

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Automation av ledade kommersiella tunga fordon i en dynamisk miljö

KANDIDATARBETE, PLANERINGSRAPPORT

Adrian Lundberg

Aleksandar Babunović

Burkin Günke

Robin Bengtsson

Sebastian Nilsson

Simon Pleijel

Handledare

Elad Michael Schiller

9 februari 2018

Innehåll

1 Bakgrund	2
2 Syfte	2
3 Problem	3
3.1 Riskfyllda trafiksituationer	3
3.1.1 Koordinera säker drift av fordon med V2I baserad på trådlös kommunikation	3
3.1.2 Ruttplanering	3
3.2 Adaptivitet som ett designkriterium	3
3.3 Delmål	3
4 Avgränsningar	4
5 Metod	4
5.1 Utförande	4
5.2 Hårdvara, programvara och programspråk	5
5.2.1 Tamiya Volvo FH + trailer	5
5.2.2 Raspberry Pi3	5
5.2.3 Robot Operating System (ROS)	5
5.2.4 RViz	5
5.2.5 GulliView (GPS inomhus)	5
5.2.6 C++, Python	5
6 Samhälleliga och etiska aspekter	6
7 Tidsplan	6

1 Bakgrund

Enligt WHO omkommer varje år mer än 1,25 miljoner människor i trafikolyckor[1]. Mer än 90 % av trafikolyckorna beror på mänskliga fel såsom fortkörning, byte av väglinje utan att använda blinkers, och korsning av trafik vid rött ljus[2]. För att minska antalet trafikolyckor har autonom fordonskörning blivit ett högaktuellt forskningsområde som enligt NREL (National Renewable Energy Laboratory) även har flera positiva effekter för samhället, miljön och ekonomin. Minskade transportkostnader på grund av minskad bränsleanvändning, mer tillgänglig kollektivtrafik och färre olyckor är exempel som tas upp i rapporten [3].

ITS-communityn (Intelligent Transportation Systems) har visat framgångar när det kommer till autonom körning. Idag finns möjligheten för intelligenta fordon att hjälpa mänskliga förare att undvika kollision men även att navigera autonomt i verklig trafik. Aktuell forskning om framtida ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) inkluderar aktiva säkerhetsapplikationer som undviker eller mildrar olyckor genom att varna föraren om kommande faror eller genom att ta kontroll över fordonet när en olycka är nära förestående [4].

DARPA Urban Challenge och Googles senaste presentationer av autonoma fordon visar att intelligenta fordon kan lösa komplex navigation i stadsmiljöer, men inte utan ett antal låghastighetskollisioner [5, 6]. Ett antal forskare studerade anledningarna till kollisionerna som inträffade under DARPA Urban Challenge och skrev en gemensam rapport som bland annat nämner de största utmaningarna för intelligenta fordon:

1. Uppfattning om omgivningen
2. Situationsbhedömning
3. Undvikande av hinder

I denna rapport kommer dessa tre utmaningar att studeras för autonoma ledade tunga fordon som befinner sig i riskfyllda trafiksituationer. De trafiksituationer som undersöks är korsningar och rondeller utan stoppsignal. Här behöver fordonen bilda sig en uppfattning om vilka intentioner de mötande fordonen har. Idag är det branschpraxis att förutsätta att varje fordon i en sådan situation inte kommunicerar sina intentioner sinsemellan. Strategin har istället varit att använda statistiska modeller för att uppskatta hur troligt ett mötande fordons planerade manöver är baserat på nuvarande fart och positionering. Dessa modeller anses idag inte vara tillräckligt säkra för att användas i verkliga situationer [4, 7, 8].

Projektet kommer i samarbete med Volvo Group Trucks undersöka hur autonoma fordon som befinner sig i dessa situationer kan ta sig genom situationen på ett säkert sätt med hjälp av V2I (Vehicle to Infrastructure) kommunikation. Fordontypen som studeras begränsas till tunga, ledade fordon. Detta innebär ytterligare ett lager av komplexitet i sådana trafiksituationer då dessa fordon kräver mer utrymme vid svängar.

2 Syfte

Syftet med projektet är att designa och implementera ett system som kan identifiera riskfyllda trafiksituitioner för tunga autonoma släpfordon, samt hjälpa fordonen att hantera dessa situationer genom att undvika de identifierade riskerna på ett säkert och effektivt sätt. Dessutom är målet att implementera dessa idéer i en testbädd, med förväntningen att den kommer utvecklas bortom detta projekt.

3 Problem

Det övergripande problemet är att få flera autonoma fordon att samverka i en miljö bestående av korsningar, raksträckor och rondeller på ett säkert och så effektivt sätt som tillgängligt utifrån givna begränsningar. Eftersom miljön som de autonoma fordonen färdas i kan inte antas vara felfri leder detta till flera utmaningar.

3.1 Riskfylda trafiksituationer

I trafik med flera fordon uppstår situationer då olika fordon behöver åka i varandras färdvägar för att ta sig till sin destination. I dessa situationer får en krock mellan fordonen inte ske, och därför måste dessa situationer kunna hanteras på ett säkert sätt. Garanterad säkerhet kommer ha en påverkan på trafikflödet, vilket kommer mätas för att avgöra hur väl detta problem har hanterats.

3.1.1 Koordinera säker drift av fordon med V2I baserad på trådlös kommunikation

För att kunna hantera riskfylda trafiksituationer säkert är ett alternativ att låta involverade fordon ha något medel att kommunicera för att hantera situationen innan den leder till en kollision. Utmaningen är att undersöka hur V2I kan vara till hjälp för säker drift av flera fordon.

3.1.2 Ruttplanering

Fordonen behöver kunna planera vilken rutt som ska väljas för att ta sig till en given destination. Med flera fordon är inte alltid den kortaste färdvägen den snabbaste, då de kan behöva vänta på övrig trafik för att inte kollidera. I mån av tid kan ruttplaneringen utvecklas så att den tar hänsyn till alla fordon i miljön, och därmed minskar den totala tiden det tar för alla fordon att ta sig till sina destinationer.

3.2 Adaptivitet som ett designkriterium

Kommunikationsfel, fördräjningar och lokaliseringsfel behöver tas i beaktande så att säkerheten inte äventyras. I verkligheten kan oförutsägbara situationer på vägar uppstå, och man kan behöva byta färdväg till sin destination. Om en av lastbilstillverkaren CATs fordon har havererat på vägen, behöver Volvos autonoma släpfordon ta sig runt detta hinder på ett säkert sätt.

3.3 Delmål

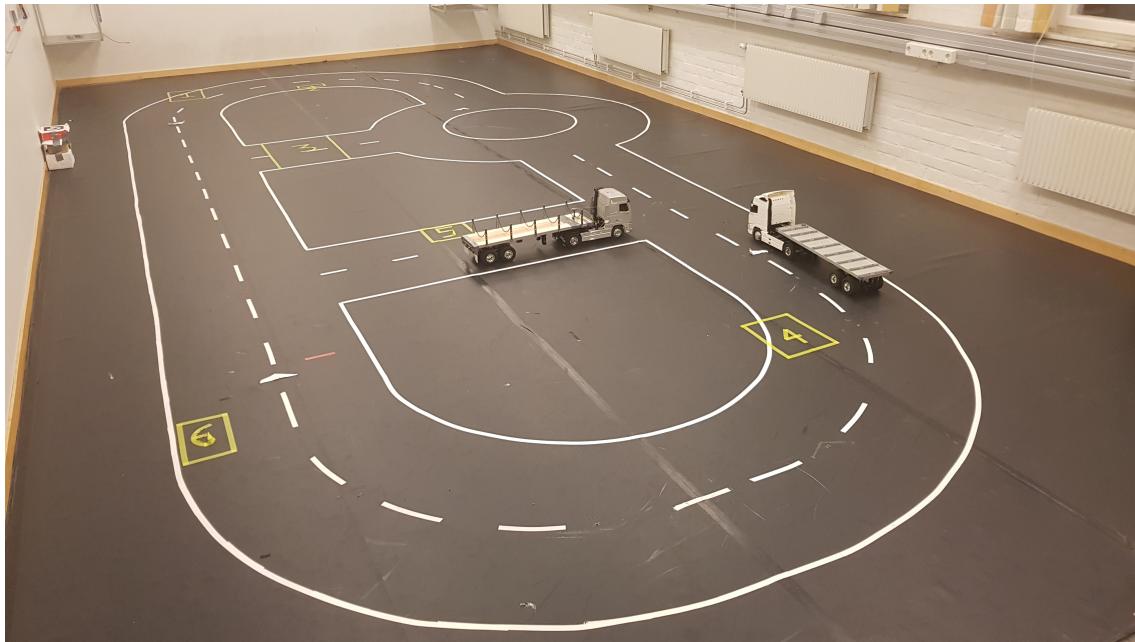
Projektets övergripande delmål är följande, men ej begränsade till:

- Utveckla en metod för diskretisering av en karta över en förenklad trafikmiljö för att identifiera potentiellt riskfylda trafiksituationer
- Undersöka hur ett högnivå-kommunikationsprimitiv [9] kan underlätta koordineringen av flera fordon genom en vägkorsning
- Undersöka hur antalet fordon påverkar väntetiden vid korsningar och rondeller, samt beakta denna väntetid vid planering av färdväg
- Förbättra precisionen av testmiljöns globala positioneringstjänst
- Ge fordonen möjlighet att i en osäker situation ta beslut autonomt som garanterar säkerhet för alla inblandade parter

Följande delmål uppfylls i mån av tid:

- Involvera dynamik i ruttplaneringsprocessen
- Autonom positionsestimering
- Uttöka fordonets autonoma besluttagande för att på ett mer effektivt sätt hantera osäkra situationer

4 Avgränsningar



Figur 1: Labbmiljön som projektet kommer att begränsas till.

En avgränsning som projektet har är att de lösningar som implementeras ska vara möjliga att testas och demonstreras i testmiljön som visas i figuren ovan. Detta projekt begränsar sig även till nedskalade, ledade lastbilar.

5 Metod

Projektet innehåller implementation av mjukvara som identifierar och hanterar riskfyllda trafiksituationer som ett nedskalat, autonomt släpfordon möter under sin färdväg.

5.1 Utförande

Säker framförslag av ett eller flera fordon i testmiljön uppnås genom att dela upp trafikmiljön i diskreta sektioner, där varje sektion är en potentiellt riskfyllt trafiksituation. Därefter implementeras ett centraliserat system som hanterar fordonens tillgång till dessa sektioner. Algoritmer tas fram för att hjälpa fordonen att ta sig mellan sektionerna och samtidigt undvika kollision.

Det görs sedan en undersökning huruvida ett kommunikationsprotokoll fordonen sinsemellan kan göra systemet mer robust då det minskar behovet av ett centraliserat system.

I mån av tid vidareutvecklas projektet genom att göra det feiltolerant i en högre grad. Detta innehåller bland annat implementation av hårdvarukomponenter för avståndsbemötning, med syftet att hindra fordonet från att kollidera med objekt som står i dess väg.

5.2 Hårdvara, programvara och programspråk

Projektet involverar en kombination av hårdvara och mjukvara. I detta avsnitt beskrivs de tillgångar som används för att tackla projektets utmaningar.

5.2.1 Tamiya Volvo FH + trailer



Figur 2: Lastbilsmodellen som kommer att användas i projektet.

Lastbilsmodellen använder sig av en påmonterad Raspberry Pi3 som kör Linux.

5.2.2 Raspberry Pi3

Raspberry Pi3 är en enkortsdator som fästs på lastbilen och är den komponenten på lastbilen som kommunicerar med andra datorer i nätverket med hjälp av ROS. Raspberry Pi:n tar emot meddelanden och skickar styrsignaler till lastbilen. En avståndsmätare kommer att anslutas till Raspberry Pi:n för att detektera närliggande objekt i färdvägen för att undvika kollision.

5.2.3 Robot Operating System (ROS)

ROS kommer att användas för att sköta kommunikationen mellan olika parter i systemet. Detta görs genom att omsluta parterna i noder. Fördelen med ROS är att noderna inte behöver köras på samma system. Detta möjliggör att Raspberry Pi:n på lastbilen kan kommunicera med en laptop som beräknar en rutt genom att kommunicera med GulliView-datorn som med hjälp av kameror har koll på kartan.

5.2.4 RViz

RViz är ett simulationsverktyg för ROS som i detta projekt är anpassat för att visa ett tvådimensionellt ovanifrånperspektiv av en vägbana. I simulatorn rör sig modeller som efterliknar släpfordon genom att följa en riktad graf.

5.2.5 GulliView (GPS inomhus)

I testmiljön används ett system som kallas för GulliView vilket är anpassat för inomhus bruk och fungerar genom visuell lokalisering med hjälp av kameror som sitter i taket. GulliView lokaliseras objekt genom att söka efter "april-taggar" som fästs på lastbilarna.

5.2.6 C++, Python

C++ kommer att prioriteras då det i regel ger en snabbare exekveringstid än Python, men i vissa fall så kommer utvecklingen att ske i Python som i mån av tid optimeras med C++.

6 Samhälleliga och etiska aspekter

Olyckor med självkörande fordon är något som otvivelaktligen kommer diskuteras mycket framöver, och är en fråga som under hela projektets gång kommer att ha mycket stor vikt. Säkerhet och undvikande av olyckor kommer ha högre prioritet än allt annat, vare sig det är effektivitet eller energisnålhet. I en artikel från Bloomberg kan man läsa att de flesta olyckor med självkörande fordon involverar en människa som kör in i ett självkörande fordon i låga hastigheter vid korsningar [10]. Till skillnad från verklig trafik så omfattar detta projekt endast situationer med enbart autonoma fordon och eftersom projektet utvecklas i en isolerad miljö behöver mänskliga fel vid körsättning inte tas i beaktning. Det skulle dock vara något man behöver ta hänsyn till om projektet skulle utvidgas till att involvera autonoma fordon ute på riktiga vägar. Att autonoma fordon problemfritt kan följa aktuella trafiklagar vore centralt för att minska olyckor. Projektets resultat kan ge insikt i dessa frågor.

7 Tidsplan

Gantt-schemat kommer att vara en riktlinje för projektets fortgång.

Delmål	Start	Färdig	Tid	Januari			Februari				Mars				April				Maj				
				V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
Projektplan	16/1	9/2	25d																				
Inläsning	12/2	18/2	7d																				
ZooKeeper & kommunikation	14/2	24/2	10d																				
Ruttplanering	14/2	24/2	10d																				
Halvtidsredovisning	18/2	27/2	9d																				
Sensorintegering	14/2	21/4	66d																				
Dynamisk ruttplanering	5/3	28/4	56d																				
Autonom positionestimering	16/4	29/4	13d																				
Projektrapport	5/2	13/5	112d																				
Slutredovisning	14/5	24/5	10d																				
Avslutning	28/5	1/6	5d																				

Figur 3: Gantt-schema.

Referenser

- [1] World Health Organization. *Road traffic injuries*. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/>. (Hämtad: 09/02/2018).
- [2] O. Olarte. *Human error accounts for 90% of road accidents*. URL: <http://channel.staging.alertdriving.com/home/fleet-alert-magazine/international/human-error-accounts-90-road-accidents>. (Hämtad: 09/02/2018).
- [3] National Renewable Energy Laboratory. *Autonomous Vehicles Have a Wide Range of Possible Energy Impacts*. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/59210.pdf>. (Hämtad: 09/02/2018).
- [4] S. Lefèvre m. fl. *Modelling Dynamic Scenes at Unsignalised Road Intersections*. [Research Report] RR-7604, INRIA. 2011. inria-00588758, p. 3 and p. 15-16. URL: <https://hal.inria.fr/inria-00588758/document>.
- [5] DARPA. *Urban Challenge*. URL: <http://archive.darpa.mil/grandchallenge/>. (Hämtad: 09/02/2018).
- [6] The New York Times. *Google Cars Drive Themselves, in Traffic*. URL: <http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html>. (Hämtad: 09/02/2018).
- [7] S. Lefèvre, C. Laugier och J.I Guzmán. *Intention-Aware Risk Estimation for General Traffic Situations, and Application to Intersection Safety*. [Research Report] RR-8379, INRIA. 2013. hal-00875356, p. 3 and p. 15-16. URL: <https://hal.inria.fr/hal-00875356/document>.
- [8] J. Eggert, S. Klingelschmitt och F. Damerow. *The Foresighted Driver: Future ADAS Based on Generalized Predictive Risk Estimation*, s. 8. URL: https://www.researchgate.net/profile/Florian_Damerow/publication/284181663_The_Foresighted_Driver_Future_ADAS_Based_on_Generalized_Predictive_Risk_Estimation/links/564ed71a08aefee619b0ff373.pdf.
- [9] N. Lynch. *Distributed Algorithms*. Elsevier (imprint: Morgan Kaufmann). URL: <http://groups.csail.mit.edu/tds/distalgs.html>.
- [10] Bloomberg - R. Beene. *It's No Use Honking. The Robot at the Wheel Can't Hear You*. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-10/it-s-no-use-honking-the-robot-at-the-wheel-can-t-hear-you>. (Hämtad: 09/02/2018).