

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

Verifieringsmetoder för aktiva säkerhetsfunktioner



Författare: Dr. Anders Ödblom, Volvo Car Corporation

Datum: 2014-03-31

Delprogram: Fordons- och trafiksäkerhet

Innehåll

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

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

Inom projektet ”Verifieringsmetoder för aktiva säkerhetsfunktioner” har nya datorbaserade metoder och verktyg utvecklats för att bestämma aktiva säkerhetssystemens prestanda virtuellt. Speciellt fokus har varit att inkludera sensorers icke-ideala beteenden, att hantera de stora variationer som finns i trafikmiljön och utveckla metoder för att bestämma systemets robusthet och prestanda.

Inom projektet har vi haft följande leveranser:

- Metod och verktyg för att bestämma kamerabaserade aktiva säkerhetssystemens sensorfel
- Metod för att bestämma största felgrepp med tillhörande trafikscenario för kollisionsundvikande system samt systemets robusthet
- Metod för att formellt verifiera kollisionsundvikande system och systemets robusthet mot mätfel
- Metod för att prediktera nyttan med aktiv säkerhetsfunktion tillämpat på Volvo Cars ”Full Auto-brake with Pedestrian Detection” baserat på riktiga fotgängarkollisioner med dödlig utgång
- Metod för känslighetsanalys och kalibrering av aktivt säkerhetssystem
- Metod för tillförlitlig skattning av fordonstillstånd baserat på vision och fordonmodell
- Metod för att utveckla fotgängardetektions algoritmer med hjälp av augmenterad tränings data
- En teknisk doktor med tillhörande publikationer
- Resultatpresentation på SAFER, Chalmers och internationella konferenser

2. Bakgrund

Aktiva säkerhetssystem har stor potential att ta bort många av de olyckor som skadar eller dödar många personer i trafiken varje år. Teknologier utvecklas snabbt inom området vilka möjliggör nya säkerhetsfunktioner som kan rädda liv. Volvo Cars har en världsledande roll inom området med visionen att ingen skall allvarligt skadas eller dödas i en Volvo år 2020.

För att fordonen skall kunna fatta beslut på egen hand när föraren inte själv ingriper för att undvika olyckan så krävs omvärldssensorer och smarta algoritmer som fattar beslut om när ingrepp måste göras för att undvika den förestående olyckssituationen.

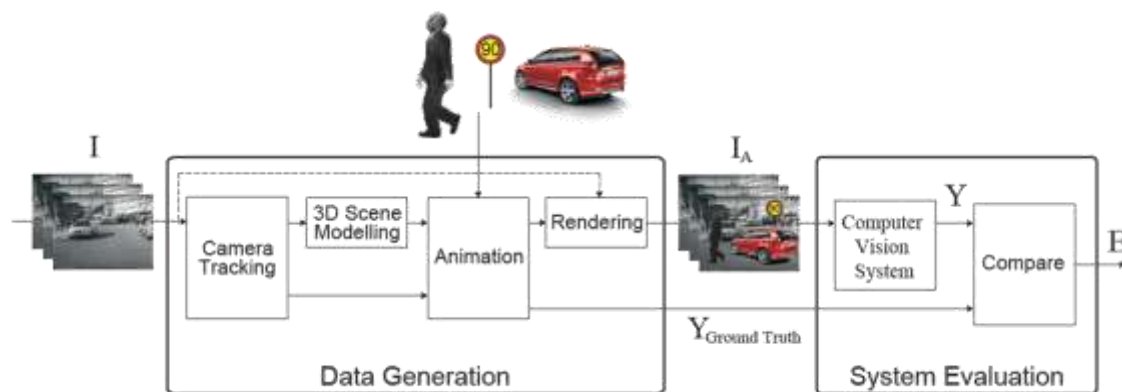
De nya teknologierna kräver innovation inom analys och verifiering för att kvalitetsäkra produkter och inte störa kunder. Vi måste dels visa att systemen fungerar när de verkligen behövs, och att de inte annars skapar irritation under normal körning. Båda delarna är ytterst utmanande eftersom vi har att göra med kollisioner där provande personals säkerhet måste garanteras. Samtidigt måste vi kunna samla in relevant data för att verifiera systemens prestanda.

3. Syfte

Projektet har syftat till att utveckla nya analys- och verifieringsmetoder inom aktiv säkerhet för att möta kommande funktionskrav hos nya system. Fokus har varit på att finna metoder för att hantera: 1) icke-ideala beteenden hos sensorer, 2) den stora variation som finns i trafikmiljön, 3) och ta fram prestandautvärderingsmetoder som beskriver hur robust systemet är mot olika störningar.

4. Genomförande och resultat

Stort fokus har legat på att ta fram datorbaserade metoder för att prediktera kamerasytems detektionsprestanda och felbeteenden. Vi har utvecklat en metod och verktyg där vi utnyttjar ”Augmented Reality” tekniker för att skapa nya trafiksituationer där kamerans beteenden kan observeras även under kollisionssituationer. Vi har också tagit fram ett ramverk där kamerans prestanda kan utvärderas. Det utnyttjar det faktum att vi rekonstruerar 3D världen och kamerans position och riktning från en sekvens av bilder och fordonssignaler.



Vi har också utvecklat nya metoder för att bestämma hur stora felingrepp som ett autonomt kollisionssundvikande system kan ha, och vilken trafiksituation som orsakar

felingreppet. Metoden har applicerats analytiskt på ett modellsystem där såväl longitudinella som laterala manövrar analyserats.

Vidare föreslår vi en ny metod för att formellt verifiera ett kollisionsundvikande system med hjälp av ”reachability” analys. Styrkan med det här är att vi inte behöver analysera varje enskilt scenario utan kan titta på ett helt spektrum av scenarior samtidigt.

Vi har också utvecklat en metod för att prediktera nyttan med aktiva säkerhetssystem i termer av minskad risk att dödas i trafikolyckor tack vare det aktiva systemet. Vi har rekonstruerat verkliga olyckor för att återsimulera dem med aktivt säkerhetssystem aktiverat. För Volvo Cars antikollisionssystem med fullbroms och fotgängardetektion så har vi beräknat att man kan ta bort 25% av dödsolyckorna för påkörda fotgängare.

5. Resultat

5.1 Bidrag till FFI-mål

Aktiv säkerhet i kombination med passiva system har mycket stor potential att åstadkomma en säkrare trafikmiljö. Vi har i detta projekt visat att Volvo Cars autobrake system med fotgängardetektion, som finns i produktion, kan rädda livet på var fjärde fotgängare om alla bilar var utrustade med vårt system. Om föraren dessutom reagerar på varningssystemet så kan ännu större nytta åstadkommas.

Inom projektet har vi utvecklat helt nya koncept för att analysera och verifiera aktiva säkerhetssystem. De här nya metoderna och verktygen ger oss möjlighet att sätta nya aktiva säkerhetssystem på marknaden snabbare. Det ökar vår konkurrenskraft och tryggar tillväxt.

Vi har också utvecklat samarbetet mellan industri och högskola för att bedriva industrirelevant forskning inom verifieringsmetoder. Som spinn-off har vi också funnit nya sätt att konstruera systemen vilket också kan leda till tillväxt i Sverige.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Det sker en stark utveckling inom aktiv säkerhet där fler och fler olyckssituationer behandlas. Det pågår också en trend mot självkörande bilar där behovet av innovativa verifieringsmetoder inte kan undvikas. Samtidigt kommer krav på rating av aktiva system

för vilka att analys- och verifieringsmetoder behövs. Vidare söker industrin att korta ledtider genom att gå över till mer datorbaserad utveckling och verifiering.

Ett relaterat FFI-projekt är Next Generation Test Methods for Active Safety Functions (NG-TEST) där såväl fysiska som virtuella metoder utvecklas.

Internt på Volvo Cars finns det också flera pågående projekt för att vidarutveckla området.

6.2 Publikationer

- A) J. Nilsson, A.C.E. Ödblom, J. Fredriksson, A. Zafar and F.Ahmed, Performance Evaluation Method for Mobile Computer Vision Systems using Augmented Reality, In Proceedings of the IEEE Virtual Reality Conference, 2010, pages 19-22, Waltham, Massachusetts, USA.
- B) J. Nilsson and A.C.E. Ödblom, On Worst Case Performance of Collision Avoidance Systems, In Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2010, pages 1084-1091, San Diego, California, USA.
- C) J. Nilsson and M. Ali, 'Sensitivity Analysis and Tuning for Active Safety Systems,' In Proceedings of the IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, 2010, pages 161-167, Madeira Island, Portugal.
- D) J. Nilsson, 'On Performance Evaluation of Automotive Active Safety Systems,' Licentiate Thesis, No 014/2010, ISSN 1403-266X, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2010.
- E) M Lindman, A Ödblom, E Bergvall, A Eidehall, B Svanberg and T Lukaszewicz, 'Benefit Estimation Model for Pedestrian Auto Brake Functionality', In Proceedings of the ESAR Conference, no. 300961, September 2010
- F) J. Nilsson, A. C. E. Ödblom, J. Fredriksson, and A. Zafar, 'Using Augmentation Techniques for Performance Evaluation in Automotive Safety,' in Handbook of Augmented Reality, 1st ed., B. Furht, Ed. Springer, 2011, pp. 631649.
- G) J. Nilsson, J. Fredriksson, and A. Ödblom, 'Bundle Adjustment using Single-Track Vehicle Model', in Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2013, pp. 2888-2893.
- H) J. Nilsson, A. Ödblom and J. Fredriksson, 'Worst Case Analysis of Automotive Collision Avoidance Systems', submitted for possible journal publication.

I) J. Nilsson, J. Fredriksson and A. Ödblom, 'Verification of Collision Avoidance Systems using Reachability Analysis', accepted for publication at the 19th IFAC World Congress, Cape Town, South Africa, 2014.

J) J. Nilsson, J. Fredriksson and A. Ödblom, Reliable Vehicle Pose Estimation using Vision and Single-Track Model, submitted for possible journal publication.

K) J. Nilsson, P. Andersson, I. Gu and J. Fredriksson, Pedestrian Detection using Augmented Training Data, accepted for publication at the 22nd International Conference on Pattern Recognition, Stockholm, Sweden, 2014.

L) J. Nilsson, 'Computational Verification Methods for Automotive Safety Systems', PhD thesis at Chalmers University of Technology, ISBN 978-91-7385-973-8, 2014.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Aktiv säkerhet uppvisar stor potential att ta bort allvarliga trafikolyckor för att skapa en säkrare trafikmiljö. För att åstadkomma det behövs metoder och verktyg för verifiering och analys.

Vi har inom projektet tagit viktiga steg framåt genom att utveckla innovativa datorbaserade verifieringsmetoder. Vi har speciellt fokuserat på mobila datorseende system som använder kamera och bestämt dess prestanda i t.ex. kollisionssituationer med diverse trafikobjekt. Vidare har vi visat att det finns potential att även accelerera utveckling av bildbehandlingsalgoritmer med tekniker som utvidgar verkligheten s.k augmented reality.

Vi har också undersökt hur robusta kollisionsundvikande aktiva system är mot mätfel för många olika trafiksituationer. Vi har tagit fram metod för att hitta största felningreppen med tillhörande trafikscenario, och metoder för att formellt verifiera funktioner.

Vi har också tagit fram metod för att prediktera nytta och risk med aktiva säkerhetssystem tillämpat på verkliga dödliga fotgängarkollisioner.

Det finns ett stort behov av vidare forskning och metodutveckling inom datorbaserade verifieringsmetoder eftersom teknikområdet aktiv säkerhet växer kraftigt och går mot ännu mer automatisering såsom för självkörande bilar.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner



Volvo Car Corporation

Dr. Anders Ödblom, Projektledare, anders.odblom@volvocars.com

Dr. Jonas Nilsson, jonas.nilsson@volvocars.com

Chalmers University of Technology, Signals and Systems

Prof. Jonas Sjöberg, jonas.sjoberg@chalmers.se

Dr. Jonas Fredriksson, jonas.fredriksson@chalmers.se