
MASINA loppuseminaari 14.5.2008 Tampere-talo



Timo Malm

VUOROVAIKUTTEISEN ROBOTIIKAN TURVALLISUUS



PUOLIAUTOMAATTIORATKAISUT IHMINEN- KONE-JÄRJESTELMISSÄ (PATRA)

- Kesto: 5/2006 - 12/2007
- 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

14.5.2008



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



PUOLIAUTOMAATORATKAISUT IHMINEN-KONE- JÄRJESTELMISSÄ (PATRA)

VISIO

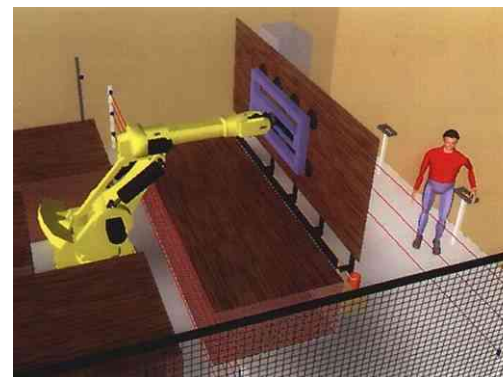
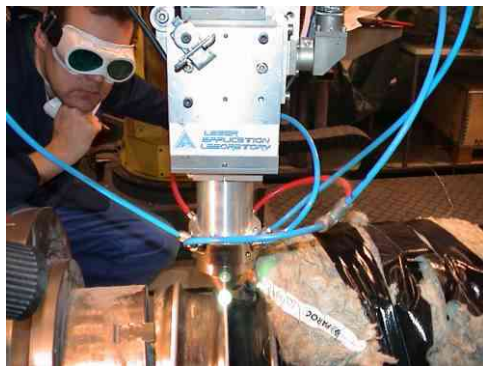
- Tulevaisuudessa ihmiset ja robotit työskentelevät yhä useammin yhdessä samassa tilassa vuorovaikutteisesti tekemällä kummallekin parhaiten sopivia tehtäviä.

TAVOITE

- Tavoitteena on esittää käyttäjäystävällisiä ja turvallisuustasoltaan hyviä teknisiä ratkaisuja ihminen-robotti -ympäristöön.

OMINAISTA

- Turva-antureiden soveltaminen robottiympäristöön. Vaatimukset? Ihmisen ja robotin vuorovaikutteinen toiminta. Mitä? Miksi? Miten? Koska?



ROBOTTEIHIN LIITTYVÄN TAPATURMATUTKIMUKSEN TULOKSIA

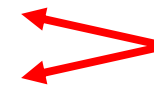
- Kaikkiaan tapaturmia sattuu 33/vuosi. Enimmäkseen lieviä.
- Vakavia robottitapaturmia on sattunut yhteensä 25 kpl.
- Kuolemaan johtaneita tapaturmia roboteilla/manipulaattoreilla on sattunut 3 kpl
- Vakavista tapaturmista 23/25 johtui puristumisista.



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

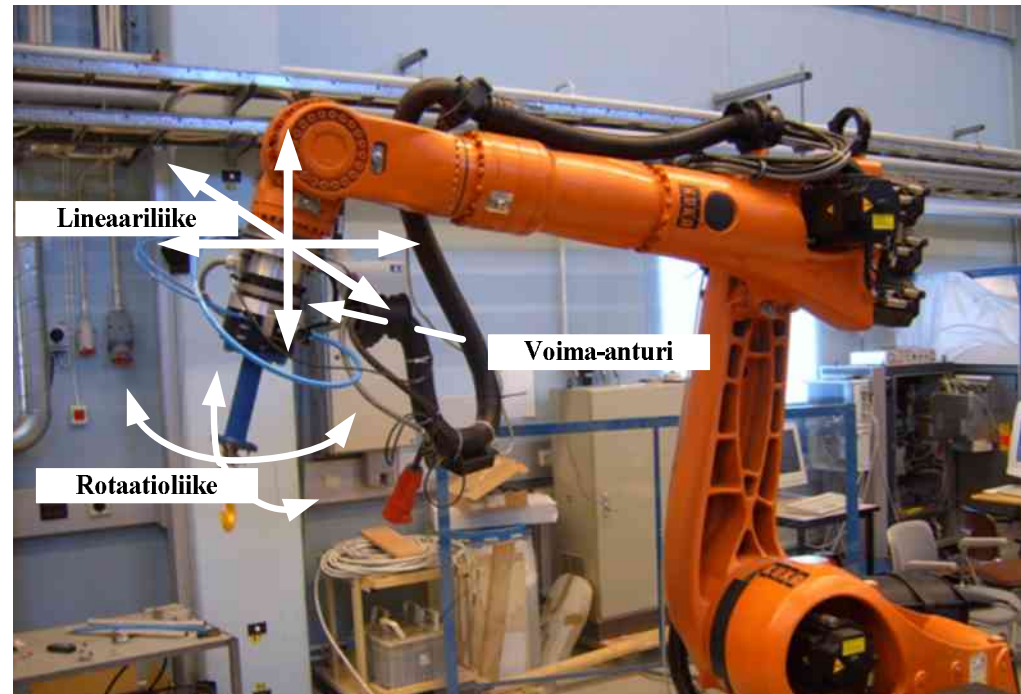
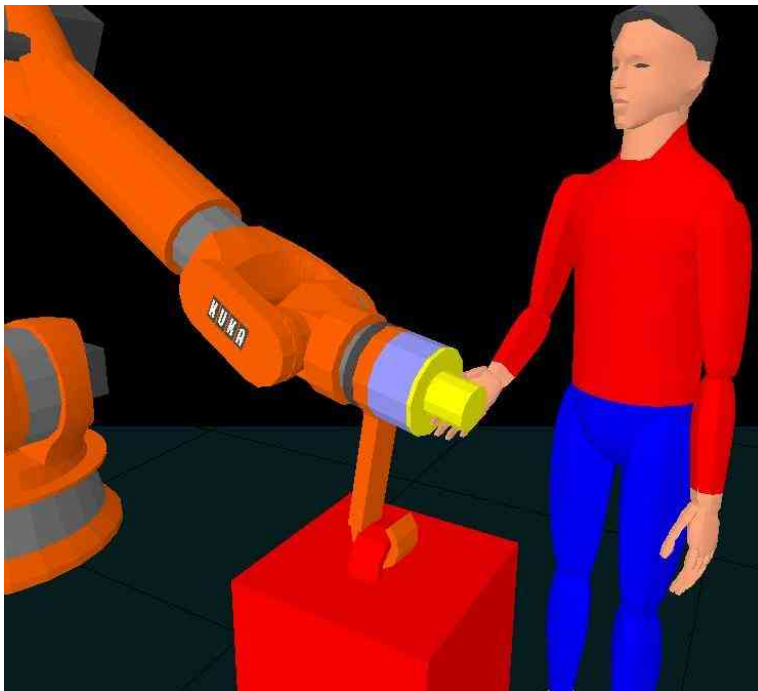
TAPATURMATUTKIMUS

Tapaturman syy	Paperi	Pneumatiikka	Robotti
Odottamaton käynnistys	39 %	50%	36%
Riittämättömät turvalaitteet	47%	43%	76%
Vaarallinen työmenetelmä	47%	25%	44%
Työntekijän virhe	29%	46%	20%
Huono suunnittelu (häiriöitä)	39%	36%	36%
Kokemattomuus	13%	18%	24%
Huono näkyvyys	11%	14%	
Vika	3%	21%	4%
Riittämättömät varoitukset	5%	14%	60%
Tuotanto	29%	11%	20%
Häiriön poisto	61%	54%	48%
Korjaus	10%	36%	4%
Yhteensä kpl	38	28	25

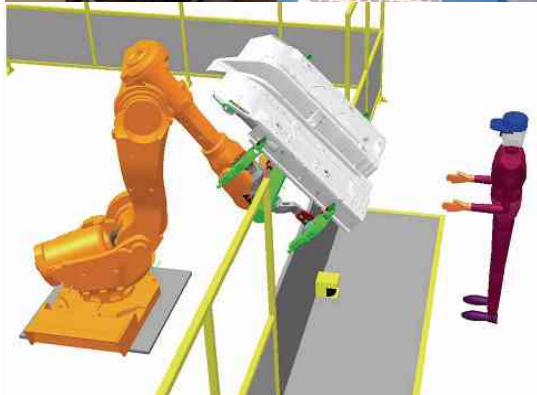
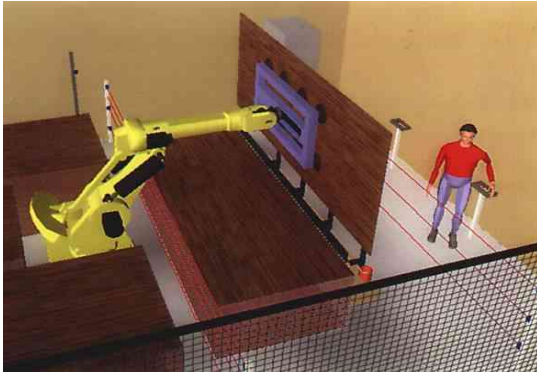


ROBOTIN VOIMATAKAISINKYTKENTÄ DEMO

- Robottisolun voimanhallintaa tutkittiin useassa eri tapauksessa. Voiman hallinnan merkitys kasvaa mm. tapaturmien minimoimisessa, robotin käsinhallinnassa, vakiovoiman käytössä, asennuksen valvonnassa yms.



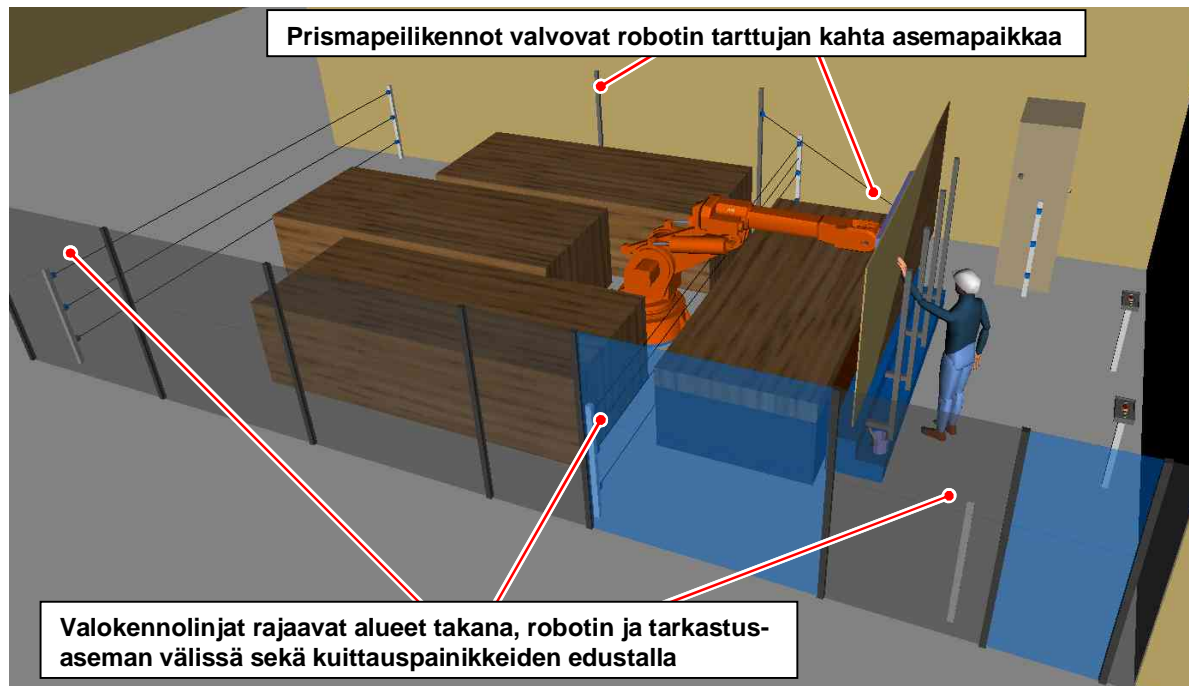
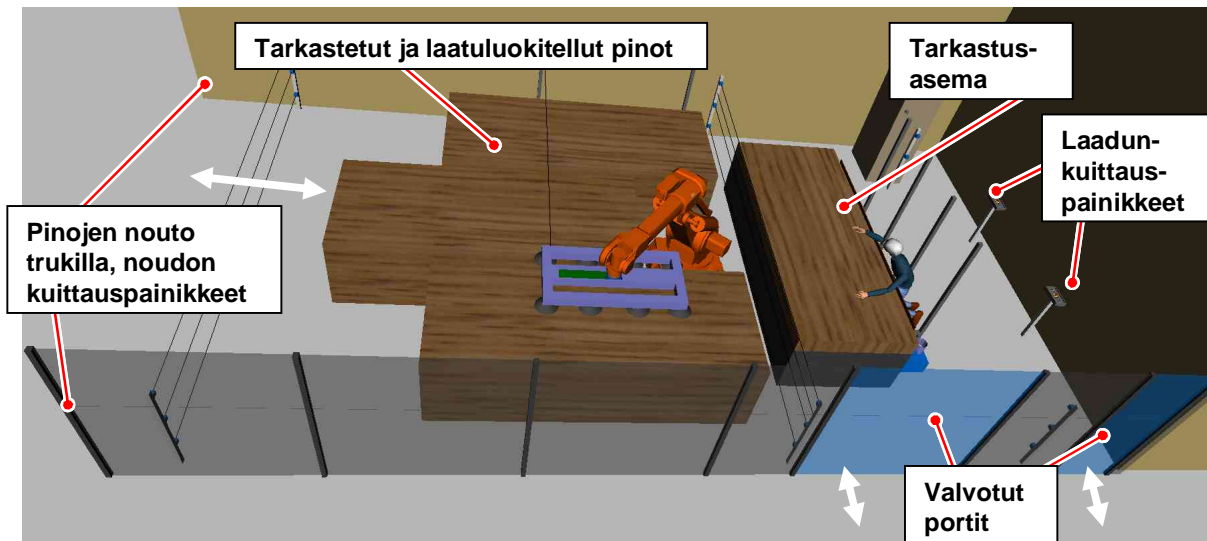
ESIMERKKIKIRJASTO IHMINEN-ROBOTTI YHTEISTYÖSTÄ



14.5.2008

- 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.





VANERIN LAATULUOKITTELU

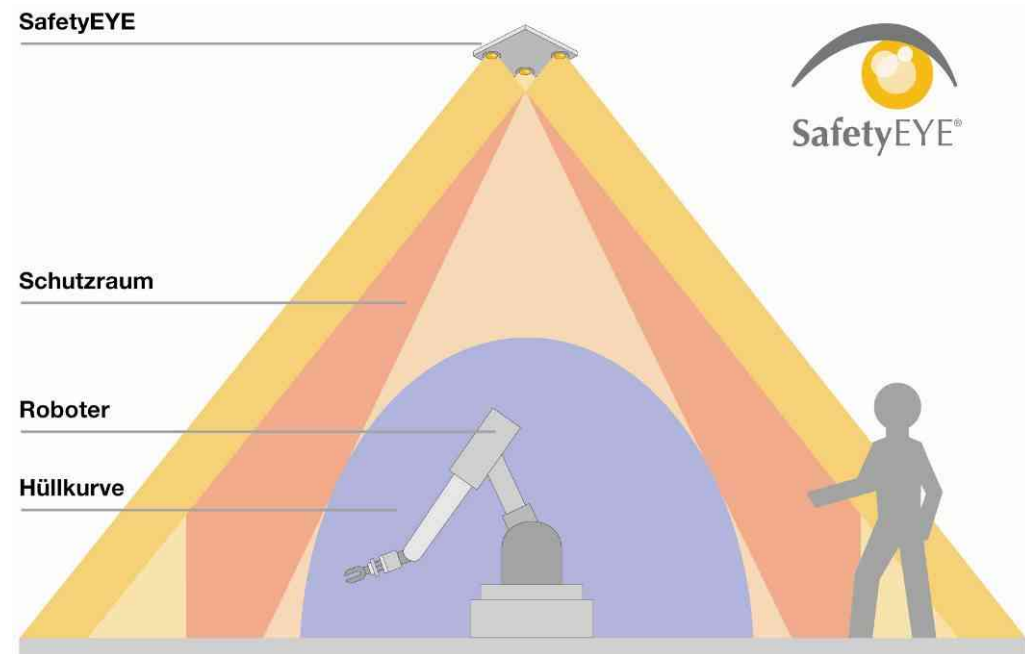
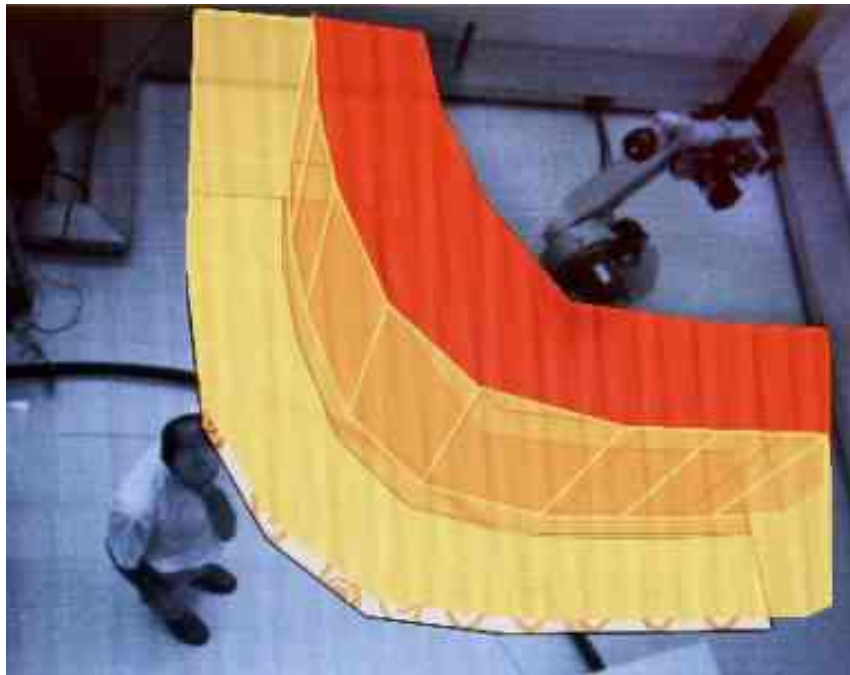
- Robottisolussa ihmisellä ja robotilla on olennainen tehtävä.
- Ihminentarkastaa vanerin laadun, luokittelee vanerin ja tekee tarvittavat paikkaukset.
- Robotti nostaa esim. 120 kg painavaa vanerilevyä ja asettaa sen sopivaan asentoon ihmisen tarkastusta varten. Robotti siirtää levyn laatuluokkaa vastaavaan pinoon.

Visuvesi Oy



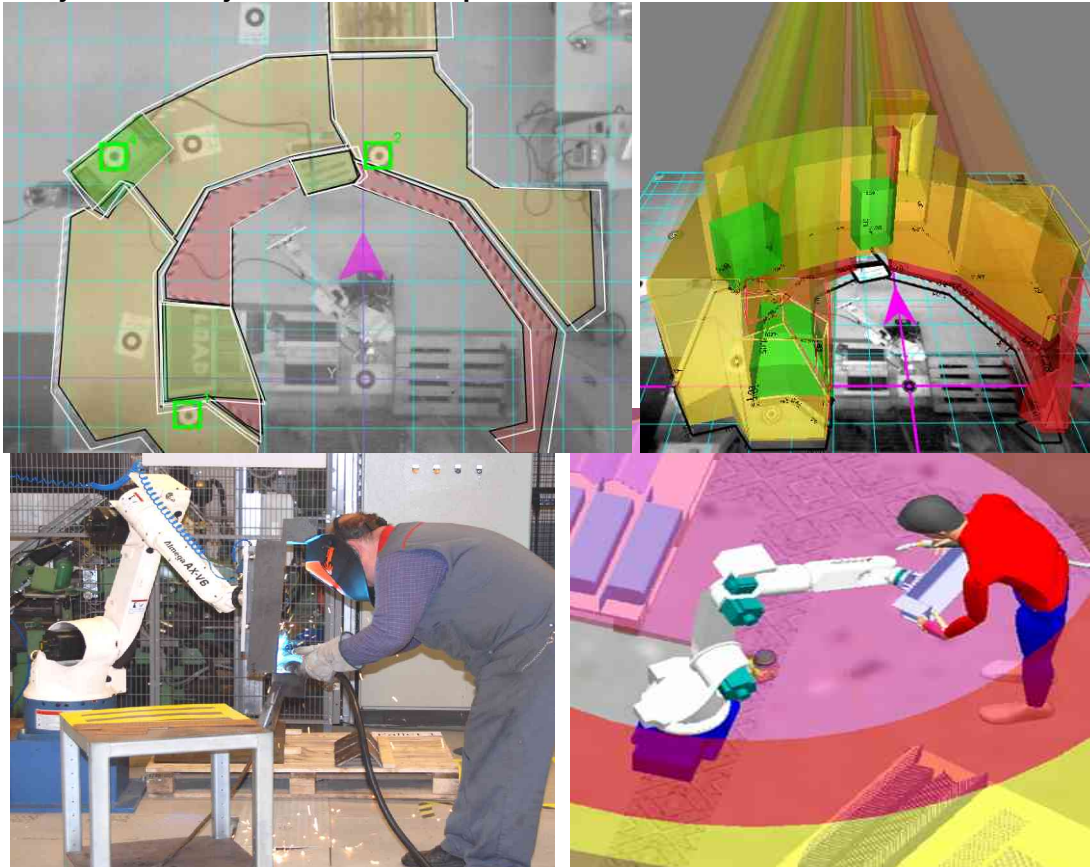
Safety Eye - konenäköpohjainen turvajärjestelmä (Pilz)

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)

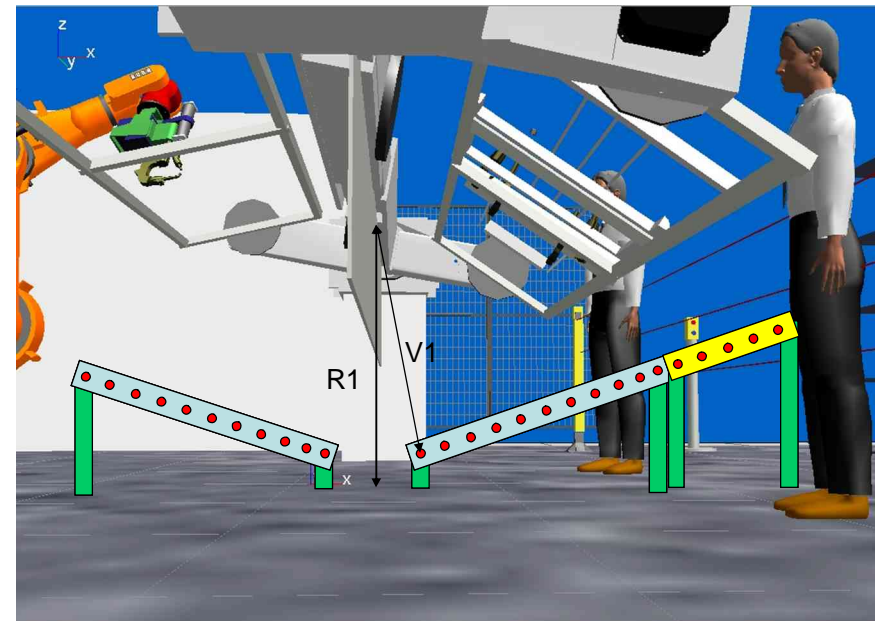
SafetyEye kokeet toteutettiin TTY:llä. Ohjelmointi ja määrittelyt olivat selkeitä. Laite on melko herkkä valaistuksen varjoille ja hitsauksen roiskeet, kuten suora valokin voivat aiheuttaa häiriöitä. Valaistusta saattaa joutua sovittelemaan, jotta järjestelmä toimisi hyvin. SafetyEye toimi koekäytössä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



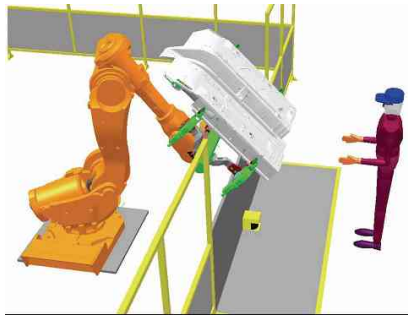
14.5.2008

KÄÄNTÖPÖYDÄLLÄ VARUSTETUN ROBOTTISOLUN KÄYTTÖVARMUUS

- Kääntöpöydällä varustetun robottisolun rakenteiden törmäyksiä saadaan vähennettyä lattiapinnan yläpuolelle sijoitetulla anturoinnilla.



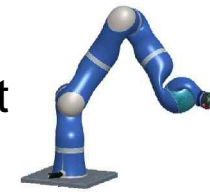
TULEVAISUUDEN TURVALLISEMPAA ROBOTIIKKA - UUSIA OMINAISUUKSIA



- 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



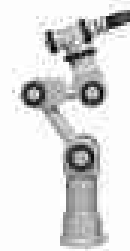
DLR LWR III



Pilz, Safety Eye



Laser Scanner, Schmersal



Neuronics
Katana



KUKA, KR 3 SI



TURVAOHJAIMET

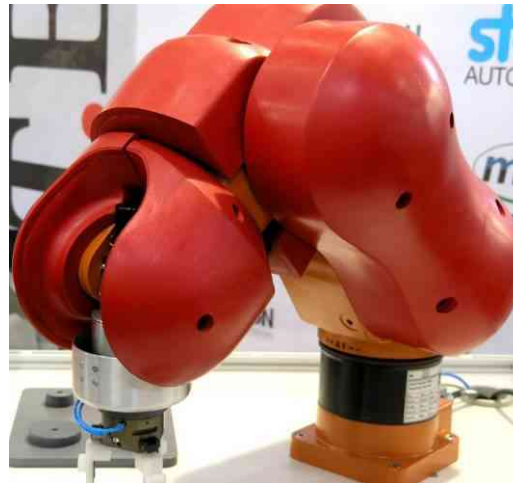
Mitä turvaohjaimet osaavat tulevaisuudessa tehdä:

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

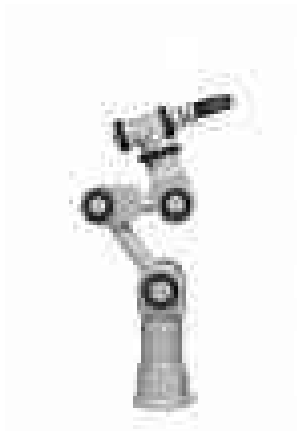
Turvaohjaimia on jo joitain markkinoilla. Ne ovat kehittymässä ja niihin on tulossa uusia ominaisuuksia.

KEVYITÄ ROBOTTEJA, JOISSA VOIMANHALLINNALLA TAATAAN TURVALLISUUS

- Luontaisesti turvalliset robottijärjestelmät
 - kevyet robotit
 - voimatakaisinkytketyt robotit



DLR JUSTIN



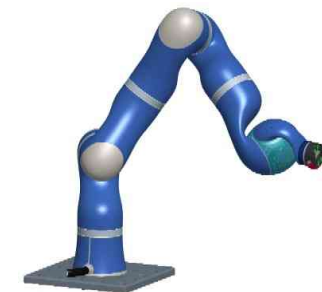
Neuronics
Katana



14.5.2008

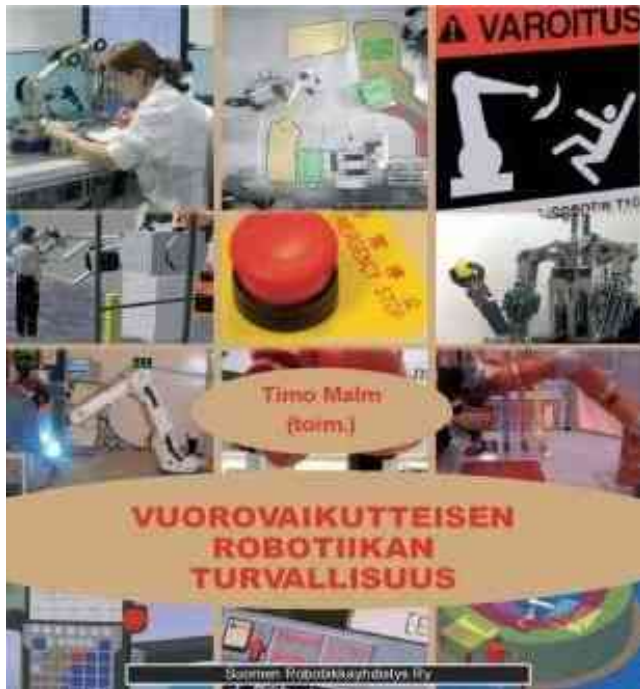


KUKA, KR 3 SI



DLR LWR III





Suomen Robotti- ja 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.

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