

KÄYTTÖLIITTYMÄT TURVALLISUUSKRIITTISISSÄ KOHTEISSA

Tuomo Kujala

22.2.2016

tuomo.kujala@jyu.fi



Turvallisuuskriittiset järjestelmät

- Terveysthuollon järjestelmät
- Työkoneet
- Tehdasvalvomot
- Lentokoneohjaamot
- Lennonvalvonta
- Kuljettajan käyttöliittymät (maantieliikenne)
- Ydinvoimalavalvomot
- ...



Terveydenhuollon järjestelmät

- Lääkemääräysohjelman käyttöönotto lisäsi lasten kuolemantapauksia 2.80 prosentista 6.57 prosenttiin

Han et al. (2005). Unexpected increased mortality after implementation of a commercially sold computerized physician order entry system. *Pediatrics*, 116(6).



Työkoneet ja työtapaturmat

- Työsuojeluhallinto, Tapaturmaselostusrekisteri, 2005:
 - Satunnainen 103 tutkitun työtapaturman otos: >50% tapauksia osatekijänä puutteellinen tarkkaavaisuus tai puutteelliset havainnot

Saariluoma et al. (2013). *Ihminen ja teknologia – Hyvän vuorovaikutuksen suunnittelu*. Teknologiateollisuus.



Air Transat lento 236 – 23.-24.8.2004



DDI'13 Keynote Speaker: Dr Asaf Degani, General Motors R&D, Israel







Öljyn määrä, paineet ja lämpötilat (4h lähdöstä)

	Left Engine	Right Engine
Oil Quantity	18.2 Liters	14.5 Liters
Oil Pressure	80 psi	150 psi
Oil Temperature	110° Celsius	65° Celsius

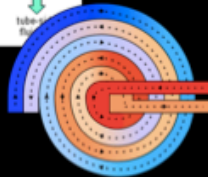
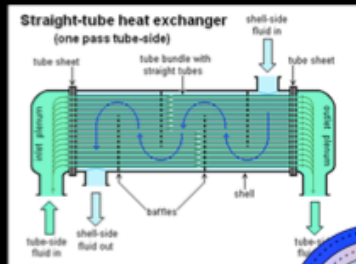
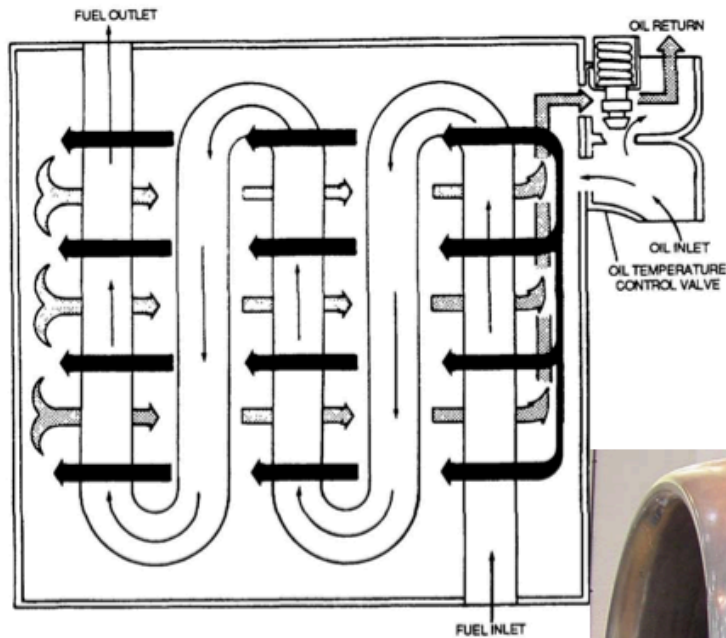


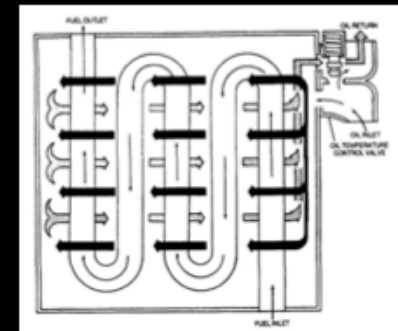
3.5" halkeama – 13.5 tonnia pa/h



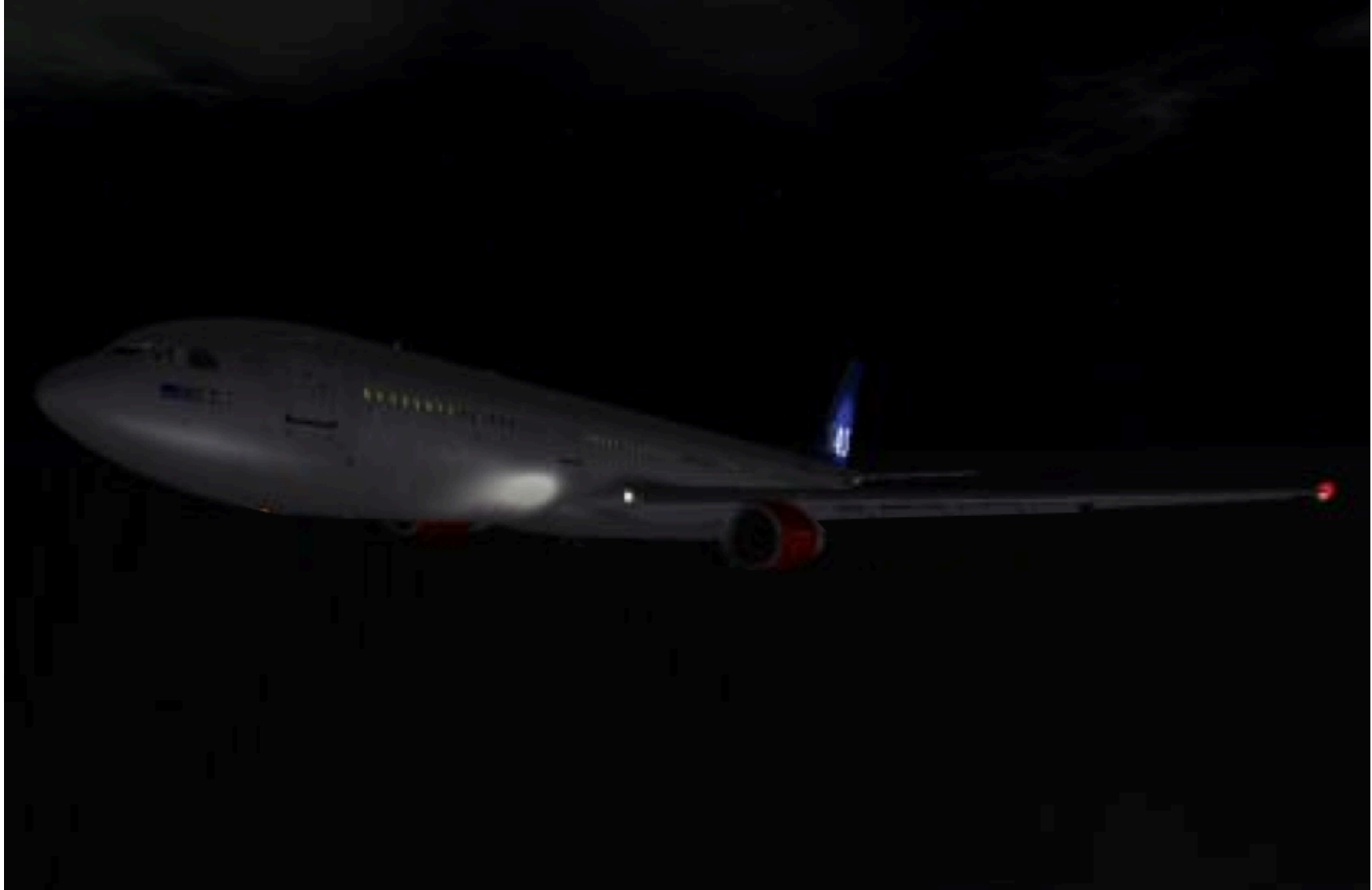
Polttoaine/öljy lämmönvaihdin-
järjestelmä

Exchanger Unit





	Left Engine	Right Engine
Oil Quantity	18.2 Liters	14.5 Liters
Oil Pressure	80 psi	150 psi
Oil Temperature	110° Celsius	65° Celsius





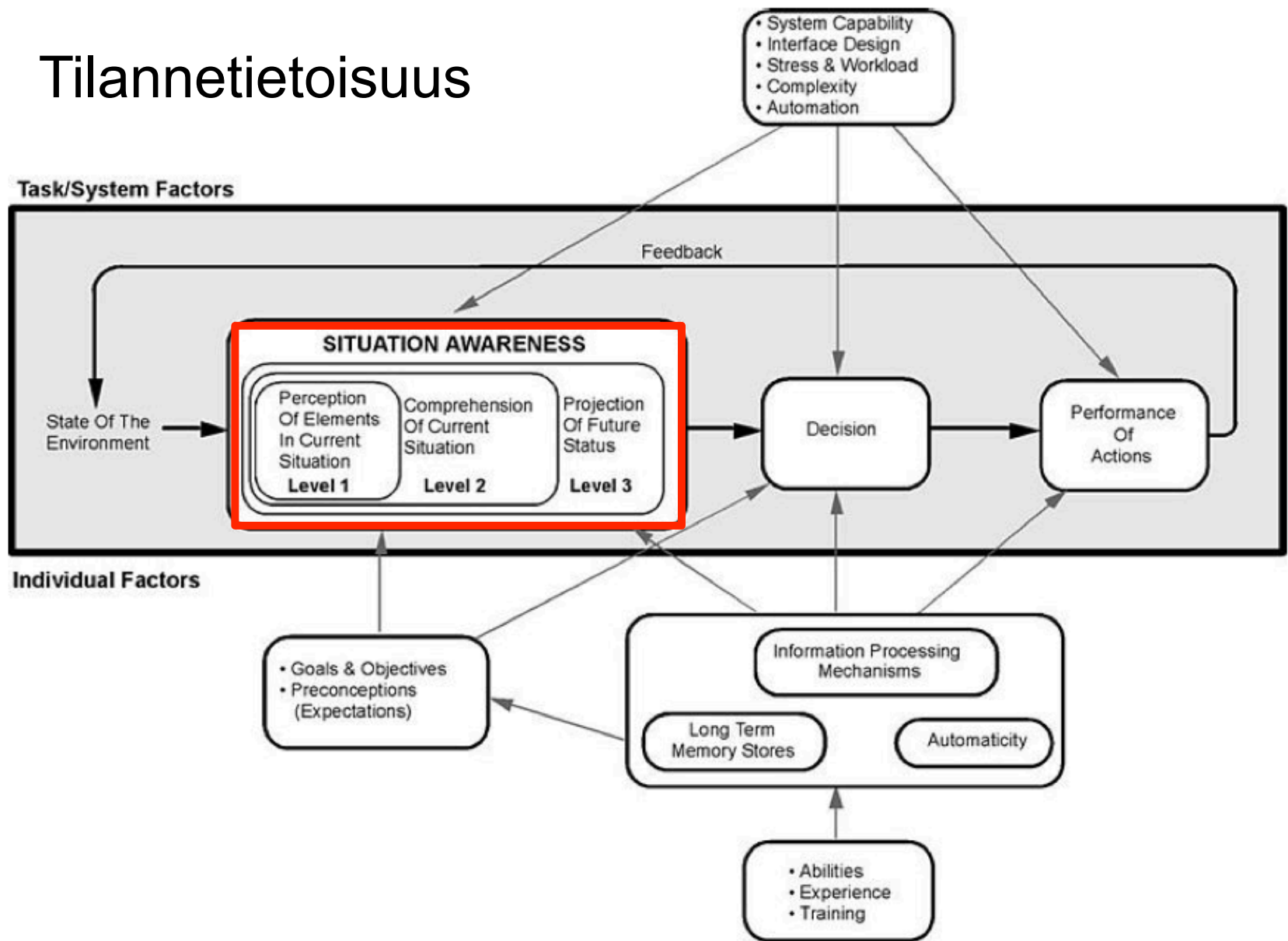








Tilannetietoisuus



Endsley, M. (1995). Towards a Theory of Situation Awareness in Dynamic Situations. *Human Factors*, 37(1).



Automaation käyttöliittymähaasteita

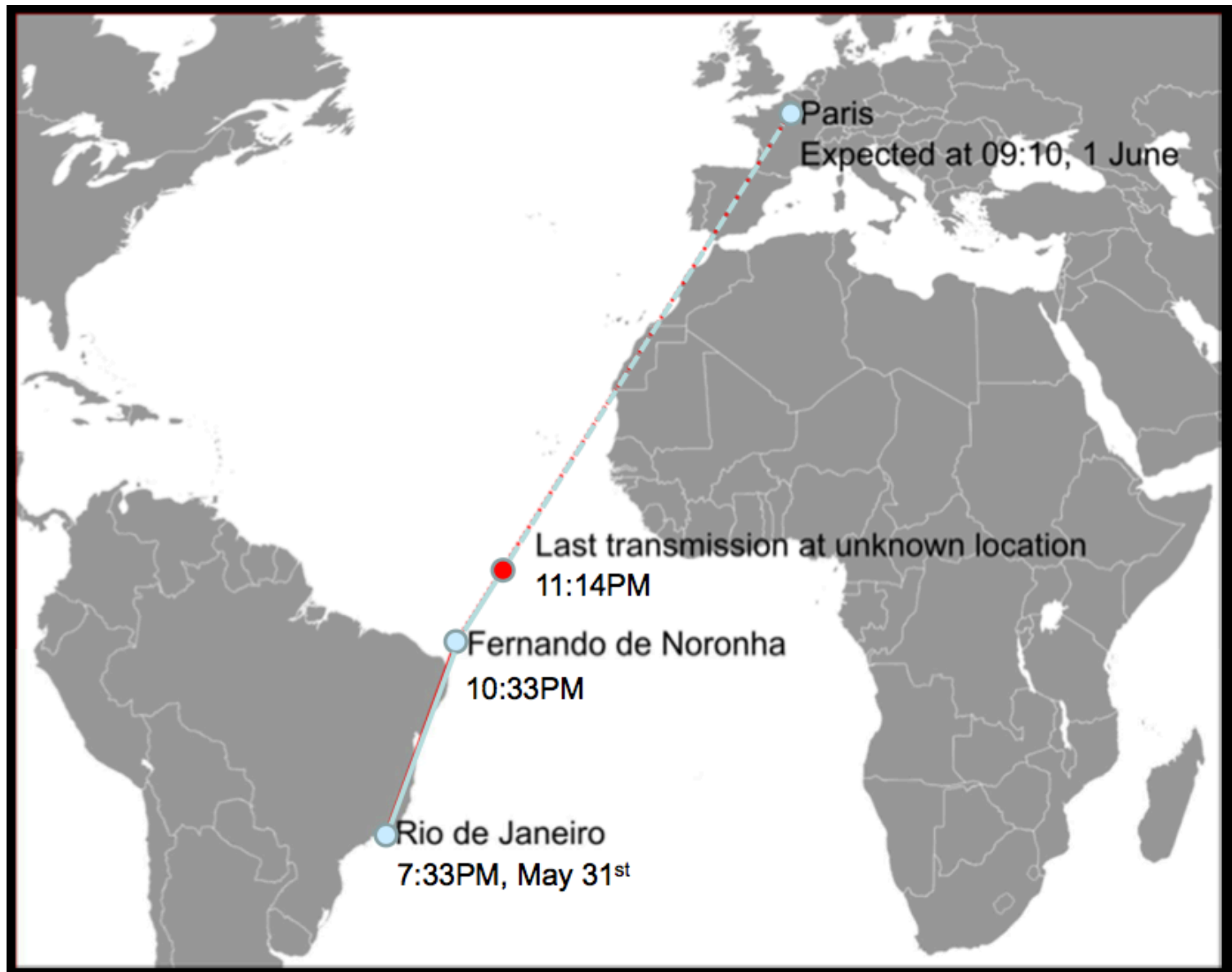
- Monitorointi
- Informaation organisointi ja integrointi
- Tilanteen ymmärtäminen
- “Out-of-the-Loop”

(Degani, 2013)

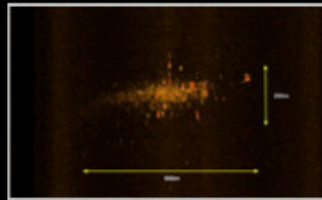
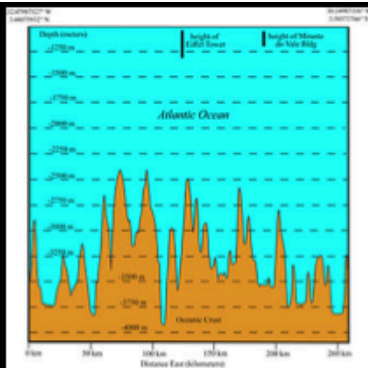


Air France lento 447 – 1.6.2009

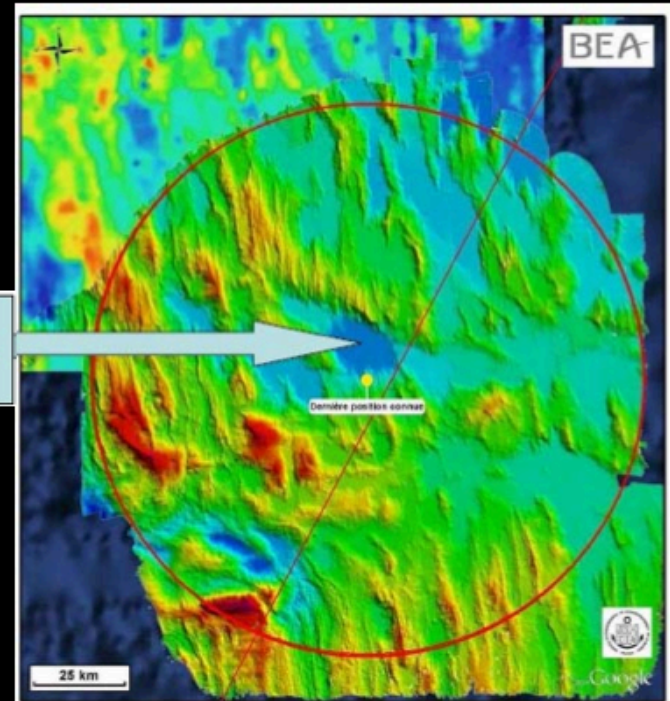








Accident site
(in the area of the
Abyssal plain)



Analyysi – Lento AF447

- Kapteeni unilla ylipitkän työvuoron johdosta
- Ukkosmyrsky
- Autopilotin poiskytkettyminen pitot-putkien jäätymisen johdosta
- Out-of-the-Loop
 - Ukkosmyrsky, palaneen käry, siirtyminen manuaaliohjaukseen, kokemattomuus
- Tilannetietoisuus
 - Ohjaimien välisen linkin puuttuminen (Tasot 1 ja 2)
 - Kokemattommalla perämiehellä puutteellinen ymmärrys automaattijärjestelmien toiminnasta (Taso 3)



Tilannetietoisuuden tukeminen

- Esitä käyttäjälle kaikki tarpeellinen tieto
- Korosta tilanteen/osatehtävän kannalta olennaista tietoa
- Esitä tieto ymmärrettävällä tavalla
- Tue päätöksentekoa ja päätösten seurausten arviointia
- Pidä käyttäjä luupissa!



JATKUU...

Informaatiotulva ja tiedon
saatavuus → jatkuvat keskeytykset



Toistuvat keskeytykset ja ihmisen tiedonkäsittely

- Nopeita “piristyksiä”
- “Taitavat” keskeytykset

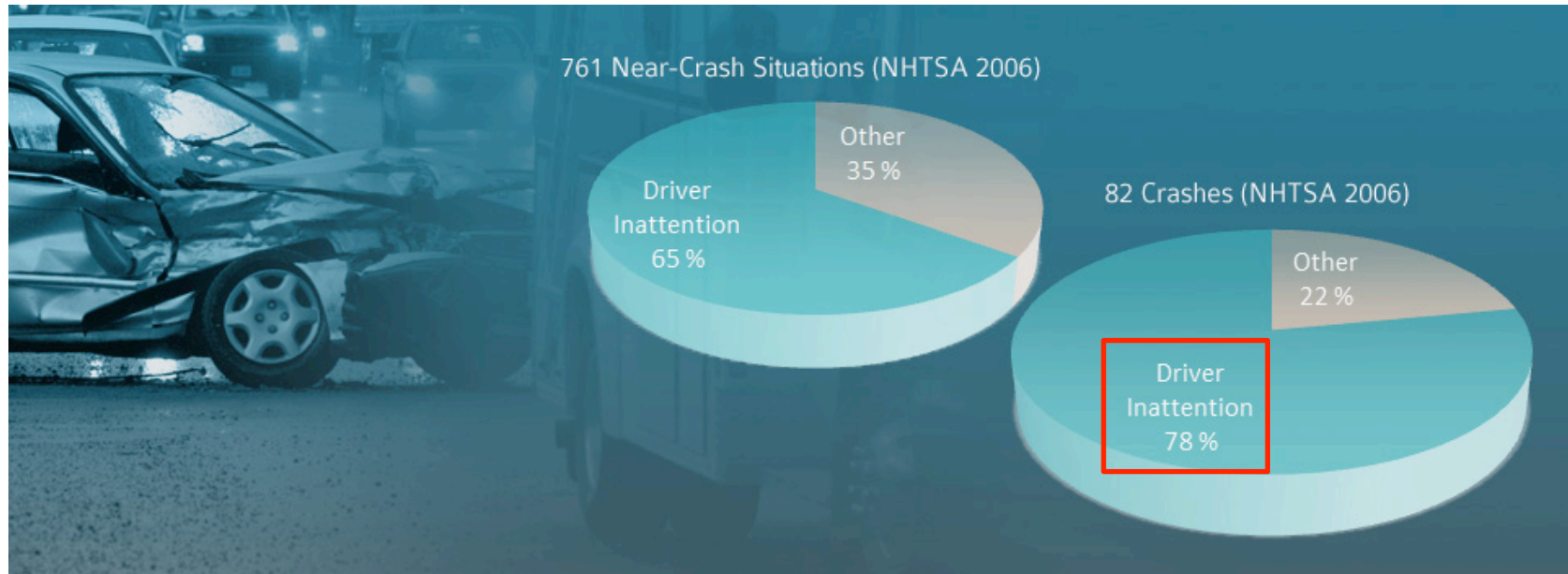
mutta:

- Task switch costs
- “Supertaskereita” vain muutamia prosentteja

Oulasvirta, A., Rattenbury, T., Ma, L., & Raita, E. (2012). Habits make smartphone use pervasive. *Personal and Ubiquitous Computing*.

Watson, J.M. & Strayer, D.L. (2010). Supertaskers: Profiles in extraordinary multitasking ability. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 4, 479-485.





Klauer et al. (2006). *The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data* (DOT HS Rep. 810 594). Washington DC: U.S. National Highway Traffic Safety Administration.



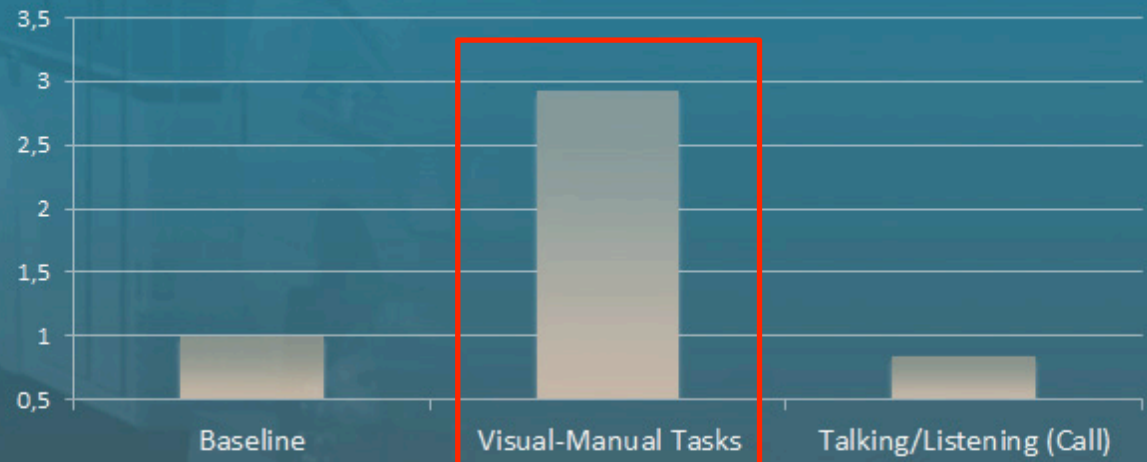


Klauer et al. (2006). *The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data* (DOT HS Rep. 810 594). Washington DC: U.S. National Highway Traffic Safety Administration.





Safety-Critical Event Risk Associated With Cell Phone Use (NHTSA 2013)



Fitch et al. (2013). The Impact of Hand-Held And Hands-Free Cell Phone Use on Driving Performance and Safety-Critical Event Risk. (DOT HS 811 757).
USA: National Highway Traffic Safety Administration.



Hyvä idea?

- Facebook, Twitter, Gmail ym. sovellukset kuljettajan ulottuville?



Cadillac CUE, 2012



Jos, niin miten?

- MirrorLink, CarPlay, Android Auto?



www.mirrorlink.com



Tech check

Älypuhelin ja sen liitettävät sovellukset on integroitu osaksi Volkswagenia. Nyt niitä voi käyttää turvallisesti.

App-Connect: Älypuhelin osana autoa



Älypuhelimet ja niiden lukuisat sovellukset eli applikaatit ovat yleistyneet nopeasti keskeiseksi osaksi ihmisten arkea ja samalla tärkeäksi osaksi autoa.

Älypuhelimien ja sen käyttöösiytymien käyttö on meille useimmille jo niin syvällä arkirutiineissa, että tuttuja toimintoja, kuten omien soittolistojen kuuntelua musiikin suoratoistopalveluista, puhelinmuistion tai karttasovelluksen käyttöä, halutaan ja nyt myös voidaan käyttää turvallisesti autossa.

Volkswagenin App-Connect yhdistää ja integroi kaikki kolme markkinoilla toimivaa järjestelmää ja niiden autokäyttöön sovel-

tuvat applikaatit osaksi auton omaa infotainment-järjestelmää. Näitä ovat iPhone-puhelimiin kehitetty Apple CarPlay, Googlen Android-puhelimiin suunnittelema Android Auto ja autonvalmistajien yhteinen MirrorLink. Jokainen järjestelmä kytketään älypuhelimesta kaapeliyhteydellä auton infotainment-järjestelmän usb-porttiin.

Volkswagen App-Connect-järjestelmä toimii Volkswagenin Composition Media, Discover Media tai Discover Pro infotainment-järjestelmien yhteydessä. Apple CarPlay vaatii iOS-käyttöjärjestelmän versio 8 tai sitä uudemman. Android Auto vaatii toimivaksi Android 5.0 -käyttöjärjestelmän tai Android Auto -sovelluksen (tulossa).

Ajaessa soittolistojen, puhelinmuistion tai karttasovelluksen käyttö on turvallista.

MirrorLink edellyttää tuen sekä puhelimen että sovellukselta.

Älypuhelimien ja infotainment-järjestelmien tiedonvaihto on järjestelmästä riippumatta sama, siksi asiakkaan vaihtaessa älypuhelinlaitea hänen ei tarvitse vaihtaa infotainment-järjestelmää tai autoa.

Näin App-Connect toimii:



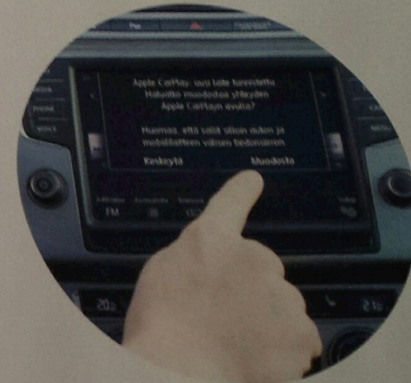
1 Liitä älypuhelin sen omalla kaapelilla auton infotainment-järjestelmän usb-porttiin. Kaapeliyhteydellä taataan katkeamaton virransaanti ja samalla puhelimen akku latautuu.

2 Ennen yhdistämisen yhteydessä auton järjestelmä ja puhelin kysyvät Apple CarPlayssa yhdistämislupaa, jonka jälkeen järjestelmä on käytövalmis. Siri-puheohjaus tulee olla aktiivisena. Infotainment-näyttöön ilmestyy iPhone-sovellusvalikko.

Ennen Android Auton käyttöösi aloittamista pitää ladata

Suomeen vielä tulotulla oleva sovellus Google Play-kaupasta. Sovelluksen ensinäkömää toimii Google Now -näkyä, joka kertoo muun muassa ajankohtaiset tapahtumat.

MirrorLink heijastaa kytkettäessä älypuhelimesta MirrorLink-yhteensopivat sovellukset infotainment-näytölle.



3 Valitse ja avaa applikaatio koskettamalla infotainment-näytön kuvaketta tai auton ohjauspyörässä sijaitsevaa ääniohjainpainiketta painamalla.

4 Applen CarPlay ja Android Auto tottelevat myös äänikomentoja englantia ymmärtävän avustajan avulla. Äänikomentotoiminto aktivoidaan painamalla ohjauspyörän äänikomentopainiketta. Äänikomentojen avulla kuljettaja voi keskittyä ajamiseen.



5 Apple CarPlay ja MirrorLink eivät vaadi erillistä sovellusta. Sekä CarPlay-että MirrorLink-yhteensopivat sovellukset näkyvät automaattisesti. Android Auto edellyttää erillistä sovellusta, jonka voi ladata Suomesa myöhemmin Google Play-kaupasta. Toistaiseksi MirrorLink-tuki on vain tiettyjä Android-puhelimiin.

Linkitietoa järjestelmistä yhteensopivuuksien
Apple CarPlay: www.apple.com/ios/carplay
Android Auto: www.android.com/auto
MirrorLink: www.mirrorlink.com/phones



Testaustyökaluja ja -menetelmiä

■ Kokeellinen tutkimus

- Ajosimulaattorit
- Silmänliikemittaus
- Suorituskyky, off-road katseet (kesto)
- Reaktioajat ja semanttinen etäisyys (ikonisuunnittelu)



■ Kognitiivinen mallintaminen

- Kognitiiviset arkkitehtuurit, esim. ACT-R*



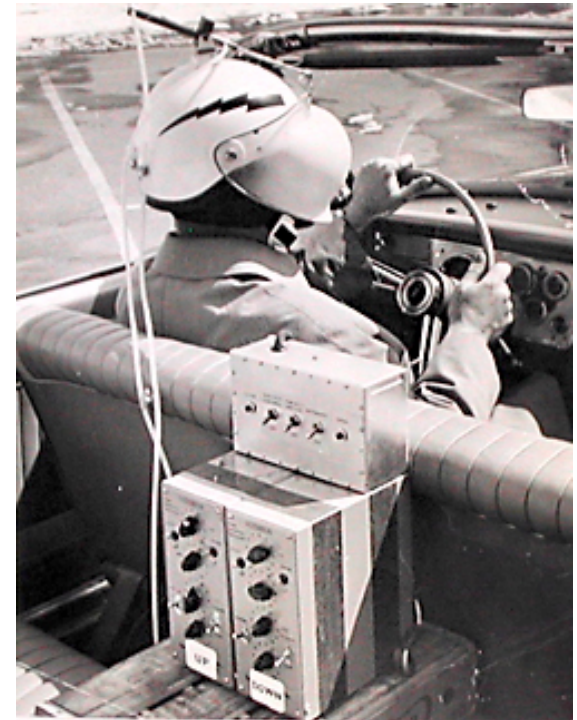
*Anderson et al. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review* 111,(4). 1036-1060.



Kuinka paljon tarkkaamattomuutta on liikaa?

- Kuinka paljon visuaalista informaatiota turvallisesti ajaminen vaatii?

<https://www.youtube.com/watch?v=kOguslSPpgo>
(YouTube: Pioneer Days on Rt 128)



Kujala, T., Mäkelä, J., Kotilainen, I. & Tokkonen, T. (2016). The attentional demand of automobile driving revisited: Occlusion distance as a function of task-relevant event density in realistic driving scenarios. *Human Factors*, 58(1), 163-180.



Lista vai matriisi, kuinka monta kappaletta per sivu?

Consequence Rocks

Radio Hurts

Everybody Needs Fairness

Hollywood Thoughts

Modern Distractions

Harmony Will Lead The Way

Undeniable Compromise

Giving Em Scandals

Epic Confessions



Tehtävä: etsi kappale
“Modern Distractions”

Without Sunlight

Consequence Rocks

Everybody Needs Fairness

Hollywood Thoughts

Modern Distractions

Harmony Will Lead The Way

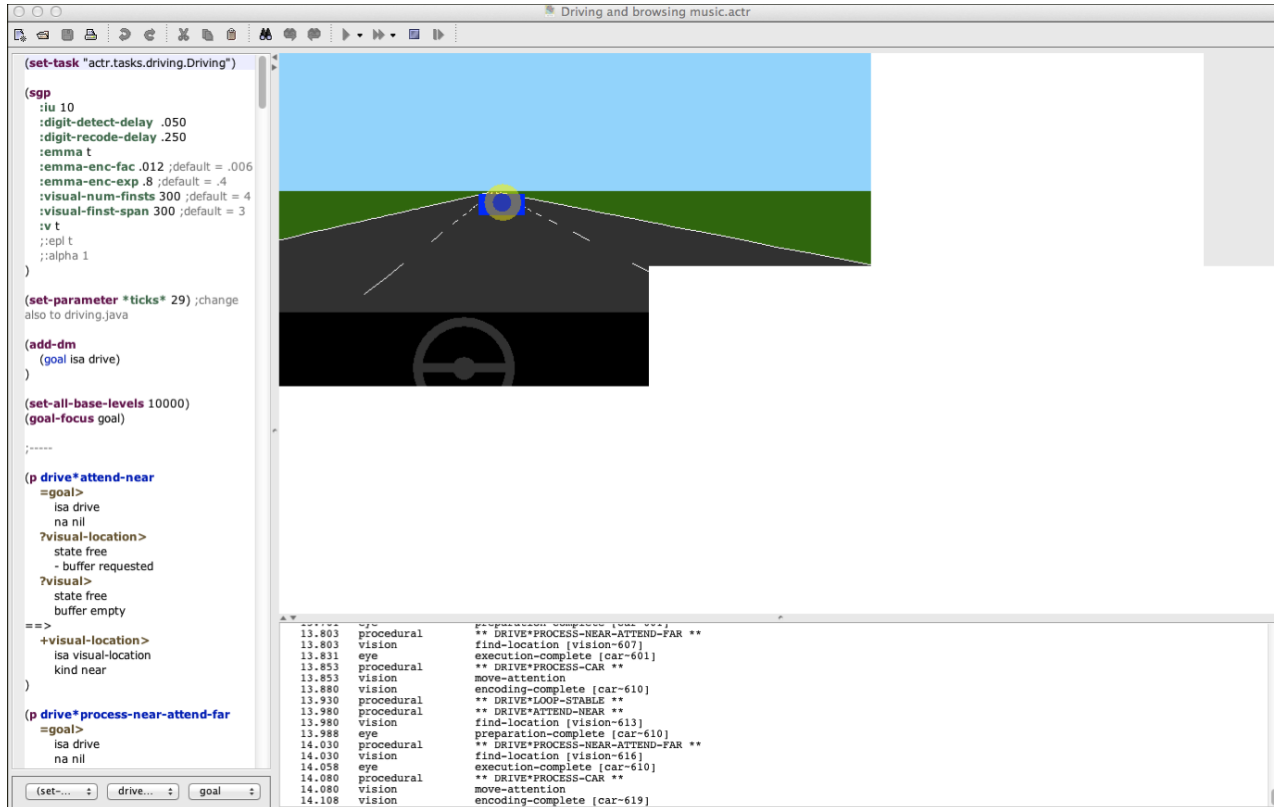
Undeniable Compromise

Giving Em Scandals

Epic Confessions



ACT-R-malli ratin takana



The screenshot displays the ACT-R model interface, titled "Driving and browsing music.ctr". The interface is divided into three main sections:

- Left Panel (Task List):** Contains a list of tasks and parameters. The first task is "(set-task 'actr.tasks.driving.Driving')". Below it, a list of parameters is shown, including:
 - :iu 10
 - :digit-detect-delay .050
 - :digit-recode-delay .250
 - :emma t
 - :emma-enc-fac .012 ;default = .006
 - :emma-enc-exp .8 ;default = .4
 - :visual-num-finis 300 ;default = 4
 - :visual-finis-span 300 ;default = 3
 - :v t
 - :repl t
 - :alpha 1
- Center Panel (Simulation):** A 3D perspective view of a car driving on a road. The car is a simple black silhouette with a steering wheel. The road is dark gray with white dashed lines. The background is a light blue sky and green grass.
- Right Panel (Task Log):** A list of tasks and their execution status. The tasks are:
 - 13.803 procedural ** DRIVE*PROCESS-NEAR-ATTEND-FAR **
 - 13.803 vision find-location [vision-607]
 - 13.831 eye execution-complete [car-601]
 - 13.853 procedural ** DRIVE*PROCESS-CAR **
 - 13.853 vision move-attention
 - 13.880 vision encoding-complete [car-610]
 - 13.930 procedural ** DRIVE*LOOP-STABLE **
 - 13.980 procedural ** DRIVE*ATTEND-NEAR **
 - 13.980 vision find-location [vision-613]
 - 13.988 eye preparation-complete [car-610]
 - 14.030 procedural ** DRIVE*PROCESS-NEAR-ATTEND-FAR **
 - 14.030 vision find-location [vision-616]
 - 14.058 eye execution-complete [car-610]
 - 14.080 procedural ** DRIVE*PROCESS-CAR **
 - 14.080 vision move-attention
 - 14.108 vision encoding-complete [car-619]

At the bottom of the interface, there are three buttons: "(set-...", "drive...", and "goal".



Ennuste vs. ihmisdata

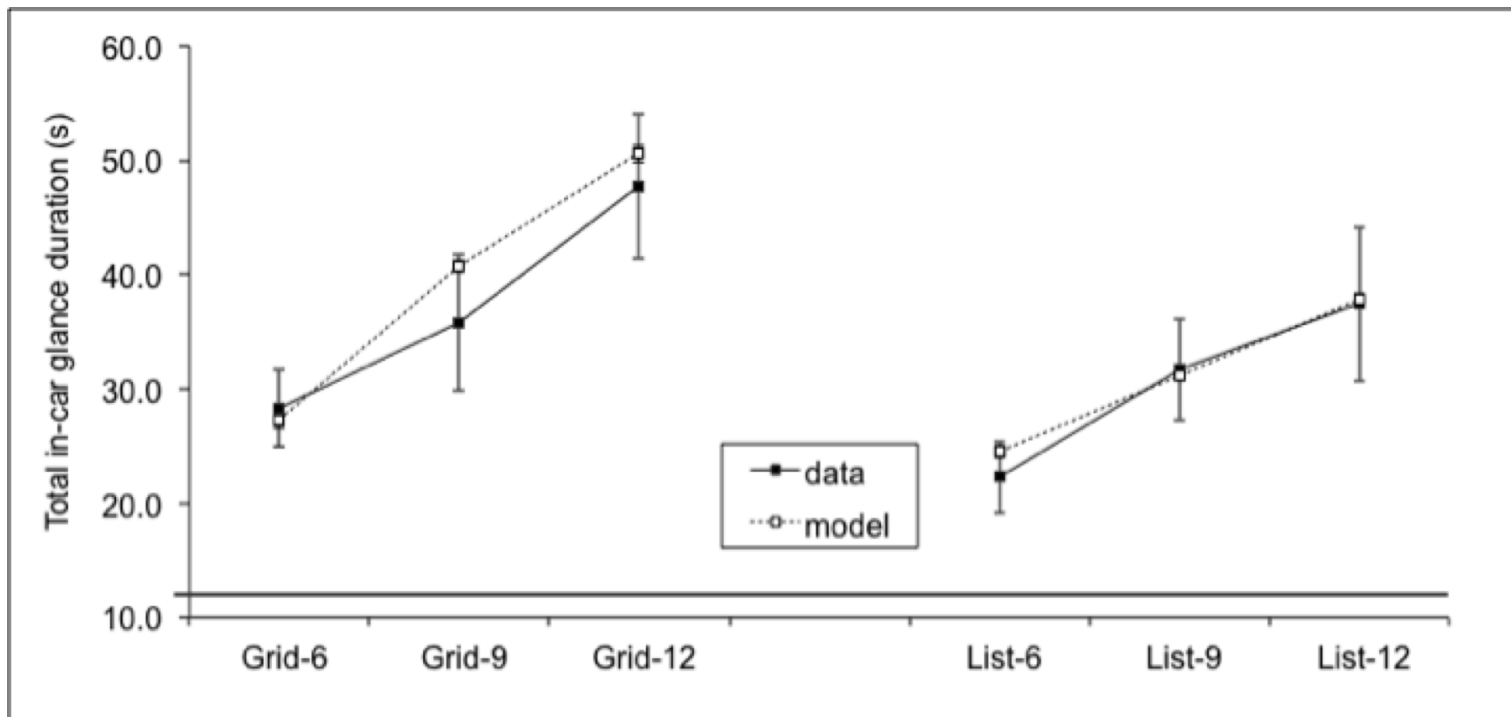


Figure 10. Total in-car glance duration (s), scroll buttons left (10 screens, N=12), $r^2=0.950$, RMSSD=1.108. Bars represent 95% confidence intervals. NHTSA (2013) verification threshold illustrated at 12.0 seconds.



Ennuste vs. ihmisdata (2)

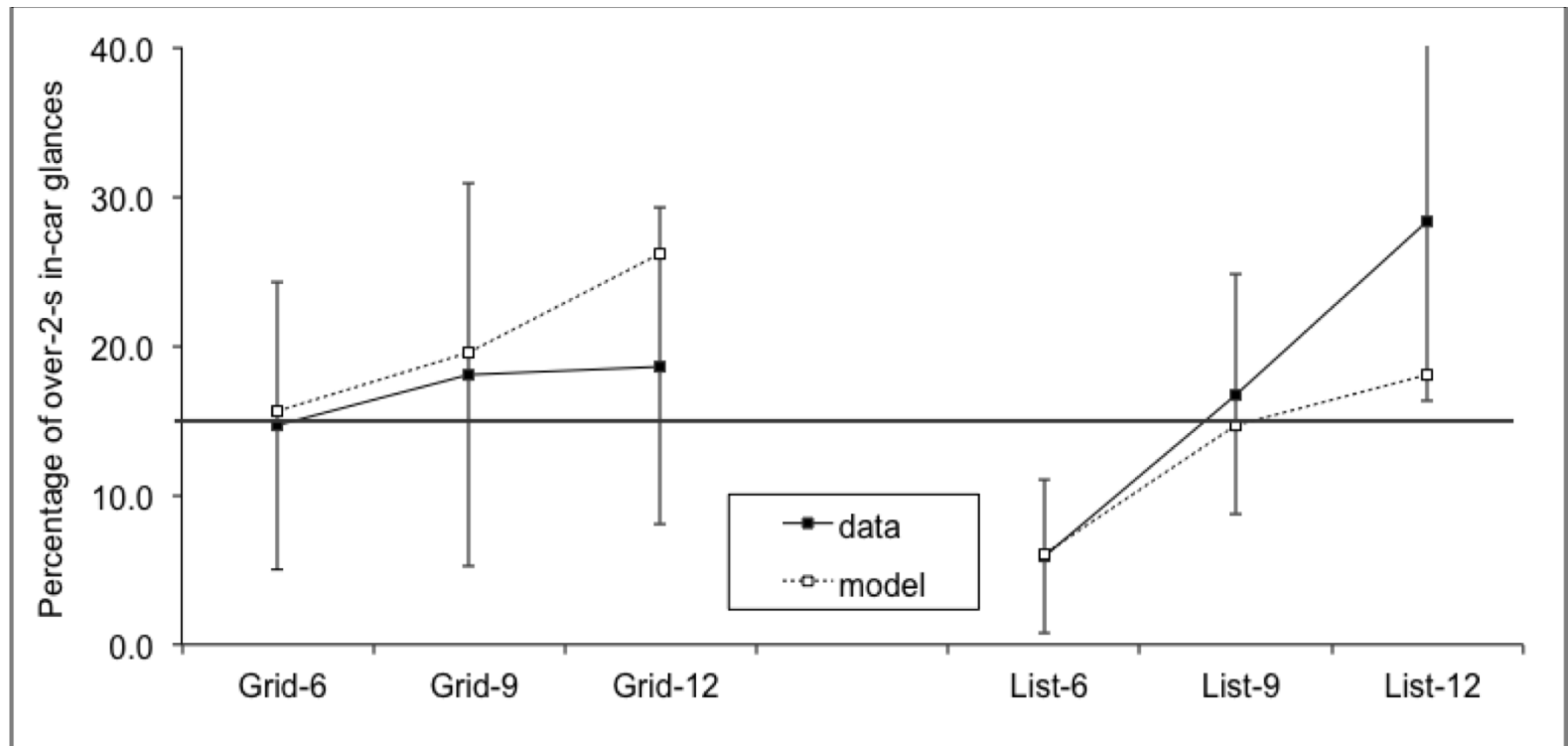


Figure 13. Percentage of over-2.0-second in-car glances, scroll buttons left (10 screens, N=12), $r^2=0.421$, RMSSD=1.037. Bars represent 95% confidence intervals. NHTSA (2013)

verification threshold illustrated at 15.0 percent.



In-car ikonisuunnittelu – ART-kokeet

- Affective Reaction Time (ART)
- Reaktioaika ~ ikonin semanttinen etäisyys kohteeseen

FUNCTION	Enter address	Search	Settings	My destinations
ICON	 Pen	 White mag. glass	 Wheel	 Star folder



Silvennoinen, J., Kujala, T., & Jokinen, J. Semantic distance as a critical icon design factor for in-car navigation systems. Submitted to *International Journal of Human-Computer Studies*.



Lopullinen ratkaisu (vai uusia ongelmia)?

- Autonomiset itsenäisesti liikkuvat ajoneuvot
 - Ohjaamisesta monitorointiin (vai täydellinen vapaus?)
 - SAE-tasot 1-5 [täysi vastuu kuljettajalla – täysi vastuu autolla (=tehtaalla)]
 - Välivaiheet/-tasot ongelmallisia
- Vrt. 60-vuotinen kehitystyö lentoliikenteen puolella





USB Type A



USB Type C



Take away

1. Turvallisuuskriittisissä kohteissa käyttöliittymäsuunnittelun merkitys korostuu
2. Tue käyttäjän tilannetietoisuutta!
3. Ihmisen tietojenkäsittelykyvyn kapasiteetti (tarkkaavaisuus) on rajallinen
4. Turvallisuuskriittisten käyttöliittymien suunnittelu vaatii testausta objektiivisten, luotettavien ja validien mittareiden avulla
5. Älä vie käyttäjän huomiota päätehtävästä (turhaan) käyttöliittymäpiirteen käytön vaatimalla huomiolla!



KIITOS
TARKKAAVAISUUDESTA!



tuomo.kujala@jyu.fi

