Att se i mörker

En jämförelse mellan två olika night vision-system

av

Ingrid Alin Nilsson, Helen Alm, Sona Arabloui

Henrik Gemoll, Anna Heyden, Karl-Johan Törngren

och Rasmus Wetterström

Trafiksäkerhet är en fråga som de senaste åren fått alltmer uppmärksamhet. Detta är naturligt då Röda korset sedan 1998 har benämnt trafikskador som en global katastrof (Vägverket, 2004). Mer än en tredjedel av de alla svenska trafikolyckor och två femtedelar av svenska dödsolyckor i trafiken sker när det är mörkt. Tekniken i dagens fordon utvecklas snabbt och det finns idag avancerade system som hjälper föraren vid kritiska situationer, så kallade förarstödssystem. Vi har valt att inrikta oss mot ett förarstödssystem, night vision, som hjälper föraren vid mörkerkörning genom att presentera en förstärkt bild av verkligheten.

Syftet med detta projekt har varit att jämföra ett kontinuerligt night vision-system, som liknar befintliga system, mot ett intermittent system som ännu inte finns på marknaden. I ett Night vision-system används IR-kameror för att ge föraren den förstärkta bilden projicerad på framrutan. Skillnaden mellan systemen är att det kontinuerliga ständigt visar den förstärkta bilden medan det intermittenta fungerar mer som ett varningssystem och endast tänds när de värmekänsliga kamerorna känner av en potentiell fara framför fordonet. Systemen implementerades i en fixed-base simulator och testades på 23 försökspersoner, i ett experiment med inomgruppsdesign. Vi mätte försökspersonernas medelhastighet samt avstånd till fara vid upptäckt. De objekt som klassificerades som faror i vårt experiment var älgar och människor som befann sig nära eller på vägen. Försökspersonerna fick efter körningarna fylla i en enkät och fick svara på frågor i en strukturerad intervju. Vår hypotes är det inte negativ beteendeanpassning, i form av förhöjd hastighet, sker i samma grad med ett intermittent system som med ett kontinuerligt. De kvantitativa data vi fått fram i form av hastigheter och upptäckt av fara har inte gett några signifikanta resultat men indikerar att det intermittenta systemet skulle kunna ses som ett säkrare system. Kvalitativa data i form av enkät och intervju styrker även de det intermittenta systemets fördel. Förarnas kommentarer tyder på en klar tendens att det intermittenta systemet skulle föredras i verkligheten, då så många som 100 % av våra förare svarade att de skulle föredra detta system. Vi kan tydligt utläsa en upplevelse av säkrare och tryggare körning med det intermittenta systemet, vilket är av betydande roll för förarens körteknik.

Inledning

Trafikdöden är ett globalt problem, i världen dör 1,4 miljoner människor i trafiken per år. Mer än en tredjedel av alla svenska trafikolyckor och två femtedelar av svenska trafikrelaterade dödsolyckorna sker i mörker (Vägverket, 2004). Fordonsbranschen och myndigheter satsar idag stora resurser på forskning för en säkrare trafikmiljö. Tekniken i dagens fordon utvecklas snabbt och det finns idag avancerade system som hjälper föraren, t.ex. styrning, varningssystem, kommunikations- eller navigations-utrustning. Syftet med dessa är att assistera föraren i olika typer av trafiksituationer som kan medföra fara eller på annat sätt vara kritiska för förarens beteende.

Inom området *Advanced Driving Assistance Systems (ADAS)* kategoriseras olika hjälpsystem, exempelvis typer av varningssystem eller teknik för förstärkt verklighet. Med förstärkt verklighet menas att sensorer, placerade utanför fordonet, exempelvis kan inhämta information som föraren normalt inte ser. I detta projekt har vi valt att studera sådana typer av hjälpsystem som underlättar mörker-körning, så kallade night vision-system.

Night vision-system

Night vision-system presenterar en förstärkt bild av omgivningen på en skärm inne i fordonet. Detta görs med hjälp av värmekänsliga kameror, så kallade IR-kameror, som känner av varma objekt som befinner sig framför fordonet.

Olika ytor i omgivningen har även mätbara temperaturdifferenser. Användare av night vision-system kan därför exempelvis se väglinjer avteckna sig tydligt mot asfalten, och asfaltsytan i sin tur mot omgivande dikesren. Detta innebär att systemet ger en nära komplett bild av den framförvarande vägen.

Beteendeanpassning

Smiley (2000) beskriver det som kallas för beteendeanpassning. Hon menar att människans möjlighet att anpassa sig är en väldigt värdefull egenskap som är en grundsten i intelligent beteende. Just människans benägenhet att anpassa sig till oväntade situationer är underlaget till att man har människan högst upp i intelligenta och automatiserade system. Smiley behandlar dock särskilt den negativa beteendeanpassningen. Negativ beteendeanpassning uppstår när de ökade säkerhetsmarginaler som systemet ger försvinner genom att användaren anpassar sitt risktagande. Genom att föraren känner sig tryggare med det nya systemet ökar riskbenägenheten. Ett tänkbart exempel på detta är att användare av night vision-system kan öka farten vid mörkerkörning till följd av att de känner sig tryggare än vid normal mörkerkörning. Följden blir att systemets tänkta säkerhetsförbättring till viss del, eller helt försvinner.

Syfte och Frågeställningar

Syftet med projektet har varit att studera night vision-system samt skaffa kunskap om hur man kan hantera problemet med negativ beteendeanpassning. För att göra detta har vi tittat närmare på två olika varianter av night vision-system. Dels ett *kontinuerligt system* som visar den förstärkta bilden av vägen kontinuerligt för föraren och dels ett, så kallat, intermittent system som fungerar som ett varningssystem och endast aktiveras när de värmekänsliga kamerorna känner av en potentiell fara framför fordonet. Vi misstänker att föraren inte anpassar sig på samma sätt med det intermittenta systemet, som med en kontinuerlig visning. De system som finns på marknaden idag är alla av kontinuerligt slag, vilket styrker vårt projekts relevans.

Kan man påvisa en mindre negativ beteendeanpassning med det intermittenta systemet skulle det kunna tänkas vara ett bättre system än de redan existerande.

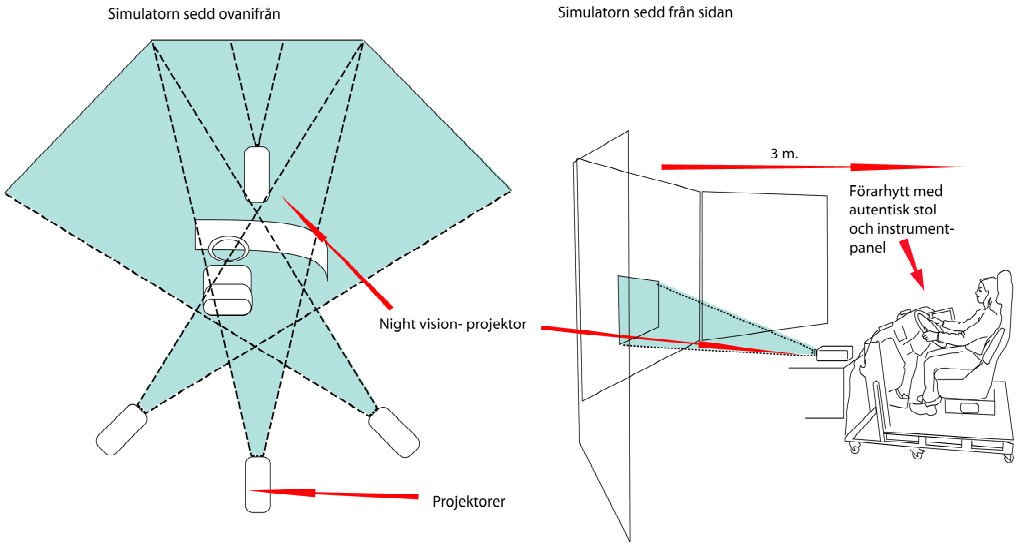
Vår hypotes är att det med hjälp av ett intermittent system sker mindre negativ beteendeanpassning jämfört med det kontinuerliga alternativet.

Vi har valt att undersöka vår hypotes genom tre frågeställningar:

- Kan det intermittenta systemet betraktas som ett säkrare system än det kontinuerliga?
- Sker det mindre negativ beteendeanpassning med ett intermittent system jämfört med ett intermittent system?
- Upptäcks faran tidigare med ett intermittent system som genom sin utformning får en tydlig varningsprägel?

simulator är, precis som det låter, fast och orörlig. Simulatorn bestod i sina mer avancerade utföranden av en simulatorcockpit (del av fordon med förarplatsen) placerad framför en eller flera skärmar där vägen och dess omgivning (omvärlden) tillsammans med omgivande trafik projicerades.

Den aktuella omvärlds-modellen är en 3d-värld bestående av en 14 mil lång landsvägssträcka med mitt- och sidlinjer samt vägstolpar utplacerade längs vägkanten. I denna omvärldsmodell har mötande bilar, människor och älgar applicerats. Omvärldsscenariot projicerades med tre videoprojektorer på tre dukar som var placerade framför förarhytten.



Figur 1. En fixed-base-simulator

Metod

Våra experiment genomfördes i en fixed-base-simulator belägen vid IKP/IAV vid Linköpings universitet. En fixed-base-

Vi använde oss av inomgruppsdesign där försökspersonerna fick köra de två olika systemen i ca 30 minuter vardera. För att undvika att körordningen av systemen skulle påverka testresultaten använde vi ett ABBA-upplägg (counterbalancing). Vi hade 23 försökspersoner i åldern 20-38 år

varav åtta kvinnor och 15 män, som alla hade haft körkort i minst två år.

Försöket påbörjades med att försökspersonen under 5 minuter fick provköra simulatorn med det kontinuerliga systemet. Detta för att försökspersonen skulle få möjlighet att bekanta sig med simulatorn. Under denna provkörning besvarades eventuella frågor som försökspersonen hade. En instruktionstext innehållande en introduktion av systemet, förarnas rättigheter samt instruktioner inför körningen lästes upp. De instruerades främst att indikera upptäckt av fara genom att trycka ner tutan.

Därefter påbörjades det riktiga försöket med att försökspersonen fick köra det ena systemet. Längs vägen fanns mötande trafik men inga fordon i samma körriktning. Vi hade också placerat ut tre målobjekt (faror) i form av älgar och människor. Efter ca 10 minuters körning dök den första älgen upp på vägbanan. Efter ytterligare ca 10 minuter dök en ny älg upp och efter ytterligare några minuter en människa. Vid de två sista händelserna mätte vi avstånd till fara vid upptäckt.

Avstånd till fara vid upptäckt avgjordes genom att avståndet mellan det egna fordonets position och den aktuella faran mättes då försökspersonen signalerade upptäckt av fara.

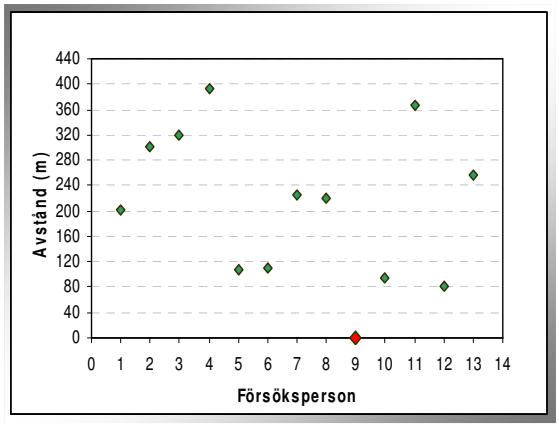
Mellan och efter de två körningarna fick försökspersonerna fylla i en enkät, delvis bestående av den så kallade NASA-TLX-modellen för att utläsa förarnas subjektiva uppskattning av deras arbetsbelastning under körningarna. Avslutningsvis fick försökspersonerna svara på frågor ur en strukturerad intervju.

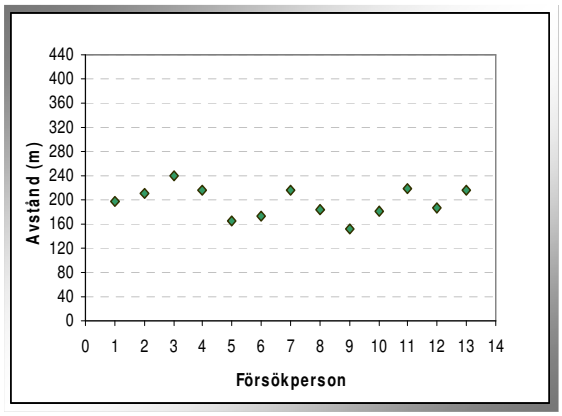
De oberoende variabler som fanns var älgen/människan, det intermittenta samt det kontinuerliga systemet. Beroende variablerna var försökspersonernas hastighet och avstånd till fara vid upptäckt.

Medelhastighet räknades under de första 10 minuterna av körningen då inga händelser inträffade, d.v.s. inga faror fanns utplacerade. Detta för att inte påverka den hastighet som föraren höll. Förutom medelhastighet och avstånd till fara vid upptäckt, läste vi även av förarnas ögonrörelser med ett eye tracking-system för att kunna avgöra hur stor del av tiden som förarna tittade i de olika displayerna.

Resultat

Resultaten för avstånd till fara vid upptäckt mättes endast på 13 av de 23 försökspersonerna på grund av tekniska problem med simulatorn. Resultaten visar att avstånd till fara vid upptäckt var i genomsnitt längre med det kontinuerliga systemet. Avstånd till fara vid upptäckt visade sig vara i genomsnitt 217,9 meter med det kontinuerliga systemet, och 201,0 meter med det intermittenta.





Trots differensen mellan systemen fanns det ingen statistiskt signifikans med en 95

procentig säkerhet. Standardavvikelsen på alla värden var 112,12 för det kontinuerliga systemet och 38,66 för det intermittenta systemet. Med det kontinuerliga systemet blev det också en stor spridning i upptäckt av fara och i ett fåtal fall upptäcktes faran precis innan de kolliderade.

Medelhastigheten som försökspersonerna hade när de körde det kontinuerliga systemet var 105 km/h och 100 km/h när de körde det intermittenta. Dessa värden räknades fram utifrån 22 av försökspersonernas värden. Resultatet har vid statistiskt t-test inte visat sig vara signifikant med 95 % säkerhet. Vidare fanns det dock en grupp som svarade i intervjun att de körde på känsla. Dessa sex personer hade en medelhastighetsskillnad mellan systemen på 12,3 km/tim, där de höll en högre hastighet i det kontinuerliga systemet. På detta gjordes även ett statistiskt t-test där, men det visade sig inte vara signifikant.

Mätdata från eye tracking visade inga tydliga tendenser, delvis beroende på svårigheter med att kalibrera systemet till varje enskild försöksperson. Vi noterade dock tre personer där vi varit extra noggranna med kalibreringen och där systemet gav analyserbar data. Resultaten tyder där på att personerna fokuserade på night vision-displayen en stor del av körningen.

Försökspersonernas subjektiva skattning enligt NASA - TLX gav en del tydliga tendenser. När det gällde förarnas mentala arbetsbelastning var det fyra parametrar som uppvisade störst skillnad mellan systemen, dock ej signifikanta. Dessa parametrar var mentala krav, ansträngning, prestation och frustration. Resultaten visar tydligt att försökspersonerna uppfattade det intermittenta systemet som mindre krävande vad det gäller mentala krav och ansträngning. De kände sig mindre frustrerade och hade känslan av att de presterade bättre i det intermittenta kontra det kontinuerliga.

Diskussion

De kvantitativa data vi har fått fram har inte gett några signifikanta resultat men indikerar att det intermittenta systemet skulle kunna ses som ett säkrare system. Kvalitativa data styrker däremot det intermittenta systemets fördel och förarnas upplevelse tyder på en tydlig tendens mot att det intermittenta systemet skulle föredras i verkligheten, då så många som 100 % av våra förare svarade att de skulle föredra detta system. Fördelarna med det intermittenta var bland annat att det varnade enbart för faror och föraren kunde körde mer efter den riktiga vägen istället för att titta på displayen. En stor fördel med det intermittenta systemet var också att försökspersonerna slapp söka av den displayen hela tiden samt avgöra om någonting närmade sig och om det då var en bil, ett djur eller en människa.

Cirka hälften av förarna ansåg att det kontinuerliga systemet var onödigt, ansträngande eller mer i vägen än hjälpsamt. De ansåg sig inte behöva projicerade displayen jämt utan ville koncentrera sig på bilkörningen i den simulerade världen. Många tyckte att det kontinuerliga systemet var jobbigt i och med att det var svårt att avgöra vart de skulle titta.

På frågan om vilket de helst skulle vilja använda ute i den verkliga världen så svarade alla 23 försökspersoner att de skulle föredra det intermittenta systemet. Resultaten kan dock ha påverkats av att den simulerade omvärlden inte upplevdes som verklighetstrogen. Mötande bilar syntes ovanligt dåligt i denna värld eftersom deras ljuskäglor var svaga och de syntes mestadels endast när de lystes upp av den egna bilens ljuskägla. Halv- och helljus lyste, inte heller de, upp lika bra som i verkligheten. Negativ kritik mot simulatorn kretsade även kring simulatorns feedback då ett antal försökspersoner upplevde körningen som obehagligt, skum eller inte särskilt realistiskt. Cirka hälften

av förarna angav också att de saknade fartkänsla.

Avståndet till fara vid upptäckt för det kontinuerliga systemet hade väldigt varierande värden. De låga värdena kan bero på att försökspersonerna inte identifierade farorna i tid, att de glömde att signalera eller att de tryckte för löst på tutan. De höga värdena kan bero på att försökspersonerna tittade mycket på night vision-systemet där faran syns både tidigare och skarpare. Anmärkningsvärt nog var det en försöksperson som missade att signalera vid ett tillfälle i det kontinuerliga systemet. Försökspersonen var inte tillräckligt uppmärksam och såg inte älgen (uppgift från intervju), vilket skulle ha gett förödande konsekvenser i verkligheten.

Värdena från det kontinuerliga systemet fördelades slumpmässigt över diagrammet och av detta kan man utläsa att det kanske inte går att använda sig av ett system som ger resultat baserar sig på slumpen då upptäckt av fara beror på om föraren råkade titta på displayen eller ej. Eventuellt hade förarna upptäckt faran tidigare utan det kontinuerliga systemet. Det kontinuerliga systemets funktion förlitar sig mer på förarens mentala kapacitet då han/hon själv måste upptäcka faran. Det intermittenta systemet bidrar å andra sidan till att det blir lättare för föraren att uppmärksamma faran, då systemet slås på och föraren vet att det finns risk för trafikfara.

Resultaten för medelhastigheterna gav ingen statistiskt signifikans. Detta kan bero på att det var för få försökspersoner, men även att det är svårt att testa negativ beteendeanpassning eftersom det kräver att förarna bekantar sig med systemen under en längre tid. Försökspersonerna i vårat experimentet bekantade sig med systemet endast i 5 minuter. Dock fanns det en grupp som i intervjun sa att det körde på känsla. Alla personer i denna grupp körde betydlig fortare med det kontinuerliga systemet, vilket kan tyda på att förarnas attityder kan vara en viktig faktor som påverkar förarnas körteknik.

Slutsats

Syftet med projektet har varit att ta fram skillnader mellan det kontinuerliga systemet och det intermittenta samt förvärva kunskaper inom området night vision. Det är svårt att ge helt klara svar på de frågeställningar vi använt oss av men vi kan dock utläsa resultat som pekar på att det sker mer negativ beteendeanpassning med det kontinuerliga systemet jämfört med det intermittenta i form av högre hastighet. Vad det beträffar upptäckt av faror kunde vi i det intermittenta systemet se ett tydligt och jämnt mönster där de flesta upptäckte faran i god tid. Data i det kontinuerliga systemet varierade dock i väldigt stor utsträckning där ett flertal försökspersoner inte uppfattade faran förrän det var för sent. Även kvalitativa data visar mycket tydligt att det intermittenta systemet är att föredra.

Vår hypotes har i och med våra experiment stärkts och de generella slutsatser man kan dra från våra resultat är att det intermittenta systemet är både lättare att hantera, medför mindre beteendeanpassning och uppfattas som ett säkrare system.

Referenser

Smiley, A. (2000). *Auto Safety and Human Adaptation*. Journal of the Transportation Research Record, in press.

Sika, (2004). *Vägtrafikskador 2003.* www.sika-institute.se

Vägverket (2004). *Nollvisionen på väg.*