

## Ögonstyrning i simulerad cockpit: En möjlig interaktionsmetod?

Veronica Hägg, Oscar Linger, Sandra Durefors  
Linn Nilsson och Åsa Holmqvist  
Handledare; Erik Prytz, Sahand Sadjadee  
Linköpings universitet  
Linköping  
2015-05-29

---

*Denna studie undersökte hur ögonstyrning som interaktionsmetod påverkade mental arbetsbelastning och prestation i jämförelse mot datormus i ett databaserat simulatorprogram, utvecklat för att efterlikna de uppgifter som utförs av en pilot i cockpit. Varje testdeltagare utförde två scenarier med ögonstyrning och två med datormus där prestation automatiskt mättes och mental arbetsbelastning skattades subjektivt genom ett formulär vid slutet av varje scenario. Simuleringarna skedde i MATB-II och ögonstyrningen utfördes med en Eye Tribe. Resultaten visade att ögonstyrning som interaktionsmetod hade en signifikant högre mental arbetsbelastning än datormus som interaktionsmetod. Prestation med ögonstyrning var sämre än datormus i två av de fyra uppgifterna utförda i MATB-II. I de andra två uppgifterna var resultaten jämbördiga. Utifrån studiens resultat verkar ögonstyrning inte fungera på ett tillfredställande sätt i jämförelse med interaktion med en datormus. Detta kan bero på deltagarnas vana att använda datormus i jämförelse med att använda ögonstyrning som interaktionsmetod. Brister i utrustningen kan också vara en förklaring till resultaten, kalibreringen förlorade ofta sin precision när deltagare rörde på sig vilket resulterade i svårigheter att markera rätt element.*

---

### Inledning

Ögonstyrning har ett antal fördelar mot interaktion med datormus, exempelvis att det går snabbare än att flytta muspekaren eftersom ögonen kan röra sig snabbare än handen (Yamato, Monden, Matsumoto, Inoue & Torii, 2000). Det finns även ett antal nackdelar, så som att blicken gör små flackande rörelser, vilket gör det svårt att använda ögonstyrning som en styrenhet (Drewes, 2010; Yamato et al., 2000). För att undersöka detta behövs en empirisk undersökning med både teoretiska utgångspunkter och ett experiment.

### Syfte

Denna studie syftar till att undersöka möjligheterna för ögonstyrning som en interaktionsmetod i framtida flygplans cockpitar. Detta undersöks med datorsimulerade uppgifter där testdeltagares prestationsnivå samt mentala arbetsbelastning jämförs mellan ögonstyrning som interaktionsmetod och med datormus som interaktionsmetod.

### Ögonstyrning

Att använda ögonrörelser för att styra en pekarenhet ses som en enkel och intuitiv uppgift som kan utföras med en hög hastighet (Drewes, 2010; Penkar, Lutteroth & Weber, 2013). Det

finns dock ett problem med ögonstyrning, som till exempel att ögonen har små flackande rörelser vilket gör det svårt för användare att peka på små knappar i användargränssnittet med hög precision (Drewes, 2010; Yamato, Monden, Matsumoto, Inoue & Torii, 2000). Enligt Drewes (2010) är det svårt att uppnå samma precision för att peka med ögat som det går att göra med en datormus vilket innebär att det är svårt att ersätta en datormus med ögonrörelsebaserad interaktion utan ett anpassat användargränssnitt. För att göra ögonstyrning effektivt bör gränssnittet därför anpassas genom att göra knappar större då mätkorrektheten hos ögonstyrningsenheter inte är högt nog för att peka på de små knapparna inom allmänna användargränssnitt (Yamato, Monden, Matsumoto, Inoue & Torii, 2000).

### Prestation

Mänsklig prestation kan mätas på många sätt, tre stora aspekter som ofta belyses är hastighet, precision och krav på uppmärksamhet. Signal Detection Theory (SDT) är en psykologisk modell som identifierar prestation. I denna modell noteras respons i fyra olika lägen; *träff*, *miss*, *falsklarm* och *korrekt avvising*. Utifrån modellen kan prestationsmått som  $d'$  ( $d$  prime) och antal rätta responser i procent beräknas. Utifrån information

om responstid kan prestationen uppskattas till hög eller låg. Kort responstid pekar på hög prestation, men har användaren hög precision och lång responstid kan detta ändå ses som hög prestation

beroende på i vilket syfte uppgiften utförs. Detta kallas *speed accuracy trade off* (Wickens, Hollands, Banbury & Parasuraman, 2013).

### **Mental arbetsbelastning**

Gopher och Donchin (1986) definierar mental arbetsbelastning som en funktion mellan den mentala kapacitet som krävs för informations- och beslutsprocessande och den kapacitet som finns tillgänglig i den aktuella situationen. En uppgift som är svår för en person kan dock anses vara lätt för en annan. En förklaring på detta är erfarenhet, som sänker den mentala arbetsbelastningen (Wickens, 2013). Detta innebär att olika grad av erfarenhet resulterar i olika förutsättningar för att utföra något med gott resultat. Teorin om multipla resurser antar att det finns olika typer av resurser som kommer från olika resurskällor. Konflikter uppstår om olika uppgifter använder samma resurskälla och riskerar att resultera i hög mental arbetsbelastning.

### **NASA-TLX**

Ett vanligt sätt att mäta mental arbetsbelastning är med subjektiva mätmetoder (Charlton, 1996). Subjektiva skattningar har flera praktiska fördelar; (1) lätt implementation och (2) detaljrik data för upplevd belastning (Eggemeier & Wilson, 1991). För att subjektivt mäta mental arbetsbelastning används oftast skalor för användaren att skatta sin upplevda mentala arbetsbelastning på och finns idag även som mjukvara (Charlton, 1996). NASA-Task Load Index (NASA-TLX) är en subjektiv mätmetod för arbetsbelastning utformad av Hart och Staveland (1988). Mätmetoden är en av de vanligaste för självskattad mental arbetsbelastning, vilket beror på att metoden bland annat är lätt att implementera och för att skalorna ger en detaljerad analys.

### **MATB-II**

Multi Attribute Task Battery (MATB) är ett databaserat program utvecklat av NASA för att simulera en pilots arbetsuppgifter i cockpit under flygning. Programmet innehåller fyra olika uppgifter för användaren att lösa. När programmet körs noteras regelbundet användarens prestation och i slutet av testet får användaren själv skatta sin

mentala arbetsbelastning i ett inbyggt NASA TLX-formulär. De fyra uppgifterna som användaren ska utföra är *systemövervakning*, *kurshållning*, *radiokommunikation* och *bränsleunderhåll*. Systemövervakningen mäter användarens prestation i antal rätta responser och

responstid, kurshållning mäter användarens förmåga att hålla stadig kurs, radiokommunikationen mäter användarens förmåga att särskilja meddelanden till sitt eget plan med meddelanden till andra plan och bränsleunderhåll mäter användarens förmåga att upprätthålla rätt mängd bränsle i bränsletankarna under en körning samtidigt som användaren utför de övriga uppgifterna (NASA, 2014).

### **Metod**

I testet utförde deltagarna fyra olika scenarion; två lätta scenarion som styrdes en gång med mus och en gång med Eye Tribe; två svåra scenarion som styrdes en gång med mus och en gång med Eye Tribe.

### **Deltagare**

I studien deltog totalt 30 personer, varav 11 kvinnor och 19 män. Deltagarnas ålder var inom intervallet 19-43 år ( $M=24.17$  år,  $SD=5.79$ ) och de rekryterades genom ett bekvämlighetsurval via e-mejl, sociala medier, reklamblad samt via muntliga förfrågningar. Testdeltagarna hade en genomsnittlig spelvana på 2,26 timmar per vecka ( $SD = 3.33$ ) och en genomsnittlig datorvana på 32,88h per vecka ( $SD = 16.36$ ).

### **Design**

Till testet användes en inomgruppsdesign där resultatet mellan testdeltagarens prestation och skattning jämfördes med styrning (mus eller ögon). De oberoende variablerna var styrsystem (mus eller ögon) och svårighetsgrad (svår eller lätt). De beroende variablerna var prestation och skattningen av testdeltagarens mentala arbetsbelastning.

### **Apparatur**

I studien användes en medgivandeblankett med bakgrundsinformation som kort förklarade hur testet skulle gå till innan testet startade följt av ett bakgrundsformulär. En instruktionsvideo användes för att informera om hur uppgifterna i MATB-II skulle utföras. Vid insamling av data användes en bärbar dator och för att styra MATB-

II användes en datormus, en joystick, ett tangentbord och utrustning för att mäta ögonrörelser av typen Eye Tribe.

### Ändringar i MATB-II

MATB-II anpassades genom att förstora klickbara element i användargränssnittet och en deluppgift i radiokommunikationen som krävde hög precision

togs bort. Eye Tribe implementerades som interaktionsmetod där klickning skedde genom att trycka på mellanslag och nya testscenarion skapades. Problem som uppstod vid implementeringen löstes med felhantering.

### Procedur

Deltagarna fyllde i medgivandeblanketten och bakgrundsformuläret innan en instruktionsvideo visades som förklarade hur uppgifterna i MATB-II skulle lösas. Därefter fick testdeltagarna utföra två övningsscenarier i MATB-II, där det första styrdes med datormus och det andra med Eye Tribe. Syftet med övningsuppgifterna var att testdeltagarna skulle bekanta sig med programmet och ögonstyrning. Under och efter intstruktionsvideon och övningsscenarierna uppmuntrades testdeltagarna att ställa eventuella frågor. Innan varje scenario med ögonstyrning kalibrerades Eye Tribe med krav på att uppfylla fem av fem stjärnor, vilket är det högsta kalibreringsresultatet för Eye Tribe. Efter övningarna utfördes fyra olika test: *Mus Lätt* (ML), *Mus Svår* (MS), *Ögon Lätt* (OL) och *Ögon Svår* (OS). Dessa fyra test balanserades för att undvika att en eventuell inlärningseffekt skulle påverka resultatet.

### Databearbetning

För mental arbetsbelastning användes TLX-formulärets utdata som innehöll testdeltagarnas genomsnittliga skattningar från minst till högst påfrestande med graderingen 1 och 100 över de sex olika skalorna; mental arbetsbelastning, fysisk belastning, tidskrav/tidspress, prestationsnivå, ansträngningsnivå och frustrationsnivå. För prestation användes utdatan från de fyra olika uppgifterna: ett genomsnittligt värde av responstid, antal rätta responser i procent, det kvadratiske medelvärdet av avvikelser från den accepterade nivån i bränsletankarna,  $d'$  från radiokommunikationen och ett genomsnittligt värde av avvikelser från mittpunkten i kurshållningen. För att analysera datan användes

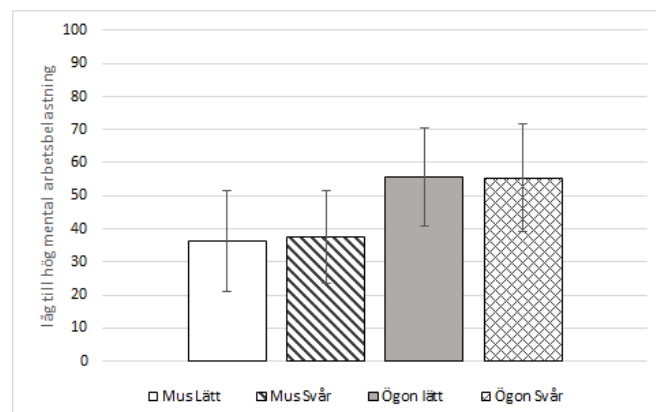
en två (styrning; mus vs. Ögon) gånger två (svårighetsgrad; lätt vs. Svår) repeated measures ANOVA i programmet IBM SPSS.

### Resultat

Nedan presenteras studiens resultat av mental arbetsbelastning och prestation från de fyra uppgifterna som testdeltagarna utförde i MATB-II.

#### Mental arbetsbelastning

Mental arbetsbelastning med ögonstyrning som interaktionsmetod var signifikant högre än med datormus,  $F(1, 26) = 102.935$ ,  $p < .001$  partial  $\eta^2 = 0.798$  (figur 5). Det fanns inte någon signifikant skillnad mellan lätt och svårt scenario,  $F(1, 26) = .294$ ,  $p = .592$ , partial  $\eta^2 = 0.011$ . Styrning och svårighetsgrad visade ingen signifikant interaktion,  $F(1, 26) = .263$ ,  $p = .613$  partial  $\eta^2 = 0.010$ . Överlag var ögonstyrning således associerat med en högre mental arbetsbelastning jämfört mot styrning med datormus.



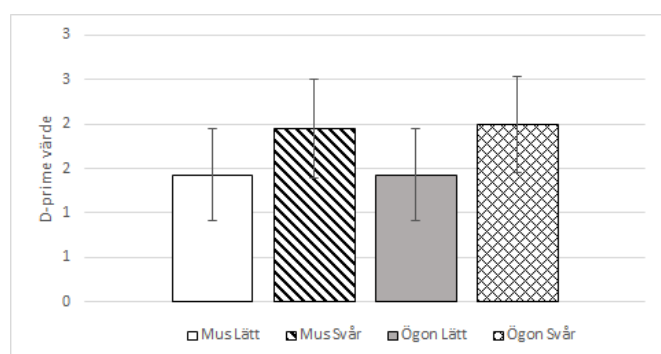
Figur 1. Mental arbetsbelastning för Mus Lätt, Mus Svår, Ögon Lätt och Ögon Svår.

#### Prestation

Här visas resultat för vardera uppgift: radiokommunikation; bränsleunderhåll; systemövervakning: Korrekta Responser; systemövervakning: Responstid och kurshållning.

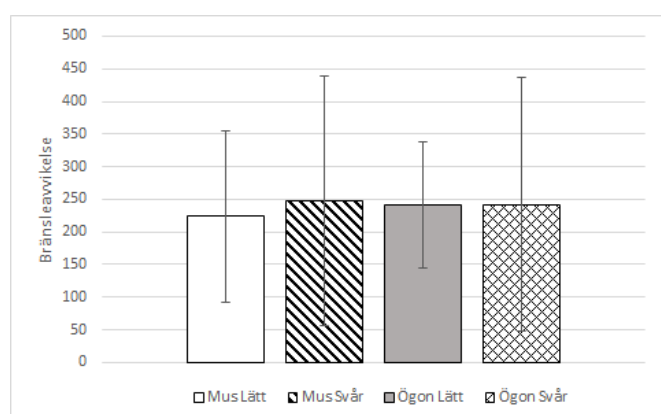
**Radiokommunikation.** Det fanns ingen signifikant skillnad i antal korrekta responser med ögonstyrning eller med datormus,  $F(1, 29) = .214$ ,  $p = .647$ , partial  $\eta^2 = 0.007$  (figur 6). Deltagare presterade signifikant bättre i att särskilja meddelanden riktade till dem i det svåra scenariot mot den lätta,  $F(1, 29) = 63.076$ ,  $p < .001$ , partial  $\eta^2 = 0.685$ . Styrning och svårighetsgrad visade

ingen signifikant interaktion,  $F(1, 29) = 3.52$ ,  $p = .558$  partial  $\eta^2 = 0.012$ .



Figur 2. Antal korrekta responser i procent för radiokommunikationen.

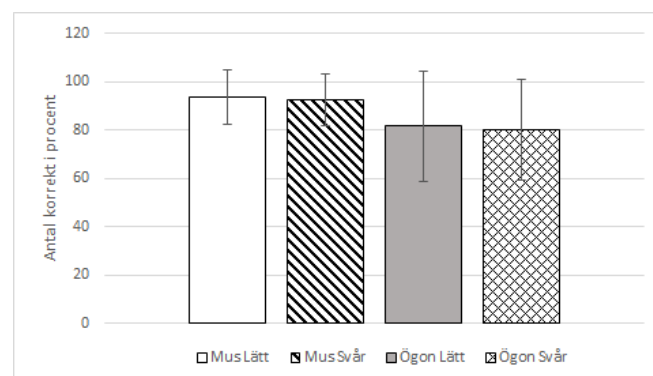
**Bränsleunderhåll.** Differens i bränslenivå med ögonstyrning och med datormus visade ingen signifikant skillnad,  $F(1, 29) = .704$ ,  $p = .408$ , partial  $\eta^2 = 0.024$  (figur 7). Det fanns ingen signifikant skillnad mellan lätt och svårt scenario,  $F(1, 29) = .1120$ ,  $p = .299$ , partial  $\eta^2 = 0.037$ . Styrning och svårighetsgrad visade ingen signifikant interaktion,  $F(1, 29) = .021$ ,  $p = .886$  partial  $\eta^2 = 0.001$ .



Figur 3. Mängd bränsleavvikelse från mitten i bränsleunderhållningen.

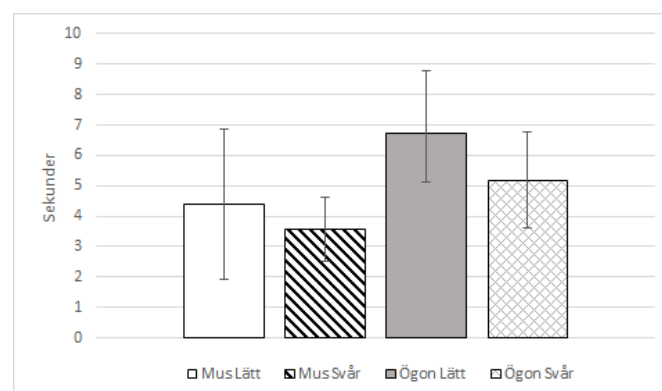
**Systemövervakning: Korrekta Responser.** Antal korrekta responser med ögonstyrning var signifikant lägre än med datormus,  $F(1, 29) = 11.768$ ,  $p = .002$  partial  $\eta^2 = 0.289$  (figur 8). Det

fanns ingen signifikant skillnad mellan lätt och svårt scenario,  $F(1, 29) = .494$ ,  $p = .488$  partial  $\eta^2 = 0.017$ . Styrning och svårighetsgrad visade ingen signifikant interaktion,  $F(1, 29) = 0.019$ ,  $p = .893$  partial  $\eta^2 = 0.001$ . Överlag var ögonstyrning således associerat med en högre andel inkorrekta responser jämfört med styrning med datormus.



Figur 4. Antal korrekta responser i procent för systemövervakningen.

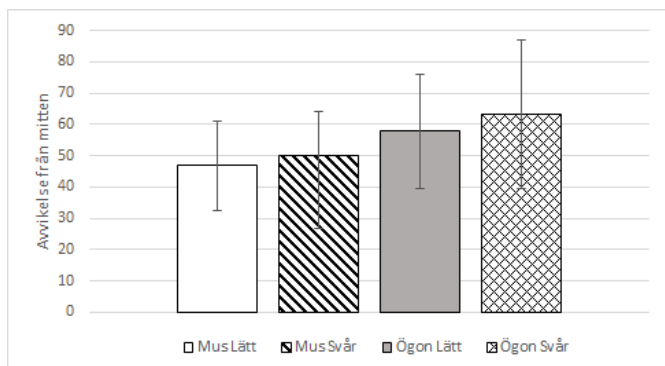
**Systemövervakning: Responstid.** Responstid med ögonstyrning var signifikant högre än med datormus,  $F(1, 29) = 29.85$ ,  $p < .001$  (figur 9), partial  $\eta^2 = 0.507$ . Responstiden var signifikant längre i det lätta scenariot jämfört mot det svåra,  $F(1, 29) = .15.035$ ,  $p = .001$ , partial  $\eta^2 = 0.341$ . Styrning och svårighetsgrad visade ingen signifikant interaktion,  $F(1, 29) = 1.967$ ,  $p = .171$  partial  $\eta^2 = 0.064$ . Överlag var ögonstyrning således associerat med en signifikant längre responstid jämfört med styrning med datormus.



Figur 5. Responstid i sekunder för systemövervakningen.

**Kurshållning.** Avvikelse från mitten var signifikant högre med ögonstyrning än med datormus,  $F(1, 29) = 37.693$ ,  $p < .001$ , partial  $\eta^2 = 0.565$  (figur 10). Det fanns ingen signifikant skillnad mellan lätt och svårt,  $F(1, 29) = 4.111$ ,  $p = .052$  partial  $\eta^2 = 0.124$ . Styrning och

svårighetsgrad visade ingen signifikant interaktion,  $F(1, 29) = .366, p = .550$  partial  $\eta^2 = 0.012$ . Överlag var ögonstyrning således associerat med en signifikant högre avvikelse från mitten jämfört med styrning med datormus.



Figur 6. Avvikelse från mitten i kurshållning.

### Diskussion

Resultatet visar att ögonstyrning i detta experiment ökar den mentala arbetsbelastningen och försämrar prestationen i två av fyra uppgifter i jämförelse mot interaktion med datormus. Då flera problem finns i utrustningen så som vanan med datormus och skillnaden mellan denna datorsimulation och verkliga cockpitar, bör det tas i beaktning att framtida utveckling av teknologin kan skapa nya möjligheter. Med mer utvecklad utrustning och fler studier inom ämnet kan det vara en möjlig interaktionsmetod. Träning och erfarenhet skulle kunna vara ett sätt att lösa problemet med den ökade mentala arbetsbelastningen och kan då mer rättvist jämföras mot datormusen. Framtida studier med annan utrustning och andra interaktionssätt kan vara av intresse. Vissa delar av MATB-II skulle exempelvis kunna styras med Eye Tribe och vissa med datormus, klickerna skulle kunna utföras via röststyrning och användarens mentala arbetsbelastning kan mätas genom att avläsa storlekarna av ögonens pupiller eller blinkningar. Ögonstyrning är i ett tidigt utvecklingsskede och gör denna studie relativt unik, vilket kan ge en bra vägledning om möjligheterna inom området.

### Slutsats

Ögonstyrning med den utrustning och program som använts i studien har inte uppnått samma resultat som med en datormus utan sämre i flera avseende. Detta betyder att ögonstyrning i nuläget inte förbättrar den mentala arbetsbelastningen eller prestationen hos testdeltagarna.

### Referenser.

- Charlton, G. S. (1996). *Mental Workload Test and Evolution*. T. G. O'Brien & G. S. Charlton, Handbook of Human Factors Testing and Evolution (kapitel 7). Plats: Mahway, New Jersey
- Drewes, H. (2010). *Eye Gaze Tracking for Human Computer Interaction*. München: Dissertation and der LFE Meddien-Informatik der Ludwig-Maximilians-Universität München. Hämtad från: [http://edoc.ub.uni-muenchen.de/11591/1/Drewes\\_Heiko.pdf](http://edoc.ub.uni-muenchen.de/11591/1/Drewes_Heiko.pdf)
- Eggemeier, F. T., & Wilson, G. F. (1991). *Performance-based and subjective assessment of workload in multi-task environments*. London: Taylor & Francis. Hämtad från: [https://books.google.se/books?id=\\_KfaN4gKP8MC](https://books.google.se/books?id=_KfaN4gKP8MC)
- Hart, S. G. & Staveland, L. E. (1998). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A Hancock and N. Meshkati (Eds) *Human MEntal Workload*. Amsterdam: North Holland Press.
- NASA.(2014). *MATB-II*. Hämtad 2015-05-13, från <http://matb.larc.nasa.gov/>
- Penkar, A. M., Lutteroth, C., & Weber, G. (2013). *Eyes Only: Navigating Hypertext with Gaze*. Hämtad från: <http://www.irit.fr/recherches/ICS/events/conferences/interact2013/papers/8118153.pdf>
- The Eye Tribe Tracker. (2015). Retrieved April 21, 2015, from <https://theEyeTribe.com/products/>
- Wickens, C. D., Hollands, J. G., Banburry, S., & Parasuraman, R. (2013). *Engineering Psychology and Human Performance*. USA: Pearssons Educations inc.
- Yamato, M., Monden, A., Matsumoto, K., Inoue, K., & Torii, K. *Button Selection for General GUIs Using Eye and Hand Together*. (2000) Hämtad från: <http://isw3.naist.jp/~akito-m/home/research/paper/AVI2000.pdf>