



Autonomisten järjestelmien operointiin liittyviä Human Factors näkökulmia



Kari Kallinen, FT, DOS
Puolustusvoimien tutkimuslaitos





Sisältö

- Automaatiosta autonomiaan
- Autonomian edut ja haasteet
- Human Factors näkökulma
- Miehitettävien ja autonomisten järjestelmien operointiin liittyviä haasteita
- Vuorovaikutussuunnittelu
- Tutkimusta PVTUTKL:ssa
- DTAG
- Tutkimustuloksia: Läpinäkyvyys ja luottamus ihmisen ja robotin vuorovaikutuksessa



Automaatio

- Tausta teollistumisen aikaisissa pyrkimyksissä tehostaa tuotantoa
- Automaatio tarkoittaa itsetoimivaa laitetta tai järjestelmää
- Automatisointi on manuaalisten toimintojen tekemistä automaattiseksi
- Automaation aste viittaa manuaalisuuden ja/tai järjestelmän operoijan toimintojen määrään järjestelmässä
- Mitä korkeampi automaation aste sitä vähemmän manuaalisuutta ja/tai ihmisen ohjausta



Autonomia

- Teknologinen kehitys
 - kenttä- ja palvelurobotiikan yleistyminen teollisista sovelluksista kuluttajalaitteiksi
 - Laitteiden oma älykkyys ja suorituskyky sekä tieto toimintaympäristösä lisääntyy (mm. internet of things, big data)
- Autonomialla on kyky **itsenäiseen päätöksentekoon ja toimintaan myös ennalta määrittelemättömissä tilanteissa**
- Monisäikeinen asiakokonaisuus, johon liittyvät mm. teknologiset, käyttäjäkeskeiset, lainsäädännölliset ja eettiset sekä operatiiviset tekijät (mm. ihmisen rooli, järjestelmien hallittavuus ja vastuukysymykset)
- Asteittainen käyttöönotto; autonomisia piirteitä omaavat järjestelmät





Autonomian edut ja haasteet

Edut

- Ajan, energian, työn ja raaka-aineiden säästäminen
- Ihmisen rajoitteiden ja puutteiden välttäminen (esim. myrkylliset ympäristöt, laskentakapasiteetti)
- Ympäristöhaittojen vähentäminen
- Työkuorman, raskaan liikaisen, ja vaarallisen työn vähentäminen
- Kilpailukyky

Haasteet

- Työllisyys ?
- Monimutkaisten järjestelmien virhealttius
- Joustamattomuus?
- Vaikeus?
- Vaatii pääomia
- Luottamuksen puute
- Liian suuri luottamus
- Skill decay
- Kontrolli

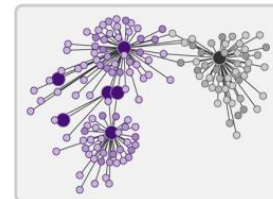




Human Factors



- Inhimilliset tekijät ja ergonomia (Human Factors and Ergonomics) on monitieteellinen tutkimusala, jossa pyritään (a) ymmärtämään ihmisen ja toimintaympäristön välistä vuorovaikutusta sekä (b) käyttämään saatua tietoa ja teorioita apuna vuorovaikutuksen ja/tai turvallisuuden optimoimiseksi
- Tutkimusala kehittyi maailmansotien aikana Yhdysvalloissa
- Nykyisin HF hyödyntää useita tieteen- ja tutkimuksen aloja kuten kognitio-, käyttäytymis-, organisaatio- ja insinööritieteitä
- Tutkimus- ja kehittämistoiminta voi suuntautua mm. fysiologisiin (työasennot, liikkeet ja voima), psykologisiin (tarkkaavaisuus, kognitiivinen kuorma, muisti) ja sosiologisiin (kommunikaatio, organisaatio ja turvallisuuskulttuuri) näkökulmiin





Haasteita HF näkökulmasta

- Työergonomia:
 - Turvallisuus, fyysisten työ-olosuhteiden muutos?
- Kognitiivinen ergonomia; psykologiset tekijät:
 - Vuorovaikutussuunnittelu (human automation teaming)
 - Työn organisointi: tehtäväjako, hierarkiat, vastuut
 - Luottamus ja hyväksyntä
 - Kontrolli
 - Taitojen ruostuminen?
 - Koulutus, oppiminen
- Organisaatio tekijät
 - Organisaatorakenne, hierarkia, vastuu
 - Turvallisuuskulttuuri





Automation bias: ”propensity for humans to favor suggestions from automated decision making systems and to ignore contradictory information made without automation, even if it is correct”

WASHINGTON — On a July morning in 2013, Asiana Airlines Flight 214 prepared to land in San Francisco.

A few kilometers from the airport, its pilot chose the wrong autopilot setting, and the plane stopped tracking its own speed. The flight crew didn't realize that the plane was moving dangerously slow — and descending too fast — until it was too late. Investigators blamed the flight crew's reliance on automated systems, such as autopilot, as a cause of the crash.



While flight experts credit automated systems with helping improve safety and making airline operations more efficient, they caution that an **overreliance on automation leaves pilots unprepared for tricky situations**





Vuorovaikutussuunnittelu

- Järjestelmien suunnittelun kannalta keskeiset ratkaistavat seikat liittyvät mm. toimintaskenaarioihin sekä järjestelmävaatimuksiin ja -ratkaisuihin
- Ihmisen ja järjestelmän vuorovaikuksen kannalta keskeisiä kysymyksiä ovat mm. miten ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutus sekä työnjako ja hierarkia järjestetään sekä miten ihmiset ja järjestelmät saavat tietoa toistensa toiminnan vaikutuksista ja miten toimintaan liittyvät vastuukysymykset järjestetään?
- Autonomisten järjestelmien ja niiden operoinnin vaikutuksia sodankäynnissä voidaan tarkastella esimerkiksi käyttäen DOTMLPF viitekehystä, jossa tarkastelun kohteena ovat mm. seurannaisvaikutukset doktriinille, organisaatiolle, koulutukselle, materiaalille, johtamiselle, henkilökunnalle ja tilajärjestelyille





Vuorovaikutusteknologiat

- Autonomian kohteena ovat yhä monimutkaisemmat toiminnot ja järjestelmät
- Ihmisen ja teknologian rajapintojen suunnittelu ja toteutus korostuvat
- Ihmiskeskeinen suunnittelu?
- Tehokkaat vuorovaikutusteknologiat ovat kriittisiä ihmisen interventioille
- Kontrollilaitteet kuten napit, säätimet, hiiri, näppäimistö ja uudet teknologiat kuten puheentunnistus, kosketusnäytöt ja liike- ja silmänliikepohjainen ohjaus (tulevaisuudessa aivokäyttöliittymät?)
- Näytöt, lisätty- ja virtuaalitodellisuus
- Multimodaalisuuden hyväksikäyttö (spatiaali audio ja haptiikka)
- Kaikkiällä läsnäoleva, upotettu ja hajautettu teknologia





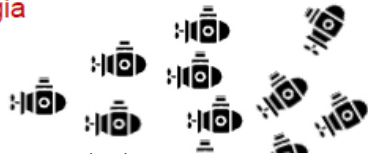
Autonomian asteet ja kontrolli



(www.defenseindustrydaily.com)



Stigmurgia



Nro	Toimintatapa
1	Ihminen tekee kaiken.
2	Kone antaa kaikki vaihtoehdot.
3	Kone rajoittaa vaihtoehdot muutamaan.
4	Kone ehdottaa yhtä vaihtoehtoa.
5	Kone toimii ko. vaihtoehdon mukaan, jos ihminen hyväksyy.
6	Kone antaa ihmiselle hetken aikaa käyttää veto-oikeutta.
7	Kone toimii itsenäisesti, minkä jälkeen se kertoo ihmisille mitä teki.
8	Kone kertoo vain, mikäli ihminen sitä pyytää.
9	Kone kertoo, mikäli katsoo sen tarpeelliseksi.
10	Kone toimii itsenäisesti eikä huomioi ihmistä lainkaan.





Tutkimusta PVTUTKL:ssa

- Osallistuminen MCDC CUAxS 2015-2016
- Matine projekti OHRY
- Human automation teaming seminaari
- Meaningful human control over AI based systems
NATO HFM 330 työryhmä
 - Skenaariot





NATO DTAG

- DTAG = Disruptive technology assesment game
- Tavoitteena on arvioida uuden teknologian operatiivisia vaikutuksia ja etuuksia analyyttisessä ja strukturoidussa ”pöydällä pelattavassa” sotapelissä (table top wargame).
- Teknologiat tuodaan peliin sovelluksina IoS-korttien (Idea of Systems) muodossa
- Voitaisiin käyttää potentiaalisten vuorovaikutustekijöiden kartoittamiseen

Possible appearances of IoS



Level of autonomy

Main task: 5
Support task: 6

1. Description

· 2 limitations and constraints



Läpinäkyvyys ja luottamus ihminen autonomia yhteistyössä – tutkimuksen tuloksia

- Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että käyttäjät kyseenalaistavat toisinaan automaation/autonomisten järjestelmien tuottaman tuloksen tarkkuuden ja tehokkuuden, koska käyttäjällä on vaikeuksia ymmärtää sen perusteita. Tämä johtaa järjestelmän käytön vähenemiseen ja suorituskyvyn heikkenemiseen (Linegang et al., 2006)
- Tutkijat ovat ehdottaneet, että tukeakseen operaattorin tilannetietoisuutta ja luottamusta järjestelmään sen on oltava läpinäkyvä päättelyprosessissaan (Chen et al., 2014; Lee & See, 2004). Järjestelmän läpinäkyvyys on sen kykyä välittää tietoa ihmisoperaattorille selkeällä ja tehokkaalla tavalla, jonka avulla käyttäjä voi kehittää tarkan mentaalimallin järjestelmästä ja sen käyttäytymisestä (Chen et al., 2014; Lee & See, 2004).





Tutkimuskysymys

- Tässä tutkimuksessa selvitimme, lisääkö tieto järjestelmän työprosessin tilasta ihmisen luottamusta järjestelmään ja parantaako se kokemusta työn laadusta kun ihminen ja autonominen järjestelmä tekevät yhteistyötä
- Lisäksi tutkimme miten teknologiavalmiusindeksi (Technology readiness index; TRI) ja ikä moderoivat kokemuksia





Tutkimusasetelma ja mittarit

- Koehenkilön tehtävänä oli tehdä tehtäviä (2 rutiininomaista kielentarkistustehtävää ja 2 suunnittelutehtävää) yhteistyössä ”autonomisen tekoälyrobotin” kanssa verkon yli
- Koehenkilö joko sai tai ei saanut tietoa robotin edistymisestä omassa osuudessaan. Tieto esitettiin ennen tehtävää ja tehtävän puolivälissä.
- TRI ja taustatiedot kerättiin lomakkeella ennen koetta
- Jokaisen tehtävän jälkeen koehenkilöt vastasivat väittämiin joilla arvioitiin itseluottamusta ja luottamusta robottityöntekijään, työn laatua, stressitasoa ja preferenssiä kanssatyöntekijästä (robotti vai ihminen)





Tulokset

- Tulokset osoittivat, että tieto robottityöntekijän työn tilasta lisäsi koettua työn laatua ja itseluottamusta
- Ihmiset suosivat robottityöntekijää ja olivat vähemmän stressaantuneita rutiininomaisten kielentarkistustehtävien aikana kuin suunnittelutehtävien aikana
- Nuoremmat ja teknologiaan myönteisemmin suhtautuvat suhtautuivat myönteisemmin robottityöntekijään





Yhteenveto

- Järjestelmien suunnittelun kannalta keskeiset ratkaistavat seikat liittyvät mm. toimintaskenaarioihin sekä järjestelmävaatimukseen ja -ratkaisuihin
- Ihmisen ja järjestelmän vuorovaikkuksen kannalta keskeisiä kysymyksiä ovat mm. miten ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutus sekä työnjako ja hierarkia järjestetään sekä miten ihmiset ja järjestelmät saavat tietoa toistensa toiminnan vaikutuksista ja miten toimintaan liittyvät vastuukysymykset järjestetään?
- Lisäämällä autonomisen järjestelmän läpinäkyvyyttä esimerkiksi erilaisin palauttein järjestelmän toiminnan tilasta voidaan lisätä ihmisoperaattorin luottamusta ja hyväksyntää järjestelmää kohtaan





Kiitos mielenkiinnosta!

