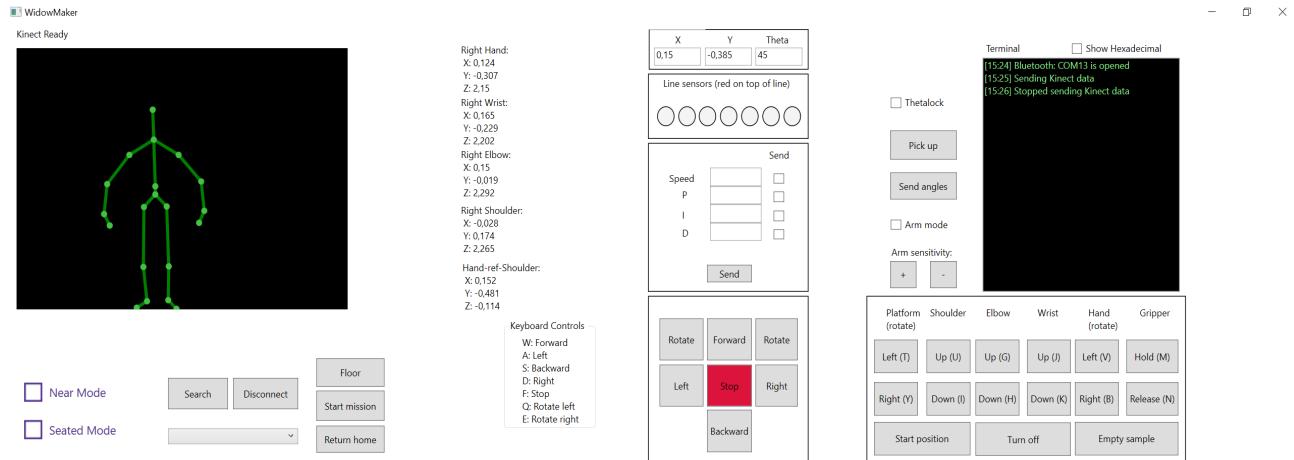
För att ytterligare minimera störningar av sensordata implementerades en extern UART mellan sensor- och styrmodulen. När robotten följer en markering skickas data kontinuerligt, annars används inte UART:en.



Figur 4, till vänster syns kommunikationsmodulen och till höger styr- och sensormodulen.

## 5.2 Användargränssnittet

Användargränssnittet, *se figur 5*, är programmerat i C# och försöker göra det enkelt för användaren. Funktionerna som finns är styrning av hjul, armläge, bilden som Kinect-enheten tolkar, Bluetooth-funktioner samt en terminal med information. För en tydligare beskrivning om hur det används, *se användarhandledning i appendix*.



*Figur 5, användargränssnittet.*

## 5.3 Resultat av förstudier

Under projektets gång har grupperna delats in i par som har fått varsin uppgift att undersöka. De tre olika områdena för förstudierna är: sensor, reglering och kommunikation.

### 5.3.1 Sensoruppgift

Förstudien hade som syfte att undersöka sensorerna som kan behöva användas under projektet. Den klarlägger också på ett tydligt sätt specifikationerna för Kinect-enheten, dess uppbyggnad och användningsområden för att ge användaren en tydligare inblick i hur enheten kan tillämpas i projektet.

Fokus i förstudien läggs på att presentera och diskutera linjesensorn, då denna behövs för att uppnå ett krav 1. Rekommendationen är att en reflexsensormodul bör användas istället för en RFID.

Det presenteras också grundläggande information om vilka sensorer som kan vara användbara om det finns tid för att implementera vissa krav 2, exempelvis krav nummer 21, ”Robotarmens klo ska kunna styras med hjälp av en handske med flexsensorer samt gyro”, *se appendix för kravspecifikation*. De sensorer som kunde behövas för dessa krav är: avståndsmätare, flexsensor, samt en vinkelhastighetssensor.

*Se appendix för förstudien och en utförligare beskrivning av sensorerna.*

### 5.3.2 Regleruppgift

Förstudien gick ut på att ta reda på hur en robotarm bäst styrs i autonoma och i fjärrstyrda fall. Studien presenterar för- och nackdelar med både framåtkinematik och invers kinematik. Den behandlar också hur rörelser ska planeras i förväg.

Regleruppgiften var att utforska hur olika styrssätt används för att armen ska styras mjukt. I studien beaktades fjärrstyrning och autonom styrning samt vilka beräkningar som skulle krävas för att göra dessa styrningar mjuka. Både framåtkinematik och invers kinematik presenterades samt dess för- och nackdelar uppradades. Även rörelseplanering togs upp för att få insikt i hur armens rörelsemönster kan bestämmas.

Studiens slutsats var att när en arm försätts i situationer som inte är repetitiva lämpar sig invers kinematik bättre oavsett om armen styrs autonomt eller fjärrstyrt. När det kommer till rörelseplanering räcker det ofta med att linjärt interpolera mellan nya och gamla koordinater när inverskinematik används.

*Se appendix för förstudien och en utförligare beskrivning av styrning av armen.*

### 5.3.3 Kommunikationsuppgift

Förstudiens fokus ligger i jämförelsen mellan SPI samt I2C, där rapportens diskussion ska ge en bild av vilket av alternativen som ger projektet bäst resultat. Förstudien presenterar och diskuterar hur de olika alternativen ser ut på fyra områden: hårdvara, prestanda, implementering samt komplexiteten på tillhörande funktioner. Då projektet har en tidsbudget var det alternativ som erbjöd enklare lösningar till mindre tid mer åtråvårt. Komplexa funktioner och dyligt var inget som ansågs nödvändigt.

Då projektets databuss består av tre moduler blir tillhörande kablage enkelt att implementera oavsett alternativ. SPI har en fördel jämfört med I2C då den erbjuder fullduplex. Förstudien slutsats blev att båda alternativ erbjuder liknande lösningar men att I2C kräver lite mer att implementera. Då gruppens tidigare erfarenhet av databussar var minimala, föll rekommendationen på SPI.

Förstudien presenterar även ett tredje alternativ UART, en direktbuss som i projektet användes för att skicka sensordata till styrmodulen. Anledningen till detta är att regulatorn är känslig för tidsfördröjning av sensordata.

*Se appendix för förstudien och en utförligare beskrivning av databussarna.*

## 6 Resultat

Produkten kan användas för att följa en linje på marken för att komma till en förbestämd destination. Sedan kan användaren styra robotarmen antingen via tangentbordet, användargränssnittet eller med hjälp av Kinect-enheten för exempelvis ta upp och flytta ett föremål. *För mer detaljerad information om hur roboten används, se användarmanualen.*

Produkten har tillräcklig prestanda för att klara av en bana enligt banspecifikation, *se appendix*. Produkten klarar alla krav 1 enligt kravspecifikationen.

### 6.1 Milstolpar

De test som har genomförts har utgått ifrån de milstolpar som sattes upp samtidigt som projektplanen, *se problemformulering avsnitt 2*. De två första milstolparna handlar om kommunikation mellan modulerna samt datorenhet och därför har de testats kontinuerligt under projektets gång. Slutresultatet är att kommunikationssystemet kan skicka bytes samt strängar av bytes mellan dator och robotenhet samt mellan de olika modulerna.

Den manuella styrningen som innefattas av milstolpe tre och fyra har tagits fram utifrån de krav på kommandon som ställts i kravspecifikationen. Milstolparna anses uppfyllda då alla kommandon är implementerade och fungerande. Milstolpe fem har verifierats genom att reflexsensorn placerats över en tejp och sedan har detta jämförts med resultatet som visats på GUI:n.

Ett av projektets större moment har varit att robotenheten ska kunna fortskrida autonomt via en bana enligt banspecifikationen med hjälp av PID-reglering. Enligt designspecifikationen skulle enbart PD-reglering användas, men även en I-del implementerades. Från början är parametern för I-delen noll men det kan ändras genom att skicka ett nytt värde från datorenheten om PID-reglering önskas. *Se tekniska dokumentationen i appendix*.

Projektets mest tidskrävande moment var att styra robotarmen via Kinect-enheten. Enligt designspecifikationen skulle detta skötas på styrmodulen med hjälp av en algoritm för invers kinematik. Utifrån förstudien valdes en algoritm som var både effektiv och relativt enkel att implementera, *se tekniska dokumentationen i appendix*. Denna algoritm modellerades i MATLAB då det var lättare att simulera robotarmen i den miljön. Planen var att översätta koden från MATLAB till C så att algoritmen gick att lägga in på styrmodulen, men beslut togs att flytta dessa beräkningar till datorenheten eftersom det ansågs ta för lång tid att översätta koden.

## 7 Slutsatser

En grundligt genomarbetad designspecifikation har varit till stor hjälp och nytta för projektet, speciellt i början. Arbetet med designspecifikationen gav alla medlemmar i gruppen en bra översikt av roboten, vilket gjorde att arbetet kunde startas snabbt och effektivt. Att lägga fokus på bussen i ett tidigt skede har varit till stor nytta, då det var användbart senare i projektet vid felsökning.

Förstudierna har varit till stor nytta för projektet, speciellt den som handlade om reglertechnik. Att få en grundlig förståelse för olika metoder om hur algoritmerna för invers kinematik fungerade, kunde göra att en effektiv och enkel algoritm valdes för projektet.

Gruppen är mest nöjd över armen och dess styrning. Förväntningarna för hur bra armen kunde styras med hjälp av Kinect:en var låga inom gruppen, men resultatet har överträffat gruppens förväntningar.

### 7.1 Framtida arbete

#### Vad skulle ni göra annorlunda om ni skulle göra om samma uppdrag?

Om projektet skulle utföras idag, skulle en bättre tidplan göras, då vissa aktiviteter var grovt överskattade eller underskattade tidsmässigt.

Som systemet är uppbyggt nu består det av en kommunikationsmodul, en sensormodul samt en styrmodul. Styrmodulen hanterar både armen och regulatorn vilket gör att sensordata måste skickas från sensormodulen till styrmodulen. Detta har lösts med en extern UART mellan modulerna. En betydligt smidigare lösning hade varit att ha sensorn och regulatorn på samma modul; då hade en extern UART inte behövts.

#### Vad skulle ni vilja utveckla om ni fick mer tid?

Med mer tid skulle en implementering av kinematiken i styrenheten istället för datorenheten prioriteras. Detta skulle öppna upp för fler möjliga utvecklingar av roboten, bland annat blir det då möjligt att göra roboten helt autonom.

Det skulle även implementeras en handske utrustad med flexsensorer och gyro för att personen som styr armen enkelt ska kunna styra rotation och gripning på robotarmen.

#### Hur skulle ni tänka er att ändra uppgiften för att göra den ännu mer intressant?

Ett annat sätt att göra uppgiften mer utmanande är att ha två eller flera grupper som gör projektet. Då skulle en tävling kunna hållas. Ett exempel på hur tävlingen skulle kunna utformas är att robotplattformen ska åka längs en bana, när målet är nått ska två labbprover som står uppställda enligt en banspecifikation tömmas och sen ska roboten åka tillbaka. Allt detta utförs på tid. Labproverna ska tömmas med hjälp av Kinect-enheten och knappen ”greppa och ta upp föremål” samt ”töm labprov”. Då skulle tävlingen bli rättvis och de som gjort den bäst styrda roboten med hjälp av Kinect skulle ha

en stor fördel. Genom att ha en tävling skulle motivationen öka ännu mer, då tävlingsinstinkten skulle utgöra en faktor.

Det skulle även bli mer intressant om den senaste versionen av Kinect-enheten, Kinect 2.0 användes. Eftersom denna version har bättre sensorer än föregående version skulle troligtvis en del av de opålitliga mätningar som uppstått försvinna, vilket i sin tur skulle ge en robotarm som rör sig mjukare. Det finns även utvecklingsmöjligheter såsom avkänning av fingrar för den versionen.

## Litteraturförteckning

- [1] T. Svensson och C. Krysander, Projektmodellen LIPS, Lund: Studentlitteratur AB, 2011.
- [2] A. Aristidou och J. Lasenby, "FABRIK: A fast, iterative solver for the Inverse Kinematics problem," *Graphical Models*, pp. 243-260, 15 maj 2011.
- [3] A. Aristidou, Y. Chrysanthou och J. Lasenby, "Extending FABRIK with model constraints," *Computer Animation and Virtual Worlds*, pp. 35-57, 02 februari 2016.

*Fler referenser finns i respektive projektdokument.*

## Appendix

- A. Projektdirektiv
- B. Kravspecifikation
- C. Banspecifikation
- D. Systemskiss
- E. Projektplan
- F. Tidplan
- G. Förstudie sensoruppgift
- H. Förstudie kommunikationsuppgift
- I. Förstudie regleruppgift
- J. Designsifikation
- K. Teknisk dokumentation
- L. Användarmanual
- M. Efterstudie