

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 1

Projektnamn	Autonom Truck
Beställare	Andreas Bergström, ISY
Projektledare	Student
Projektbeslut	Magnus Persson och Andreas Bergström
Projektid	Läsperiod 1-2, HT 2018. Projektet klart senast vid projektkonferensen.
Rapportering	<p>Löpande rapportering: Varje vecka ska tid rapporteras per person och aktivitet samt en statusrapport inlämnas till beställaren på ISY.</p> <p>LIPS-dokument:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kravspecifikation • projektplan med aktivitetslista • översiktlig tidplan • enkel testplan • designspecifikation • testprotokoll • mötesprotokoll med en enkel statusrapportering • tid ska rapporteras per person och aktivitet en gång i veckan • protokoll över beslutspunkter • användarhandledning • dokumentation av projektresultat i form av en teknisk rapport • efterstudie med uppföljning av resultat och använd tid <p>Krav på rapportering utöver LIPS-dokumenterna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • muntlig presentation av systemet innan BP2 för beställaren • poster • muntlig presentation där genomförande och resultat beskrivs • hemsida som beskriver projektet • film att publicera på Youtube • nyskriven kod ska vara kommenterad/dokumenterad och uppfylla gängse standarder såsom t.ex. <ul style="list-style-type: none"> • Google: https://google.github.io/styleguide/cppguide.html https://google.github.io/styleguide/pyguide.html

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 2

Parter	Kund: Magnus Persson, Toyota Material Handling Beställare: Andreas Bergström, Avdelningen för reglerteknik vid LiTH Projektgrupp: 7-10 studenter
Projektets bakgrund och syfte	<p>Toyota Material Handling i Mjölby utvecklar och tillverkar truckar för godshantering. En tydlig trend är att lagerhantering blir mer och mer automatisk, och på Toyota pågår en storsatsning på förarlösa truckar. Då riktiga truckar är stora, höga och tunga (väger 1-3 ton) krävs speciella och stora lokaler för att inte misstag ska leda till förödande konsekvenser. Dessutom är dagens system för navigering av autotruckar komplicerat, dyrt och tar lång tid att sätta upp (noggrant inmätta och positionerade reflexer, specialmjukvara etc.). Detta begränsar starkt möjligheten att testa, visa upp och marknadsföra autotruckar utanför labbet i Mjölby.</p> <p>Mot bakgrund av detta har Toyota Material Handling tagit fram en liten (gaffel-)truckplattform för att använda såväl till forskning och utveckling, som för att visa för kunder och ha med på mässor och liknande. I dagsläget finns två stycken fullt fungerande truckar i skala 1:3 med en vikt på ca 180kg vardera kapabla att lyfta en relativt tung pall på upp mot 10 kg på 40x30cm, och med samma grundfunktioner som den fullstora modell som säljs till företagets kunder.</p> <p>Dessa små truckar är dessutom försedda med diverse sensorer (laserscanner, olika kameror etc.) samt en Nuvo-5095GC industridator. De är i dagsläget kapabla till ett visst mått av positionering/navigering (SLAM) samt visst självkörande.</p> <p>Det finns även en visualiserings-/simuleringsmiljö, baserad på den välkända Unity3D-motorn (www.unity.org), vilken dock ännu ej har någon lokaliseringslösning på plats, ej heller en exakt fysikalisk modell av trucken.</p>

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 3

	<p>Syftet med detta projekt är att vidareutveckla truckplattformen för en ökad och förbättrad nivå vad gäller modellering, ruttplanering och autonomi. Mycket av arbetet kommer att ske i denna simuleringsmiljö, varefter färdigställd funktionalitet kommer att flyttas över och testas på den fysiska truckplattformen.</p>
<p>Projekts mål och effekt</p>	<p>Målet med projektet är att förbättra autonomin hos trucken, vilket kan inkludera flera, men ej nödvändigtvis alla, nedanstående delar.</p> <p>Modellering (i simuleringsmiljön)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fysik/Mekanik: Ta fram/implementera en bättre dynamisk modell för trucken. Den som finns idag överensstämmer inte tillräckligt bra med den faktiska trucken. En bra modell är en viktig grundsten som behövs för såväl rörelseplanering, reglering och sensorfusion. • Sensorer: Vad gäller sensorer verkar det som om en lidar-modell redan finns på plats. Även odometri-data skall gå att läsa ut på ett enkelt sätt. Om andra sensormodaliteter önskas (kamera, ultraljud, ngn slags radio, magnetometer osv.) så behöver detta dock modelleras. <p>Rörelseplanering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planering: Generera en optimal (?) rörelseplan för att ta sig från startpositionen till en position framför en vald lastposition. Hänsyn bör tas till hinder, andra truckar, tidseffektivitet etc. I dag finns en enkel variant samt en något mer avancerad A*-baserad algoritm, men andra varianter torde vara möjliga. • Dynamisk Planering: De existerande algoritmerna är statiska, dvs de ändrar inte planen om t.ex. hinder dyker upp, om ett jobb behöver prioriteras om osv. Vad man vill ha är snarare ett dynamiskt beteende som klarar just detta – att planera om givet nya förutsättningar. • Inkludera gaffeln/lyft: I dag planeras bara en trajektoria för truckkroppen, dvs att köra från en punkt till en annan, med en

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 4

	<p>given vridning, men utan hänsyn till gaffeln – trucken lyfter ingenting automatiskt idag (även om det går att göra manuellt). Man skulle kunna utöka planeringen så att även gaffelpositionerna/lyft inkluderas i trajektorian, så att den faktisk kan tex lyfta en pall från ett ställe, ställa den på ett annat under resans gång, på ett optimalt sätt, höja/sänka gafflarna.</p> <p>Reglering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skapa en modellbaserad regulator som på bästa sätt exekverar och följer den av planeraren genererade trajektorian för truck (såväl som gaffel). En möjlig lösning är MPC. <p>Simulering och testning:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uppdatera simulatormen med nya modeller/algoritmer. • Utvärdera i den Unity3D-baserade simulatormiljön. • Utvärdera på riktigt, dvs på den fysiska trucken/-arna. <p>Notera: Mycket av arbetet kommer att ske i simuleringsmiljön, varefter färdigställd funktionalitet kommer att flyttas över och testas på den fysiska truckplattformen. Projektmedlemmarna kommer vid ett flertal tillfällen besöka Toyotas utvecklingsavdelning i Mjölby, dels för att förstå uppgiften på bästa sätt men även för att testa och verifiera på fysisk truck.</p> <p>Trucken/-arna med funktionalitet kommer att användas och visas upp vid ett flertal tillfällen, både internt på Toyota men även externt såsom exempelvis arbetsmarknadsdagar på LiU, specifikt LARM 2019 (februari).</p>
--	---

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Reglerteknisk Projektkurs

Andreas Bergström

andreas.bergstrom@liu.se

Projektdirektiv18_Toyota_v1.0.doc

LIPs
ChrKr

CKr

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 5

Projektets långsiktiga mål	<p>Projektets långsiktiga mål är att utveckla en mer eller mindre helt autonom truckplattform. På sikt (kommande läsår eller som bonusuppgift i mån av tid och intresse) kan man tänka sig att lägga till funktionalitet såsom exempelvis:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Radio-positionering: Komplettera/ersätt lidar/kameror med radiomätningar från tex WIFI, BLE, UWB för att få bättre prestanda eller minskad komplexitet (kan vara tungt med stora videoströmmar). •Signalbehandling/klassificering: Klassificera objekt (t.ex. pallar, hinder, andra truckar, människor, ställage etc.) utifrån lidardata (eller för den del andra sensormodaliteter). •Multi-agent SLAM: Låt flera truckar bygga upp en gemensam omvärldsbild, istället för att ha en per truck. •Reläande av information: Låt en förbipasserande truck agera proxy och läsa av information från ej uppkopplade objekt den passerat (tex pallar, ställage etc.) för att relä denna info vidare. Detta kan uppenbarligen påverka valet av planerad rutt. Flottoptimering: Flera truckar rör sig i samma miljö och bör kommunicera med varandra för att nå optimerat flöde och produktivitet. Hur fördela olika moment/uppdrag mellan de olika truckarna på ett optimalt sätt? Ta hänsyn till kapabilitet (om heterogen flotta), laddstatus, nuvarande position osv. •Göra ett orderhanteringssystem som på ett användarvänligt sätt hämtar utvalt gods till en viss position. •
-----------------------------------	--

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 6

Delleveranser	<p>BP2 ska infalla senast tre veckor efter första föreläsningen. Då ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verbal presentation av systemet • kravspecifikation • projektplan inklusive tidsplan • utkast på designspecifikation <p>Vid BP3 ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • designspecifikation • testplan <p>Vid BP4 (om applicerbar) ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • all funktionalitet (i princip) <p>Vid BP5 (ca en halv vecka före leverans till kund) ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • all funktionalitet • testprotokoll • användarhandledning • presentation där det visas att kraven i kravspecifikationen är uppfyllda <p>Vid BP6 (efter leverans till kund men innan projektkonferensen) ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • teknisk rapport • efterstudie med uppföljning av resultat och använd tid • posterpresentation • hemsida som beskriver projektet • film att publicera. <p>OBS! Inget material, inklusive hemsida och film, får publiceras offentligt utan godkännande. Tänk på upphovsrätt..!</p> <p>Dessutom ska tidsrapportering per aktivitet och person samt</p>
----------------------	---

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 7

	<p>statusrapportering sammanställas av projektledare och lämnas in till beställare en gång per vecka. Statusrapporten skall även skickas till kunden.</p>
Projektdeltagare	<p>Projektroller som måste finnas i projektet (kan till viss mån tillåtas överlappa om nödvändigt):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektledare • Dokumentansvarig • Testansvarig • Designansvarig • Komponentansvaring Modellering • Komponentansvaring Planering • Komponentansvaring Reglering <p>Gruppens samlade förkunskap skall inbegripa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reglerteknik inkl. Modellbygge, Optimal Styrning och (helst) även Planering • Sensorfusion (SLAM etc.) • Programmering och programvaruarkitektur <p>Erfarenhet av grafisk/fysikaliska simulerings-/visualiserings miljöer (Unity3D, Gazebo etc.) är en fördel, men ej ett måste.</p>
Kontakter	<p>ISY: Andreas Bergström, andreas.bergstrom@liu.se (beställare) Erik Hedberg, erik.hedberg@liu.se (handledare)</p> <p>Toyota Material Handling: Magnus Persson, magnus.persson@toyota-industries.eu (kund) Boris Ahnberg, boris.ahnberg@toyota-industries.eu (koordinator)</p>

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Projektdirektiv

Andreas Bergström

2018-08-31

Sida 8

Införandebeslut	Tas av beställare vid BP2
Inköpsansvar	All nödvändig utrustning och programvara tillhandahålls av Linköpings Universitet och Toyota Material Handling.
Kostnader	<p>Projektmedlemmar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Varje projektmedlem skall spendera 240 timmar på projektet <p>ISY och Toyota Material Handling:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iordningställande av material från Toyota: 80h (Toyota) •Handledningstid: 40 timmar (Toyota) • 1 dator med mjukvara för utveckling (ROS etc.) (Toyota) • Tillgång till labb och utrustning vid ett antal tillfällen (Toyota) •Handledningstid: 40 timmar (ISY) • 1 projektrum (ISY) • Resa/resor tor. LiU – Mjölby
Finansiering/ Kostnadsställe	ISY, Linköpings Universitet, samt Toyota Material Handling

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 1.0	180827	Slutlig version	AB
Version 0.3	180816	Uppdaterad efter besök och diskussion hos Toyota	AB
Version 0.2	180815	Uppdaterad efter kommentarer från Daniel Axehill	AB
Version 0.1	180702	Första Utkast	AB

Reglerteknisk Projektkurs

Andreas Bergström

andreas.bergstrom@liu.se

Projektdirektiv18_Toyota_v1.0.doc

LIPs
ChrKr

CKr