
Alihankinta 2008 17.9.2008

Suomen Robotiikkayhdistys



Timo Malm

ROBOTIJÄRJESTELMIEN UUDET TURVALLISUUSTEKNIIKAT



PUOLIAUTOMAATORATKAISUT IHMINEN- KONE-JÄRJESTELMISSÄ (PATRA)

- Kesto: 5/2006 - 3/2008
- Resurssit: n. 39 htkk;
- Päärahoittaja: TEKES, MASINA-ohjelma
- Päätekijät: VTT ja TTY Tuotantotekniikan laitos
- Mukana: Peikko Finland Oy, K-Hartwall Oy, Oras Oy, Pemamek Oy, Cimcorp Oy, IS-Automaatio Oy, ABB, Nokia
- Yhteystiedot:



VTT Tietoliikenne
PL1100, Kaitoväylä 1,
FIN-90571 Oulu
Puh. 020 722 111

VTT Teolliset järjestelmät
PL 1000, Metallimiehenkuja 6,
FIN-02044 VTT
Puh. 020 722 111

VTT Teolliset järjestelmät
PL 1300, Tekniikankatu 1,
FIN-33101 Tampere
Puh. 020 722 111

Tampereen teknillinen yliopisto
Tuotantotekniikan laitos
PL 589 FIN-33101 Tampere
Puh. 03 3115 3282



Kuvassa (lähde: Fraunhofer instituutti):
Ylhäällä vanhimpia robotteja 60-luvun alusta. Alhaalla
Hondan ASIMO-humanoidirobotti

17.9.2008



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



ROBOTTEIHIN LIITTYVÄN TAPATURMATUTKIMUKSEN TULOKSIA

- Kaikkiaan tapaturmia sattuu 33/vuosi. Enimmäkseen lieviä.
- Vakavia robottitapaturmia on sattunut yhteensä 25 kpl.
- Kuolemaan johtaneita tapaturmia roboteilla/manipulaattoreilla on sattunut 3 kpl
- Vakavista tapaturmista 23/25 johtui puristumisista.

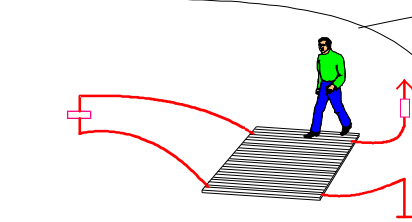


- Olisiko robottiin integroiduista turvatoiminnoista apua puristumisiin?
Voimatakaisinkytkentä? Kevyet robotit?
Robotin turvallinen liike puristustilanteissa?
- Robotin isku on harvoin aiheuttanut vakavan tapaturman.
→ Turvallisuusvaatimukset tältä osin riittäviä (?)

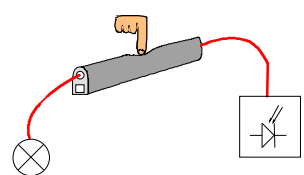
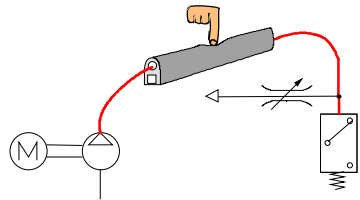
SIGNAALI SAADAAN HAVAITTAESSA KOHDE

JATKUVAN SIGNAALIN KATKEAMINEN

TUNTOMATTO



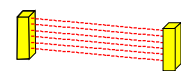
TUNTOREUNA



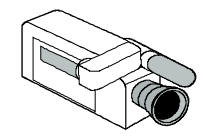
LASERSKANNERI



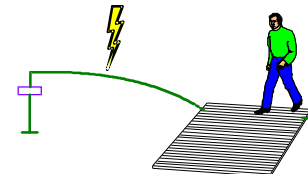
VALOKENNO



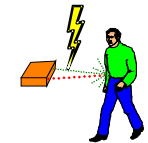
VALOVERHO



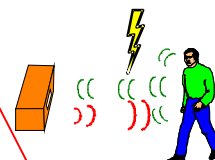
KONENÄKÖ -
KAMERA



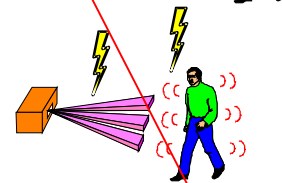
OPTINEN
LÄHESTYMIS-
KYTKIN



MIKROAALTO-
ANTURI
ULTRAÄÄNI-
ANTURI



PASSIIVINEN
INFRAPUNAILMAISIN

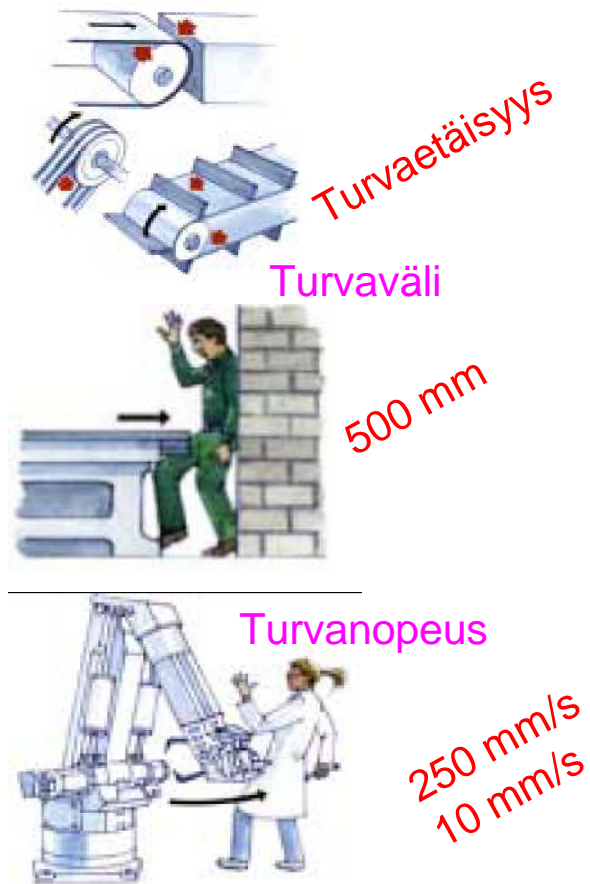


ANTUREIDEN
LUOTETTAVA
VALVONTA ON
MAHDOLLISTA
VAIN KUN
HAVAINTO
PERUSTUU
SIGNAALIN
MUUTTUMISEEN

PERINTEISIÄ
TURVALAITTEITA

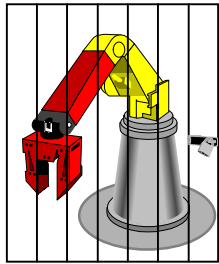
Robottien turvallisuusvaatimukset voidaan jakaa osiin turvaetäisyyden, automatiikan ja nopeuden mukaan

Suojattavat kohteet

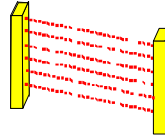
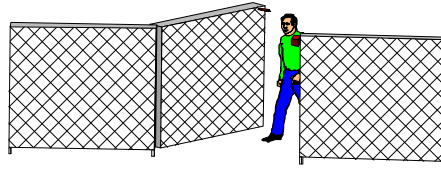


- Aina suojattavat kohteet (esim. nielut ja pyörivät osat),
- Robottia ohjataan manuaalisesti (esim. robotin opetus),
- Robotti liikkuu hidastetulla nopeudella automaattisesti (esim. robotin ohjelman koeajo),
- Robotti liikkuu normaalilla nopeudella automaattisesti,
- Ihminen ei pääse käynnissä olevan tuotannon alueelle,
- Suojaustoimenpiteet ovat tarpeen esim. sinkoutumisvaaran, säteilyn tai pölyn vuoksi.

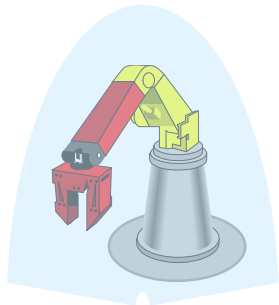
Turvallisuusstrategioita



Eristetään muuttumaton robotin vaara-alue



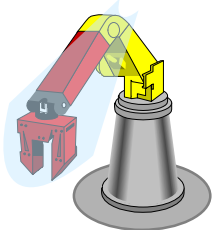
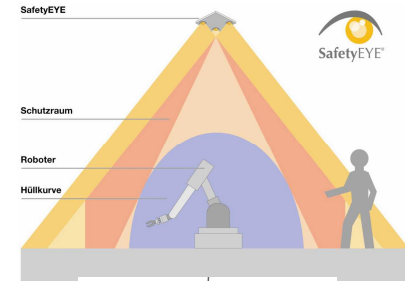
- Kulunvalvonta helppo järjestää
- Lyhyt turvaetäisyys aidan takana



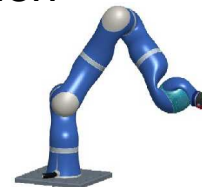
Robotin mukana kulkeva havaintokenntä



- Kohtuullinen turvaetäisyys



Estetään robotin haitallinen vaikutus ihmiseen



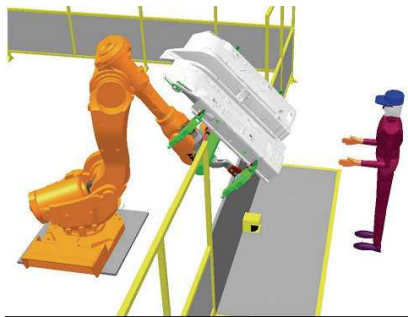
- Ihminen pääsee robotin viereen vapaasti
- Robotin nopea hallinta tarpeen kevyet robotit



Ihmisen mukana kulkeva turva-alue

- Turva-alue vain ihmisen ympärillä.
- Luotettavuus?

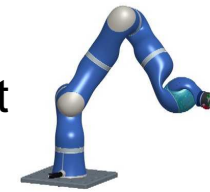
TULEVAISUUDEN TURVALLISEMPAA ROBOTIIKKA - UUSIA OMINAISUUKSIA



- Turvaohjaimet
 - softapohjaiset ohjaimeen integroidut järjestelmät
- Luontaisesti turvalliset robottijärjestelmät
 - kevyet robotit
 - voimatakaisinkytketyt robotit
- Uusia turvalaitteita
 - kameraan perustuvat turvajärjestelmät
 - optiset turvalaitteet saavat yhä enemmän uusia ominaisuuksia



DLR JUSTIN



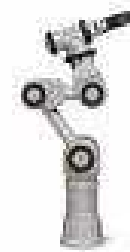
DLR LWR III



Pilz, Safety Eye



Laser Scanner, Schmersal



Neuronics
Katana





KUKA, KR 3 SI



TURVAOHJAIMET

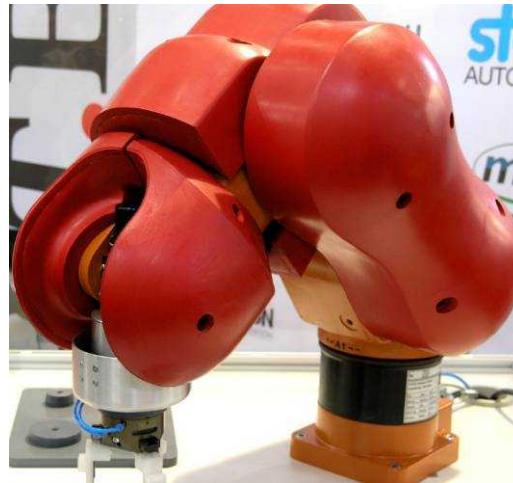
Mitä turvaohjaimet osaavat tulevaisuudessa tehdä:

- Virtuaaliset turvavälit ja aidat
- Robotin mukana liikkuva turva-alue *Kehittymässä käyttökelpoiseksi* 
- Törmäysten esto koneisiin tai kiinteisiin esteisiin
- Turvallinen toiminta törmäyksen sattuessa *Tulevaisuudessa*
- Virheiden tunnistaminen
- Turvatoiminnan monipuolinen toteutus *Tulevaisuudessa*
- Pysäytystilan pito virtaa katkaisematta 
- Automaattinen jarrujen testaus
- Nopea vasteaika
- Työkalun suunnan ja aseman valvonta.
- Turvalogiikan toiminnot *Tulevaisuudessa* *Kehittymässä käyttökelpoiseksi*

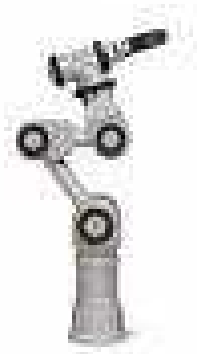
Turvaohjaimia on jo joitain markkinoilla. Ne ovat kehittymässä ja niihin on tulossa uusia ominaisuuksia.

KEVYITÄ ROBOTTEJA, JOISSA VOIMANHALLINNALLA TAATAAN TURVALLISUUS

- Luontaisesti turvalliset robottijärjestelmät
 - kevyet robotit
 - voimatakaisinkytketyt robotit



DLR JUSTIN



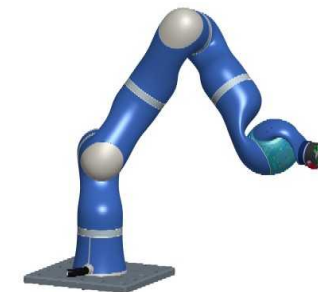
Neuronics
Katana



17.9.2008



KUKA, KR 3 SI

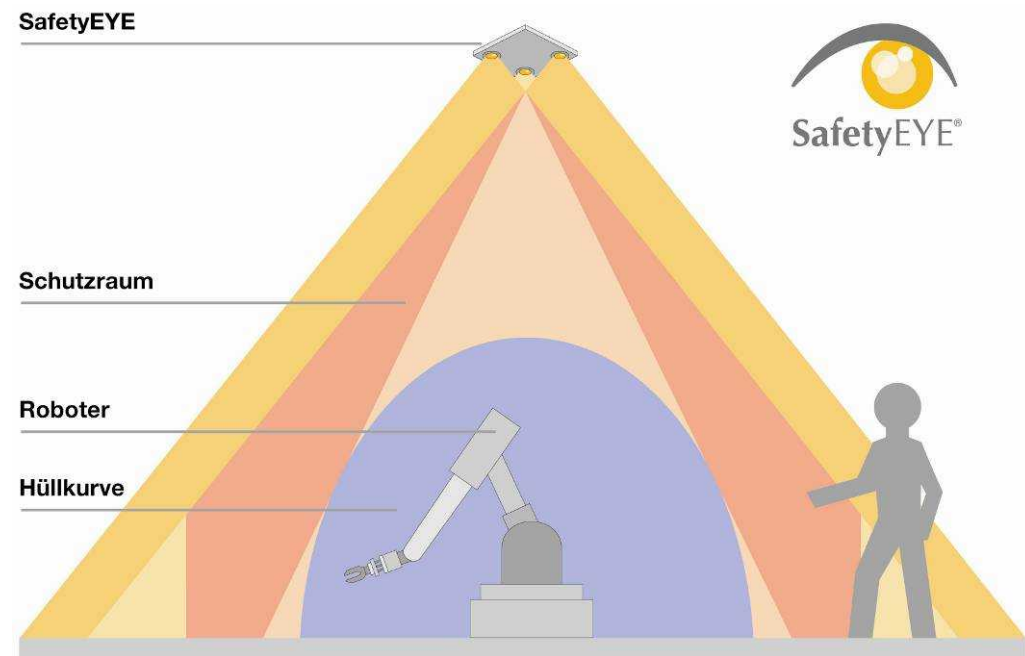
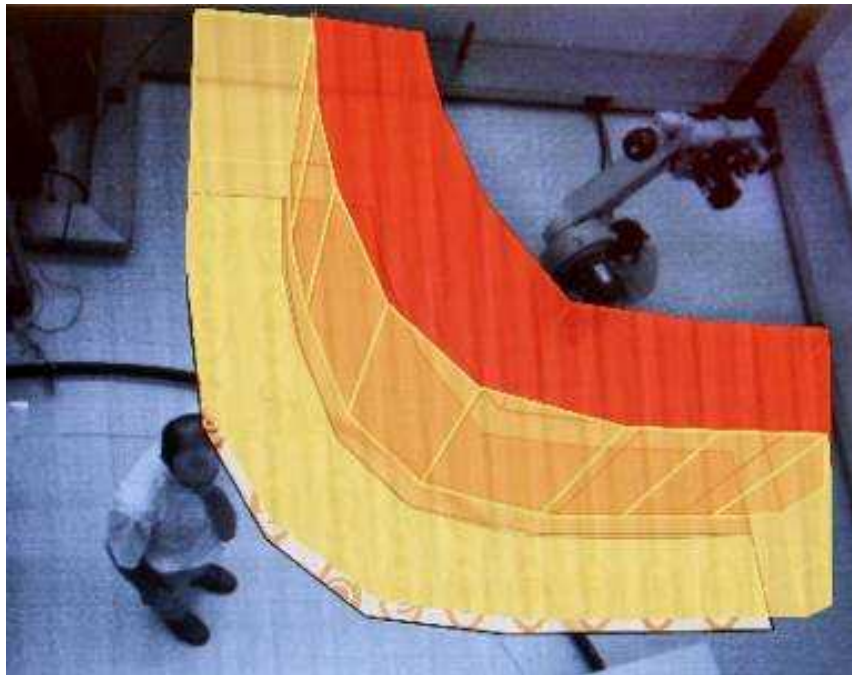


DLR LWR III



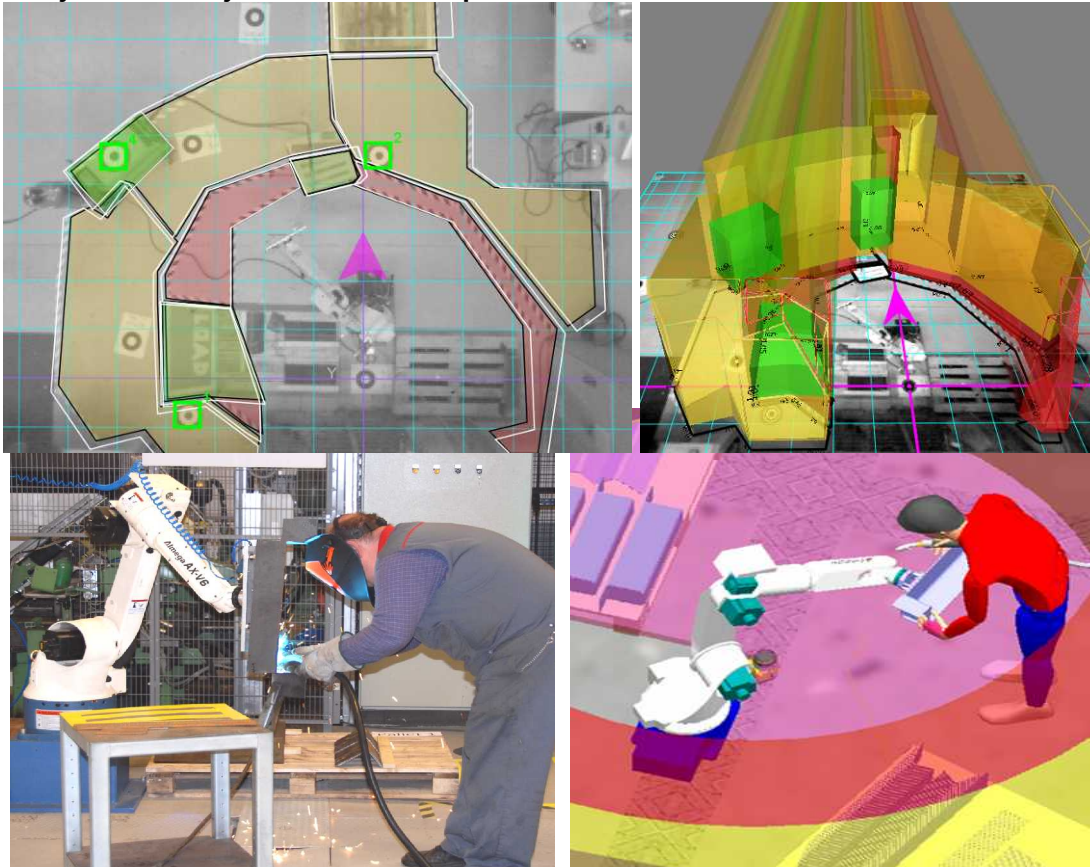
Safety Eye - konenäköpohjainen turvajärjestelmä (Pilz)

SafetyEye järjestelmässä piirretäänkolmiulotteiset alueet pysäytykselle varoitukselle ja mahdollisille muille alueille. Kamera asetetaan 1,5 – 7,5 m korkeudelle ja se havaitsee kuvassa ihmisen kehon ja periaatteessa raajatkin. Järjestelmä sisältää kolme kameraa, kaksi tietokonetta ja turvalogiikan. Vasteaika on 300 ms ja se täyttää luokan 3 ohjausjärjestelmän vaatimukset (EN 954-1). Epäilemättä järjestelmä kehittyi nopeasti ja sille on tulossa jossain vaiheessa kilpailijoita.



Ensimmäisen turvalaitteeksitarkoitettun konenäköön perustuvan turvajärjestelmän koekäyttö- SafetyEye (Pilz)

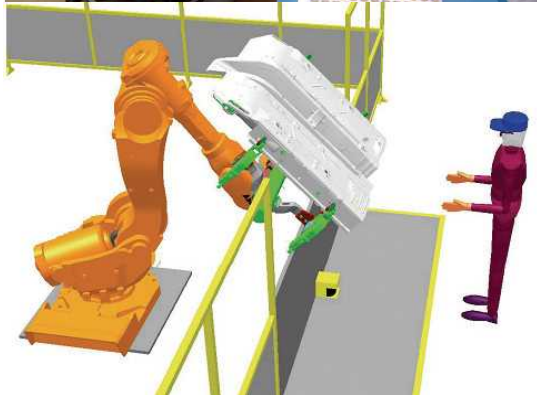
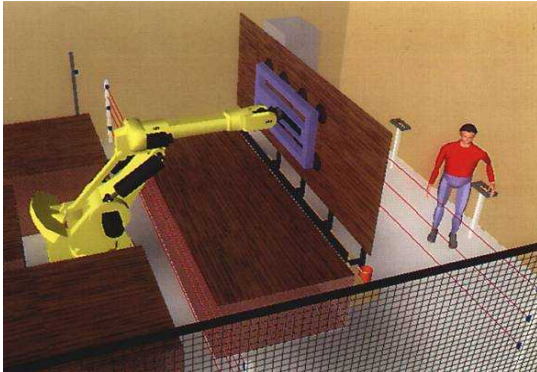
SafetyEye kokeet toteutettiin TTY:llä. Ohjelmointi ja määrittelyt olivat selkeitä. Laite on melko herkkä valaistuksen varjoille ja hitsauksen roiskeet, kuten suora valokin voivat aiheuttaa häiriöitä. Valaistusta saattaa joutua sovittelemaan, jotta järjestelmä toimisi hyvin. SafetyEye toimi koekäytössä koko ajan turvallisesti. Järjestelmä toimi moitteettomasti sitten, kun valaistus ja aluerajat saatiin sopiviksi.



17.9.2008

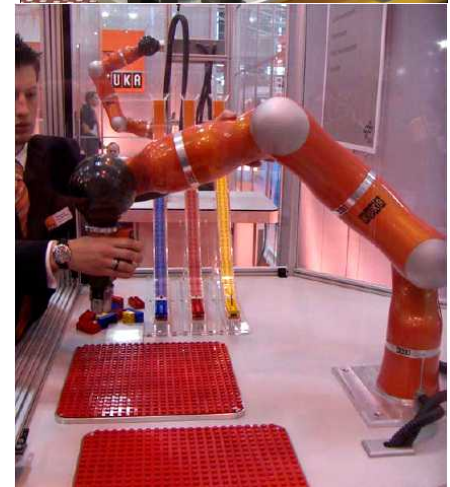


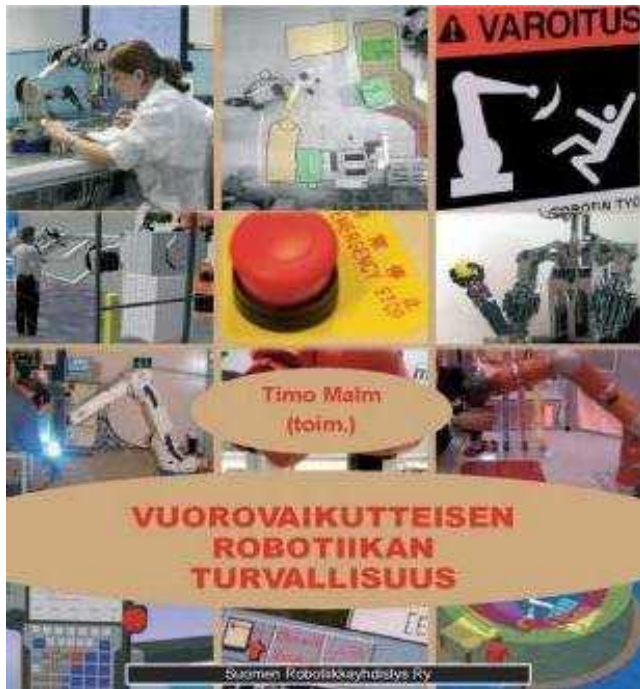
ESIMERKKIKIRJASTO IHMINEN-ROBOTTI YHTEISTYÖSTÄ



17.9.2008

- Esimerkkejä 30 kpl
- Turvalaitteita, käyttöliittymiä, soveltuvia robotteja, ihminen-robotti yhteistyötä
- Esimerkkikirjasto on tarkoitettu suunnittelijoille. Esimerkkejä voi soveltaa omissa kohteissa tarpeen mukaan.
- Neljä laajempaa esimerkkiä robotisoiduista järjestelmistä, joissa sekä ihmisellä että robotilla on tärkeä tehtävä.





Suomen Robotikkayhdistyksen julkaisu: VUOROVAIKUTTEISEN ROBOTIIKAN TURVALLISUUS

Tieteiskirjallisuuden ja -elokuvien esittämien visioiden pohjalta ihmiset odottavat robotista kumppania etenkin toistuviin ja raskaisiin töihin. Tämä visio tulevaisuuden robotista on toteutumassa, kun monia tarvittavia tekniikoita on tulossa lähivuosina markkinoille.

Eräs keskeinen vuorovaikutteiseen robotiikkaan liittyvä puute on ollut yhteistyön turvallisuus. Robotin ja ihmisen työskentely yhteistyökumppaneina on ollut turvallisuuden näkökulmasta vain harvoin mahdollista. Ihmiset ja robotit on vielä pääsääntöisesti pitänyt erottaa toisistaan aidoilla ja turvalaitteilla. Tulossa olevat turvaohjaimet, robotin voiman tarkka hallinta ja monet uudet anturitekniikat antavat lupauksia uusista ihmisen ja robotin yhteistyön mahdollisuuksista. Insinöörikunnan haasteena on löytää uusia sovelluskohteita, joissa vuorovaikutteisen robotiikan mahdollisuuksia voidaan hyödyntää. Tämä kirja kertoo vuorovaikutteisen robotiikan, ihmisen ja robotin yhteistyön sekä turvatekniikan toteutuskeinoista ja kehityksestä teollisessa ympäristössä.

TURVALLISUUSKRIITTISET OHJELMISTOT KONEJÄRJESTELMISSÄ (OHJELMATURVA)

- VTT ja TTY hakevat projektille rahoitusta TEKESin Turvallisuus-ohjelmasta. Kesto: 2/2009 – 2/2011. Hankkeen laajuus on n. 500 000 €.
- Tavoitteena on turvallisuustietoinen toimintatapa ohjelmiston kehitykseen ja kriteerit, joilla valitaan elinkaaren eri vaiheisiin sopivat menetelmät. Tärkeitä tekijöitä ovat helppokäyttöisyys ja vaatimustenmukaisuus (standardit: IEC 61508-3, IEC 62061 ja ISO 13849-1).

Taustaa

- Ohjelmien koko kasvaa vaatimusten monimutkaistuessa ja muistikapasiteetin lisääntyessä + kohteet, joissa tarvitaan turvallista koodia lisääntyvät → haasteet kasvavat.
- Turvallisuuden kannalta haasteita tuovat kustannustehokkuustrendit: avoin lähdekoodi, ohjelmistokomponentit, ohjelmiston uudelleenkäyttö, inkrementaaliset/iteratiiviset sekä ketterät ohjelmistokehitystavat. Nämä tuovat toisaalta mahdollisuuksia ja toisaalta riskejä. Tähän vaikuttaa se, että ongelmakomponentin on usein tehnyt "joku muu.

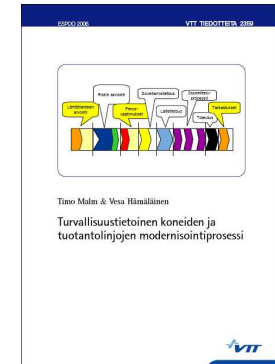
Automaatiouusintojen turvallisuus konejärjestelmissä

Taustaa

- Tuotannon modernisointi Suomessa on tavallista. Usein se kohdistuu automaatioon.
- Uudet vaatimukset: Käyttöasetus (403/2008), koneasetus (400/2008), toiminnallisen turvallisuuden standardit.
- Päärahoittaja: Työsuojelurahasto

Tavoitteet

- Ohjeita, tarkastuslistoja, tietoa vastuista, vaatimuksista modernisointiprojektin kaikille osapuolille
- Muita teemoja: automaatiouusinnan ajoittaminen, turvallisuushaasteet, ohjausjärjestelmien luokittelu, uusien ja vanhojen osien rajapinnat.



KIITOKSET MIELENKIINNOSTANNE



TIMO MALM
Senior Research Scientist, M.Sc. (Tech.)
System Safety

Tel. +358 20 722 3224
Mobile +358 40 740 8434
Fax +358 20 722 3499
Email timo.malm@vtt.fi

VTT TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND
Tekniikankatu 1, Tampere
P.O. BOX 1300
33101 Tampere, Finland

www.vtt.fi