



Ihmisenkaltaisten robottien testauksesta



Matti Vuori

Testauspäivä 2016

1.6.2016

Sisällysluettelo 1/2

Koko maailma robottihuumassa – taas	4
...Muutenkin mielenkiintoinen aihe...	5
Robottityyppejä	6
Ihmisenkaltaiset robotit	7
Mönenlaisia	8
Keskeisiä piirteitä	9
Toiminnan ohjaus	10
Ihmisenkaltaisuus psykologisena haasteena	11
Uusi konsepti, uusi teknologiapaketti	12
Käyttäjäkokemus	13
Epädeterministinen monitoimijaympäristö	14
Turvallisuuskriittisyys	16
Oppivan turvallisuuskriittisen systeemin kaksi ongelmaa	17



Sisällysluettelo 2/2

Tietoturvallisuus	18
Olosuhdetestaus	19
Älykkyyden testaaminen	20
Testausta eri tasoilla	22
Osaamishaasteita	23
Kymmenen nyrkkisääntöä	24
Lähteitä	26



Koko maailma robottihuumassa – taas

- Ensimmäistä kertaa roboteista kohistiin vuosikymmeniä sitten, kun niitä alettiin soveltaa valmistavassa teollisuudessa mm. kokoonpanotöissä, hitsauksessa ja maalauksessa. Tein itse noin 30-sivuisen paperin niiden turvallisuudesta 30 vuotta sitten.
- Nyt odotetaan uutta tulemistä:
 - Fyysiset robotit kirurgien apuna, vanhusten ja vammaisten tukena, ohjelmistorobotit automatisoimassa tietotyötä, kaikkien teollisuustöiden robotisointi...
 - Suomalaisten olisi fiksua tehdä alueella menestystuotteita!
- Tänään mietitään siksi ihmisenkaltaisten robottien testausta.



...Muutenkin mielenkiintoinen aihe...

- Roboteissa on paljon mielenkiintoista yleisemminkin.
- Niissä äärimmäistyvät monen testauksen haasteet:
 - Uusi disruptiivinen konsepti.
 - Älykkyys ja oppivuus.
 - Monenlaista turvallisuuskriittisyyttä.
 - Erilainen psykologinen suhde testaajaan.
 - Jne...
- Niinpä niiden tarkastelu voi opettaa meille tärkeitä asioita!



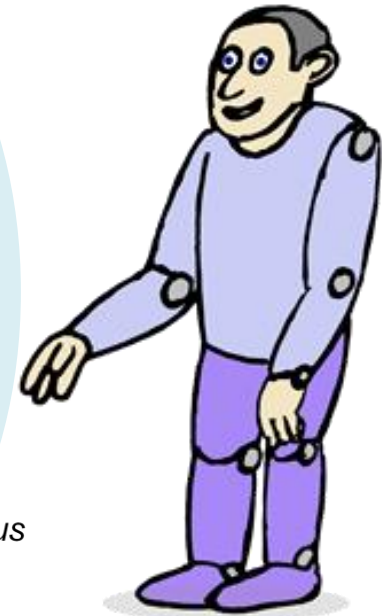
Robottityyppejä

	Vain ohjelmistopohjainen	Fyysinen
Yhteistoiminnallinen robotti	Ohjelmistoagentti Päätöksenteon tukijärjestelmä Virtuaalinen työpari	Ihmisenkaltainen robotti Teollisuusrobotti Vanhusten ja vammaisten apulainen
Itsenäisesti toimiva robotti	Tekoälyjärjestelmä prosessissa, datan käsittelyssä	Eristetty teollisuusrobotti Ihmistä välttelevä apurobotti Robottiajoneuvo



Ihmisenkaltaiset robotit

- Odotetaan tulevaisuudessa olevan tavallinen näky työpaikoilla, laitoksissa ja kotitalouksissa.
- Edustavat uudenlaista kehittynyttä, älykästä automaatiota.



Monenlaisia

- Jotkut yksinkertaisia fyysisen työn apulaisia ja kykenevä tekemään yksinkertaisia tehtäviä – kuten nostoapulainen ikäihmisille, tai imuroijarobotti.
- Jotkut suuntautuneet viestintä- ja muistiavuksi käyttäjälle.
- Joidenkin idea on tarjota henkilökohtaista seuraa ja iloa
- Koko vaihtelee.
- Jotkut turvallisuuskriittisempiä enemmän kuin toiset.
- Autonomia vaihtelee
- Kyky oppia vaihtelee.



Keskeisiä piirteitä

- On uusi asia
- On ihmisenkaltainen
- On fyysinen, ja liikkuva
- Voi nostaa, siirtää asioita
- Sillä on kehittynyt aistijärjestelmä
- On älykäs
- On persoonallinen
- On oppiva
- On ohjelmistojärjestelmä
- On verkottunut paikallisesti ja maailman kanssa
- On ”tietovaarallinen”
- On teknisesti monimuotoinen ja monimutkainen



Toiminnan ohjaus

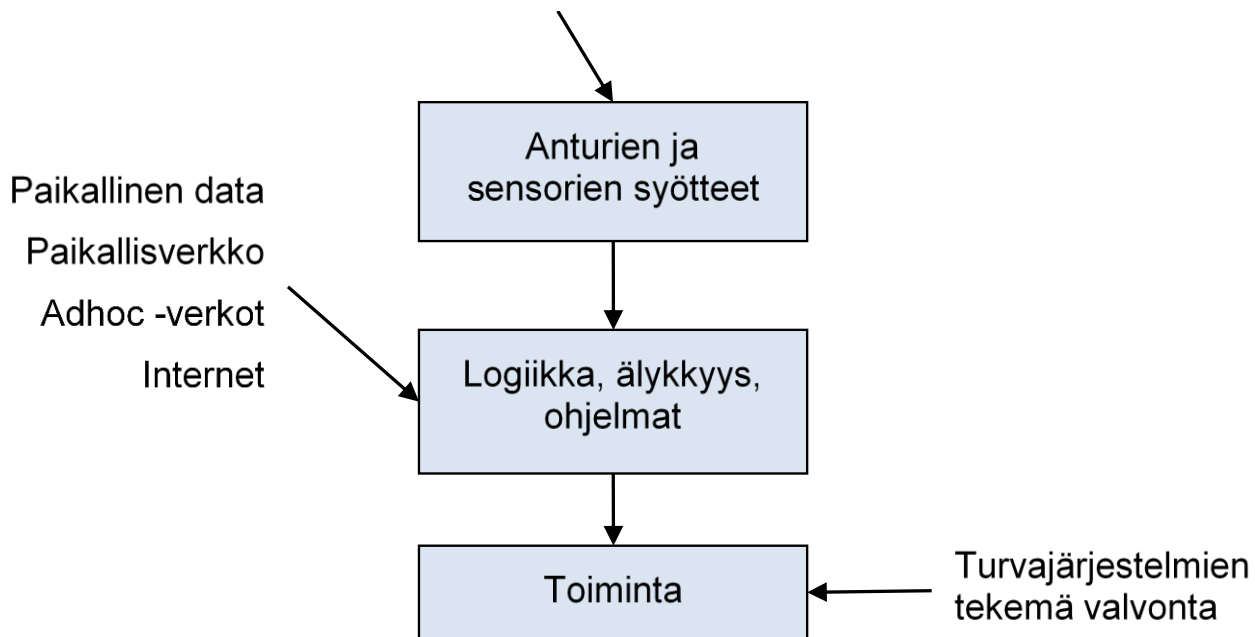
Aktiivinen ympäristön
havainnointi

Anturien keskeytykset

Käyttäjän komennot

Muiden laitteiden viestit

Ajastetut rutiinit



Ihmisenkaltaisuus psykologisena haasteena

- Testaajat ovat ihmisiä – psykologia
- Vaarana ihmetys, kunnioitus, huolenpito – hyvän testauksen vihollisia.
- Hyvän testauksen pitäisi tähdätä ohjelmiston rikkomiseen (joskaan ei fyysisen robotin rikkomiseen...).
- Ei saa välittää sen hyvinvoinnista.
- Mitä enemmän Ihmisenkaltaisen robotti on testauksessa pulassa, sitä parempi!



Uusi konsepti, uusi teknologiapaketti

- Ihmiset ekstrapoloivat testauksensa lähestymistavan historiastaan ja edellisistä projekteista ”juuri riittävästi”.
- Kun testin alla oleva järjestelmä ottaa ison hyppäyksen haasteissa koko testausta pitäisi arvioida uudelleen.
- Olisi virhe ajatella robotteja vain yhtenä uutena ohjelmoitavana laitteena, ja automaation uutena tyyppinä tai hieman entistä vakavampana leluna.
- Testauksen pitää lähteä ymmärtämisestä, sensemaking: miten uusi asia toimii ja käyttäytyy. Tutkiva testaus on tässä hyvä työkalu.



Käyttäjäkokemus

- Miten hyvin käyttäjät kokevat robotin sopivan heidän toiminnalliseen kontekstiinsa ja kulttuuriinsa?
- Vaatiiko robotti tarpeetonta valvontaa? Häiritseekö sen läsnäolo?
- Pelottaako se vaikkapa lapsia tai kotieläimiä?
- Jne...
- Kyse konseptitason analysoinnista ja testauksesta, missä pitää erottaa suunnittelun päälinjat pienistä detaljeista.
- Käyttäjäkokemuksen testaus ja arviointi on uusilla konsepteilla elintärkeää.



Epädeterministinen monitoimijaympäristö 1/2

- Asiat tapahtuvat samanaikaisesti, epädeterministisellä tavalla.
- Järjestelmä on tuntematon ja muuttuu –uusia laitteita, ihmisiä ja robotteja.
- Osanottajat kommunikoiivat monilla erilaisilla tavoilla ja niillä saattaa olla eri rooleja eri toiminnoissa.
- Jotkut saattavat olla vihamielisiä ja niiden luotettavuus on tuntematon.
- "Vainoharhaisia" turvallisuus- ja luotettavuusstrategioita järjestelmien suunnittelussa ja testauksessa



Epädeterministinen monitoimijaympäristö 2/2

- Mietittävä kokonaissysteemin skenaarioita – miten eri toimijat toimivat, miten muut reagoivat niiden toimintaan, miten robotti hallitsee erilaiset kokonaisuuden poikkeamat.
- Poikkeamatarkasteluja ja luotettavuusanalyysyjä.
- Testauksen lähtökohta on älykäs skenaarioiden manuaalinen tutkiva testaus.
- Testiautomaatio edellyttää kokonaisjärjestelmän mallia, jonka avulla voidaan kokonaisuutta ”pommittaa” erilaisilla vuorovaikutuksilla
- Yksinkertaisemmassa muodossa ja käsitteistössä tämä on yhdessätoimivuus- ja yhteensopivuustestausta.



Turvallisuuskriittisyys

- Turvallisuuskriittisen laitteen ”turvallisuuselinkaari” vaarojen ja mahdollisten ongelmien tunnistamisesta suunnittelun kautta kokonaisjärjestelmän validointiin.
- Erotetaan robotin toiminnallinen järjestelmä ja turvajärjestelmät.
- Turvallisuusstandardit, kuten SFS-EN-61508-sarja antavat hyviä ohjeita turvallisuuden suunnitteluun ja testaukseen: riskien tunnistaminen, luotettavuusanalyysit, teknisen alustan robustius, kokonaisuuden turvallisuus validoidaan kattavilla testeillä.



Tahallinen väärinkäyttö! Huomioon otto, estäminen.

Oppivan turvallisuuskriittisen systeemin kaksi ongelmaa

1. Laitteet ovat vaarallisimmillaan poikkeus- ja häiriötilanteissa. Ne pitää testatakin kunnolla.
 - Käyttäytyminen sellaisissa voidaan ohjelmoida, mutta entä jo käyttäytyminen syntyy opettamalla? Jaksetaanko niiden opettamiseen panostaa?
 - Turvajärjestelmän merkitys korostuu, mutta tilanne ei ole helppo.
2. Tietty konfiguraatio validoidaan testaamalla, mutta mikä merkitys on tietyn oppimistason validointitesteillä, kun robotin oppiminen muuttaa käyttäytymistä?



Tietoturvallisuus

- Erilaisia verkkoja.
- Dynaaminen laitteiden verkko.
- Tietoturvallisuuden arviointi ja testaus ei sinänsä eroa juurikaan muiden ”mobiilien” järjestelmien vastaavasta.
- Älykäs robotti on kuitenkin aktiivinen ja informaatiointensiivinen ja voi älykkyytensä vuoksi tehdä kaikkea ”mielenkiintoista”.
- Sille annetut oikeudet ja niiden noudattaminen.
- OWASP Mobile Project on hyödyllistä tutustuttavaa
- https://www.owasp.org/index.php/OWASP_Mobile_Security_Project



Olosuhdetestaus

- Toimivuus vaikkapa niiden eri aistien kannalta haastavissa olosuhteissa: heikko valaistus, vastavalo, melu, erilaiset lattiaratkaisut jne...
- Ja tietysti kaikkien niiden vaihtelu.
- Esimerkiksi hahmontunnistus on ongelmallinen, jos se ei toimi luotettavasti hämärässä, vaan tuottaa vääriä tulkintoja tai taustamelu häiritsee äänikomentoja.



Älykkyyden testaaminen 1/2

- Ensimmäinen haaste on selvittää tutkivalla testauksella se logiikka, jolla systeemin äly toimii.
- Mahdollisimman avoimia testiskenaarioita, jotta älyllä on liikkumavaraa.
- Perinteiset testaustekniikat, kuten päätöspuut, ekvivalenttiositus, raja-arvoanalyysi yms. ovat tärkeitä.

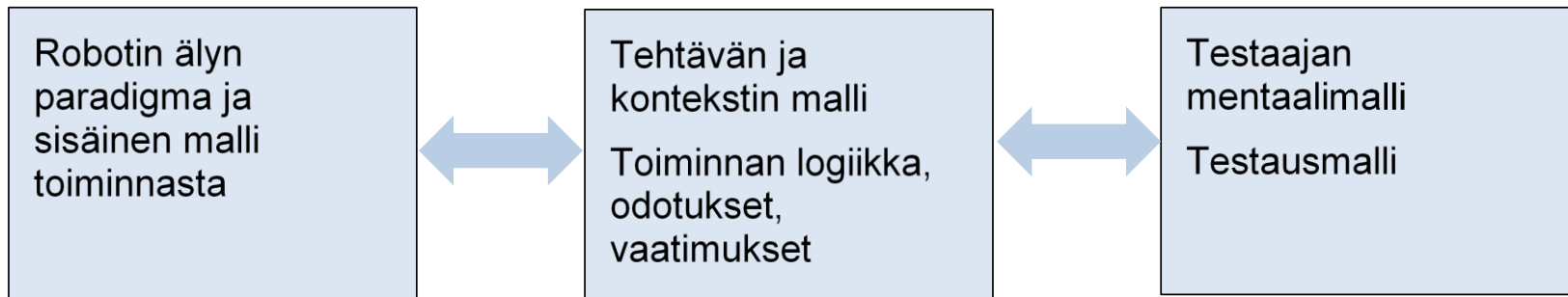
Yksinkertainen
automaatti

Kompleksinen ja
vaikea persoona



Älykkyyden testaaminen 2/2

- Testaajan ei järjestelmätasolla tarvitse tietää älykkyyden mekanismeja. Testauksen kohteena ei olekaan ”robotti” tai ”äly”, vaan käyttäytyminen.
- Ei tarvitse tuntea robotin sisäistä logiikkaa, vaan löytää hyviä testimalleja.



Testausta eri tasoilla

- Ohjelmistojen osalta tyypillinen jäsennys yksikkö-integrointi-järjestelmä-hyväksymistestaus-jako.
- Sensorit ja toimilaitteet – logiikka – käyttäytyminen.
- Yksi laite – laiteparit – laiteparvi.
- Tarkkuus, voima – nopeus, sujuvuus – kyvykkyys skenaarioissa ja käyttötapauksissa.
- Asian eristetty yksinkertainen testaus – yksinkertainen tilanne yhdistettynä muihin elementteihin tai toimijoihin – monimutkainen vuorovaikutustilanne.
- Paikallinen toiminta – paikallinen alue / konteksti / verkko – globaali tilanne.
- Ohjelmisto – ohjelmiston ja raudan yhteistoiminta (ml. käyttöliittymä) – kokonaistuote.



Osaamishaasteita

Testausalue	Osaamisalue
Fyysinen toiminta, toimilaitteet ja sensorit	Teollisuusautomaatio
Turvallisuus	
Tuotekonseptit	Teollinen muotoilu
Kulttuurinen sopivuus	Käyttökokemussuunnittelu
Käyttötavat	
Käyttöliittymät	
Käyttäjäkokemus	
Ohjelmistotekniikka	Tietotekniikka
Datan käsittely	
Tietoverkot	
Tietoturvallisuus	Tietoturvallisuus
Äly	Tekoäly

Kymmenen nyrkkisääntöä

1/2

- Robotin älyä ja ihmismäisiä piirteitä ei saa kunnioittaa testauksessa. Robotti pitää laittaa koville ja sen ohjelmisto ”rikkoa”. (Fyysistä robottia ei kannata kovin rikkoa kovin usein.)
- Robottijärjestelmä on monimutkainen, mutta testaajan logiikka pitää testauksen ymmärrettävänä ja riittävän yksinkertaisena.
- Testaustilanteesta riippuen voidaan löytää erilaisia testaustasoja, joiden soveltaminen pitää testauksen hallittuna ja auttaa luomaan robustin alustan robotin älylle.
- Ensin pitää testauksen avulla ymmärtää, mitä ollaan testaamassa. Tutkiva testaus voi edellyttää lähes psykologin otetta selvittäessään robotin käyttäytymistä.
- On ymmärrettävä robotin turvallisuustaso ja sovitettava testaus tasoa vastaaviin vaatimuksiin.



Kymmenen nyrkkisääntöä

2/2

- Turvallisuus- ja luotettavuusanalyysit ovat tärkeitä, koska uusia konsepteja ei aina ymmärretä. Tahallisen väärinkäytön mahdollisuudet on tunnistettava ja niiden estomekanismit testattava.
- Konseptin arviointi – miten se sopii toimintaympäristöönsä – ja käyttökokemuksen testaus ovat elintärkeitä.
- Tietoturvallisuutta ei saa unohtaa robottituotteissakaan.
- Ihmisenkaltaisissa roboteissa on poikkeuksellisen paljon testaushaasteita ja niiden ratkomiseen tarvitaan monipuolista osaamista ja erilaisia osaajia.
- Jokaiseen robottituotekehitystilanteeseen pitää suhtautua ajatuksella, että ensin pitää unohtaa tekniikan detaljit ja selvittää mistä asiassa on kyse kokonaisuuden kannalta.



Lähteitä

- Eesityksen oheistuotteena on samanniminen paperi, jossa on hieman enemmän asiaa.
- SFS-EN-61508-1. 2. versio, 2011.
Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset. 117 s.
- SFS-EN-61508-3. 2. versio, 2011.
Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 3: Vaatimukset ohjelmistolle. 201 s.
- ISO/TS 15066. 2016. Robots and robotic devices – Collaborative robots. 33 s.

