

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

Nollvision och ökad produktivitet vid vägarbeten



Författare: Stefan Bergquist

Datum: 2015-03-25

Delprogram: Trafiksäkerhet och automatiserade fordon

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| 1. Sammanfattning..... | 3 |
| 2. Bakgrund | 4 |
| 3. Syfte..... | 4 |
| 4. Genomförande..... | 5 |
| 5. Resultat | 12 |
| 5.1 Bidrag till FFI-mål | 12 |
| 6. Spridning och publicering..... | 12 |
| 6.1 Kunskaps- och resultatspridning | 13 |
| 6.2 Publikationer | 13 |
| 7. Slutsatser och fortsatt forskning..... | 15 |
| 8. Deltagande parter och kontaktpersoner | 15 |

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

Huvudsyftet med detta projekt var att öka säkerheten vid vägarbeten. Det långsiktiga målet är att skapa möjligheter för Volvo att nå visionen om noll olyckor och hög produktivitet för våra kunder. Projektets fokus har varit att identifiera säkerhetsrisker vid vägarbeten, att utveckla en elektronisk säkerhetsbur (aktiva säkerhetsfunktioner) och att implementera och testa dessa på maskiner. Målen för projektet var:

- Undersöka olycksdata från vägarbeten för att öka kunskapen och förståelsen kring de risker som finns.
- Definiera en elektronisk säkerhetsbur (aktiva säkerhetsfunktioner) för att minska risken för olyckor för människor och maskiner på vägarbeten. Samtidigt ska produktiviteten vid vägarbetet beaktas.
- Undersöka tillgängliga sensor system för absolut eller relativ positionering av arbetare och maskiner.
- Implementera ett antal säkerhetsfunktioner (som väljs baserat på olycksanalysen) i en demonstrator.
- Presentera projektresultat med hjälp av demonstrator, presentationer och forskningsbidrag.
- Tillsätta en doktorand inom området som inom projektet skall skriva en licentiat rapport.

För att kunna uppnå målen på ett effektivt sätt delades arbetet in i fem arbetspaket. I det första arbetspaketet undersöktes olyckssituationen kring vägarbeten. Enligt denna undersökning är den vanligaste allvarliga olyckstypen att arbetare till fots blir påkörda av antingen maskiner eller fordon från trafiken.

I det andra arbetspaketet analyserades olika möjliga funktioner för ökad säkerhet vid vägarbeten. Det beslutades att system för varning och automatisk inbromsning vid risk för kollision skulle implementeras och demonstreras i projektet. Dessa funktioner har inte bara potentialen att öka säkerheten vid vägarbeten utan även att kunna användas på andra typer av maskiner i andra typer av anläggningsarbeten.

I det tredje arbetspaketet undersöktes olika sensorlösningar och säkerhetsfunktionerna utvecklades. Tre olika sensorslösningar användes i projektet: GPS med kommunikation mellan enheter, stereo kamera och radar. Dessa tre system har olika fördelar men ingen utav dem kan uppfylla alla de krav som krävs för att kunna uppnå bästa möjliga resultat med de implementerade algoritmerna. Funktionerna som implementerades var ett zon baserat kollisionsvarningssystem där dynamiska säkerhetszoner används för att avgöra om det är risk för kollision och ett system för automatisk inbromsning. Denna algoritm predikterar i varje tidssteg om föraren kan undvika ett hinder och bromsar automatiskt om så inte är fallet.

I det fjärde arbetspaketet integrerades sensorsystemet och algoritmerna i anläggningsmaskiner. För majoriteten av testerna inom projektet användes GPS med kommunikation systemet. Det levererade data till algoritmen som varnade operatören eller bromsade maskinen om en olycka var nära förestående.

In det sista arbetspaketet presenterades resultaten på ett antal olika sätt. Aktiviteterna inkluderade bland annat demonstrationer och presentationer på konferenser och universitet.

Arbetet har gett Volvo CE en framskjuten position när det gäller forskning på kollisionssundvikande system. Det ger möjligheter att kunna möta kundernas krav på hög kvalitativa säkerhetssystem innan våra konkurrenter kan göra det.

Förutom de tekniska framstegen så har projektet bidragit till att Volvo CE har utökat sitt nätverk och samarbete med intressenter inom säkerhet vid vägarbeten, till exempel de största entreprenadföretagen inom anläggning i Sverige. Det har även lett till ökat samarbete med sensortillverkare vilket resulterat i ökad gemensam förståelse för krav och möjligheter angående sensorer i dessa miljöer.

Projektet hade även ett lyckosamt samarbete med SAPRA (Safe And Robust Platform for Automated vehicles), ett Vinnova projekt med fokus på automatisering. Projektet bidrog med en sensorlösning (GPS med kommunikation) till SARPA:s testmaskin. På maskinen implementerade och testades även funktionen för automatisk inbromsning vid risk för kollision tillsammans med SARPA.

2. Bakgrund

Vägarbete med maskiner innebär oftast att uppgifter måste utföras på eller nära trafikerade vägar. I denna typ av miljö så inträffar ofta olyckor. Arbetsituationen är mycket komplex med många involverade aktörer såsom om, arbetare till fots, anläggningsmaskiner och fordon från trafiken. Dessa skapar en väldigt dynamisk miljö där små misstag kan resultera i allvarliga olyckor.

Den pågående utvecklingen inom elektronik, sensorteknologi och kommunikation erbjuder stor potential att kunna stötta och hjälpa arbetare i deras arbete för ökad säkerhet och produktivitet. De företag som kan utnyttja denna potential och erbjuda kunderna tekniska lösningar av hög kvalitet kommer få en stor konkurrensfördel i framtiden.

3. Syfte

Huvudsyftet med detta projekt var att öka säkerheten vid vägarbeten. Det långsiktiga målet är att skapa möjligheter för Volvo att nå visionen om noll olyckor och hög produktivitet för våra kunder. Projektets fokus har varit att identifiera säkerhetsrisker vid vägarbeten, att utveckla en elektronisk säkerhetsbur (aktiva säkerhetsfunktioner) och att implementera och testa dessa på maskiner. Målen för projektet var:

- Undersöka olycksdata från vägarbeten för att öka kunskapen och förståelsen kring de risker som finns.
- Definiera en elektronisk säkerhetsbur (aktiva säkerhetsfunktioner) för att minska risken för olyckor för människor och maskiner på vägarbeten. Samtidigt ska produktiviteten vid vägarbetet beaktas.
- Undersöka tillgängliga sensor system för absolut eller relativ positionering av arbetare och maskiner.
- Implementera ett antal säkerhetsfunktioner (som väljs baserat på olycksanalysen) i en demonstrator.
- Presentera projektresultat med hjälp av demonstrator, presentationer och forskningsbidrag.
- Tillsätta en doktorand inom området som inom projektet skall skriva en licentiat rapport.

Förutom dessa direkta projektmål finns också ett antal långsiktiga strategiska mål som projektet skall bidra till att uppnå. Dessa inkluderar transferering av projektresultat till andra delar inom Volvo CE och övriga Volvo Gruppen. Projektresultaten kommer att bli en del av Volvos långsiktiga strategi för att kunna erbjuda noll olyckor i kombination med hög produktivitet. Målet är att resultaten ska industrialiseras inom en nära framtid och att Volvo ska kunna erbjuda säkerhets- och komfortfunktioner för väganläggningsmaskiner. Detta skulle stärka Volvos ställning som ledande när det gäller att kunna erbjuda avancerad teknik som uppfyller kundernas behov inom säkerhet och produktivitet.

4. Genomförande

Projektarbetet utfördes inom fem arbetspaket i enlighet med projektansökan. I den första delen utfördes en olycksanalys för att förstå vilken typ av olyckor som sker och hur de kan undvikas. Baserat från resultatet från analysen så utformades den elektroniska säkerhetsburen (ett antal säkerhetsfunktioner) och implementerades. Funktionerna utvecklades och integrerades i anläggningsmaskiner. Resultatet demonstrerades och presenterades. För att kunna begränsa projektet och bestämma vilken typ av maskiner som skulle användas valdes en specifik typ av arbete, asfaltläggning, som fokusområde. Målet var dock att utvecklad funktionalitet ska kunna transfereras till andra typer av maskiner och arbeten.

Arbetspaket 1 – Undersökning av olycksfall

Målet för det första arbetspaketet:

- Undersöka olycksdata från vägarbeten för att öka kunskapen och förståelsen kring de risker som finns.

När utredning startade stod det snabbt klart att tillgången till data för olyckor vid vägarbeten är väldigt begränsad. De data som finns är ofta av låg kvalité och tillåter inte

djupare analys. För att få en bra förståelse för vilka olyckor som sker och hur, användes ett antal olika källor:

- Litteraturstudie – Tillgänglig litteratur om olyckor vid vägarbeten på svenska och engelska granskades. Det kunde konstateras att det största säkerhetsproblemet vid arbetena är att arbetare till fots riskerar att bli påkörda av både trafikfordon och maskiner.
- Data från Svenska försäkringsbolag – Information om rapporterade olyckor efterfrågades från AFA som bidrog med information om 70 olyckor, av vilka 47 kunde inkluderas in analysen. Majoriteten av olyckorna var mindre allvarliga såsom halka eller snubbla (24 %) eller olyckor vid underhållsarbete (24 %). Den största delen allvarliga olyckor var arbetare till fots som blev påkörda (19 %).
- Data från svenska entreprenadfirmor – De största entreprenadfirmorna i Sverige samlar in data om olyckor och incidenter och denna tillhandahölls till projektet. Tyvärr var dessa data ofta inte tillräckligt detaljerad för att ge en full förståelse för den rapporterade olyckan. Projektet gav rekommendationer hur data i framtiden skulle kunna kompletteras för att förenkla analys med mål att utveckla säkerhetssystem för att minska olycksrisken.
- Intervjuer och fokusgrupp diskussioner – Åtta intervjuer och tre fokusgrupp diskussioner (med totalt 14 personer) genomfördes. Deltagarna var personer som anses ha god kunskap om säkerheten vid vägarbeten. I gruppen ingick representanter från de största entreprenadfirmorna inom väganläggning, från fackförbund och från maskintillverkare. Det rörde en stor samsyn angående säkerhetsrisker och det var tydligt att vägarbeten är en farlig miljö med många potentiella risker. De flesta olyckorna är inte allvarliga men större olyckor sker. Här ingår att arbetare till fots som blir påkörda av vägtrafik eller maskiner. Enligt deltagarna är nästan alltid utomstående trafik inblandad i allvarliga tillbud.
- Besök vid vägarbeten i Sverige – Vid besök på asfalteringsjobb i Sverige kunde forskarna själva bilda sig en uppfattning om arbetsförhållandena. Det var tydligt att det finns en risk att bli påkörd. I denna typ av jobb passerar trafiken ofta direkt bredvid de oskyddade arbetarna. Samtidigt arbetar maskinerna och arbetarna till fots när varandra på samma yta.

Baserat på analysen drogs slutsatsen att de största säkerhetsriskerna vid asfaltläggning är:

1. Arbetare till fots som blir påkörda av trafik inom vägarbetsområdet.
2. Arbetare till fots som blir påkörda av trafik utanför vägarbetsområdet.
3. Arbetare till fots som blir påkörda av kompaktorer.
4. Arbetare till fots som blir påkörda av arbetslastbil.

Arbetspaket 2 – Design av elektronisk säkerhetsbur

Målet med detta arbetspaket:

- Definiera en elektronisk säkerhetsbur (aktiva säkerhets funktioner) för att minska risken för olyckor för människor och maskiner på vägarbeten. Samtidigt ska produktiviteten vid vägarbetet beaktas.

Inom arbetspaket 1 drogs slutsatser om vilken typ av olyckor som är vanligast inom asfötläggning. I detta arbetspaket undersöktes vilken typ av funktioner som kan minska risken för att olyckor ska ske. Det visade sig att olyckor kan undvikas på ett flertal olika sätt:

1. Varningsfunktioner som upptäcker när det är risk för att en olycka ska ske och varnar de inblandade.
2. Guidande funktioner som, till exempel, guidar bilförare hur det ska köra på ett säkert sätt genom ett vägarbete.
3. Semi-automatiserade funktioner som tar över delar av kontrollen från en förare/operatör. Till exempel, automatisk hastighetskontroll genom vägarbete eller automatisk inbromsning vid risk för kollision.
4. Hel-automatiserade funktioner som kan styra hela uppgiften för en viss typ av maskin, till exempel, automatiserad kompaktion.
5. Funktioner som minskar arbetarna på markens exponering mot maskiner. Detta skulle kunna göra genom att automatisera uppgifter som idag sköts manuellt.

Med projektmålet att funktionalitet ska kunna transfereras till olika typer av maskiner valdes guidande och hel-automatiserade funktioner bort. Dessa ansågs behöva vara specifika för en viss typ av maskin/arbetsuppgift. Istället bestämdes att målet skulle vara att utveckla system för varning och aktiva ingrepp eftersom dessa anses kunna användas på olika maskintyper med mindre anpassning. Eftersom det största problemet är påkörning valdes kollisionens varning och system för aktiv bromsning för implementation.

Arbetspaket 3 – Konceptval

Målen för detta arbetspaket:

- Undersöka tillgängliga sensor system för absolut eller relativ positionering av arbetare och maskiner.
- Implementera ett antal säkerhetsfunktioner (som väljs baserat på olycksanalysen) i en demonstrator.

För att kunna integrera de utvecklade funktionerna behövs ett sensor system som kan upptäcka hinder i maskinens omgivning. Marknaden undersöktes med målet att hitta den sensor som bäst klarar de behov som ställs vid vägarbeten. Det kunde konstateras att utbudet av sensorer för denna typ av arbeten är väldigt begränsat. Totalt utvärderades tre olika typer av sensorer inom projektet. Ingen av dessa sensorer kan helt uppfylla de krav som ställs för att funktionerna ska fungera optimalt:

- GPS sensor med kommunikation – alla maskiner och arbetare utrustas med precisions GPS (DGPS med RTK) och kommunikationsenheter sänder kontinuerligt ut maskinens position. GPS antennerna köptes från leverantör medan kommunikationsenheterna utvecklades inom projektet. Olika enheter användes för

maskiner och arbetare som kan ses Figur 1 och Figur 2. Eftersom antennerna är relativt stora så integrerades personheterna i ryggsäckar. Detta är givetvis inte en rimlig lösning för ett produktionssystem men fungerade väl för testningen inom detta projekt. Ett annat problem med GPS är att de endast tillhandahåller data när det finns tillgängliga satelliter.

- Stereo kamera – Ett kamera baserat system vid namn Blaxtair köptes från tillverkare och ett gemensamt interface för att kunna utläsa data från sensorn utvecklades. Denna sensor är en av väldigt få som är utvecklade endast för användning inom arbetsområden. Den tillhandahöll data av hög kvalitet även i utmanade miljöer och ljusförhållanden. Det största problemet med denna sensor är att räckvidden är väldigt begränsad. Den är tillräcklig för funktioner i väldigt låga hastigheter men täcker inte det hastighetsspann som maskiner arbetar inom.
- Radar – Ett 77 GHz radar system köpte in från tillverkare. Denna typ av radar används normalt för adaptiva farthållare och kollisionundvikande system inom fordonsindustrin och räckvidden är upp till 200 meter. Radartechnologi är väl beprövat och fungerar bra i olika väderförhållanden. Det största problemet med denna sensor är att den inte kan upptäcka/särskilja arbetare från maskiner.

Utöver dessa tre system genomfördes även ett examensarbete med fokus på vision för detektering av arbetare inom projektet. Detta gjordes primärt för att förstå vilken prestanda som kan förväntas från kamera system i vägarbetsmiljöer i framtiden. Resultaten var lovande men de utvecklade algoritmerna genererar i nuläget för många falska detektioner.

Det beslutades i föregående arbetspaket två funktioner skulle implementeras. En för varning och en för automatisk bromsning vid risk för kollision. Även om automatisk bromsning har större potential att öka säkerheten så är det samtidigt mer komplicerat att implementera på ett säkert och pålitligt sätt. Eventuella falskingrepp skulle även påverka produktiviteten negativt. Det visades också i projektet att det är komplicerat att varna operatörer i låg hastighet när maskinerna används nära arbetare på marken. Eftersom hastigheten är låg så kan operatören välja att bromsa väldigt sent men fortfarande ha full kontroll. Varningar måste dock komma relativt tidigt eftersom de måste ta hänsyn till operatörens reaktionstid. Det är därför troligt att varningar kommer att genereras även under normal körning. Varningssystem förväntas fungera i specifika typer av arbeten, speciellt där maskiner och arbetare på marken inte är tänkta att arbeta nära varandra.

Den integrerade varningsfunktionen är zon baserad och dynamiska säkerhetszoner skapas omkring varje maskin och arbetare. Dessa zoner beror på ett flertal faktorer, t.ex., hastighet, styrvinkel och förarens predikterade beteende.

Den implementerade funktionen för aktiv inbromsning använder samma strategi som moderna funktioner inom fordonsindustrin. Algoritmen tillåts inte att bromsa så länge operatören själv kan undvika olyckan. För att avgöra detta predikterar algoritmen i varje tidssteg operatörens möjlighet att undvika ett hinder genom att bromsa, gasa eller styra. Om inte hindret kan undvikas på något sätt så bromsas maskinen automatiskt. Funktionen är modellbaserad och det är därför möjligt att använda den på olika typer av maskiner



Figur 1: Två maskinenheter monterade på en personbil under den inledande testningen.



Figur 2: Två personenheter integrerade i ryggsäckar.

genom att uppdatera modeller eller modellparametrar. I projektet så har funktionen testats med framgång på både kompaktorer och dumper.

Arbetspaket 4 – Implementation av demonstrator

Målen för detta arbetspaket:

- Implementera ett antal säkerhetsfunktioner (som väljs baserat på olycksanalysen) i en demonstrator.
- Presentera projektresultat med hjälp av demonstrator, presentationer och forskningsbidrag.

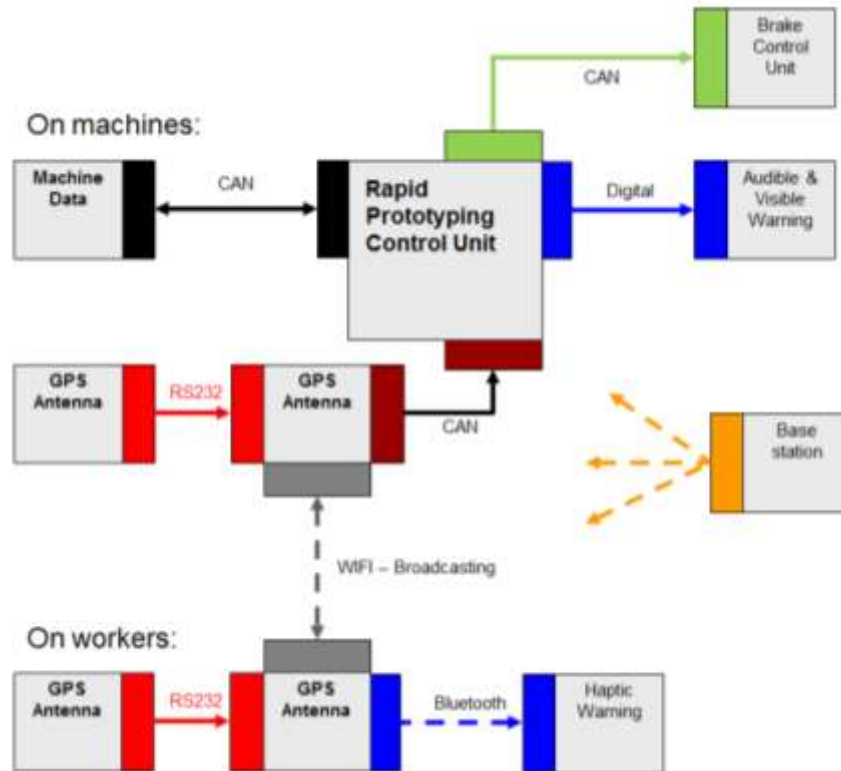
Funktionerna som utvecklades inom föregående arbetspaket implementerades i maskiner för testning och demonstration. I majoriteten av testerna i projektet användes GPS systemet med kommunikation som sensor. Det användes primärt eftersom det uppfyllde projektbehoven bäst och kunde upptäcka hinder på långa avstånd och särskilja maskiner från arbetare. Hårdvarudiagram för maskin och person enheterna visas i Figur 3. För att uppnå högsta kvalitet i positions angivelser används en basstation.

Maskinenheterna består av en kontrollenhet där funktionen för kollisionvarning eller den automatisk broms exekveras. Denna kontrollenhet är kopplad till maskinen och tar emot information om hastighet, etc. och den kan styra maskinens bromsar. Den är även kopplad till enhet som kan skicka varningar till operatören. Maskinen position fås från en GPS enhet som samtidigt skickar denna information till alla andra utrustade enheter. Denna enhet kan även användas för att skicka varningar till personenheter.

Personenheterna består av GPS enheten som skickar ut arbetarens position och tar emot eventuella varningar från maskinens kommunikations enheter. Den är kopplad till en enhet som kan generera haptiska varningar till den utrustade arbetaren.

Figur 4 visar en dumper och ett objekt som är utrustade med systemet för testning och demonstration i Eskilstuna. Detta test utfördes tillsammans med SARPA på deras testmaskin för automatiserad funktionalitet.

När stereo kameran och radarn utvärderades, integrerades de på liknade sätt i som maskinenheterna i maskiner. I dessa fall så tog kontrollenheten emot data om objekt direkt från sensorn istället för GPS enheten. Arbetare på marken behövde därför ingen utrustning för att upptäckas. Det var därför inte heller möjligt att varna arbetarna på marken när dessa sensor system användes.



Figur 3: Hårdvaru diagram för GPS system med kommunikation.



Figur 4: Dumper och hinder utrustade med systemet för automatisk inbromsning för testning och demonstration tillsammans med SARPA i Eskilstuna 2014.

Arbetspaket 5 – Presentation av resultat

Målen för detta arbetspaket.

- Presentera projektresultat med hjälp av demonstrator, presentationer och forskningsbidrag.
- Tillsätta en doktorand inom området som inom projektet skall skriva en licentiatavhandling.

Resultat från projektet har presenterats vid ett antal tillfällen både internt och externt. I början av projektet var målet att samla information vilket gjordes internt genom arbetsmöten och externt via möten med olika intressenter som arbetar med vägarbeten, såsom entreprenadfirmor, trafikverket och fackförbund.

Allt eftersom projektet pågick ändrads fokus till att presentera resultat vilket har gjorts internt via demonstrationer och presentationer. Externt har projektresultat presenterats ett antal gånger på konferenser och olika universitet.

En industridoktorand tillsattes tidigt under projektet. Planen var att licentiat avhandlingen skulle bli klar inom projektet men denna har blivit fördröjd eftersom studenten samtidigt arbetat med relaterade projekt. Volvo kommer fortsatt finansiera forskningen och målet är att avhandlingen skall vara klar under 2015.

5. Resultat

5.1 Bidrag till FFI-mål

Projektet har bidragit till att förbättra Volvos position inom forskning på säkerhet vid vägarbeten jämfört med konkurrenterna. Om denna fördel kan utnyttjas på bästa sätt och leda till industrialisering av aktiva säkerhetsfunktioner inom en snar framtid så kommer Volvo ha en konkurrensfördel, speciellt då kundernas intresse för säkerheten och ökat mycket under de senaste åren. Den fortsatta utvecklingen och användningen av projektresultaten kommer att beslutas efter en planerad sista demonstration efter projektets slut. Responserna vid tidigare demonstrationer har varit positiv och möjligheterna att kunna fortsätta utveckling för utvalda delar av projektet verkar lovande. Om den utvecklade tekniken kan nå marknaden kommer den bidra till att minska antalet döda och skadade i trafiken.

Under projektets gång har Volvo CE kunnat utöka sitt nätverk inom flera områden. Flera intressenter har bidragit till projektet. Exempel på detta är det stora entreprenadfirmorna inom vägarbete och fackförbund. Dom har alla bidragit med sin syn på och data angående olyckor vid vägarbeten. Dom har också tillåtit projektgruppen att besöka arbetsplatser för att observera och samla in data. Dessa gemensamma aktiviteter har lett till ökat samarbete som har potential att leda till gemensamma projekt i framtiden. Volvo har också ökat samarbetet med sensorleverantörer med målet att identifiera lämpliga sensorer som kan användas inom vägarbeten och andra typer av jobb.

Doktoranden har under projektets gång fått möjlighet att etablera internationella kontakter genom besök vid Vrije Universiteit Brussels, Penn State University, och UC Berkeley. Gemensamma forskningsintressen med forskare på UC Berkeley har lett till att studenten kommer spendera 15 månader där under de kommande tre åren. Detta samarbete kan genomföras tack vare ett Vinnova Vinnmer projekt. Samarbetet ger Volvo möjlighet att samarbeta med världsledande forskare.

Projektet har även framgångsrikt lyckats bidra till SARPA projektet genom att tillhandahålla ett sensor system som ska användas på deras automatiserade test maskin. Utöver sensor systemet har även funktionen för automatisk inbromsning integrerats på maskinen. Denna kommer att fungera som back-upp till de automatiserade funktionerna. Detta gav tillfälle att visa att funktionerna var möjliga att överföra till andra maskiner.

6. Spridning och publicering

Projektet har presenterats vid ett flertal tillfällen både internt och externt. Aktiviteterna inkluderar demonstrationer med maskiner, presentation på konferenser och universitet



Figur 5: Bilder från filmen som spelades in vid demonstrationen av automatisk nödbroms i Eskilstuna, 2014. Bilden till vänster visar en situation när maskinen stannat automatiskt precis innan dockan körs på. Den högra bilden visar hur operatören kan köra nära dockan utan att algoritmen genererar något falskt ingrepp.

och deltagande i utställningen på FFIs program konferens. Figur 5 visar två bilder från demonstrationen tillsammans med SARPA som genomfördes under 2014. En film från demonstrationen var med i utställningen på FFIs program konferens i Göteborg, 2014.

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

En lista på genomförda och planerade aktiviteter:

Demonstrationer

Demonstration av varningsfunktion för att undvika kollision mellan människa - maskin och maskin - maskin, Göteborg, 2014. Denna demonstration genomfördes med en personbil och arbetare till fots. All enheter var utrustade med positionering enheter och varningar skickades när det var risk för kollision.

Demonstration av automatisk broms på dumper, Eskilstuna, 2014. Denna demonstration utfördes på en Volvo A35 dumper som används i SARPA projektet. Maskinen kördes mot dockor utrustade med GPS och kommunikation. Maskinen bromsade automatiskt för att undvika kollision.

Demonstration av varnings funktion för maskin - människa och maskin - maskin kollisioner, Shippensburg, 2014. Denna demonstration genomfördes med en asfaltläggare, en kompaktor och med arbetare till fots för att simulera ett vägarbete. Alla enheter var utrustade med positionerings enheter och varningar skickades till maskinoperatörer och arbetare vid risk för kollision.

Planerad: Demonstration av maskin-maskin varnings funktion, Shippensburg, 2015. En demonstration med asfaltläggare och kompaktor i ett simulerat vägarbete är planerad i april 2015

Presentationer

Konferenspresentation på International Symposium of Automation and Robotics in Mining and Construction, *Automation for improved safety for roadside construction*,

| |
|--|
| Montreal, 2013. |
| Presentation vid Department of Fundamental Electricity and Instrumentation, Vrije Universiteit Brussel, <i>Towards Zero Accidents in Roadside Construction</i> , Brussels, 2013. Presentation om aktiv säkerhet och varnings design. |
| Presentation vid Department of Mechanical Engineering, Penn State University, <i>Warning design for collision avoidance functionality</i> , State College, PA, 2014. Presentation om varning design för att undvika kollisioner i låga hastigheter. |
| Presentation i samband med Volvo dagarna, <i>Projektuppdatering: Nollvision vid vägarbeten</i> , Eskilstuna, 2014. Presentation av projekt status till intressenter. |
| FFI program konferens, "Fordonsstrategisk Forskning och Innovation – Vision, trender och internationell utblick, Göteborg, november, 2014. Projektet presenterade funktioner för automatisk inbromsning som testade på en Volvo A25 dumper tillsammans med SARPA. Presentationen innehöll poster, en film från demonstrationen och en fungerande installation av stereo kameran som använts i projektet. |
| Planerad: Konferenspresentation på Intelligent Vehicles Symposium, <i>On threat assessment and collision avoidance for articulated machinery in low-speed scenarios</i> , Seoul, 2015 [15]. Ett bidrag är inskickat och besked väntas i april 2015. Bidraget undersöker hur algoritmer från fordonsindustrin presterar i anläggningsmaskiner i låga hastigheter. |
| Planerad: FFI projektresultat konferens, 2015. Projektet har föreslagits för presentation på konferensen. Presentationen skulle innehålla en bred överblick av de uppnådda resultaten. |

6.2 Publikationer

S. Bergquist, C. Grante, J. Fredriksson, J. Sjöberg. Automation for improved safety in roadside construction, International Symposium on Automation and Robotics in Mining and Construction, Montreal, 2013.

S. Bergquist, J. Sjöberg, C. Grante. On threat assessment and collision avoidance for articulated machinery in low-speed scenarios, inskickad till The Intelligent Vehicles Symposium, Seoul, 2015.

Arash Akbarinia, Real-time 2D detection and tracking of construction workers, Erasmus Mundus in Vision and Robotics, 2013.

Vignesh Radhakrishnan, Machine movement prediction for collision avoidance, Delft Center for Systems and Control, 2014.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

I detta projekt har fokus varit på att minska antalet olyckor vid vägarbeten. Det har framkommit att arbetsplatserna är riskfyllda miljöer där olyckor ofta inträffar. Den vanligaste allvarliga typen av olycka är arbetare till fots som blir påkörda av fordon eller maskiner. Inom projektet har ett flertal olika möjligheter att minska risken för olyckor identifierats. Dessa inkluderar allt från varningssystem till helt automatiserade lösningar. Funktioner för att varna operatören eller automatiskt bromsa en maskin när en kollision är nära förestående implementerades. Potentialen för dessa system har visats i både tester och demonstrationer.

Projektet har samtidigt identifierat ett antal problematiska områden där mer forskning och arbete är nödvändigt. Ett stort problem är bristen på sensorer för dessa miljöer, här krävs ett ökat samarbete med sensorleverantörer. Ett annat område är varningar i låg hastighet där mer forskning behövs för att avgöra i vilka typer av arbeten och i vilka maskiner dessa kan användas effektivt.

Arbetet har gett Volvo CE stor kunskap inom kollisionssundvikande system och hur dessa fungerar i vägarbetsmiljöer. Detta ger möjlighet att kunna möta kundernas krav på högkvalitativa säkerhetssystem före våra konkurrenter.

Projektet har bidragit till att skapa kontakter mellan Volvo CE och ett antal andra parter som arbetar med eller är intresserade av säkerhet vid vägarbeten, exempelvis de stora entreprenadfirmorna inom vägarbete samt sensortillverkare. Dessa kontakter har potentialen att påskynda introduktionen av aktiva säkerhetssystem i vägarbetsmiljöer och minska antalet dödade och skadade i trafiken.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Volvo Construction Equipment
Peter Wallin
peter.wallin@volvo.com
016 541 6316

Chalmers Tekniska Högskola
Jonas Sjöberg
jonas.sjoberg@chalmers.se
031 772 1855

Volvo Advanced Technology &
Research
Stefan Bergquist
stefan.bergqvist@volvo.com
031 322 9254