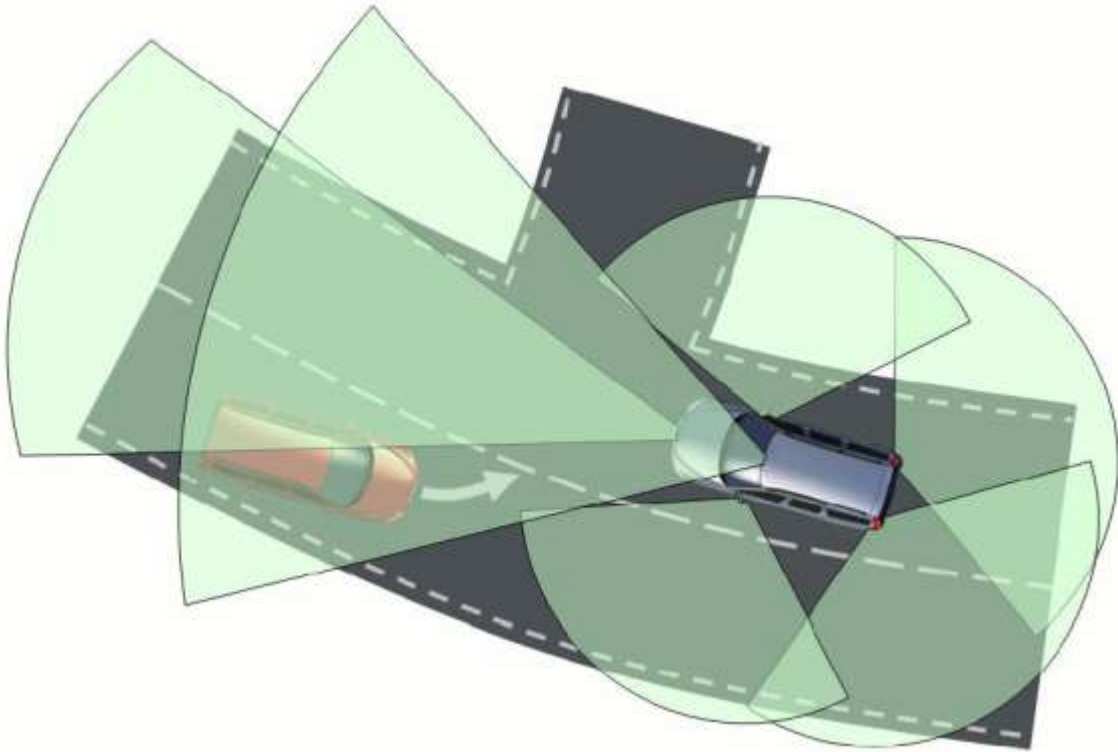


FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

Slutrapport Non Hit Car And Truck 2010-2015



Författare: Anders Almevad
Datum: 2015-07-30
Delprogram Fordons & Trafiksäkerhet

Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund	5
3. Syfte.....	5
4. Genomförande.....	5
5. Resultat	9
5.1 Bidrag till FFI-mål	9
6. Spridning och publicering.....	9
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	9
6.2 Publikationer	11
7. Slutsatser och fortsatt forskning.....	12
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	14

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på www.vinnova.se/ffi

1. Sammanfattning

Non Hit Car And Truck projektet stöttar Volvo Cars säkerhetsvision för 2020 som säger att ingen ska dödas eller skadas allvarligt i en Volvobil, liksom Volvokoncernen vision om noll olyckor med Volvo produkter.

Projektet har fokuserat på att ta fram säkerhetsfunktioner som hanterar de olyckstyper som inte täcks fullt ut av dagens säkerhetssystem.





Det utökade funktionsinnehållet skapar utökat behov av sensorinformation. Nya sensorer adderas för att supportera nya funktioner och med denna utökade nya information kan även redan existerande funktioner förbättras och utökas. En stor utmaning är på bästa och effektivaste sätt kombinera och dela information mellan de växande antalen tillgängliga sensorer i fordonen, t.ex. kamera, radar, lidar GPS etc. Sensor fusion ökar potentialen att nå de överordande målen.

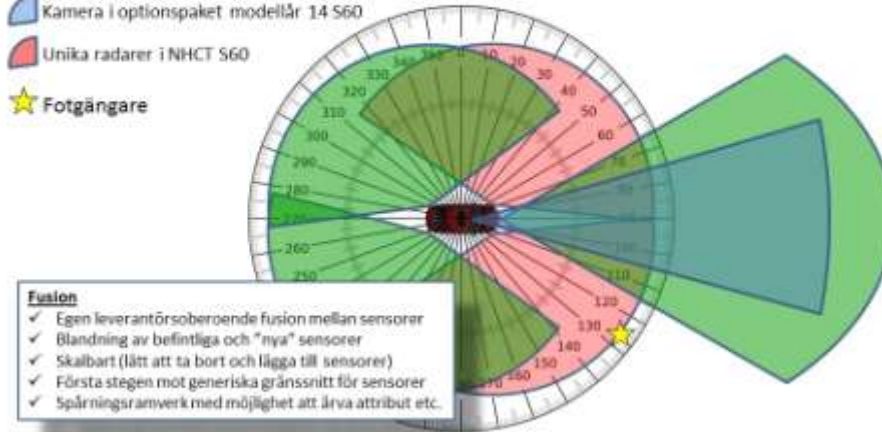
Resultat Non Hit Car And Truck

1. Sensor fusionsramverk som hanterar dagens sensorer teknologier
2. Omgivningsbild - 360 graders vy runt fordonet
3. Ny funktionsoberoende hotutvärdering med benämning "Manövergenerator" som skapar kollisionsfria flyktvägar för komplicerade trafikscenario
4. Demonstratorfordon där projektresultat kan visualiseras



Non Hit Car & Truck: Fusion av sensordata

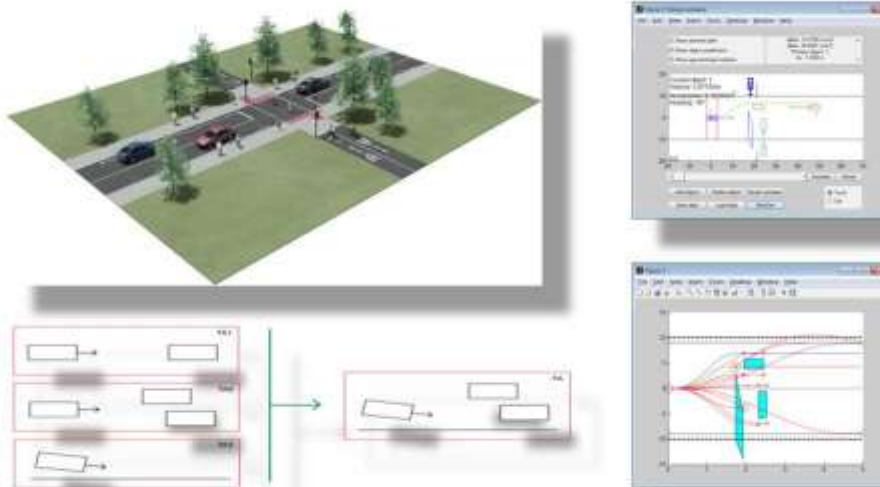
-  Radarer i optionspaket modellår 14 S60
-  Kamera i optionspaket modellår 14 S60
-  Unika radarer i NHCT S60
-  Fotgängare



NHCTs bidrag till FFI programkonferens: På väg mot målen! 2013-11-16, Volvo Personvagnar, Anders Almevad, anders_almevad@volvocars.com
 Utgivningsdatum: 2013-11-18, Version1, Säkerhetsklass: Publik information

Figur1: Sensor fusionsramverk och omgivningsbild - 360 graders vy runt fordonet

Non Hit Car & Truck: Kollisionsfria flyktvägar för komplicerade trafikscenario



NHCTs bidrag till FFI programkonferens: På väg mot målen! 2013-11-16, Volvo Personvagnar, Anders Almevad, anders_almevad@volvocars.com
 Utgivningsdatum: 2013-11-18, Version1, Säkerhetsklass: Publik information

Figur2: Ny säkerhetsfunktion med benämning "Manövergenerator" som skapar kollisionsfria flyktvägar för komplicerade trafikscenario

Volvo Cars är ansvarig projektkoordinator. Deltagande parter är: AB Volvo (Volvo Group, representerade av Volvo 3P och Volvo Group Trucks Technology (GTT)), Chalmers Tekniska högskola, HiQ, ÅF och Mecel. Samarbetet mellan industrin och akademien är mycket viktigt och bygger kompetens inom säkerhetsdomänen i Sverige.

Projektet pågår från kvartal 3 2010 till kvartal 2 2015. Total projektkostnad är 79775340 SEK. Denna sammanfattning gäller åren 2010 till och med 2013 i och med att projektet rent administrativt är uppdelat i två projekt (Non Hit Car & Truck, Diarienummer 2010-01148 och Non Hit Car & Truck 2014-2015, Diarienummer 2012-03680).

2. Bakgrund

Non Hit Car And Truck projektet är förlängning av ”Non Hit Car projektförslaget” som tidigare definierats av Volvo Cars under 2008-2009. Projektet fokuserar på att tillsammans utveckla teknologier som reducerar olycksrisken för både personbilar och kommersiella fordon med fokus på att adressera och lösa situationer som dagens aktiva säkerhetssystem inte löser tillräckligt bra.

För att uppnå målen krävs nya och förbättrade säkerhetsfunktioner med verklighetsbaserade fördelar som täcker hela säkerhetsdomänen från strategisk körning till i krock aktiverade funktioner.

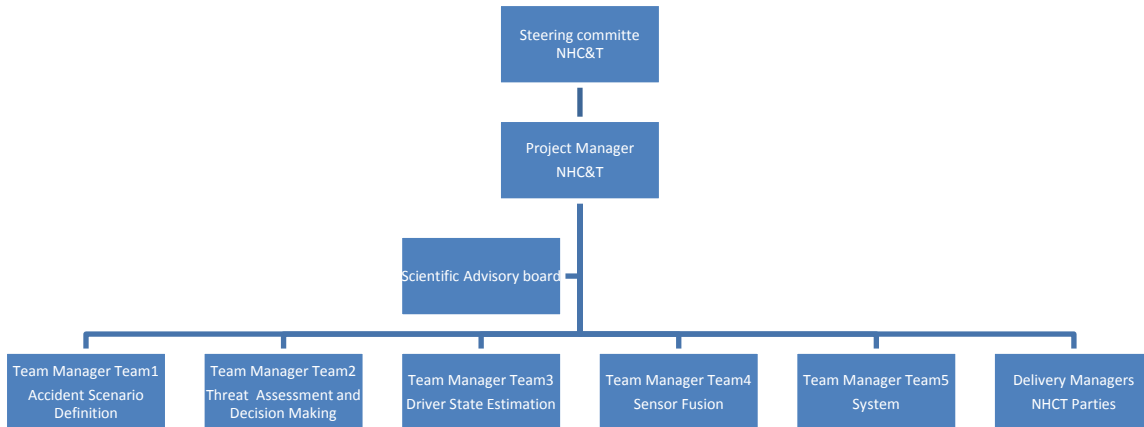
3. Syfte

Projektet syftar till att stödja:

- Volvo Personvagnars 2020 säkerhetsvision som säger att från och med 2020 ska ingen dödas eller skadas allvarligt i en Volvobil
- Volvokoncernen vision om noll olyckor med Volvoprodukter

4. Genomförande

Projektet har bedrivits med hjälp av följande organisation.



Figur3: Organisation Non Hit Car And Truck

Initialt hade projektet fyra stora arbetspaket (WP, Work Packages):

1. Projektledning
2. Analys av hot och beslutsfattande
3. Perception
4. System Design

Innehållet i de fyra arbetspaketen förfinades initialt i projektet och fördelades mellan de olika teamen på följande sätt (finns bara på engelska):

Team1 = Accident scenario definition			
Team2 = Threat Assessment and Decision Making			
Team3 = Driver state estimation			
Team4 = Sensor Fusion			
Team5 = System			

WP 1 – Project management			
Task	Task description	Contributor	
Task 1: PM	Project Management	VCC	

WP 2 – Threat Assessment and Decision Making			
Task	Task description	Contributor	Team
Task 1: Adaptive Driver Models	Deliver an adaptive real-time driver model that predicts driver behavior for situation assessment in all accident scenarios.	Chalmers, VCC, Volvo Group	3
Task 3: Situation assessment and decision making	Deliver an adaptive real-time situation assessment model that predicts situation assessment in all accident scenarios. Deliver an adaptive real-time decision model that decides specific motion requests in all accident scenarios.	Chalmers, VCC, Volvo Group	2
Task 4: Warning and actuation	Deliver a real-time path module that includes path predictions for all accidents scenarios	VCC, HiQ, ÅF, Volvo Group	2
Task 6: Accident scenario definition	Deliver a common Scenario definition document/database that will be used throughout the project (incoming requirements from partners based on statistical accident facts, markets demands and research level needs)	Chalmers, VCC, Volvo Group, HiQ, ÅF	1
Task 7: Passive Safety System	Consider Passive Safety system sensors when making an adaptive real-time situation assessment model that predicts situation assessment in all accident scenarios.	VCC	2
Task 8: Test Equipment	Create test equipment setup that covers all scenarios defined (HIL, SIL, CAE, ...).	VCC, Volvo Group, HiQ, ÅF, Mecel	5
Task 9: Test Methods	Create test methods that covers all scenarios defined (HIL, SIL, CAE, Simulink, Matlab ...).	VCC, Volvo Group, HiQ, ÅF, Mecel	5
Task 10: Testing	Perform test in different environmental (HIL, SIL, CAE, Simulink, Matlab, vehicle ...).	VCC, Volvo Group, HiQ, ÅF, Mecel	5

WP 3 – Perception			
Task	Task description	Contributor	Team
Task 1: Next generation sensor set	Sensor research ensures a X (360) degree view of the vehicle surroundings including utilization of map data, Vehicle-to-Vehicle and Vehicle-to-Infrastructure communication needed for supporting defined scenarios.	VCC, ÅF, Mecel, Volvo Group	4
Task 2: Sensor Fusion – Object Fusion	The main deliverable is to create a X (360) degree tracking system, capable of positioning objects on the local map. The proposed work will help the interpretation of the situation and the risk judgement, which in turn guides the decision of warnings or o	Chalmers, VCC, Mecel, Volvo Group	4

WP 3 – Perception			
Task	Task description	Contributor	Team
Task 3: Sensor Fusion – Static Environment Fusion	The main deliverable is an implementation of Static Environment Fusion i.e. a sub function of the Sensor Fusion block that fuses information from map data with data cameras and radars to provide a X (360) degree local map around the ego vehicle.	Chalmers, VCC, HiQ, Mecel, Volvo Group	
Task 4: Test Equipment	Create test equipment setup that covers all scenarios defined (HIL, SIL, CAE, ...).	VCC, Volvo Group, HiQ, ÅF, Mecel	5
Task 5: Test Methods	Create test methods that covers all scenarios defined (HIL, SIL, CAE, Simulink, Matlab ...).	VCC, Volvo Group, HiQ, ÅF, Mecel	5
Task 6: Testing	Perform test in different environmental (HIL, SIL, CAE, Simulink, Matlab, vehicle ...).	VCC, Volvo Group, HiQ, ÅF, Mecel	5

WP 4 – System			
Task	Task description	Contributor	
System (Task1..3)	System management and define prerequisites and requirements on future architectures. Development of novel system verification methods.	VCC, HiQ, ÅF, Mecel, Volvo Group	5
Task 1: System Design	The System designer is responsible for managing the Functional architecture in Simulink. The System Designer shall manage the function requirement cascading process and allocation of requirements according to the defined functional system architecture.	VCC, HiQ, ÅF, Mecel, Volvo Group	5
Task 2: System Verification	The system tester is responsible for the development of Design Validation Methods and tools. The System requirements derived during the project will act as a base for the Design Validation methods. The system tester is also responsible of managing the Sys	VCC, HiQ, ÅF, Mecel, Volvo Group	5
Task 3: Vehicle Build	The main topics of this task are to integrate the chosen sensor set and the development system in the demonstration vehicle. The demonstrator will be continuously updated during the project in order to support the overall objectives.	VCC, HiQ, ÅF, Mecel, Volvo Group	5

Projektet har levererat i enlighet med definierade uppgifter och arbetspaket. För att lösa uppgifterna har ett projektkontor satts upp för Team4 = Sensor Fusion (ÅFs kontor Lindholmen) samt att Team2 = Threat Assessment and Decision Making och Team3 = Driver state estimation flitigt använt Safers lokal Haddon på Lindholmen. Utan dessa två mötesplatser hade inte projektet kunna leverera resultat i den omfattning som gjorts. Det

är helt enkelt ett krav att ha tillgång till gemensamma mötesplatser och kontorsytor för att kunna generera resultat i ett projekt av denna omfattning.

5. Resultat

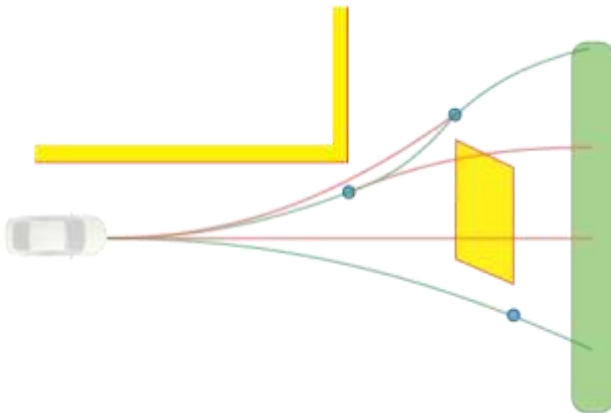
5.1 Bidrag till FFI-mål

Projektet har bidragit genom att vi varit innovativa inom sensor fusion och vidare utvecklat existerande hot och besluts algoritmer i samverkan med akademi, institut och industri med inslag av internationellt samarbete. Konkurrenskraften inom vissa specifika ämnesområden så som sensor fusion och funktionsutveckling har stärkts i och med att alla parter har fått möjlighet att utbilda och på så sätt utöka mängden personer med ämneskunskap. På kort sikt har vi aktivt kunna ge några nyexaminerade ingenjörer ett mycket intresserat och utvecklade arbete. Många av dem har valt att jobba inom NHCT under flera år och kan nu anses erfarna och kan välja att jobba vidare alternativt bidra till att sprida kompetensen hos andra intressenter in fordonsklustret i västra Sverige. Både AB Volvo och VCC har ett flertal projekt på gång där Non Hit Car And Truck kunskaper kan tillämpas och nyttjas direkt för att bidra till att stärka forsknings- och innovationskapacitet. Den internationella kopplingen blir troligtvis större efter projektet i framtida europeiska samarbetsprojekt.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultat spridning

Vilka förändringskrafter i projektets omvärld kan påskynda spridningen av projektresultaten? Kopplingar till andra interna/externa projekt som kan påskynda introduktion eller ge större genomslag?



Figur 4: Kollisionsfri flyktväg, en manöver som hela tiden pågår

Att det finns andra tekniska grupperingar hos parterna (främst hos Volvo Cars och AB Volvo) som visar intresse för vad manövergeneratoren kan göra för att utveckla deras funktioner vidare och kanske bli ännu mer integrerade med säkerhetsfunktioner och på så sätt driva utvecklingen vidare mot färre skadad i trafiken.

Ett exempel kan vara att bromssystemet i fordonet väljer att reglera ut efter en genererad kollisionfri manöver och inte bara efter tidigare kända tillstånd från dagens bromssensorer.

Volvo Cars jobbar med integrering av resultat från projektet till ett industriprojekt med benämning Argus som innehåller nästa generations skalbara säkerhetssystem och dess funktioner. **Spridningen är säkrad och numera (2015) även introduktion i produktion.**

Kunskap och resultat har även delgivits alla involverade parter vid två interna demonstrationstillfällen på provanläggningen Hällered.

Avslutningsdemo på AstaZero 2014-09-26

NHCT FINAL DEMO EVENT

Plats: AstaZero

Datum: 2014-09-24 (Medarbetare NHCT parter)
2014-09-25 (Medarbetare NHCT parter)
2014-09-26 VIP dag: Ledningsgrupp NHCT, AB VOLVO Management, mm.

Tid: 09:00 – 17:00 Onsdag och Torsdag
08:45 – 14:30 Fredag

Syfte

1. Utlåda/informera/Visa personal hos NHCT parter provning på AstaZero baserat på NHCT resultat
2. Visa AstaZero och vad vi gjort i projektet för andra medarbetare som arbetar med utveckling och provning inom området hos respektive NHCT parter.
3. Resultat redovisning för våra sponsorer (liten VIP grupp FFI/Vinnova/Minister + ledningsgrupp NHCT)
4. Resultat redovisning för AB Volvo Management
5. En samverkansmöjlighet för NHCT parter att delta och profilera sitt företag inför en rikstad publik.
6. Påvisa koppling och resultatöverföring till andra pågående projekt hos NHCT parter (Argus, Drive Me, VASP, ...)

Transport par/medarbetare: Enskild transport till AstaZero

Transport FFI/Vinnova/Minister: Hamreras av NHCT:s projektorganisation

Parkering: AstaZero:s gästparkering




Källa: Anders Ahnfeldt, Åke Mörk, Olof Högl, Security Center, Prepressbyrå
Dokument ID: 2014-09-26

Offentliga event

FFI programkonferens - På väg mot målen 2013

<http://www.vinnova.se/sv/Aktuellt--publicerat/Kalendarium/2013/131121-FFI-programkonferens/>

FFI programkonferens, 6 november, 2014

Non-Hit Car and Truck

Projektbekrivning

Projektet stöttar Volvo Cars säkerhetsvision för 2020 som säger att ingen ska dödas eller skadas allvarigt i en Volvobil, liksom Volvokoncernens vision om noll olyckor med Volvo produkter. Projektet har fokuserat på att ta fram säkerhetsfunktioner som hanterar de olyckstyper som inte täcks fullt ut av dagens säkerhetssystem. Det utökade funktionsinnehållet skapar utökad behov av sensorinformation. Nya sensorer adderas för att supportera nya funktioner och med denna utökade nya information kan även redan existerande funktioner förbättras och utökas. En stor utmaning är på bästa och effektivaste sätt kombinera och dela information mellan de växande antalen tillgängliga sensorer i fordonen, t.ex. kamera, radar, lidar, GPS etc. Sensorfusion ökar potentialen att nå de överordnade målen.

Resultat

- 360°-vy av omgivningen runt fordon
- Fusion av sensordata (radar, kamera, GPS, etc.)
 - Ny sensorfusion i produktion som baseras på resultat vid införande av nästa generations sensorer
- Kollisionfria flytvägar för komplicerade trafikscenarier
 - Nya funktioner som baseras på resultat i produktion 2017 - Volvo Cars
- Demonstratorfordon där projektresultat kan visualiseras
- Verktyg
 - Visualiseringsverktyg för 360° vy
 - TCMView (matlab "plugin")
 - TCView (java applikation för Android och PC miljö)
 - Fake Targets i riktig bilmiljö med riktiga ingrepp (bromsstyrning)

Samhällnytta

- Bidrar till färre antal skadade och dödade i trafiken
- Stärker internationell konkurrenskraft inom vissa specifika ämnesområden så som sensor fusion och funktionsutveckling. I och med att alla parter har fått möjlighet att utbilda och på så sätt utöka mängden personal med ämneskunskap.

Kontakt: Projektledare Anders Almevad, anders.almevad@volvocars.com

FFI - FORDONSSTRATEGISK FORSKNING OCH INNOVATION VINNIVÄRDETT



6.2 Publikationer

Parter	Titel
VCC	Real time path planning for threat assessment and lateral control
VCC;#AB Volvo;#Chalmers;#Hi Q	Survey of maneuver generation methods for active safety path planning and threat assessment
Chalmers	A Study of MAP Estimation Techniques for Nonlinear Filtering
AB Volvo;#ÅF	Transforming local sensor tracks prior to track-to-track fusion in an automotive safety system
Chalmers	Bayesian road estimation using on-board sensors
Chalmers	Online driver behavior classification using probabilistic ARX models
VCC;#AB Volvo	Sensor data fusion for multiple sensor configurations
Chalmers	Clothoid-Based Road Geometry Estimation Using Moving Objects
Chalmers	Classification of longitudinal driver behavior
Chalmers	Nonlinear Filtering Methods in Road Geometry Estimation
Chalmers	A study of appropriate model complexity for estimation of car-following behavior

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Team2 - Analys av hot och beslutsfattande

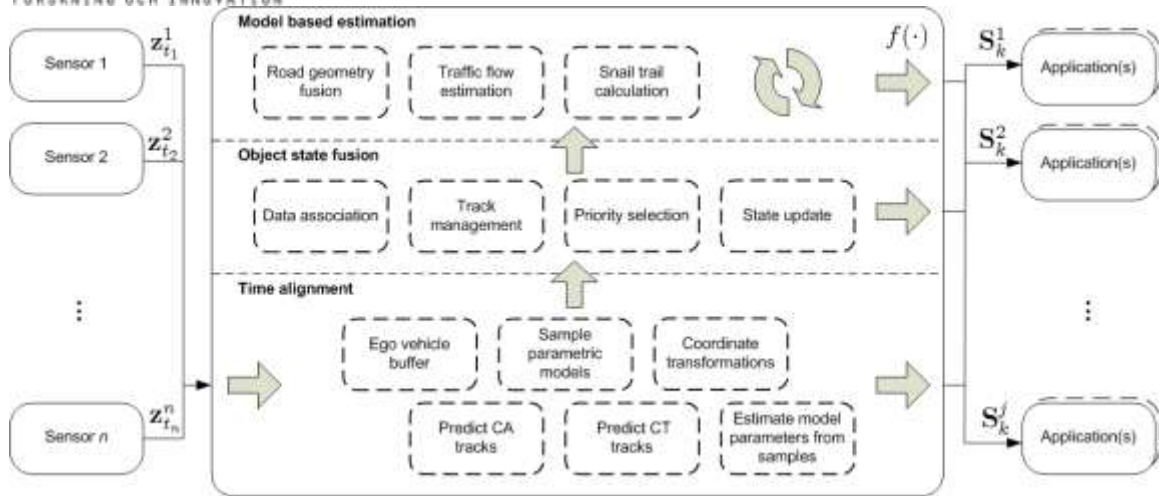
Vi har lyckats att skapa en funktionsoberoende hotutvärdering som målar upp en generisk hotbild för den omvärld som sensor fusion beskriver. Vidare skapar hotutvärderaren laterala flyktvägar där host-fordonets longitudinella hastighetsprofil förutsätts. Ett intressant, och samtidigt ganska naturligt, nästa steg är att låta hotutvärderaren inte bara utvärdera den laterala hotbilden – utan också söka efter kombinerade laterala/longitudinella flyktvägar.

Team3 - Förarstatus estimering

Forskningen som har utförts i denna grupp har fokuserat på att klassificera förarens körbeteende baserat på körhistorik. I synnerhet har fokus varit på kurvtagning relaterat till väggeometri samt broms och gas beteende relaterat till framförvarande fordon. Detta gör att vi utifrån förarens kurvtagning och acceleration kan bestämma om föraren är aktiv eller passiv. Nästa steg är att analysera förarens laterala beteende i förhållande till omgivande objekt. Det är ett viktigt steg och särskilt relevant i klassificering av förarens stil eftersom att undvika omkörningar är oftast ett lätt sätt att undvika en krock i hög hastighet. Klarar vi av att bestämma/uppskatta förarens laterala marginaler samt att marginalerna är acceptabla av föraren kommer det leda till att vi förbättrar vår förmåga att tajma varningar och ingrepp på ett korrekt och rätt sätt.

Team4 – Sensor Fusion

Vi tror att en fordonstillverkare bör om möjligt undvika att använda råa mätningar i sensordatafusionsystemet. Om önskad prestanda inte kan uppfyllas med hjälp av en högnivå algoritm (t.ex. SpårTillSpår fusion), föreslår vi att använda ett sensorsystem som nyttjar lågnivå fusion till att börja med och behandla informationen (ut) som en enda sensor. Istället bör fokus ligga på korrekt behandling av data samt en systematisk strategi för verifiering och återanvändning av kodkomponenter och kompletta funktioner. Projektets fusionsystem är implementerat enligt nedan i tre demonstrator fordon - en lastbil och två bilar - med olika elektriska arkitekturer, utrustade med radar, kameror och andra sensorer från flera leverantörer. Eftersom samma variant av fusionsystemet med framgång tillämpats på alla demonstrator fordonen, som delar alla komponenter men med sensorn specifika inställningar, är vår övertygelse att designens tillämplighet bevisats.



Figur5. Non Hit Car And Truck fusionssystem

Fusionssystem enligt figur ovan är lämpligt med tanke på mognadsgraden för säkerhetssystem i dag och nuvarande teknikutvecklingstrend. Antagandena kan ändras - uppenbarligen finns det inga skäl att göra fusion, om en enda sensor är bra nog - men likväl behövs alltid en tid och rum uppriktning (alignment).

Framtida forskning kommer att fokusera på:

- Dataassociation och tillståndsestimering särskilt för V2V-data
- Representation av stationära objekt eller underlagsstruktur med hjälp av cellrepresentation (eng: grid)
- Modellering och hantering av osäkerheter avseende målfordonets referenspunkt, exempelvis utsträckta radarmål i intilliggande filer
- Modellering av sensorosäkerheter

Team5 - System

System design

Den i projektet framtagna systemdesignen stödjer programmets specifika mål att teknik utvecklas med potential att svara för en tredjedel av den minskning av antalet döda som riksdagens etappmål för 2020 innebär. Kommande forskning bör inriktas på att adressera och utveckla en systemdesign som klarar av självkörande fordon i så väl privata som kommersiella sammanhang.

Systemverifiering

Projektet har levererat systemverifiering till den grad som krävs i ett forskningsprojekt. Att ta nästa steg och industriellt verifiera nya funktioner är ännu inte tekniskt möjligt på grund av att det saknas fungerade utrustning i närområdet till Göteborg. Provanläggning AstaZero är en viktig del i att möjliggöra förbättrad systemverifiering men för att den och för att framtida projekt skall leverera måste utrustning köpas in och forskning kring hur

den hanteras och styrs initieras omedelbart. Forska runt AstaZero och de möjligheter som skapas där.

Byggnation av demonstrator fordon

I och med att teknikinhållet blir alltmer avancerat i dessa fordon krävs det systemingenjörer med olika kompetenser. Trenden är tydlig och det innebär att dessa fordon skall kunna hantera en än mer komplex miljö och kravbild än tidigare. De skall kunna hantera den verkliga miljön som finns på provbanor och i trafik men även kunna hantera en virtuell skapad miljö som krävs för att kunna hantera de alltmer komplexa scenarier som skall verifieras. Satsa på forskning kring AstaZero och tänkbara provfordon som de kan tänkas tillhandahålla för intressenter från hela världen.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner



Part	Förnamn	Efternamn	Email
VCC	Anders	Almevad	anders.almevad@volvocars.com
VCC	Jonas	Ekmark	jonas.ekmark@volvocars.com
Mecel	Henrik	Clasén	henrik.clasen@delphi.com
HiQ	Anders	Bengtsson	anders.b.bengtsson@hiq.se
ÅF	Peter	Ankerson	peter.ankerson@afconsult.com
Chalmers	Jonas	Sjöberg	jonas.sjoberg@chalmers.se
AB Volvo	Agneta	Sjögren	agneta.sjogren@volvo.com

•