

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

HMI för aktiv säkerhet



Bild: Katja Kircher

Författare: Arne Nåbo

Datum: 2013-01-30

Delprogram: Fordons- och trafiksäkerhet/Dnr 2010-01140 och 2011-03640

Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund	5
3. Syfte.....	5
4. Genomförande.....	6
5. Resultat	9
5.1 Resultat från genomförda studier	9
5.2 Bidrag till FFI-mål	10
6. Spridning och publicering.....	11
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	11
6.2 Publikationer	11
6.3 Associerade artiklar.....	12
7. Slutsatser och fortsatt forskning.....	12
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	13

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

Fler och fler aktiva säkerhetssystem introduceras i vägfordon. Dessa är oftast av informerande typ och föraren förväntas agera på en information eller varning. Detta betyder att systemet är helt beroende av föraren för att vara lyckosamt, dvs. att föraren agerar snabbt och korrekt i tids- och säkerhetskritiska situationer. För att föraren ska uppskatta en varning måste den vara relevant, den ska bara varna när föraren tycker den är till nytta (i rätt situation och i rätt tid). Vidare måste varningssignalen vara tydlig så att föraren kan uppfatta den, men inte så stark så att den blir irriterande.

I den första delen av projektet utvecklades och provades ett varningskoncept för ett system innehållande flera aktiva säkerhetsfunktioner. Grundläggande i detta koncept var att varningen anpassades till förarens tillstånd (uppmärksamhet, vakenhet) och körsituation (hastighet, placering på vägen, trafik), s.k. adaptiv varning. Systemet varnade för avåkning, kollision, distraktion och sömnhet. Varningskonceptet utvecklades med hjälp av Saabs körsimulator för att sedan installeras i en riktig bil som kunde köras på allmän väg.

För att anpassa systemet till verkliga förhållanden så genomfördes en fältstudie på motorväg där 38 förare deltog. Fysiologisk data (EEG, EOG, mm) spelades in tillsammans med bil- och färddata samt noteringar från medåkande försöksledare. Förarna körde både dag och natt och deras subjektiva skattning av sömnhet noterades. Resultatet användes sedan för att optimera algoritmer och sätta lämpliga tröskelvärden för varningar och adaptivitet.

För att utvärdera systemet under normal körning, så nära verkligt brukande som möjligt, genomfördes en mindre användarstudie (*Field Operational Test*) med 10 förare. Varje förare disponerade bilen under en vecka för eget bruk med det enda kravet att även använda den till- och från arbetet. Varje förare körde både ett adaptivt- och ett icke-adaptivt varningssystem men fick inte veta att det fanns två varianter.

Resultatet visade att det adaptiva systemet gav avsevärt färre varningar för de flesta av förarna. Dock var variationen mellan förare stor och några fick t.ex. inga varningar alls i det adaptiva systemet. Det förekom inga oönskade förarbeteenden som konsekvens av varningar, varken i adaptivt- eller icke-adaptivt system förutom i de få fall av sömnvarning där förarna fortsatte att köra trots att instruktionen var att stanna och ta en rast. I princip alla varningar har uppmärksammats av förarna vilket tyder på att sättet att varna på har varit lyckosamt. Vad gäller acceptans av varningar så var den något bättre för det icke-adaptiva systemet vilket var tvärtemot vad som var förväntat. Trots detta så gillade förarna idén med ett adaptivt varningssystem men betonade att det måste förbättras jämfört med vad de provat, framförallt måste antal falsklarm minskas.

I den andra delen av projektet behandlades automatiserad körning ur förarens perspektiv. Fyra fokusgrupper genomfördes där förare fick diskutera och reflektera kring olika frågeställningar om automatiserad körning.

Diskussionen kom att handla om vem automatisering är till för och vem som kommer att ha råd med det. Säkerhetspekter togs upp med lite olika infallsvinklar såsom



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

datasäkerhet och trafiksäkerhet där framförallt förarens förmåga att upprätthålla vakenhet och uppmärksamhet diskuterades.

Om man ser till typfall, kan det noteras att vissa vill ha automatik för de tråkiga långa körpassen (dvs. av komfortskäl), medan andra vill ha automatik för att klara av svåra körsituationer (dvs. av säkerhetsskäl).

2. Bakgrund

Fler och fler aktiva säkerhetssystem introduceras nu i vägfordon. Dessa är oftast av informerande typ, dvs. föraren får en varning när det är risk för t.ex. avåkning (Lane Departure Warning, LDW) eller kollision (Forward Collision Warning, FCW). Detta betyder att systemen är helt beroende av förarens agerande för att vara effektivt. Föraren behöver agera snabbt och korrekt då varningar ofta ges i tidskritiska situationer. Även om flera system varnar samtidigt, eller i nära anslutning till varandra, och vissa varningar har högre prioritet än andra, måste föraren kunna agera snabbt och korrekt. En annan viktig aspekt är att varningar skall uppfattas som relevanta. Om en varning upplevs komma för tidigt kan föraren bli irriterad och kommer varningen sent har föraren ingen nytta av den. Föraren måste också anse att själva situationen är relevant. Vad som är ”lämplig” tid för en varning är ingalunda en enkel fråga, och beror på en mängd faktorer. Dessa faktorer kan vara kopplade till förarens tillstånd (uppmärksam/distraherad, sömnig, etc.) till körstil (konservativ/aktiv), till vägens beskaffenhet (friktion, kurvighet, etc.) eller till andra typer av ”hot”. En sista men minst lika viktig aspekt är att varningssättet ska vara lämpligt. Varningen får inte upplevas som störande varken för förare eller passagerare, då riskerar man att föraren stänger av systemet. Varningen får heller inte vara så svag så att den kan missas eller döljas av annat i bilen. Den får heller inte förväxlas med andra typer av signaler som kan förekomma i en bil.

Ovanstående handlar om varningar i kritiska situationer, där föraren förväntas agera på en varning. Nästa steg i teknikutvecklingen blir att bilen kommer att agera själv genom att t.ex. bromsa vid kollisionsrisk eller styra tillbaks vid avåkningsrisk, dvs. att vissa delar av köruppgiften automatiseras. Även här är det viktigt att föraren kommer att uppfatta bilens agerande som relevant.

3. Syfte

Projektet innehöll två syften:

a) Att utveckla ett varningskoncept som ger optimal effektivitet och föraracceptans och som omfattar flera aktiva säkerhetssystem. Detta åstadkoms genom att;

- anpassa varningar till förartillstånd och till körsituation så att förare som t.ex. är distraherade eller trötta varnas tidigare om de är nära ett framförvarande fordon eller senare om det inte finns fordon eller andra ”farliga” objekt/händelser nära
- hantera varningar från flera system genom att samordna och prioritera
- utforma varningen så att föraren uppfattar den som relevant och vidtar korrekt motåtgärd
- utforma varningen så att den inte upplevs störande för förare eller passagerare

Med en utgångspunkt i ovan formulerat syfte identifierades följande forskningsfrågor:

- A. Leder en varning anpassad till förartillstånd och till körsituation s.k. adaptiv varning, till högre effektivitet och acceptans än en icke anpassad varning?
- B. Innebär en anpassad varning att föraren i ökad omfattning a) uppfattar den korrekt och b) vidtar relevant motåtgärd i större utsträckning än om den inte är anpassad?
- C. Upplevs en anpassad varning som mindre störande än en varning som inte är anpassad?
- D. Används en anpassad varning mer än en varning som inte är anpassad?

b) Att via diskussioner om automatiserad körning öka kunskapen om automatiserad körning sett ur förarens perspektiv. Relevanta frågeställningar var bland annat:

- Vad ser du framför dig när du tänker på automatiserad körning?
- Vad finns det för skäl till att införa automatiserad körning?
- Vilka funktioner för automatiserad körning skulle du vilja ha? Vilka fördelar och vinster ser du med automatiserad körning?
- Vilka nackdelar och problem ser du med automatiserad körning?
- Hur tänker du kring tillit och säkerhet?

4. Genomförande

Framtagning av varningskoncept.

En personbil utrustades med ett varningssystem bestående av:

- Sömnvarning: Varnar då föraren visar tecken på sömnhet (baserat på både fysiologiska förändringar och ändrat körbeteende).
- Distraktionsvarning: Varnar då föraren är visuellt ouppmärksam.
- Avåkningsvarning: Varnar då föraren oavsiktligt överträder filmarkeringar.
- Kollisionsvarning: Varnar om säkerhetsmarginalen till fordonet framför är liten.
- Adaptivitet: Anpassar varningarna till bl.a. körsituation och förartillstånd.
- Varningsaktuatorer: Visuella varningar visas som röda lysdioder uppspeglade i vindrutan och som symboler och texter i en display i mittkonsolen. Taktila varningar ges som ryck i säkerhetsbälte och som vibrationer i sätet. Ljudvarningar via högtalare.
- Instruktionsbok som beskriver systemet.

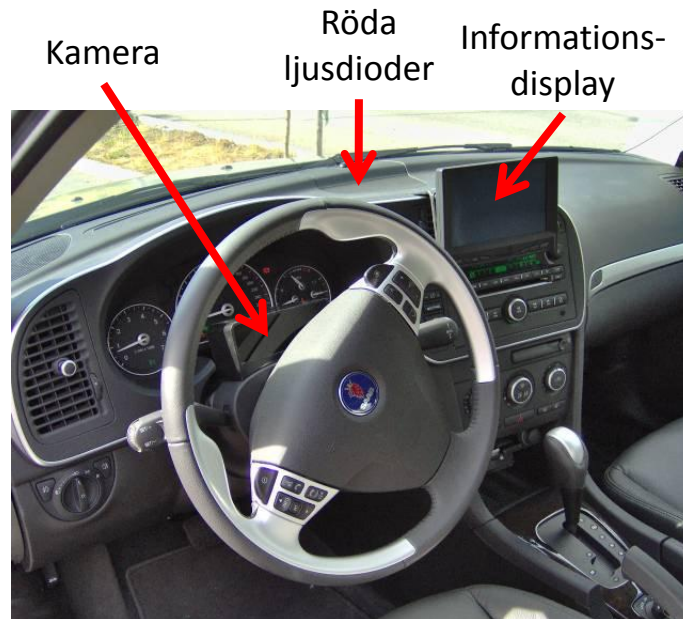


Bild 1. Placering av förarkamera, röda ljusdioder och informationsdisplay.

Varningskonceptet utvecklades med hjälp av Saabs körsimulator där de grundläggande principerna och logiken togs fram. Den varningslogik som realiserades var, kortfattat:

- Om föraren är visuellt ouppmärksam så tidigareläggs varning för avåkning och kollision.
- Om föraren är nära sidolinjerna eller nära ett fordon framför så tidigareläggs varning för distraktion.
- Om föraren är sömnig så tidigareläggs alla varningar.
- Om flera varningar vill varna samtidigt så får den varning med högst prioritet företräde och de övriga inhiberas.
- Efter det att en varning har getts kommer ingen ny varning av samma eller lägre prioritet förrän efter en stund, oavsett om något av dessa varningskriterier skulle uppfyllas.

Detta system benämndes som ett adaptivt varningssystem.

Samma varningar kunde också ges utan adaptivitet, dvs. de olika varningarna gavs utan någon samordning, och detta benämndes som ett icke-adaptivt system.

Efter varningen kunde föraren ange om varningen var relevant eller icke-relevant genom att trycka på en touch-display och samtidigt tala in en kommentar.



Bild 2. Föraren kunde på displayen ange om varningen var relevant eller icke relevant samt tala in en kommentar.

Den utrustade bilen var körbar utan restriktioner på allmän väg. Bilen utrustades även med ett system för data loggning, dubbelkommando och brandsläckare.

Datainsamling, fältstudie.

För att kunna optimera varningssystemet till körning på väg och till olika förare så genomfördes en fältstudie på motorväg. 38 förare deltog varvid fysiologisk data (EEG, EOG, mm) spelades in tillsammans med bil- och färddata. Förarna körde både dag och natt och deras subjektiva skattning av sömnhet noterades tillsammans med försöksledarens skattning. Förarna fick även svara på enkäter om sömnvanor etc. Resultatet användes sedan för att optimera algoritmer och sätta lämpliga tröskelvärden för varningar och adaptivitet.



Bild 3. Foto av motorvägsfarten mot norr (Linköping väst)

Användarstudie; FOT (Field Operational Test)

Tio förare deltog i en användarstudie där var och en disponerade bilen under en hel vecka för eget bruk. Det enda kravet var att de skulle använda bilen till och från arbetet så att det sedan fanns jämförbara vägsträckor att göra analys på. Varje förare körde både det adaptiva och det icke-adaptiva systemet men visste inte att det fanns två varianter. De två första dagarna användes för tillvänjning av systemet och bilen och dataanalys gjordes på körningarna de fem sista dagarna.



Bild 4. Varningssymboler för kollision, avåkning, distraction samt sömnhet som visades i displayen.

Fokusgrupper - automatiserad bilkörning.

Fyra grupper ingick i studien med totalt 28 deltagare. En ung grupp (17-18 år), en äldre grupp, en grupp med kvinnor i blandade åldrar och en grupp med män i blandade åldrar. I den första delen av diskussionen ställde moderatorn ett antal öppna frågor om automatisk körning som deltagarna fick reflektera och diskutera kring. I den andra delen visades några korta filmer från "YouTube" som exemplifierade olika typer av automatisk körning som gruppen sedan diskuterade kring. Efter avslutad diskussion fick deltagarna fylla i en enkät. Avsikten med den var dels att fånga varje individs tankar och åsikter när de efter diskussionen tänkt igenom ämnet, dels att testa om det går att få ut användbar information om framtida system via frågor i en enkät.

5. Resultat

5.1 Resultat från genomförda studier

Sömndetektion

För sömndetektion så användes även data från tidigare fältstudier med samma bil och utrustning. Som optimeringsmetod användes "Fuzzy logic" tillsammans med evolutionära algoritmer.

Det bästa diagnosresultatet för sömnhet i denna studie var att använda information om förarens blinkbeteende tillsammans med tid på dygnet och körtid. Om man också visste vem föraren var och hade data från tidigare körningar så kunde en ännu bättre diagnos göras.

Information om förarens rattrörelser och bilens position på vägen visade sig förstärka diagnosen, men det kostades samtidigt att distraction också påverkar rattrörelser och position på vägen. Det kunde också konstateras att förarens rattrörelser och bilens position på vägen var mycket beroende på typ av väg. Sammantaget ger det svårigheter i att nyttja laterala mått för sömndetektering om det inte samtidigt är känt hur kontexten förändras.

Det adaptiva systemet gav avsevärt färre antal varningar än det icke-adaptiva för de flesta av förarna, vilket också var väntat då det är en konsekvens av systemets design. Dock var variationen mellan förare stor och några av förarna fick t.ex. inga varningar alls i det adaptiva systemet.

Det förekom inga oönskade förarbeteenden som konsekvens av varningar, varken i adaptivt- eller icke-adaptivt system. För två sömnvarningar ledde inte varningen till avsett beteende. Föraren borde ha stannat eller gjort någon annan aktiv åtgärd vilket föraren inte gjorde.

I princip alla varningar har uppmärksammats av förarna vilket betyder att sättet att varna på har varit lyckosamt.

Vad gäller förarnas acceptans av varningar så var den något bättre för det icke-adaptiva systemet. Detta är tvärt emot vad som var förväntat. Studien ger ingen tydlig förklaring till detta. En förklaring kan vara att det är för lite data eller att det adaptiva systemet upplevs mer inkonsekvent.

Sammantaget så gillade förarna idén med ett adaptivt varningssystem men betonade att det måste förbättras jämfört med vad de provat. Framförallt måste antal falsklarm minskas, speciellt vad gäller distraktionsvarning, som även upplevdes som övervakande då statussymbolen gav känslan av ett ständigt övervakande.

Fokusgrupper - automatiserad körning

Diskussionen kom att handla om vem automatisering är till för och vem som kommer att har råd med det. Säkerhetspekter togs upp med lite olika infallsvinklar såsom datasäkerhet och hur förare kan upprätthålla vakenhet och uppmärksamhet.

Om man ser till typfall, kan det noteras att vissa vill ha automatik för de tråkiga långa körpassen (dvs. av komfortskäl), medan andra vill ha automatik för att klara av svåra körsituationer (dvs. av säkerhetsskäl). Båda dessa behov behöver sannolikt tillgodoses i framtiden.

5.2 Bidrag till FFI-mål

Trafiksäkerhet: Ett varningskoncept som adresserar problemområdena distraktion, trötthet, avåkning och upphinnandeolyckor har utvecklats. Varningarna har tydligt uppmärksammats av förarna och har huvudsakligen gett ett korrekt förarbeteende. De negativa synpunkter som framkommit härrör sig till alltför många falsklarm, vilket i sin tur påverkat förarnas acceptans för varningarna.

Industriell konkurrenskraft: Saab gick tyvärr i konkurs i slutet av 2011 och kunde inte vara med att avsluta projektet. Det innebar också att provbilen blev indisponibel och några uppföljande provkörningar har inte kunna genomföras. Dock har ingen väsentlig

kunskap försvunnit i och med att alla resultat har delats med de övriga projektparterna. Autoliv och VTI kommer att använda projektets resultat i sina framtida verksamheter.

Innovation and produktion: Den teknologi som använts är fortfarande under utveckling och behöver ytterligare anpassas till verkliga förhållanden vad gäller fordon och trafikmiljö. Dock har projektet visat på hur olika system kan använda ett stort antal gemensamma komponenter, vilket är positivt för produktkostnad och vikt.

Forsknings- och innovationskluster: Projektet har samlat kompetenser och parter från flera aktörer i en innovationsprocess – från forskning (VTI) via systemutveckling (Autoliv) till tillämpning i bil (Saab).

Demonstrator: Den utrustade provbilen har varit ändamålsenlig vad avser design, test och utvärdering. Den har varit en stor tillgång för alla parter i projektet.

Databas över sömniga förare: Både vad gäller kvantitet och kvalitet är denna världsunik. Databasen kommer att vara av stort värde vad gäller nya forskningsrön och vid fortsatt produktutveckling av system för sömndetektion.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultat spridning

De erhållna projektresultaten i form av interna rapporter och seminarier kommer främst att användas hos de deltagande parterna i deras respektive verksamheter. Erhållen kunskap används för fortsatt teknisk utveckling och för utveckling av metodik för utvärderingar i verklig miljö. Vidare kommer det framtagna konceptet – med monitorering av förartillstånd och körsituation – att vara av stor nytta i utvecklingen av system som siktar mot automatisering av köruppgifter. Detta kommer att adresseras i kommande planerade samarbeten.

6.2 Publikationer

Anund, A., Fors, C., Nåbo, A. (2012). Evaluation of correct counteractions and driver experience during a FOT – a pilot study with in HMI4AS. *VTI PM*. Project restricted.

Anund, A., Karlsson, J.G., Fors, C., Nåbo, A. (2012). AS HMI, Driver warnings in time- and safety critical situations. Report from test November 2010 & April 2011. *VTI PM*. Project restricted.

Anund, A., Fors, C., Nåbo, A., Karlsson, J.G. (2012). Fokusgrupper - automatiserad bilkörning. *VTI Rapport*. Publik.

6.3 Associerade artiklar

- a) Ahlstrom, C., et.al. (2013). Fit-for-duty test for estimation of drivers' sleepiness level: Eye movements improve the sleep/wake predictor. *Transportation Research Part C 26 (2013) 20–32*.
- b) Anund, A., et.al. (2012). Observer rated sleepiness and real road driving: an explorative study. Submitted *Plos one*.
- c) (Planerad) Anund, A. et.al. (2013). Evaluation of an Adaptive warning system with help of a miniFOT - A pilot study. *3rd International Conference on Driver Distraction and Inattention, September 4-6, 2013, Gothenburg*.
- d) (Planerad) Nilsson, B., et.al. (2013). Driver sleepiness detection. *3rd International Conference on Driver Distraction and Inattention, September 4-6, 2013, Gothenburg*.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Antal varningar var betydligt lägre för det adaptiva varningssystemet jämfört med det icke-adaptiva.

Det framtagna varningskonceptet för aktiv säkerhet orsakade inga oönskade förarbeteenden.

Förarna har uppfattat i princip alla varningar vilket visar på att varningarnas modalitet och styrka varit effektiva.

Systemet gav tyvärr alltför många falsklarm vilket sannolikt påverkat utvärderingen av förarnas acceptans.

Den fortsatta forskningen kommer att, förutom vidareutveckling av detta koncept, adressera förartillstånd och körsituation i utvecklingen av automatisk körning. Vidare kommer databasen för sömniga förare att användas för kommande analyser.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Autoliv Development AB.

Ola Boström (ola.bostrom@autoliv.com)

Saab Automobile AB (2010-2011).

Arne Nåbo, projektledare (2010-2011)

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Anna Anund (anna.anund@vti.se)

Arne Nåbo (arne.nabo@vti.se), projektledare 2012

