

Beteende i tågsimulatormiljö

En jämförelse mellan tågförarstudenter och universitetsstudenter

David Martell, Lotta Norlander, Stella Svedberg, Emma Willyams, Philip Örnebrink

Linköpings Universitet 2022-05-25

Abstract

This paper was a study to investigate how people with experience of driving trains would act in a train simulator, in contrast to people without experience of driving trains. To represent people with experience, 17 students at the train academy Nässjöakademien in Nässjö were recruited. To represent people without experience, 17 students from Linköpings universitet were recruited. The aim of the comparison was to see if people without train experience could be used in future train simulator studies, as these participants are more available than actual train drivers. The study was performed by letting each participant watch a 15-minutes long instruction video to the train system, followed by driving a try-on-course in the train simulator. The actual test consisted of two tracks using the ERTMS 3.4 or the ERTMS 3.6. This was followed by filling out a survey inspired by the NASA-TLX measurement. The results showed a significant difference between the mental workload of the two groups and visual focus but no significant differences were evident when looking at driving performance. In conclusion, university students should probably not be used in place of individuals with train driving experience in studies of visual focus. Lack of power suggests more research is needed before using university students in train simulator studies focused on changes in speed limitations or placement of signs for sound signaling.

Nyckelord: Arbetsbelastning, visuellt fokus, eye tracking, tågsimulator, ERTMS

1. Inledning

Att få utbildade och aktiva tågförare att delta i tågstudier är både en svår och kostsam process. Om studien ska ske på förarens arbetstid behövs tillstånd och ersättning från arbetsgivaren och om den ska ske utanför arbetstid behöver ansvariga för studien stå för ersättning vilket kan leda till att det blir dyrt. De tågförare som är anställda i Sverige är även utspridda över hela landet vilket även det påverkar effektiviteten. Om man skulle kunna använda deltagare utan erfarenhet av tåg, som till exempel universitetsstudenter, skulle processen för att rekrytera deltagare underlättas.

Syftet med den här studien är att jämföra beteende i en tågsimulator mellan tågförarstudenter och studenter vid Linköpings universitet för att undersöka om

det skulle gå att använda icke-tågförare i tågstudier. Det kommer ske genom att utgå från fyra frågeställningar som är baserade på några faktorer som är viktiga när en förare kör ett tåg:

1. Finns det någon skillnad i fördelning av visuellt fokus mellan grupperna?
2. Finns det någon skillnad för korrekta ljudsignaler mellan grupperna?
3. Finns det någon skillnad i total körtid mellan grupperna?
4. Finns det någon skillnad i upplevd arbetsbelastning mellan grupperna?

2. Bakgrund

Kopplat till vår samtid pågår ett omfattande tågprojekt i Sverige och övriga Europa, som innefattar att ett nytt signalsystem ska implementeras (Riksdagen, 2018). Utöver detta utvecklas även nya stambanor mellan några av Sveriges största städer

(Trafikverket, 2022). Oundvikligen finns det behov av att undersöka och prova på både nya gränssnitt och banor för att kunna säkerställa bland annat trafiksäkerhet och ett fungerande samspel mellan tågföraren och tekniken.

För att undersöka detta utan risk för olyckor kan en simulator av ett tåg användas för att undersöka olika aspekter under kontrollerade förhållanden (VTI, 2020). Bland de situationer som uppkommer under en tågresor utgör plankorsningar en viss säkerhetsrisk. En plankorsning innebär att en väg korsar ett tågspår, och då Lindberg & Söderbaum (2021) beskriver att det förekommer dödsfall i samband med dessa är det av intresse att undersöka hur tågförare agerar i dessa riskzoner. I samband med detta är det även intressant att undersöka ljudsignaltavlor, som signalerar att en tågförare ska använda sin tuta inför en plankorsning (Trafikverket, 2019). Även den totala tiden för en körsträcka är relevant eftersom förseningar är kostsamt för både privatpersoner och företag (Trafikverket, 2020).

3. Teori

Tidigare studier

Tidigare studier har genomförts där man jämför beteende i en simulerad miljö mellan icke-racingförare (noviser) och unga racingförare (experter). Studien utfördes av Leeuwen et al. (2017) och resultaten från studien visade bland annat att racingförarna körde snabbare varv än icke racingförare, icke racingförarna hade en högre arbetsbelastning än racingförarna och blickbeteendet skiljde sig också mellan grupperna. Resultatet av uppgiften på tid visade att det inte fanns en signifikant skillnad mellan grupperna i utifrån den aspekten.

Novis och expert

Dreyfus (2004) modell över utvecklandet av kompetens innehåller fem nivåer. Nivåerna är följande: novis, avancerad nybörjare, kompetent, skicklig och expert. Utifrån den nämnda skalan kategoriseras tågförarstudenter som avancerade nybörjare, eftersom de har både praktisk och teoretisk erfarenhet av att köra tåg. Universitetsstudenter kategoriseras som noviser eftersom de enbart har begränsad teoretisk kunskap kring tågföring.

Professionellt seende

Goodwin (1994) beskriver professionellt seende som förmågan att använda specialiserad professionell kunskap för att uppmärksamma och tolka händelser kopplade till sin profession. Personer inom olika professioner ser olika saker när de ställs inför samma situation. Till exempel, en jordbrukare och en arkeolog som observerar samma mark ser olika saker.

Situationsmedvetenhet

Situationsmedvetenhet är teorin som handlar om den informationsmiljön som en operatör befinner sig i. (Tschirner et al., 2013) Enligt Endsley (1995) kan situationsmedvetenhet delas in i tre nivåer som behövs för att uppnå situationsmedvetenhet: Perception, förståelse och projektion. Operatörer som är medvetna om ett systems tillstånd har situationsmedvetenhet vilket leder till att de har större chans att förutspå systemets framtida tillstånd.

Upplevd arbetsbelastning

Arbetsbelastning (workload) är den subjektiva upplevelsen av arbetsbelastning hos en operatör. Arbetsbelastning uppstår till följd av en interaktion mellan kraven från uppgiften, omständigheterna runt om uppgiften, kunskap, beteenden och perceptionen. Sex faktorer som är bidragande faktorer till arbetsbelastning är mentala krav, fysiska krav, tidskrav,

ansträngning, prestation och frustration (Hart & Staveland 1988).

Blickriktning som markör för visuellt fokus
Enligt Andrew, T Duchowski (2017) är synen en mycket central del i fördelningen av fokus. Blickriktning kan således vara en ledtråd kring hur en person fördelar sin mentala koncentration och vad denne finner intressant. Blickriktningen väljer ut vad som ska nå den sensoriska inputen, då kapaciteten att hantera intryck är begränsad.

4. Metod

Urval

Studien bestod av 34 deltagare. 17 stycken var deltagare från Nässjö Akademiens lokförarutbildning där en person uteslöts i analysen kring visuellt fokus på grund av databortfall. Resterande 17 rekryterades genom ett bekvämlighetsurval och var studenter på Linköpings universitet utan erfarenhet av att köra tåg.

Material

I studien användes en portabel tågsimulator och eye tracking utrustning som båda var tillhandahållna av VTI. Simulatoren är menad att efterlikna förarhytten i en Bombardier Regina X55 och körbanan som används i simuleringen var från Ådalsbanan i Västernorrland vilket är en sträcka på 16 km med stopp i Kramfors. Eye tracking utrustningen bestod av ett par glasögon och det fanns möjlighet att kompensera för eventuella synfel hos deltagarna genom att byta ut glasen i glasögonen.

Procedur

För att ge deltagarna information och kunskap om tågsystemet och simulatoren används en introduktionsfilm samt en period där deltagarna fick köra en teststräcka på cirka fem minuter. Varje deltagare fick sedan genomföra två körningar där varannan deltagare fick börja

med gränssnittet för ERTMS 3.4 och varannan började med ERTMS 3.6. Deltagarna fick instruktioner att tuta tre sekunder vid varje ljudsignaltavla samt en gång mellan ljudsignal tavlan och plankorsningen

Datainsamling

För datainsamlingen i studien mättes deltagarnas ögonrörelser med metoden eye-tracking vilket resulterade i en film som visade deltagarnas blickbeteende. Sedan användes Pupil Labs bearbetningsprogram som metod för att analysera datan. Simulatorprogrammet genererade en csv-fil innehållande information om var och när deltagaren tutat samt ett antal andra parametrar. Efter att deltagarna genomfört de två körningarna i simulatoren fick deltagarna fylla i ett webbformulär som innehöll tre delar. Den första delen innehöll demografiska frågor och den andra delen bestod av ett formulär för upplevd arbetsbelastning. I den tredje delen ombads deltagarna göra en parvis jämförelse mellan faktorerna för upplevd arbetsbelastning, den tredje delen är dock något som inte användes i analysen.

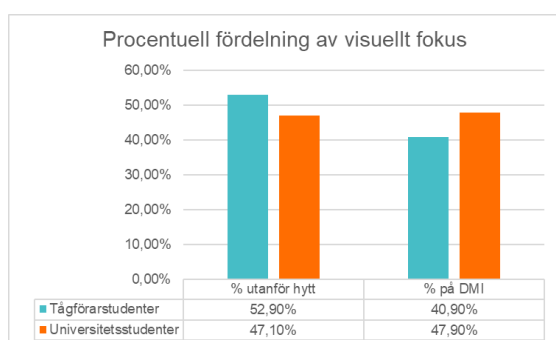
Mått

I studien användes sex mått för att besvara frågeställningarna. Körtid beräknades från parkeringsbromsen släppts och tåget börjar rulla till infartstavlan i Kramfors. Korrekta signaleringar kontrollerades vid tre signaltavlor inför obevakade plankorsningar. Visuellt fokus på DMI och utanför hytten mättes under hela körningen. För att undersöka visuellt fokus utanför hytten inför obevakad plankorsning mättes andelen tid med visuellt fokus på spårområdet och dess omgivning 100 m innan plankorsning fram till plankorsning. Upplevd arbetsbelastning uppdelad per bidragande faktor hos föraren mättes på en skala mellan 1-10 och sedan användes medelvärdet av alla sex faktorer för ett övergripande värde för arbetsbelastning.

5. Resultat och analys

Utifrån insamlad data kunde det konstateras att tågförarstudenter ($N = 16$, $M = 0,529$; $SD = 0,08$) spenderar större andel av sitt visuella fokus utanför hytten ($t(31) = -2,34$; $p = ,026$) jämfört med universitetsstudenter ($M = 0,471$; $SD = 0,06$). Tågförarstudenterna ($N = 15$; $M = 0,409$; $SD = 0,07$) spenderade mindre tid fokuserade på DMI:t ($t(30) = 2,86$; $p = ,008$) jämfört med universitetsstudenterna ($N = 17$; $M = 0,479$; $SD = 0,07$).

Figur 1



Kommentar. Diagrammet visar att universitetsstudenterna spenderade en större % av sitt visuella fokus på DMI jämfört med tågförarstudenterna. Tågförarstudenterna spenderade mer av sitt visuella fokus utanför hytten.

Resultat upplevd arbetsbelastning uppdelat på de båda grupperna; Universitetsstudenter ($N = 17$) och Tågförarstudenter ($N = 17$) för de enskilda faktorerna mentala krav, fysiska krav och prestation visade inget signifikanta resultat. För tidskrav fanns det en signifikant skillnad ($U = 86,0$; $p = ,043$) mellan tågförarstudenter ($Mdn = 3$; $IQR = 2$) och universitetsstudenter ($Mdn = 5$; $IQR = 2$). Det fanns även en signifikant skillnad ($U = 79,0$; $p = ,023$) i ansträngning mellan tågförarstudenter ($Mdn = 3$; $IQR = 4$) och universitetsstudenter ($Mdn = 7$; $IQR = 3$). För frustration fanns det skillnad ($U = 47,0$; $p < .001$) mellan tågförarstudenter ($Mdn =$

2; $IQR = 1$) och universitetsstudenter ($Mdn = 6$; $IQR = 3$). När alla faktorer sammanställts och ett medelvärde tagits observerades en statistiskt signifikant skillnad i upplevd arbetsbelastning ($U = 78,5$; $p = ,024$) mellan tågförarstudenter ($Mdn = 4,33$; $IQR = 2,33$) och universitetsstudenter ($Mdn = 5,50$; $IQR = 2,00$). Detta indikerar att universitetsstudenter upplevde en större arbetsbelastning både uppdelat på faktorer och generell arbetsbelastning under experimentets gång (se figur 2).

Figur 2



Kommentar. Stapeldiagram som visar resultatet av efterformuläret där universitetsstudenter generellt sett upplevde en högre grad arbetsbelastning när resultat sammanslagits.

Dataanalys av körtid, korrekta antal ljudsignaleringar och visuellt fokus utanför hytt inför obehövad plankorsning resulterade i ej statistiskt signifikanta skillnader mellan grupperna för samtliga mått.

6. Diskussion

Fördelningen av visuellt fokuserad tid skiljer sig mellan grupperna. Tågförarstudenterna tittade ut ur hytten mer än universitetsstudenterna medan universitetsstudenterna tittade mer på DMI:t. Ingen statistiskt signifikant skillnad uppmättes för visuellt fokus vid plankorsningar. Att det finns en skillnad för hela sträckan men inte vid plankorsningar kan bero på att universitetstudenterna var extra vaksamma på spåret vid plankorsningar eftersom det behövde

bedöma avståndet till plankorsningen för att signalera på rätt ställe. Varför tågförarstudenterna tittade mindre på spåret inför plankorsningar är oklart och det krävs fler studier för att förklara detta beteende. Dock bör det tas i beaktande att blickbeteendet inför plankorsningar endast analyserades för en plankorsning på grund av tidsbrist och att beteendet inför andra plankorsningar möjligtvis är annorlunda. Att universitetsstudenterna tittade mer på DMI:t under hela körsträckan kan vara kopplat till att de kände större arbetsbelastning än tågförarstudenterna. Att tågförarstudenterna tittade mer utåt för hela körsträckan behöver dock inte indikera bättre prestation. Det är svårt att definiera bra prestation eftersom visuellt fokus inte mäts i tid utan att man fokuserar på vissa förutbestämda saker. Inga statistiska signifikanta skillnader uppmättes för körtiden eller antalet korrekta ljudsignaler. Detta tyder på att båda grupperna åtminstone uppmärksammade faktorer som är viktiga för prestationen på dessa mått i lika hög grad. Utöver detta kan inget konstateras om uppmärksamhet. Av dessa anledningar anses ytterligare studier krävas innan avancerade nybörjare kan bytas mot noviser för studier gällande studier som avser att studera visuellt fokus.

Att ingen statistiskt signifikant skillnad uppmättes för körtiden och antalet korrekta ljudsignaler kan beror på uppgifternas natur och att tågförarstudenterna och universitetsstudenterna, med hänseende till just dessa uppgifter, befinner sig på samma kompetensnivå. Att universitetstudenterna upplevde större arbetsbelastning har inte påverkat deras prestation med hänseende till dessa mått. Eftersom ingen statistiskt signifikant skillnad uppmättes för varken körtid eller antal korrekta ljudsignaler går det möjligtvis att byta ut tågförarstudenter mot universitetsstudenter för tågsimulatorstudier med fokus på förändringar av hastighet på järnvägsbanor eller placering av ljudsignaler. Dock

bör det tas i beaktande att studiens power är låg och det därför finns en förhöjd risk för typ II fel.

Metodkritik

Många av tågförarstudenterna och ett fåtal universitetstudenter hade synfel. För att kunna använda eye-tracking glasögonen behövdes glasen i eye-tracking glasögonen bytas ut. Det fanns endast tillgång till glas med styrkor från +3 till -3, där stegen var 0,5. Majoriteten av deltagarna hade styrkor på sina glasögon som inte stämde överens med glasen som fanns, vilket innebar att de alltid fick använda en närliggande styrka. Inspelningen på eye-trackingen glasögonen startades efter att kalibreringen skett vilket omöjliggjorde post-hoc kalibrering. Post-hoc kalibrering har inte behövts genomföras men möjligheten att kalibrera i efterhand hade varit bra att ha. Det kan även kritik riktas mot att det enbart var studenter vid en teknisk utbildning som användes som representanter för gruppen utan erfarenhet av att köra tåg eftersom dessa studenter eventuellt kan ha större erfarenhet av tekniska system och simulatorliknande miljöer. De kan också anses ha mer erfarenhet av att följa och ta till sig instruktioner. Att generalisera resultatet till den övriga befolkningen anses på grund av dessa skillnader inte möjligt.

Framtida forskning

Framtida forskning skulle kunna inkludera fler faktorer att uppmärksamma, så som bilar och personer som rör sig över eller bredvid spåret. Även mind-wandering skulle vara en intressant sak att titta mer på. Det skulle även vara intressant att inkludera bromsingrepp samt att jämföra noviser med experter och inte endast avancerade nybörjare.

7. Slutsats

Studiens resultat talar mot att noviser bör ersätta avancerade nybörjare för att studera uppmärksamhet gällande visuellt fokus. På

grund av låg power kan det däremot inte fastställas att man kan använda icke-tågförare i studier som avser testa banors körbarhet. Resultaten för upplevd arbetsbelastning visade på att det fanns en skillnad mellan grupperna som däremot inte påverkade deltagarnas prestation, vars orsaker bör undersökas vidare. Ytterligare forskning med fler deltagare hade kunnat besvara frågeställningarna vars resultat inte var statistiskt signifikanta.

Referenser

Dreyfus, S. (2004). The five-stage model of adult skill acquisition. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 24, 177–181. doi: 10.1177/0270467604264992

Duchowski, A.T. (2017). *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. (3 uppl). Springer.

Goodwin, C. (1994). Professional Vision. *American Anthropologist* 96(3), 606–633. doi:10.1525/aa.1994.96.3.02a00100

Hart, S. G. Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology*, 52(1), 139-183.

Trafikverket. (9 mars 2022). *Nya stambanor mellan Stockholm, Göteborg och Malmö*. Trafikverket.se
<https://www.trafikverket.se/vara-projekt/projekt-som-stracker-sig-over-flera-lan/nya-stambanor-mellan-stockholm-goteborg-och-malmo/>

Tschirner, S. Andersson, A.W., Sandblad, B. (2013). *Designing train driver advisory systems for situational awareness*. Taylor & Francis

VTI. (28 december 2020). *Tåg simulator för forskning, utbildning och projektering*. Vti.se
<https://www.vti.se/forskning/fordonsteknik-och-korsimulering/korsimulering/tagsimulator>