

Interaktion mellan människor och autonoma bussar

En studie baserad på videoinspelningar, intervjuer och observationer

Augustsson T., Follin A., Henriksson H., Lilliesköld R., Lundberg A., Ryrberg T., Schützer J.
Linköpings Universitet 2020-06-05

Abstract

One of the subjects of autonomous vehicle development is its interaction with the environment. In order to implement autonomous vehicles into society it is essential that they can communicate and understand intention of other road users to ensure the safety of people and maintain traffic flow. In this paper we explore the interaction of pedestrians and cyclist with autonomous busses. With an ethnographic study including multimodal interaction analysis we identify uncertainties in the interactions between road users and the autonomous busses at Linköping University. We identify four different main themes which we propose different solutions to. The different themes are 1. the attitude towards the autonomous buss, 2. the individual's perceptual judgement of movement and design, 3. movement of cyclist between walkway and bike lane, 4. the individual's actions based on experience and knowledge. We argue that an improvement of the busses' communication with the environment in which it operates, could enable smoother interactions and decrease uncertain scenarios for other road users. Based on cognitive, technical and social psychology theories we provide suggestions on how interactions can be improved. These suggestions comprise improvement of signaling, distinction of lanes and information distribution.

Nyckelord: *Autonoma fordon, interaktion med fotgängare, interaktion med cyklister, design, människa-fordon interaktion, AI.*

Introduktion

Utvecklingen av teknisk automatisering sker idag snabbt, inte minst inom fordonsindustrin (Glasare & Haglund, 2018). Automatiserade fordon har börjats etableras i samhället vilket kan resultera i flera positiva följder, som exempelvis ökad effektivitet och trafiksäkerhet, då autonoma fordon kan uppmärksamma faror och bromsa utan att den mänskliga faktorn påverkar (Mahadevan et al., 2018). Autonoma fordon utvecklas i blandade trafikmiljöer och behöver därför kunna interagera på ett säkert sätt med både förarstyrda fordon, cyklister och fotgängare (Schieben et al., 2018).

I traditionella interaktioner mellan fordon och oskyddade trafikanter används främst icke-verbala kommunikationskanaler såsom ansiktsuttryck, gester, ögonkontakt och kroppsrörelser för att visa övriga trafikanter sina intentioner (Mahadevan et al., 2018).

Dessa kanaler som föraren använder för att visa sina intentioner saknas dock i autonoma fordon och enligt Rasouli et al. (2018) finns därför en osäkerhet i att interagera med autonoma fordon.

Trots att utvecklingen inom automatisering av fordon sker i snabb takt finns i dagsläget inte mycket forskning kring autonoma fordon. Forskningen som finns fokuserar mer på utvecklandet av autonoma personbilar än andra typer av fordon såsom bussar menar Azad et. al (2019). För att få ett bredare perspektiv och utöka förståelsen kring autonoma bussar behövs därför fler studier i olika miljöer och kulturer (Glasare & Haglund, 2018). Forskning inom detta område kan bidra till en bättre och mer säker interaktion mellan autonoma bussar och de individer som finns omkring den.

Bakgrund till studien

I denna studie undersöktes interaktionen mellan människor och autonoma bussar. Studien har utförts vid Linköpings universitet där de autonoma bussarna kör dagligen. Bussarna studerades i verkliga situationer för att identifiera utmaningar med människor i interaktion med bussarna.

Forskningsprojektet som ligger till grund för studien heter "Ride the future" och testar hur autonoma bussar kan bli en del av den moderna stadens hållbara mobilitetslösningar, enligt projektledaren Hugo Hardestam (personlig kommunikation, 22 April 2020). Inom "Ride the future" sker flera studier för att utveckla olika aspekter för att de autonoma fordonen ska fungera för alla. Studien som beskrivs och diskuteras i denna rapport är en del och ett samarbete med studien om oskyddade trafikanter (fotgängare och cyklister). Uppdragsgivaren till denna studie är Hannah Pelikan, doktorand vid Linköpings universitet.

Syfte & Frågeställning

Syftet med studie är att öka kunskapen kring interaktionen mellan de autonoma bussarna och cyklister och fotgängarna som rör sig omkring bussarna genom att identifiera utmaningar. Baserat på studiens syfte har följande frågeställningar formulerats utifrån ett dubbelriktat perspektiv:

- Hur påverkar bussarnas beteende och funktioner omgivande fotgängare och cyklister?
- Hur påverkar omgivande fotgängare och cyklister bussarnas beteende och funktioner?
- Hur kan design av bussarna förbättra interaktion med omgivningen?

Teori

Sociokulturellt perspektiv

En teori som använts är Vygotskys sociokulturella teori som beskriver barns utvecklande av kognitiva funktioner förankrade i den kultur och miljö som individen växer upp i (Vygotsky, 1986). Detta kan bevisas genom västerländsk

kultur, där exempelvis teknologi påverkar utvecklingen hos barn medan barn som växer upp i miljöer utan teknologi utvecklar annorlunda kognitiva processer (Bjorklund & Causey, 2017). Utifrån ett socio-kulturellt perspektiv utvecklas och påverkas människors kognitiva processer genom automatisering av omgivningen. Interaktionserfarenhet med autonoma fordon påverkar människors uppfattning positivt, vilket gör att människors attityder påverkas ju mer de exponeras för autonoma fordon (Penmetsa et al., 2019).

Kognitiv och teknisk psykologi

Inom kognitiv och teknisk psykologi har perception och uppmärksamhet tagits i beaktning. Vid perception omvandlas sinnesintryck till meningsfull information, där processen kan ske genom en så kallad top-down process, som bland annat är kopplat till mönsterigenkänning (Eysenck, 2015). Detta kan appliceras på bussar, där människor har en uppfattning om hur förarstyrda bussar fungerar vilket kan skapa problem i att förstå hur autonoma bussar fungerar om de skiljer sig åt. Auditiv perception kan användas för att styra en persons uppmärksamhet och bör även vara designat så att personer förstår vad ljudet representerar (Danielsson, 2016). Bussarnas auditiva funktioner är därför viktiga ur ett säkerhetsperspektiv, där exempelvis ljudsignalen bör bli igenkänd som en tuta (Lemaitre, 2009). I visuell sökning kan man undersöka hur information bäst fördelas genom design av bussen (Eysenck & Keane 2010).

Metod

Observationer

Genom att utföra deltagande observationer befinner sig forskaren i samma miljö och kontext som de observerade (Göransson, 2019). Denna metoden tillämpades genom att forskningsledarna åkte med i bussarna samtidigt som observationer på interaktioner genomfördes. Observationerna på bussarna utfördes av forskningsledarna vid två tillfällen i

grupper av tre till fyra personer. Varje deltagare utförde två observationer var, vilket innebär att 14 separata observationer utfördes. Observationerna utfördes vid olika tidpunkter och innefattade alltid besök av alla åtta hållplatser, vilket motsvarar en resa på ca 15 minuter. Under observationerna antecknade varje forskningsledare vad som hände. Efter utförandet av observationerna renskrevs anteckningarna och sammanställdes sedan av en forskningsledare.

Intervjuer

Intervjuer genomfördes enligt IPA med två säkerhetschaufförer, samt projektledaren för "Ride the future", Hugo Hardestam. Intervjuerna var semistrukturerade och bestod av opartiska och öppna frågor för att få beskrivande svar. Säkerhetschaufförerna besvarade frågor om sina erfarenheter kring interaktionen med bussarna och människor. Hardestam besvarade frågor angående sin position i projektet. Samtliga intervjuer spelades in efter muntligt godkännande och svaren antecknades under tiden.

Videoinspelningar

Videoinspelningarna gjordes med tre videokameror. Kamerorna som användes var en GoPro och två filmkameror med varsitt stativ. Tre olika inspelningsplatser valdes ut där det uppskattades kunna ske mycket interaktion utifrån tidigare observationer, i kombination med tillgänglighet för att placera ut kamerastativen samt i samråd med Pelikan.

Kamerorna på stativen var stilla tills bussen körde förbi då de följde med bussen vilket ledde till att både bussens fram- och baksida filmades. GoPron placerades vid två tillfällen på en bänk som var i höjd med bussen och resten av tillfällena inne i bussen.

Analysmetod

De metoder som har använts för att analysera videoinspelningarna är multimodal interaktionsanalys som syftar till att skapa

förståelse för hur människor kommunicerar med hjälp av olika resurser (Broth & Keevallik, u. u.). IPA har använts i utförandet av intervjuerna, vilket är en analysmetod som bygger på individernas sakkunskap kring den egna upplevelsen (Howitt, 2013). Ur observationerna analyserades interaktioner mellan människor och bussarna där data lästes igenom systematiskt för att identifiera teman och mönster. Videoinspelningarna undersöktes noggrant för att hitta relevanta sekvenser och potentiellt problematiska scenarion som sedan transkriberades. Transkriberingen utfördes med programmet ELAN. ELAN är ett annoteringsverktyg som används för ljud och videoinspelningar. Sekvenserna analyserades genom att koppla ihop användandet av kommunikativ resurs med det kommunikatören förmedlar.

Resultat

Observationer

Resultatet från analysen av observationerna visade att många cyklister aktivt tog avstånd från de autonoma bussarna för att undvika kollision. Ljudsignalen som bussarna använder gav ingen respons och människorna reagerade inte på den. Hastigheten på bussen uppfattades också inkorrekt av människor då de i vissa fall sprang förbi framför bussen när de märkte att den kom ifatt.

Intervjuer

Från intervjuerna som genomfördes med säkerhetschaufförerna framgick det att de inte behövde ingripa och styra bussen manuellt lika ofta som de fick göra i början av projektet. Easymile chauffören ansåg att människorna inte reagerade på plingljudet medan chauffören som kör Navya-bussen tyckte att signalen fungerade bra. Säkerhetschaufförerna upplevde att folk missbedömde bussens hastighet och Hardestam menade att det skulle behövas exempelvis en film som förklarar hur interaktionen ska ske.

Videoinspelningar

Utifrån inspelat material har fyra videoklipp tagits ut och fem händelser som anses kunna vara problematiska har analyserats vidare.

Händelse 1



Figur 1: Omkörning av cyklist på gångväg

I händelse 1 identifierades en omkörning av en cyklist på gångbanan. Cyklisten kommer åkandes bakom bussen och en omkörning krävs. Cyklisten gör en omkörning ut på gångbanan till vänster av bussen utan att se sig omkring (se *Figur 1*).

Händelse 2 och 3



Figur 2: Omkörning av cyklist på gångväg samt omkörning av cyklist bakom på cykelbana

I händelse 2 och 3 identifierades en omkörning på gångbanan och en omkörning på cykelbanan. En första cyklist närmar sig bussen bakifrån och väljer att svänga ut på gångbanan för att köra om bussen samtidigt som bussen stannar vid en busshållplats. En andra cyklist kommer åkandes bakom den första cyklisten och måste göra en omkörning av bussen (se *Figur 2*). Den andra cyklisten gör en vanlig omkörning och håller sig på cykelbanan och cyklar snabbt förbi bussen.

Händelse 4



Figur 3: Cyklist åker nära bussen

I händelse 4 identifierades en händelse där plingljudet uppkommer från bussen då en mötande cyklist åker för nära bussen samtidigt

som bussen svänger ut från en hållplats (se *Figur 3*).

Händelse 5



Figur 4: Cyklist passerar bussen bakifrån

I händelse 5 identifierades ett plingljud från bussen när en cyklist passerat. I videoklipppet ser man bussen svänga ut framför cyklisten från en busshållplats och cyklisten måste göra en omkörning bakifrån (se *Figur 4*).

Diskussion

Resultatdiskussion

Utifrån resultaten har fyra teman formulerats som inkluderar de huvudsakliga problemen kring interaktionen med den autonoma bussen. Dessa teman innefattar: 1. Nonchalanta attityder gentemot den autonoma bussen, 2. Miss-tolkningar baserat på perceptuell bedömning av bussens rörelse och design, 3. Cyklisters skiftande mellan gång- och cykelbana samt 4. Individens agerande baserat på bristande kunskap och erfarenheter.

Resultaten i den här studien har visat på att människor går för nära bussen och reagerar inte på plingljudet vilket kan indikera på en sämre kunskap om dess funktioner. Detta kan i sin tur grundas i att människor har lite erfarenhet av bussarna.

Den autonoma bussen vid Linköpings universitet har vissa mönster som skiljer sig från en förarstyrd buss, till exempel ljudsignalen, hastigheten och att den kör på en cykelbana. Detta kan förklara varför människor inte vet hur interaktionen ska ske då det är som att lära sig ett helt nytt beteendemönster (Pillai, 2017). Problematiken som uppstår inom tema 1, 2, 3 och 4 kan ha sin grund inom detta. Bristande kommunikationskanaler som förekommer i interaktionen, kan vara en annan

förklaring till problematiken som uppstår inom de 4 temana. Interaktionen mellan människor och fordon är i allmänhet olika och komplexa då förare kan ge information om sina intentioner vilket påverkar en fotgängares eller cyklists beslut i exempelvis avståndstagande eller hastighet. En fotgängare eller cyklist får inga verbala ledtrådar från föraren i ett fordon, men kan istället tillämpa andra kommunikativa kanaler som ansiktsuttryck, ögonkontakt och gester för att skapa förståelse. Detta är något som faller bort i interaktionen med ett förarlöst fordon och det behövs då andra sätt att kommunicera för att människor ska kunna tolka fordonets beteende (Mahadevan et al., 2018). Det här går exempelvis att koppla till tema 2 som baseras på misstolkningar av perceptuell bedömning. När cyklisterna eller fotgängarna tar onödigt stort avstånd respektive går för nära bussen så får de inga gester från en chaufför för att vägledas i interaktionen. En chaufför i en förarstyrd buss hade kunnat varna fotgängare som går nära bussen genom att tuta extra mycket eller visa med kroppen hur de ska agera.

Designförslag

Tre designförslag har tagits fram som lösningar baserat på de fyra sammanfattande temana.

Ett designförslag är att ljudsignalen på bussen borde förändras. Genom att byta plingljudet till en universell tuta, eller komplettera bussens nuvarande signal med en tuta skulle människors auditiva perception underlättas. Detta skulle kunna förebygga oklarheter i interaktioner som annars kan uppstå.

Det andra designförslaget är att en tydligare uppdelning av körfälten bör genomföras. Genom att ha tydliga körfält underlättas den visuella perceptionen då trafikanterna förstår vart de är tillåtna att vistas och en smidigare interaktion mellan alla parter kan ske.

Det sista designförslaget är att det bör finnas mer information om bussen. Vid första

interaktion med bussen kan det vara bra att exempelvis ha information direkt på bussen. Detta gör att individer inte aktivt måste söka upp information om hur de ska förhålla sig till bussen utan kan skapa en förståelse hur den ska agera direkt vid interaktionstillfället.

Metoddiskussion

Vid observationer finns det risk för att "observer's paradox" förekommer vilket betyder att videoinspelning, samt forskningsledarnas närvaro kan påverka hur individer agerar i miljön som spelas in (Broth, Keevallik, u.u). När forskningsledarna åkte med bussen så skyltades inget om studien vilket minskade risken att någon runt omkring påverkades av forskningsledarnas närvaro och därigenom även risken för "observer's paradox". Även vid videoinspelning finns det risk för "observer's paradox". För att minska påverkan på individen hade man kunnat dölja inspelningsutrustningen och på så sätt skapat en mer naturlig interaktion mellan buss och individ. Detta hade dock skapat ett etiskt problem då individerna måste bli förmedlade om att de pågår en inspelningen på allmän plats. En lösning på detta hade kunnat vara att dölja kamerorna och stoppa varje individ efter att interaktionen med bussen skett och bett om tillstånd att använda oss utav interaktionen. Att intervjuerna skedde på VTI där chaufförernas och projektledaren har sina kontor och vistas varje dag gjorde troligtvis att de blev bekväma under intervjuerna. Dock kan det som chaufförerna berättade om eventuellt ha hänt för en så pass lång tid sen att deras minne kan vara förvrängt eller svagt. Det här är dock en ovidkommande variabel som inte går att påverka.

Slutsats

Människor har svårt att förstå hur de ska interagera med de autonoma bussarna vid Linköpings universitet. Tre designförslag har därför tagits fram för att potentiellt lösa dessa problem som observerats. Dock krävs mer forskning inom ämnet i olika miljöer samt tid

och exponering av autonoma fordon för att positivt påverka integrationen och interaktionen i samhället.

Tack

Vi vill tacka projektets ägare Hannah Pelikan som bidragit med mycket kunskap och stöd. Vi vill även tacka våra handledare Mathias Broth och Michaela Socher för goda råd samt säkerhetschaufförerna och Hugo Hardestam för intervjuerna.

Referenser

- Azad, M., Hoseinzadeh, N., Brakewood, C., Cherry, C. & Han, L. (2019). Fully Autonomous Buses: A Literature Review and Future Research Directions. *Journal of Advanced Transportation*. 1-16. Hämtad från: <https://doi.org/10.1155/2019/4603548>.
- Bjorklund, D. F., & Causey, K. B. (2017) *Children's Thinking: Cognitive Development and Individual Differences*. (6th ed.) London: SAGE publications, Inc'
- Broth, M., & Keevallik, L. (u.u), *Multimodal interaktionsanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Danielsson, M. (2016). *Introduktion till teknisk psykologi*. Lund: Studentlitteratur.
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2010). *Cognitive Psychology A Student's Handbook* (Sixth edition). Hove: Psychology press
- Eysenck, M. W. (2015). *Cognitive Psychology*. Sussex: Psychology Press.
- Glasare, G., & Haglund, P. (2018). *Automatiserade fordon*. Stockholm: Sveriges kommuner och Landsting.
- Göransson, K. (2019) *Etnografi- sjösätt, navigera och ro i land ditt projekt*, Lund: Studentlitteratur AB
- Hardestam, H. (2020-04-22) personlig kommunikation.

Howitt, D. (2016). *Introduction to Qualitative Methods in Psychology*, London: Pearson education limited

Lemaitre, G., Susini, P., & Mcadams, S. (2009, Mars). The Sound Quality of Car Horns: Designing New Representative Sounds. *ResearchGate*.

Mahadevan, K., Somanath, S., & Sharlin, E. (2018). Communicating Awareness and Intent in Autonomous Vehicle-Pedestrian Interaction. *Proceedings of the 2018 CHI conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-12. Hämtad från: <https://doi.org/10.1145/3173574.3174003>

Penmetsa, P., Adanu, E.K., Wood, D., Wang, T., Jones, S.L. (2019) Perceptions and expectations of autonomous vehicles – A snapshot of vulnerable road user opinion *Technologic Forecast. Social Change*, Vol 143, 9-13

Pillai, A. K. (2017). *Virtual Reality based Study to Analyse Pedestrian attitude towards Autonomous Vehicles*. (Masteruppsats, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm). Hämtad från <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1153080/FULLTEXT01.pdf>

Rasouli, A., & Tsotsos, J. K. (2019, Mars 15). Autonomous Vehicles That Interact With Pedestrians: A Survey of Theory and Practice. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(3), 900-918.

Schieben, A., Wilbrink, M., Kettwich, C., Madigan, R., Louw, T., & Merat, N. (2018). Designing the interaction of automated vehicles with other traffic participants: design considerations based on human needs and expectations. *Cognition, Technology & Work* 21, 69–85. Hämtad från: <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0521-z>

Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. Cambridge: M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology