Inverkan av Intelligent Cruise Control på trafiksäkerheten

Kathrine Freitag, Josefin Nilsson, Fabian Segelström,
Jonathan Stoltz, Jonatan Wentzel & Karin Åberg

I syfte att undersöka inverkan av Intelligent Cruise Control (ICC) på trafiksäkerheten utvecklades och implementerades en ICC med tillhörande gränssnitt i en fixed-base bilsimulator. En ICC är en intelligent farthållare, vilket innebär att den förutom att ha de funktioner en normal farthållare har även kan anpassa sin hastighet efter framförvarande bil. Säkerhetsaspekter i fem kritiska trafiksituationer jämfördes mellan körning med och utan ICC. Inspiration till studien, samt tre av de fem kritiska situationerna, har hämtats från Nilsson (1995). Vid varje kritisk situation mättes avståndet i tid till framförvarande bil (time headway) när inbromsning påbörjades, deacceleration under inbromsning och minsta time headway. I försöket användes en mellangruppsdesign med tjugotvå försökspersoner. Resultaten tyder inte på att körning med ICC skulle ha någon inverkan på trafiksäkerheten jämfört med körning utan. En viss undertillit till systemet kunde skönjas hos ICC-gruppen. Detta skulle bland annat kunna förklaras med att ingen tillit kunnat byggas upp på grund av avsaknad av trafik i den egna körriktningen och relativt kort körtid.

Bakgrund

Konventionella farthållare låter föraren ställa in önskad hastighet och håller sedan denna hastighet tills föraren väljer att koppla ur systemet. De klarar dock inte av att anpassa sin hastighet till andra bilar i omgivningen, utan föraren måste ta över och anpassa farten manuellt. Detta gör att konventionella farthållare har begränsad användning. För att öka farthållarnas användbarhet har det farthållare som klarar av att anpassa fordonets hastighet i förhållande till en framförvarande bil utvecklats. Dessa system kallas för Intelligent Cruise Control (ICC) och marknadsförs framförallt som komfortsystem, men med systemen följer även flera säkerhetsaspekter. Det är dessa säkerhetsaspekter samt utvecklandet av ett ICC-system som denna studie fokuserat på.

Psykologiska faktorer

En negativ effekt som följer av automatiserade förarstödssystem är att föraren måste skifta mellan att vara aktiv och passiv vilket påverkar prestationen negativt (de Waard, 1996). Behovet att upprätthålla förståelse för den omgivande miljöns tillstånd, situation awareness, ökar i och med att nivån av automation hos ett system ökar (Oskarsson, 1999). Test med intelligenta farthållare har visat att automatisering av vissa uppgifter kan leda till en reducerad nivå av situation awareness.

Om en person lägger större tilltro till ett systems förmåga att hantera situationer än vad som faktiskt finns talas det om övertillit. Vid det omvända fallet, att personen inte tror att systemet klarar av vad det faktiskt klarar av, kallas det undertillit.

Det har visats att människor hellre gör ett arbete manuellt än överlåter det till en automatiserad process som de inte hyser tillit till (Muir & Muray, 1996, refererade i Stanton & Young, 2001). I samma studie visades även att det är svårare att göra sig av med undertillit till systemet än att bygga upp en initial tillit. Detta leder till att förare endast kommer att använda ICC i situationer där de fullständigt litar på den och att ett misslyckande av systemet i dessa situationer kan leda till att det inte används alls.

En tänkbar följdeffekt av tillitsproblematiken är beteendeanpassning, det vill säga att förare när de vant sig vid systemen anpassar sitt beteende efter vad de tror att systemet klarar av. Risken för negativ beteendeanpassning har tagits upp av flera forskare, bland annat Nilsson (1995). Nilsson

spekulerade i att den ökade olycksfrekvensen hos ICC-gruppen i hennes studie stod i samband med negativ beteendeanpassning.

Trafiksäkerhet, förarstödssystem och ICC

Generellt sett finns två kategorier säkerhetssystem, passiva och aktiva. Passiva säkerhetssystem är sådana som verkar hela tiden för att minska skadorna när en olycka inträffar, exempelvis bilbälte och airbag. Aktiva säkerhetssystem å andra sidan verkar aktivt för att olyckor inte ska inträffa, såsom system som varnar när en förare håller på att köra av vägen och intelligenta farthållare.

Broughton och Markey (1996, refererade i Stanton & Young 1998) hävdar att olyckor framförallt uppkommer då förare kör för fort, saknar förmåga att bedöma sin egen framfart eller blir distraherade. Lösningen på detta skulle kunna vara automatiserade system och varningar till föraren. Flera forskare rapporterar dock att ICC framförallt upplevs som ett komfortsystem.

Vid framtagning av ett ICC-system måste hänsyn tas till olika problem. Till exempel måste en ICC kunna varna om det uppstår situationer som den inte klarar av. Hänsyn måste tas till att en sensor kanske inte kan detektera alla relevanta objekt, alternativt detektera irrelevanta objekt såsom stillastående bilar på vägrenen. Systemet får inte heller av juridiska skäl ta över kontrollen i för hög grad.

För att designa en någorlunda realistisk farthållare har flera förebilder använts, både farthållare implementerade i fysiska bilar och sådana som använts i försök i bilsimulatorer, främst den som Nilsson använde i sin studie från 1995, men även ICC-system från Chrysler och Volvo.

Simulatorer

Det finns två kategorier av simulatorer, fixed-base och moving-base. Fixed-base innebär att stolen och ratten inte rör sig beroende på vägens och världens beskaffenhet, utan är helt fasta. Moving-base innebär i stället att stolen och ratten följer världens rörelser.

Att använda simulatorer istället för riktiga bilar vid försök har flera fördelar. Vissa försök är för farliga för att utföras i riktig trafik och utförs således med högre säkerhet i simulator. Utrustningen är oftast billigare och lättare att implementera i en simulator än i en bil. Slutligen är experimentkontrollen bättre när en simulator används, eftersom försöksledaren kan konstanthålla parametrar såsom väder, vilka situationer som ska inträffa och när de ska inträffa.

Studie av Nilsson

Nilsson (1995) gjorde en studie av säkerhetseffekter av intelligenta farthållare i tre kritiska trafiksituationer: inbromsande bil, utsvängande bil och stillastående kö på raksträcka.

ICC:n var utformad för att varna föraren i de två förstnämnda situationerna, så att denna bromsar.

Resultaten visar inte några signifikanta skillnader med avseende på time headway mellan körning med och utan ICC. Det förekom fem kollisioner i försöket, alla vid situationen med den stillastående kön. Fyra kollisioner uppkom i ICC-gruppen och en i kontrollgruppen.

Förarna i ICC-gruppen hade längre time headway än de i kontrollgruppen vid två situationer. Detta var när en bil svängde ut framför och när framförvarande bil bromsade kraftigt. Vid den tredje situationen, stillastående kö, var genomsnittlig minsta time headway kortare för ICC-gruppen, även då de som kolliderat med den stationära kön inte räknades med. Sett till deaccelarationen kan det konstateras att ICC-förarna i genomsnitt bromsade hårdare än de utan ICC vid alla situationer. Det fanns dock inga signifikanta skillnader i något av fallen.

I diskussionen skriver Nilsson (1995) att det verkar rimligt att anta att förare som vet att de har ett system som kan reglera hastighet och avstånd förväntar sig mer av systemet än vad det kan klara av.

Som förslag på vidare forskning föreslår Nilsson att en ICC som kan hantera stillastående objekt borde studeras.

Metod

En mellangruppsdesign med en grupp som körde med ICC och en som körde utan användes. Antalet försökspersoner var tjugotvå och fördelningen mellan grupperna skedde genom slumpning men med kontroll för jämn könsfördelning.

Försökspersonerna fick köra ungefär 45 km på landsväg (90 km/h). Under varje session uppkom fem kritiska situationer i

samma ordning och på samma ställen för alla försökspersoner. De tre första situationerna hämtades från Nilssons studie om intelligenta farthållare (1995) och modifierades för att passa landsvägskörning, och de två övriga valdes ut med tanke på att testa systemets begränsningar.

Utsvängande bil. I den första situationen kom försökspersonen ikapp tre bilar som körde efter varandra i låg hastighet. Försökspersonen påbörjade en omkörning av de tre bilarna och när han/hon hade kört förbi den första bilen svängde den andra bilen plötsligt ut i försökspersonens fil. Den andra bilens körriktningsvisare blinkade för att visa sitt tänkta filbyte. Här fanns ingen mötande trafik.

Inbromsande bil. I den andra situationen kom försökspersonen ikapp en bil, vilken bromsade häftigt när försökspersonen var nära. Samtidigt kom mötande trafik som hindrade försökspersonen att byta fil.

Stillastående kö på raksträcka. Situation tre bestod av en stillastående kö på en raksträcka med fri sikt. Den sista bilen hade inte sina bromsljus tända. Detta för att försvåra för försökspersonen att upptäcka att kön står stilla.

Insvängande bil. I situation fyra blev försökspersonen omkörd av en bil som efter avslutad omkörning plötsligt bromsade häftigt. Här fanns ingen mötande trafik.

Stillastående kö efter kurva. Den sista situationen bestod liksom situation tre av en stillastående kö. Här var dock sikten skymd genom att kön var placerad efter en kurva där det låg timmerhögar vid vägkanten.

Kö efter kurva lades som sista kritiska situation eftersom krockrisken bedömdes vara störst för den situationen. Situationerna från Lena Nilssons studie (1995) lades först, i den ordning som anges i hennes studie, för att göra en jämförelse med den studien mer trovärdig.

De kritiska situationerna placerades ut med tanke på att de inte skulle ligga så nära varandra i tid att det kunde misstänkas att en situation påverkade nästa, men inte heller skulle ligga så jämnt fördelat under sessionen att försöksdeltagaren kunde se ett mönster.

Material

Försöken utfördes i en fixed-base-simulator med hög visuell trovärdighet. En sidobackspegel fanns på vänster sida.

ICC:n aktiverades antingen med knappen on/off eller med knappen resume. ICC:n inaktiverades genom ytterligare ett tryck på on/off, eller genom att försökspersonen gasade eller bromsade. Vid aktivering visades en ikon på instrumentpanelen och en gul markör på hastighetsmätaren. Markören visade den hastighet ICC:n ställts in att hålla. Både ikonen och markören var synliga så länge ICC:n var aktiverad. Den inställda hastigheten varierades med pil-upp och pilner, +/- 1km/h för varje tryck. Sistnämnda knappar kunde hållas intryckta för snabbare hastighetsjustering. Knappsatsen utgjordes av ett delvis maskerat standardtangentbord till PC placerat till höger om ratten.

ICC:n var modellerad kring en sensor med en räckvidd om 150 meter, och ett synfält som enbart täckte den egna körbanan. Om inget framförvarande fordon kunde registreras av sensorn höll ICC:n den av föraren inställda hastigheten. Om ett fordon kom inom sensorns räckvidd strävade systemet att hålla en time headway på 3 sekunder.

ICC:n var funktionell i intervallet 30-130 km/h. Om hastigheten understeg 30 km/h när ICC:n var aktiverad stängdes ICC:n av samtidigt som en varning om att så skett presenterades i form av en kort ljudsignal och en ikon på instrumentpanelen. Ikonen låg kvar tills hastigheten åter var över 30 km/h.

Vid två olika typer av händelser presenterade ICC:n en kollisionsvarning:

- När ICC:n registrerade att den egna bilens hastighet var så hög att systemet med sin tillåtna deacceleration på 3 m/s² inte skulle hinna stanna inom avståndet till framförvarande bil.
- När time headway var så liten att om framförvarande bil skulle deaccelerera med 3 m/s² i förhållande till den egna bilen så skulle detta leda till kollision inom 1,5 sekunder, i fall föraren inte reagerar.

Vid dessa två fall kopplades systemet ur helt, vilket ledde till att endast motorbroms deaccelererade fordonet. ICC:n fortsatte alltså inte aktivt att försöka nå önskad time headway. Kollisionsvarningen var i form av en blinkande ikon på instrumentpanelen och en pulserande ljudsignal. Varningssignalen var aktiverad tills försökspersonen reagerade, antingen genom att gasa eller bromsa, handlingar som alltså inaktiverade ICC:n, eller genom att svänga så att hindret avlägsnades ur sensorns synfält.

Efter körsessionen fyllde försökspersonerna i en enkät bestående av korta frågor om körvana, bilspelsvana med mera. De fick också skatta olika workload-faktorer enligt en modifierad NASA-TLX-modell.

Resultat

Vid varje scenario har en kritisk inbromsning identifieras. För de fyra första scenarierna definierades den kritiska inbromsningen som att föraren måste bromsa för att inte krocka. I dessa fall är det alltså inte när föraren upptäcker framförvarande bil, utan när hon/han upptäcker att inbromsning krävs. I scenario fem däremot är kritisk inbromsning den inbromsning som görs när föraren upptäcker framförvarande bil, eftersom det handlar om en skymd situation. De två saker som undersökts vid varje kritisk inbromsning är time headway till närmast framförvarande bil och deacceleration. Dessutom har minsta time headway vid varje scenario analyserats.

Manipulerade data

Eftersom scenarierna var beroende av att försökspersonerna körde mellan 85 km/h och 95 km/h för att fungera har de försökspersoner vars medelhasighet inte låg i detta intervall plockats bort.

Hos vissa försökspersoner gick ingen kritisk inbromsning att finna. Vid dessa tillfällen ersattes värdet på time headway vid inbromsning och minsta time headway med det minsta värdet för den gruppen. Anledningen till detta är att utebliven bromsning inte ses som att inget har funnits att bromsa för, eftersom de som kört för snabbt eller för sakta för att scenarierna ska fungera inte ingår i analysen, utan ses som en attityd hos föraren att hålla korta avstånd. Eftersom ingen inbromsning gjorts är deaccelerationen satt till noll i dessa fall.

Gällande scenario ett visade det sig vid den manuella behandlingen av data vara svårt att veta vad inbromsningen inneburit, beroende på att loggfilerna saknade viss information som inte gick att återskapa. Det var med andra ord inte möjligt att identifiera den kritiska inbromsningen, vilket lett till att scenario ett har strukits ur analyserad data.

Resultatsammanställning

Time headway vid inbromsning anger tid i sekunder till närmast framförvarande bil när den kritiska inbromsningen börjar. Medelvärdet ($\bar{x}$) och standardavvikelsen (s) för båda grupperna och varje scenario beräknades.

Tabell 1. Time headway när kritisk inbromsning påbörjas.

	Med ICC		Utan ICC	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Scenario 2	4,4	2,4	2,7	1,2
Scenario 3	5,3	2,1	6,4	1,5
Scenario 4	1,8	0,1	1,5	0,1
Scenario 5	4,5	1,2	3,0	0,5
$\bar{x}$	4,0	1,4	3,4	0,8

Vid scenario två, fyra och fem hade ICC-gruppen längre time headway än gruppen utan ICC. I scenario fyra och fem var skillnaden signifikant ($t(20)=7{,}463$, $p<0{,}05$ respektive $t(20)=4{,}001$, $p<0{,}05$), och i scenario två fanns tendens till skillnad . Deaccelerationen är beräknad från att kritisk inbromsning börjar till dess att bromspedalen släpps. Medelvärdet och standardavvikelsen för de båda grupperna och de olika scenarierna beräknades (se Tabell 1).

Tabell 2. Deacceleration under kritisk inbromsning vid respektive scenario.

	Med ICC		Utan ICC	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Scenario 2	5,3	3,5	6,6	2,9
Scenario 3	5,8	2,3	5,3	1,9
Scenario 4	6,8	1,5	8,6	3,0
Scenario 5	5,5	1,8	7,8	2,2
$\bar{x}$	5,8	2,3	7,1	2,5

Vid scenario två, fyra och fem hade gruppen utan ICC kraftigare deacceleration än ICC-gruppen. I scenario fem var denna skillnad signifikant ($t(20)=2{,}609$, $p<0{,}05$).

Tabell 3. Minsta time headway vid respektive scenario.

	Med ICC		Utan ICC	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Scenario 2	4,7	2,3	2,6	1,3
Scenario 3	4,7	2,3	6,1	1,5
Scenario 4	1,4	0,3	1,4	0,2
Scenario 5	3,8	1,5	2,9	0,5
$\bar{x}$	3,6	1,6	3,3	0,8

Vid scenario två och fem hade ICC-gruppen längre time headway än gruppen utan ICC. Denna skillnad var signifikant vid scenario två ($t(20)=2,596$, $p<0,05$), och vid scenario fem fanns tendens till skillnad ($p=0,063$). Många försökspersoner påbörjade inbromsning vid de kritiska situationerna innan ICC:n varnat för fara. Detta var mest påtagligt vid scenario två. Ingen av försökspersonerna krockade under försöket.

Tabell 4. Översikt över hur många i ICC-gruppen som hann få en varning av ICC:n innan de påbörjade inbromsning vid respektive scenario.

	Bromsbeteende med ICC	
	Varning	Ingen varning
Scenario 2	0	11
Scenario 3	4	7
Scenario 4	9	2
Scenario 5	5	6

Diskussion

Syftet med studien var att kontrollera om trafiksäkerheten kan ökas med hjälp av användandet av ICC. Resultaten tyder inte på att så skulle vara fallet.

Baserat på Nilsson (1995) var det förväntade resultatet att de fyra första situationerna inte skulle utgöra något större problem, medan den femte (stillastående kö efter kurva) förväntades ge kortare time headway för ICC-gruppen jämfört med gruppen som körde utan ICC. I Nilsson (1995) var den tredje situationen (stillastående kö på raksträcka) den enda vid vilken kollisioner uppkom. Dessa kollisioner förklarades med att förarna hyst övertillit till systemet.

Resultaten som presenteras här ger dock delvis en annan bild. Vid scenario tre fanns som väntat inga signifikanta skillnader mellan grupperna, men för de övriga scenarierna visade det sig att de som använde ICC hade längre time headway och/eller bromsade mindre kraftigt än de som körde utan ICC. Scenario två uppvisade en signifikant skillnad i minsta time headway och tendens till skillnad i time headway när inbromsning påbörjas. Detta kan inte förklaras med att försökspersonerna varnades så att de i god tid kunde bromsa, eftersom alla försökspersoner påbörjade inbromsning innan systemet skickat någon varning.

Vid scenario fyra hade ICC-gruppen signifikant längre time headway än gruppen utan ICC när inbromsning påbörjades. Här var det nio av de elva försökspersonerna i ICC-gruppen som mottog varning från systemet innan bromsning inleddes, vilket kan förklara varför ICC-gruppen började bromsa tidigare än den andra gruppen.

Vid scenario fem hade ICC-gruppen signifikant längre time headway när inbromsning påbörjas och signifikant lägre deacceleration. Det fanns också tendens till att de hade längre minsta time headway. Mindre än hälften hann bli varnade av systemet innan de påbörjade inbromsning, vilket kan innebära att det inte på ett direkt sätt finns en koppling mellan ICC:n och skillnaden mellan grupperna. En tolkning skulle kunna vara att ICC-gruppen avlastades jämfört med gruppen utan ICC, då de inte behövde allokera lika mycket uppmärksamhet till att hålla hastigheten, vilket i sin tur skulle innebära tidigare upptäckt av potentiella faror hos ICC-gruppen.

Det faktum att majoriteten i ICC-gruppen i denna studie bromsade innan systemet hann varna i tre av fyra situationer skulle kunna tolkas som att ICC-gruppen här har hyst undertillit till systemet. Den potentiella undertilliten skulle kunna förklaras av en mängd faktorer. För lite trafik i egen körriktning gjorde att ICC-gruppen aldrig fick tillfälle att uppleva hur systemet agerade utom vid de kritiska situationerna. Ingen tillit till systemet kunde då byggas upp. Vid mer trafik i egen körriktning hade försökspersonerna eventuellt i högre grad vågat släppa kontrollen och låta systemet ta över allt eftersom de märkte att det fungerade i mindre kritiska situationer. Det skulle även kunna hävdas att körtiden var för kort. Bilkörning är ett överinlärt beteende, och det tar tid att vänja sig av med sitt vanliga sätt att köra bil. En halvtimme är eventuellt inte tillräckligt för att utveckla tillit till systemet. Koziol et al. (1999) fick även resultat som pekade på säkerhetsfördelar med ICC gentemot både traditionell och ingen farthållare. Några sådana slutsatser har inte kun-

nat dras utifrån resultaten från denna studie.

I denna studie har det lagts en grund värd att bygga vidare på. Det vore av intresse att upprepa samma studie men med trafik i egen körriktning och med en mer verklighetstrogen fysisk förarmiljö.

Referenser

Nilsson, L., (1995). *Safety Effects of Adaptive Cruise Controls in Critical Traffic Situations*. Steps Forward, Volume III, the Second World Congress on Intelligent Transport Systems, Yokohama, 1995, s. 1254-259.

Oskarsson P-A. (1999) *Driving with automation*. Dissertation, Linköpings Universitet.

Stanton, N.A. & Young, M.S. (1998). Vehicle automation and driving performance. I *Ergonomics* 1998, vol. 41, nr. 7, s. 1014-1028.

Stanton, N. A. & Young, M. S. (2001). Developing a psychological model of the driver. I *Behavioural research in road safety: eleventh seminar proceedings* 2001, s. 131-136.

de Waard, D. (1996). *It's a load of work. Measurement of driver mental workload*. Ph.D-thesis, Haren, Traffic Research Centre, University of Groningen.