

5.5 Automaatio avuksi

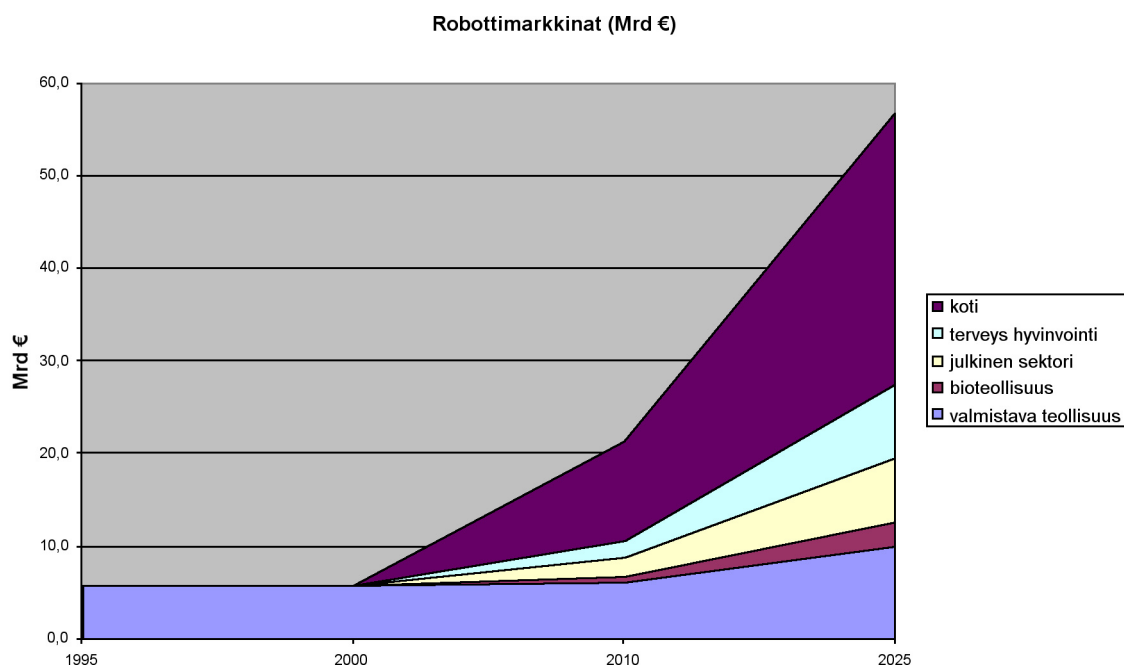
Panu Harmo, Tapio Taipalus, Jere Knuuttila, José Vallet ja Aarne Halme

5.5.1 Yleiskatsaus kodin palvelurobotteihin ja kodin automaatioon

5.5.1.1 Robotit tulevat koteihin

Tuotantoinsinööri ymmärtää robotin hitsaavana, poraavana, komponentteja latovana tai lavoja lastaavana ”käsivarsirobotina”; väsymättömänä teollisuushallin työmyyränä. Hänen tieteiselokuvia katsellut tyttärensä taas mieltää robotin ihmisen kanssa yhteistyössä toimivaksi koneeksi.

Molemmat ovat oikeassa. Isä puhuu tästä päivästä ja tytär huomisesta. Japan Robot Association -yhdistys ennustaa 2000-luvun robotiikkastrategiassaan, että kotirobotiikan vuotuinen liikevaihto vuonna 2025 nousisi 30 miljardiin euroon ja olisi noin kolminkertainen teollisuusrobotiikan liikevaihtoon verrattuna. Vertailun vuoksi Nokian matkapuhelinten liikevaihto vuonna 2005 oli noin 27 miljardia euroa. Valmistavan teollisuuden robottimarkkinat kasvaisivat maltillisesti. Terveystieteiden ja erilaiset julkisen sektorin toiminnan kuten väestönsuojelun, pelastustoimen ja ympäristönsuojelun robotiikan markkinat sitä vastoin kasvaisivat merkittävästi. [Jara]



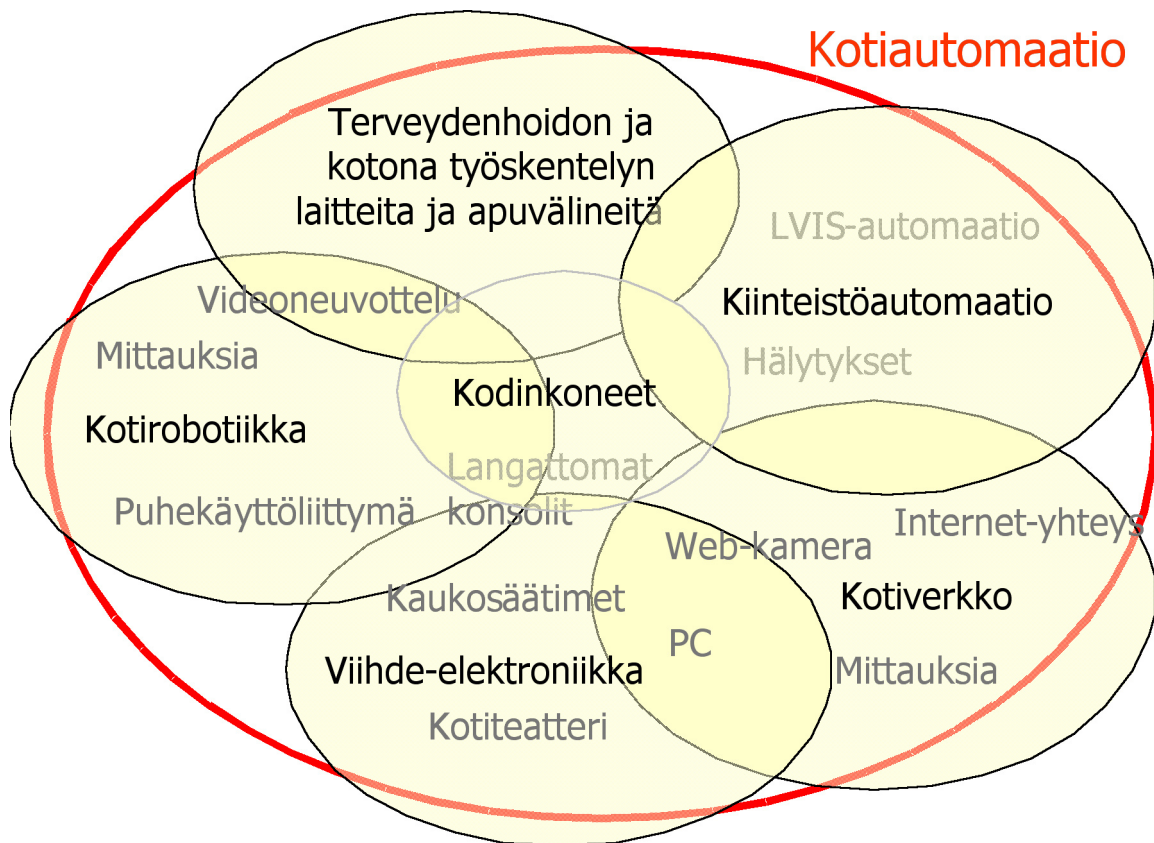
Kuva 1. Japanin robotiikkayhdistys ennustaa kotirobottien markkinoiden huimaa kasvua. Vuonna 2025 kotirobotit olisivat vallanneet yli puolet maailman robotiikkamarkkinoista.

Erot isän ja tyttären teknologiakäsityksissä ovat suuria myös automaatiosta puhuttaessa. Insinööri-isän automaatio on venttiileitä, rajakytkimiä ja moottoreita, joita ohjataan säätimillä ja logiikoilla ja valvomoista käsin. Tyttäreille automaatio on sitä, että hänen tullessaan kotiin pihapalvelurobotti on aurannut lumet ja hiekoittanut kulkureitit. Kotona kotirobotti on imuroinut, pesseyt lattiat ja hoitanut pyykin. Automaatio on puolestaan säätänyt talon lämpötilan sopivaksi.



Kuva 2. Toimiva koti on Helsingin kaupungin sosiaaliviraston informaatio- ja esittelytila, jossa on erilaisia kotona selviämistä helpottavia laitteita ja ratkaisuja. Kuvassa esitellään astiakaappia, jota voidaan laskea ja nostaa pöydän reunassa olevilla painonapeilla. Lattialla oleva pölynimurirobotti on Toimivan kodin vakiokalustoa, mutta isompi robotti "Rolloottori" ja pöydällä oleva pyöreä robotti "Rollo" ovat olleet siellä vain testikäytössä. [Toimiva koti]

Kotirobotit tarvitsevat "älykkään" ympäristön, joka koostuu langattomista ja langallisista tietoverkoista, antureista, tietokoneista ja muista keskenään yhteydessä olevista laitteista. Tämän päivän kotiautomaatio on kokoelma erillisiä murto- ja palohälytysjärjestelmiä, turvpuhelimia ja niihin liitettäviä laitteita ja antureita, kotiteattereita ja muita viihdejärjestelmiä sekä kauko-ohjausjärjestelmiä valojen, verhojen ja muiden laitteiden ohjaamiseen.



Kuva 3. Kotiautomaatio koostuu kodin seinien sisäpuolella ja kodin pihapiirissä olevista "verkottuneista" laitteista ja niiden avulla toteutetuista toiminnoista.

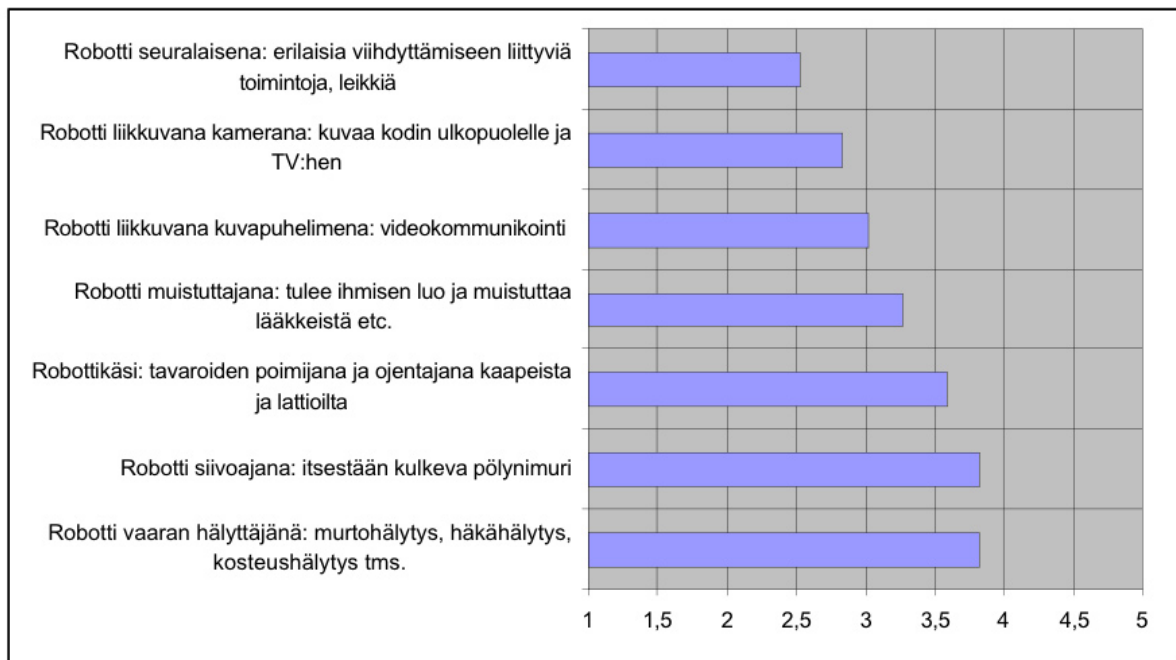
5.5.1.2 Kotirobotiikan ja -automaation sovelluksia

Tampereen teknillisessä yliopistossa tutkittiin suomalaisten kiinnostusta kotiautomaatioon. Kaikkein kiinnostavimpina sovelluksina pidettiin turvallisuutta lisääviä järjestelmiä, kuten palosammutusjärjestelmiä ja vesivahinkojen ehkäisyjärjestelmiä. Yli puolet 1800 vastanneesta oli "erittäin kiinnostunut" niistä. Viihdepalvelut, kuten tilausvideot, musiikin lataaminen netistä autoon tai videoiden ajastaminen etänä "kiinnosti erittäin paljon" vain noin kymmentä prosenttia vastanneista. Alle viiden prosentin kannatuksen saivat mm. kodin toimintojen ohjaaminen kauko-ohjaimella, tietokoneella, digi-tv:llä tai internetin kautta. [Äly]

Teknillisen korkeakoulun automaatiotekniikan laboratoriossa saatiin samansuuntaisia tuloksia, kun kysyttiin kotipalvelun ammattilaisilta, millaiset robotit kiinnostavat heitä. Turvallisuutta lisäävät, vaaroista hälyttävät robotit ja pölynimurirobotit kiinnostivat, mutta viihdyttävät tai kommunikaatiossa avustavat robotit eivät olleet suosittuja. [Knuutila]

Alla on lista kotiroboteille suunnitelluista tehtävistä. Mitä itse haluaisit kotirobotin tekevän?

- siivous: pölynimurointi, lattian peseminen
- liikkumisen tuki: navigoiva ja motorisoitu rollaattori
- tavaroiden kuljetus: robotti kuljettaa tavaroita paikasta toiseen, poimii tavaroita
- liikkuva kuvapuhelin: robotti välittää kuvaa ja ääntä kodin ja etäkäyttäjän välillä
- seuralainen: robotti huomioi käyttäjän ja vaatii myös itse huomiota
- viihde: robotin kautta välittyy TV- ja radio-ohjelmia, videoita, internet-sisältöjä
- mittaus ja hälytys: robotti mittaa kotona lämpötilaa, kosteutta, hääkää, savua, jne. ja hälyttää tarvittaessa kotona olijan sekä välittää hälytyksen myös kodin ulkopuolelle
- muistuttaa: robotti muistuttaa tapaamisista, lääkityksestä, tehtävistä
- puhe käyttöliittymä: robotin puhe käyttöliittymän kautta voi ohjata kodin laitteita ja kytkeytyä internetiin



Kuva 4. Sosiaalialan ammattilaiset ovat kiinnostuneita siivoavista ja turvallisuutta lisäävistä roboteista. Viihde- ja kommunikaatirobotit ovat heistä vähemmän kiinnostavia. Robottien kiinnostavuutta arvioitiin asteikolla 1–5 ("ei kiinnosta lainkaan" – "kiinnostaa erittäin paljon") [Knuuttila]

Robottien keskeisiä teknologioita ovat tietoliikenne, paikannus- ja navigointi, moottorit ja mekaniikkaa, aistinjärjestelmät, mikrokontrollerit ja ohjelmistot, käyttöliittymät ja käyttöenergian varastointi. Miksei meillä vielä ole laajassa käytössä näitä kotirobotteja, vaikka roboteissa käytettävä tekniikka on kehittynyt huomasti? Onko niin, että kotirobottien läpilyöntisovelluksia ei ole vielä löydetty.

5.5.1.3 Tuotteita ja protoja

Palvelurobotteja kehitetään eniten yliopistoissa ja pienissä innovaatioyrityksissä, mutta myös eräät suuret yritykset ovat laajentaneet tuotevalikoimaansa kehittämällä tuotteistaan autonomisesti liikkuvia robotteja. Markkinoilla on Electroluxin ja Kärcherin robottipölynimureita ja Husqvarnan robottiruohonleikkureita. Muita käytössä olevia palvelurobottien hyötysovelluksia ovat mm. liikkuva kameravalvonta ja sairaaloissa lääkäreiden etäkonsultaatiota avustavat videoneuvottelurobotit. [InTouch]

On mielenkiintoista huomata, että suomalaisten sosiaalialan ammattilaisten kiinnostukset ja japanilaisten uskomukset eivät kohtaa. Japanissa robotteja suunnitellaan ja markkinoidaan juuri viihteellisyydellä ja niiden kyvyllä välittää multimediäsältöjä.



Kuva 5. Mitsubishiin Wakamaru robotti on uusi perheenjäsen japanilaisiin koteihin. (Mitsubishi Heavy Industries)

Esimerkkinä kotirobotista esittelemme Mitsubishiin kehittämän pienen keltaisen kiltinoloisen kotirobottipalvelija Wakamarun, jota markkinoidaan lauseella "Life with a robot – Wakamaru". Wakamarun sanotaan asuvan perheensä luona yhtenä uutena perheenjäsenenä. Se (hän?) oppii tekemään aloitteita ja keskustelemaan muiden perheenjäsenten kanssa. Wakamaru hakee internetistä tietoja. Se hallitsee 10 000 sanaa ja tunnistaa perheensä jäsenet kasvonpiirteistä. Wakamaru paikantaa itsensä kameran avulla ja pystyy näin ollen navigoimaan kotonaan. Lista Wakamarun kyvyistä, toiminnoista ja ominaisuuksista on pitkä. Tämä 100 cm korkea (vai pitääkö sanoa pitkä) robotti painaa 30 kg ja kykenee toimimaan 2 tuntia yhdellä latauksella. Wakamarussa käytetään Linux-käyttöjärjestelmää. Mitsubishi myy ensimmäistä 100 robotin erää noin 12 000 euron kappalehintaan. [Wakamaru]

5.5.1.4 Ikääntyvät ja kotiautomaatio - Mummorobotteja – onko niitä?

Maailman väestö ikääntyy. Vanhat ihmiset haluavat asua kotonaan, mutta voimien ja kykyjen vähetessä itsenäinen asuminen käy hankalaksi. Iäkkäillä ihmisillä kognitiiviset ongelmat – muistamattomuus, hahmottamisen ja ymmärtämisen ongelmat – vaikeuttavat suuresti itsenäistä asumista ja turvallisuutta. Yksinäisyys, sosiaaliset ja psyykkiset ongelmat ovat ikäihmisillä myös merkittäviä elämän laatua vähentäviä tekijöitä. Yksinäisyyden lieventäminen, terveyden edistäminen, toimintakyvyn ja vireyden ylläpitäminen ovat kotona asumisen tukemisen avaimia. [Vaarama] Hyvän itsenäisen asumisen edellytys on, että henkilö tuntee olonsa turvalliseksi; että hän uskoo selviytyvänsä normaaleista askareistaan ja luottaa saavansa apua vaaratai ongelmatilanteessa. Onko roboteista oikeasti auttajiksi?

Carnegie Mellon yliopistossa kehitettiin Pearl avustajarobotti vanhainkoteihin. Kehitystyön pääpaino oli robotin ja ihmisten välisen vuorovaikutuksen tutkiminen ja kehittäminen. Robotti muistutti tapaamisista ja tekemisistä puheella. Puhekäyttöliittymä on kätevä, mutta virhetulkintojen mahdollisuus on melko suuri. Robotin pitää osata varmistaa, että se oli tekemisissä oikean henkilön kanssa ja että tämä ymmärtää, mitä robotti puhuu. Pearl on tutkimusrobotti, jota ei ainakaan vielä olla kehittämässä hyötykäyttöön. [CMU]



Kuva 6. Carnegie Mellon yliopistossa kehitetty Pearl palvelurobotti on kehitetty toimimaan vanhusten kanssa vanhusten palvelutaloissa. (Kuva Ken Andreyo, 2004)

Automaatiotekniikan laboratoriossa on kehitetty kaksi kotirobottia, Rollo ja Rolloottori, joita käytetään kotona asumisen avustamisen kehittämisessä. Rollo on hauska ja pidetty laite, mutta sen ohjaaminen on hankalaa. Sillä on vaikeuksia ylittää kynnyksiä tai jopa mattojen reunoja. Niinpä Rolloon laitettiin pyörät ja näin syntyi Rolloottori.

Automaatiotekniikan laboratorion robotteja on testattu eri käyttötarkoituksissa. Rolloottori on toiminut liikkuvana videokommunikointiasemana. Se on myös varustettu IR-LED:illä, jonka avulla robotti lähettää kaukosäädinsignaalia esim. sulkeakseen TV:n. Robotin ohjaamiseksi on toteutettu käyttöliittymiä erilaisilla laitteilla: TV:n kaukosäätimellä, WAP/GPRS-käynnillä, puheohjauksella, PC:llä ja peliohjaimella. Käynnillä käytettäessä sama käyttöliittymä toimii sekä kodissa että sen ulkopuolella. Robottien näytöille voi lähettää tekstiviestejä tai näytölle lähetetään kodin hälytyksiä tai muistutuksia.



Kuva 7. Pyöreä Rollo-robotti muistuttaa lääkkeiden ottamisesta. Pallomaisen robotin sisällä akselinsa ympäri pyörivä mekanismi saa robotin pyörimään haluttuun suuntaan. Pallomainen muoto ihastuttaa ja innostaa, vaikka liikkuminen matonreunojen tai kynnysten yli onkin hankalaa. [AutLab]

Kotiautomaatio- ja kotirobotiikkatutkimuksen päämääränä on kehittää järjestelmiä, joiden avulla voidaan toteuttaa uusia sovelluksia sekä räätälöidä ja laajentaa vanhoja. On tärkeää, että kaikki laitteet ja ihmiset toimivat yhteistyössä keskenään.

Kaiken kommunikaation, tietojenkäsittelyn, viihteen ja automaation digitalisoituessa teollisuusautomaation, kotiautomaation ja informaatiotekniikan toteutukset lähestyvät toisiaan. Mutta onko viihderobotiikassa sittenkään riittävästi potkua vai ovatko suomalaiset sosiaalityöntekijät oikeassa? Sony-yhtiöhän vastikään lopetti suurta julkisuutta saaneen Aibo-robottikoiran valmistuksen ja markkinoinnin kannattamattomana.

Erlaisia tulevaisuuden sovelluksia on visioitu sivukaupalla. Osa niistä toteutuu, osa ei toteudu. Tulevaisuuden senioreiden kodeista ei kuitenkaan olla tekemässä johtojen, nappuloiden ja kuvaruutujen täyttämää laboratoriotilaa, vaan uudet laitteet ja tekniikat integroidaan olemassa oleviin rakenteisiin, kalusteisiin ja laitteisiin. Kodeissa yleistyvä digi-TV voi muodostua keskeiseksi kodin automaation käyttöliittymäksi ja kotiautomaation osaksi.

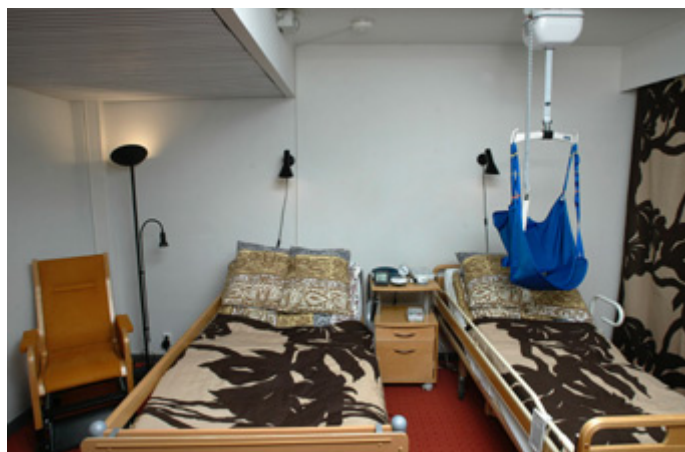
5.5.2 Automaation käyttö kotona asumisen avustamisessa

5.5.2.1 Yleistä

Tässä kappaleessa esittelemme avustettuun asumiseen liittyvää teknologiaa. Tämä teknologia avustaa ihmisiä, joiden päivittäisten toimintojen suorituskyky on alentunut niin, että he eivät voi asua kotonaan turvallisesti ilman tukea. Tässä esitetty järjestelmä perustuu kotiautomaation, mukaan lukien kotirobotiikan, tuottamaan tietoon sekä avustajan, omaisen ja avustettavan syöttämiin tietoihin. Näitä tietoja analysoimalla järjestelmä voi lähettää tarvittavaa tietoa eri osapuolille ja tehdä ohjaustoimenpiteitä avustettavan kotona. Ohjaukset koskevat lähinnä kiinteästi kotiautomaatioverkkoon asennettuja laitteita. Kotiroboteilla voidaan saavuttaa liikkuvuutta tiedonvälitykseen, mutta pääosin muihin fyysisiin toimenpiteisiin kotirobotiikka on vielä kykenemätön.

Länsimaiden väestön keski-ikä kasvaa jatkuvasti. Tästä johtuen joudumme ponnistelemaan yhä enemmän voidaksemme turvata hyvät elinolosuhteet kaikille ihmisille koko elämän ajaksi. Useimmat vanhukset haluaisivat asua mahdollisimman pitkään kotona, eikä kallis laitoshoidon ole yhteiskunnankaan kannalta toivottavaa. Tarkoituksemme on kartoittaa, testata ja tutkia tekniikan, erityisesti automaatiotekniikan, tuomia mahdollisuuksia avustaa kotona asumista. Aihetta on jo lähestytty tieteellisin tutkimuksin muutaman vuoden ajan ja näistä on 2004 koannelman tehneet Stefanov et al. [Stefanov]. Nämä tutkimukset keskittyvät usein avustamisjärjestelmän osiin, kuten älykkääseen kodinkoneperheeseen tai kotirobottiin, kun taas tässä työssä pyrimme tutkimaan eri teknologioiden yhdistämistä. Työ on tehty Automaatio Avuksi (AA) -projektin puitteissa.

Automaation ja robotiikan mahdollisuuksien testaamiseksi rakennettiin Helsingin kaupungin Sosiaaliviraston ylläpitämään Toimiva koti -esittelytilaan kotiautomaatiojärjestelmä. Järjestelmän keskeinen osa on PC-tietokone, johon on liitetty kotiautomaatioverkko. PC toimii palvelimena ja kommunikoi myös liikkuvan kotirobotin kanssa. Toimiva koti on yleisölle avoin esittelytila, jossa on esillä lähinnä kotiin tarkoitettuja kalusteita ja apuvälineitä. Tilassa on kaksi täysin kalustettua asuntoa sekä muuta esittelytilaa. Apuväline- kaluste- ja muut valmistajat voivat jättää tuotteitaan esiteltäväksi ja kiinnostuneet pääsevät vertailemaan niitä sekä saavat asiantuntevaa neuvontaa. Kotiautomaation ja -robotiikan testaamiseen ja esittelyyn valmiiksi kalustettu, asumaton koti oli mitä parhain.

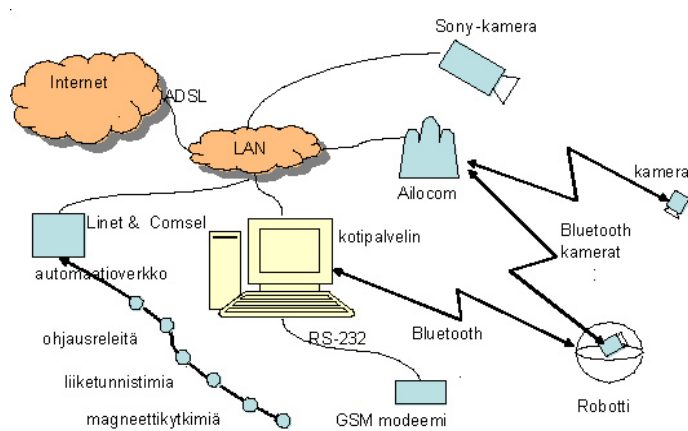


Kuva 8. Toimivassa kodissa on esillä erilaisia kotona asumista avustavia ratkaisuja apuvälineistä kotiautomaatioon ja pölynimurirobotteihin. Kuvassa motorisoituja vuoteita. Toisen yläpuolella on sähkötoiminen henkilönostin. Yöpöydällä näkyy erilaisia hälytys- ja kommunikointilaitteita.

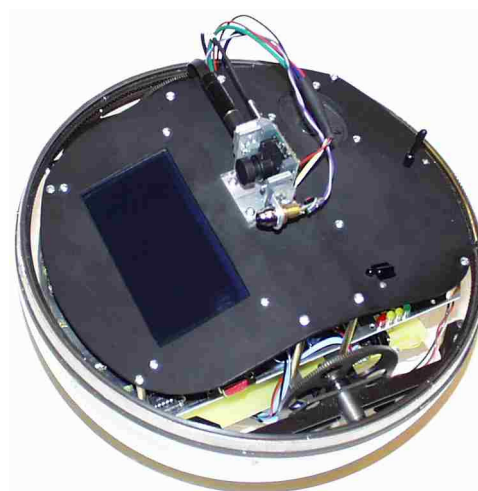
Samoja järjestelmän toiminnallisuuksia olisi voinut toteuttaa usealla eri tavalla, mutta käytön kannalta teknisellä toteutuksen yksityiskohdilla ei ole suurta merkitystä. Järjestelmän olisi voinut tehdä yksinkertaisemmaksi käyttämällä vain yhtä teknologiaa, mutta halusimme testata eri teknologioiden yhdistämistä kotiympäristössä. Eri teknologioiden kombinaatioita olisi ollut myös lukemattomasti, joten pitäydyimme tapaustutkimuksessa. Esittelemme teknisen toteutuksen ja sen arvioinnin arviointiin. Lopuksi käymme läpi tulokset sekä pohdimme niiden merkitystä.

5.5.2.2 Tekninen toteutus

Kaavio koko järjestelmästä on kuvassa 9. Tarkempi kuvaus järjestelmästä ja siinä käytettävistä laitteista löytyy lähteestä [Knuutila].



Kuva 9. Toteutetun kotiautomaatiojärjestelmän yleiskuva.



Kuva 10. Rollo.

Kotipalvelin ja yhteydet ulkomaailmaan

ADSL-modeemilla saadaan yhteys Internetiin. Tätä yhteyttä käytetään hyväksi järjestelmän, erityisesti robotin etäohjauksessa. Palvelimeen on yhdistetty myös GSM-modeemi, jolla voidaan lähettää ja vastaanottaa tekstiviestejä ja näin kertoa järjestelmän tilasta tai ohjata sitä matkapuhelimella vaikka Internet-yhteys ei toimitakaan. Kotipalvelimen välityksellä saadaan komento-, kuva- ja äänyhteys asiakasohjelman ja robotin välille.

Kotiverkko

Kotiverkolla, erotuksena kotiautomaatioverkosta, tarkoitetaan tässä tavallista paikallisverkkoa (LAN). Järjestelmässä se yhdistää kaikki sellaiset laitteet, joista löytyy Ethernet-liitäntä, kuten Linet-keskusyksikkö, Comsel-palvelin, ADSL-modeemi, Sonyn käänneltävä valvontakamera ja Ailocom-palvelin.

Kuvan siirto

Kuvaa välitettiin liikkuvasta robotista aluksi analogisella videolinkillä ja se digitoitiin kuvankaappauskortilla PC-tietokoneella (kotipalvelin). Kuvan lähetyksen vaatiman virrankulutuksen ja häiriöisen kuvan johdosta kuvan lähetyksen muutettiin digitaaliseksi. Digitaalinen kuvanlähetyksen toteutettiin suomalaisen Ailocomin Bluetooth-kameralla. Robotin ja toisen samanlaisen, kiinteästi asennetun, kameras kuvan lähetetään Ailocom-palvelimelle. Kotipalvelimella ajettava ohjelma pyytää kuvat lähiverkon kautta. Kuvat siirretään yksittäisinä JPEG-kuvina ja kuvien käsittely ja videokuvan pakkaus hoidetaan kotipalvelimella.

Tilaan asennettiin myös kääntyvä Sony SNC-RZ30P -kamera, jonka avulla saadaan yleiskuvaa huoneistosta ja joka auttoi robotin etäohjauksessa. Kameras kuva ja sen ohjaamiseen käytettävät komennot välitettiin Ethernet-liitännän kautta. Vastaavilla kiinteillä kameroilla suunnitellaan toteutettavaksi enemmänkin älykkyyttä automaatiojärjestelmään kotiympäristössä [Hirokazu],[Joo].

Kuva siirretään kotipalvelimesta etäkäyttäjälle H.323-protokollaa käyttäen. H.323 on ollut pitkään Internet-kuvapuheluiden de-facto -standardi ja se soveltuu pienen tiedonsiirtokaistantarpeensa ansiosta hyvin hitaillekin yhteyksille.

Kotiautomaatioverkot

Linet Oy:n Light Control Network on suomalaisvalmisteinen, kevyt, yhdellä parikaapelilla toteutettu verkko, jonka avulla voitiin edullisesti liittää useita yksinkertaisia mittauksia ja ohjauksia suhteellisen vähällä kaapeloinnilla. Linet-keskusyksikköön voidaan konfiguroida yksinkertaisia riippuvuuksia sisääntulojen ja ulostulojen välille, mutta monimutkaisia ohjelmia sillä ei voida ajaa. Tästä syystä verkon tilatiedot luetaan verkon kautta palvelinkoneelle, jossa tehdään tarvittavat päättyt ja suoritetaan tarvittavat toimenpiteet. Linet-verkon ulostuloja ohjataan samoin paikallisverkon kautta.

Comsel Oy:n Comsel I/O Server 901 -palvelin on sulautettu palvelintietokone, johon voidaan kytkeä muutamia sisääntuloja ja lähtöjä. Palvelimeen voidaan myös ohjelmoida toimintoja, mitä mahdollisuutta järjestelmässä hyödynnettiin. Palvelin hoiti joitakin toimintoja itsenäisesti ja joitakin sen ohjauksia tarkkailtiin Linet-verkon välityksellä. Comsel-palvelimessa olevaa Ethernet-liitäntää käytettiin laitteen konfigurointiin. Periaatteessa myös tilatiedot ja ohjaukset voidaan välittää verkon kautta, mutta projektin puitteissa ei ollut aikaa ohjelmoida soveltuvaa liityntärajapintaa tätä varten.

Kotiautomaatioverkkoihin on liitetty lukuisia sensoreita ja muita sisääntuloja sekä pari ulostuloa. Sisääntuloja ovat mm. seuraavat: Virtamittaus hellasta: Induktiivisella anturilla havaitaan hellalle menevä virta eli nähdään onko hella käytössä. Liiketunnistimet: Keittiössä, olohuoneessa ja eteisessä on infrapunasäteilyä havaitsevat tunnistimet, joiden perusteella voidaan karkeasti paikantaa asukas. Ovianturit: Magneettikytkimien avulla nähdään onko ulko-ovi, parvekkeen ovi tai jääkaapin ovi auki. Nämä antavat myös tietoa asukkaiden liikkeistä. Emfit-vuode- ja lattia-anturit: Emfit Oy:n anturit ovat kalvomaisia paineantureita. Niiden avulla voidaan esim. patjan alta havaita sängyssä makaavan ihmisen liikkeitä, jopa hengitys ja sydämen lyönnit. Anturin avulla siis samoin saadaan tietoa asukkaan olinpaikasta. Postilaatikon valokennot: Postilaatikon kaltevaan pohjalevyyn asennetut valokennot on sijoitettu niin, että ne havaitsevat laatikkoon pudotetut suuret ja pienetkin postit mahdollisimman varmasti.

Ulostuloina verkossa on yksi kodin valaisinryhmä sekä pari merkkivaloa, joiden avulla käyttäjä saa tietoa järjestelmästä. Punainen merkkivalo ulko-oven pielessä esimerkiksi kertoo, että liesi on edelleen päällä. Lisäksi järjestelmä voi releen avulla katkaista tai kytkeä hellan virran. Tätä hyödynnetään hellavahti-toiminnossa. Laajemmin järjestelmän, vaikkei niinkään kotiautomaatioverkon, ulostulona toimii kotirobotti.

Kotirobotit

Kotirobotina testattiin kahta erilaista robottia: pallorobotti Rolloa (kuvat 10 ja 11) ja differentiaalivedolla liikkuvaa Rolloottori-robotia. Robottia käytettiin liikkuvana anturialustana ja käyttöliittymänä kotiautomaatiojärjestelmään. Samantyyppisiä robotteja käytetään jo yksinkertaisiin siivoustehtäviin, viihdyttämiseen tai terapiaan [Taipalus]. Kamera on robotin tärkein

anturi ja olennainen osa sen toiminnallisuutta. Kuva voidaan välittää käyttäjälle, jolloin se helpottaa robotin etäohjausta. Kameraa pystytään kääntämään poikittaisakselinsa ympäri, joten sillä voidaan katsoa myös suoraan ylöspäin. Samalla kääntöakselilla kameran kanssa on myös laserosoitin. Tällä osoittimella robottia ohjaava etävastaja pystyy osoittamaan paikkoja avustettavalle. Osoitin toimii siis virtuaalisena sormena, jolla voidaan osoittaa vaikkapa tietyn tavaran säilytyspaikka tai valokatkaisijan sijainti.



Kuva 11. Kännykällä voi ohjata sekä vasemmalla olevaa Rolloottori-robottia että pallomaista Rollo-robottia. Molemmat ottavat vastaan myös tekstiviestejä ja näyttävät ne omilla näytöillään.

Kommunikointi käyttäjälle toimii pääasiassa näyttöruudun välityksellä. Yksivärisellä näyttöruudulla voidaan esittää kuvia ja tekstiä. Huomion herättämiseksi voidaan lisäksi käyttää erilaisia äänimerkkejä. palvelinkoneen ja robotin välinen kommunikointi hoidettiin aluksi analogisella radiomodeemilla, jolloin virheentarkistukset, uudelleen lähetykset yms. toiminnot jouduttiin toteuttamaan alusta lähtien itse. Radiomodeemin huonon kantaman ja käytön hankaluuden parantamiseksi siirryimme Bluetooth-tekniikkaan.

Pallonmuotoisella Rollolla on muutamia selkeitä etuja perinteisempiin konstruktioihin verrattuna. Se ei voi esimerkiksi kaatua ja jäädä kyljelleen tai selälleen. Jos kuoresta tehdään tiivis, robottia ei haittaa, vaikka sen päälle kaatuisi kupillinen kuumaa kahvia. Pallo on myös esteettisesti miellyttävämpi useille ihmisille. Rollo mielletään seuralaiseksi helpommin kuin pyörillä liikkuva Rolloottori.

Rollo käyttää liikkumiseen kahta moottoria: ensimmäinen hoitaa liikkumisen eteen- ja taaksepäin toisen hoitaessa kääntymisen. Eteenpäin liikutaan siirtämällä painopistettä, mikä tapahtuu kallistamalla elektroniikkayksikköä. Painavin osa, akut, sijaitsee elektroniikkayksikön alaosassa ja kallistusakseli sen yläpuolella, joten kallistaminen saa pallon vierimään. Sisällä oleva elektroniikkayksikkö pysyy siis koko ajan samoin päin, vain robotin kuori pyörii ympärillä. Kääntyminen tapahtuu kääntämällä elektroniikkayksikköä vaakatasossa kuoressa olevan hammastetun kehän avulla. Kehän tulee olla vaakatasossa, jotta Rollo kääntyisi paikallaan. Kehän ollessa pystyasennossa Rollo voisi periaatteessa liikkua sivuttain, mutta tätä ominaisuutta ei toistaiseksi ole hyödynnetty.

Rolloottoriksi ristitty differentiaalivedolla toteutettu robotti on elektroniikan kannalta lähes identtinen Rollon kanssa; kääntö- ja kallistusmoottorin sijasta ohjataan vasenta ja oikeaa pyörää. Pyörien avulla liikkuminen saatiin tarkemmaksi, sillä kuljettu matka saadaan mitattua tarkasti ja toisaalta voidaan paremmin luottaa siihen, että suoraan ajettaessa suunta säilyy. Rolloottorissa on myös suurempien akkujen suoma pidempi käyttöaika. Lisäksi konstruktio mahdollistaa vapaammin laitteiden, kuten törmäysanturoinnin ja kosketusnäytön, liittämisen kuin pallomainen kuori.

Kommunikointi robotin ja kotipalvelimen välillä on hoidettu usealla erillisellä Bluetooth-yhteydellä, joista ensimmäinen on tarkoitettu ohjauskomennolle ja tilatiedoille. Toista käytetään kuvan siirtoon robotilta Ailocom-palvelimelle. Kolmannella saadaan ääniyhteys robotin ja palvelimen välille.

Robotin paikannus

Robottien ja ihmisten paikannus on keskeinen toiminto kodin järjestelmässä, jossa laitteet ja ihmiset liikkuvat. Robottien paikantamiseen on olemassa enemmän "työkaluja" kuin ihmisten paikantamiseen. Robotissa on aina jonkinlainen radiokommunikointijärjestelmä ja hyvin usein myös kamera ja näitä voi käyttää paikannukseen. Robottien paikantamista kotiympäristössä käsittelee projektissa valmistunut diplomityö "Palvelurobotin paikantaminen koti- ja toimistoympäristössä" [Liesaho]. Robotin paikka voidaan määritellä pyörien pyörimismatkoista. Robotin lähtiessä tunnetusta paikasta voidaan

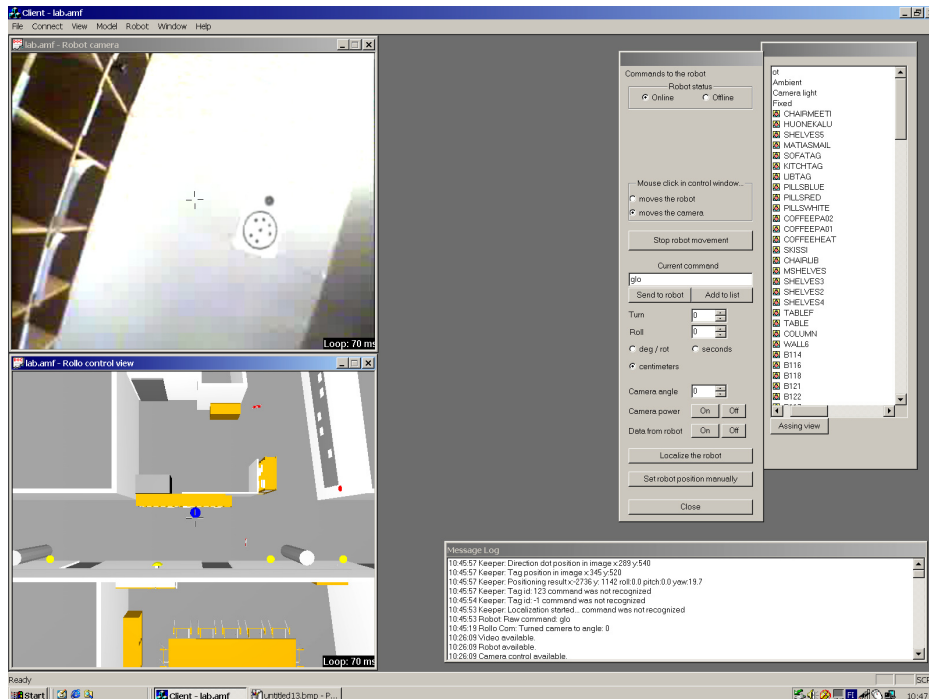
pyörien pyörimistä seuraamalla laskea aina robotin uusi paikka. Vastaavasti liikettä ja kuljettua matkaa voidaan seurata gyroskooppien ja kiihtyvyyssantureiden avulla. Absoluuttista paikkaa voidaan mitata erilaisten maamerkkien avulla. Maamerkkejä voidaan lukea esim. kameran tai laserin avulla. Radiomajakat ovat myös paljon käytettyjä aktiivisia maamerkkejä. Karttapohjaisessa järjestelmässä robotti tietää lähistöllään olevien rakenteiden ja esineiden paikat, ja näin pystyy paikantamaan itsensä tunnistessaan lähistön tunnistettavia paikkoja käyttäen joko kameraa tai seuraamalla ympäristöä muilla aisteilla. Yleensä paras paikannustulos saadaan käyttämällä useaa paikannusmenetelmää yhtä aikaa ja laskemalla näin saaduista paikka-arvioista kaikkein todennäköisin paikka-arvio.

Henkilöiden paikantamiseen on myös tarpeita. Henkilön ei yleensä voida edellyttää kantavan monimutkaista paikannuslaitetta mukanaan. Näin ollen ympäristössä olevien antureiden ja mittalaitteiden avulla on tehtävä henkilön paikannus. Usein kuitenkin riittää karkea tieto henkilön paikasta. Jos hyväksytään, että henkilöllä saa olla pieni radiolähetin tai infrapunalähetin, niin henkilö voidaan yleensä paikantaa huoneen tarkkuudella.

Robottien paikannukseen sisätiloissa tarvittiin kohtuuhintainen järjestelmä, joka kattaa koko huoneiston. Toteutustavaksi valikoitui visuaalisiin maamerkkeihin perustuva konenäköjärjestelmä. Asunnon kattoon on kiinnitetty mustavalkotulostimella tulostettuja A4-paperiarkkeja, joissa jokaisessa on yksilöllinen kuviokoodi. Merkkien paikat on mitattu ja talletettu konfigurointitiedostoon. Robotin kamera voidaan kääntää ylöspäin ja konenäköjärjestelmällä kuvasta pystytään tunnistamaan merkit ja niiden koodit. Kuvassa 12 nähdään videokuvunsa robotin näkemä paikannuskuvio. Kun tiedetään mikä merkki ja missä kohtaa kuvaa se näkyy, voidaan kameran eli robotin paikka laskea. Lisäksi käytetään merkintälaskua, eli mikäli merkkiä ei jostain syystä löydy, lasketaan nykyinen paikka edellisen paikannustuloksen ja siitä kuljetun matkan avulla. Kuvankäsittely suoritetaan kotipalvelimessa, sillä robotin suhteellisen yksinkertainen mikrokontrolleri ei suoriudu tehtävästä.

Järjestelmän etäohjaus

Robotteja ja joitakin muita järjestelmään liitetyjä laitteita voidaan ohjata etäkäyttöliittymän kautta. Tässä asiakasohjelmassa päätarkoituksena on robotin ohjaus, mitä varten siitä löytyy ruudut videokuvalle, virtuaalimallille ja ohjauskomennoille. Robotin ohjaus tapahtuu joko yksinkertaisin "liiku eteen 100 senttiä", "käännä 90 astetta vasempaan" -tyyppisin tai korkeamman tason "mene keittiöön" -tyyppisin komennoin. Videokuvan kanavan voi valita eli voi katsella robotin tai jonkin ulkoisen kameran lähettämää kuvaa. Ohjauskomentoja voidaan antaa paitsi suoraan robotille, myös mm. paikannuksesta, reitinsuunnittelusta ja kuvankäsittelystä huolehtivalle palvelimelle. Virtuaalimalli on tarkoitettu antamaan yleiskuva robotin ympäristöstä sekä visualisoimaan kodin laitteiden tiloja. Mallissa voidaan esimerkiksi avata ja sulkea ovia sen mukaan miten automaatiojärjestelmä ne näkee. Kuvassa 12 näkyy robotin etäkäyttöliittymä.



Kuva 12. Robotin ja kodin etäkäyttöliittymässä näkyy videokuvaa robotilta tai seinäkameroilta, rakennuksen virtuaalimalli halutusta kuvakulmasta sekä joukko ikkunoita, joista voidaan seurata tietoliikennettä, kodin laitteiden tilaa sekä ohjata näitä laitteita ja robottia.

Järjestelmän toiminnot

Järjestelmässä on useita muistutus- ja hälytystoimintoja. Tieto erilaisista muistutuksista ja hälytyksistä voidaan välittää asukkaalle monin tavoin. Keskeisin tapa demonstraatiojärjestelmän kannalta on luonnollisesti kotirobotti. Kotipalvelin voi anturitiedon perusteella päätellä missä asukas todennäköisimmin on ja ajaa kotirobotin samaan paikkaan. Kotirobotti kertoo tilanteesta ruudussaan näkyvällä kuvalla ja tekstillä sekä äänimerkillä. Rolloottorissa on painonappi ruudun alapuolella, jolla viestit voidaan kuitata. Kotipalvelimeen kytketyn GSM-modeemin avulla järjestelmän viestit voidaan myös lähettää matkapuhelimeen. Tekstiviestillä voi myös kysyä järjestelmän tilatietoja ja ohjata ulostuloja. Näiden lisäksi tilatiedot talletetaan tietokantaan ja voidaan välittää kotipalvelimeen yhteydessä oleville asiakasohjelmille.

Hellavalpas on turvajärjestelmä, joka tarkkailee hellan käyttöä, muistuttaa ja tarpeen tullen katkaisee virran. Kotiautomaatioverkkoon kytketyn virtavahdin avulla tarkkaillaan hellan kuluttamaa virtaa. Demonstraatiotilan hella on moderni, elektronisesti ohjattu, joten se kuluttaa pientä virtaa koko ajan ollessaan kytkettynä verkkoon. Vasta levyn lämmittämiseen kuluva virta noteerataan järjestelmässä. Virtavahti on liitetty Comsel-palvelimeen, jossa oleva ohjelmallinen laskuri laskee kuinka pitkään virta on ollut päällä. Laskuri nollataan aina, kun keittiöön sijoitettu liiketunnistin havaitsee liikettä. Mikäli laskuri ehtii laskemaan tiettyyn rajaan asti eli hella on ollut käytössä ilman että kukaan on vahtinut sitä, antaa järjestelmä muistutuksen. Muistutus ilmaistaan ulko-oven pielessä sijaitsevalla merkivalolla sekä äänimerkillä. Jos käyttäjä ei muistutuksenkaan jälkeen käy keittiössä, automaatiojärjestelmä katkaisee hellan virran. Muistutus ja tieto virran katkaisusta voidaan luonnollisesti välittää edellä kuvatulla tavalla asukkaalle robotin, matkapuhelimen tai Internetin ja asiakasohjelman avulla.

Avainvalpas on toiminto, jonka tarkoitus on auttaa esimerkiksi huonomuistista henkilöä pitämään avainnippunsa tallessa ja ottamaan se mukaan kotoa poistuttaessa. Laite hyödyntää ulko-oven magneettikytkintä ja liikeantureita. Avaimelle on varattu oma paikkansa, avainkoukku tai rasia, josta saadaan järjestelmään tieto onko avain paikallaan vai ei. Jos ulko-ovi on ensin avattu, sitten suljettu ja lopuksi sisällä havaitaan liikettä, niin järjestelmä vaatii, että avain laitetaan paikalleen. Jos taas avain on paikallaan, kun ulko-ovi avataan, se muistuttaa ottamaan avaimen mukaan.

Postivalpas on varsin yksinkertainen toiminto, joka ilmoittaa asukkaalle postin saapumisesta postilaatikkoon. Lisäksi voidaan ajastetusti muistuttaa tapahtumista, kuten sovitusta tapaamisista, lääkkeiden ottamisesta tai TV-ohjelmista.

5.5.2.3 Tutkimusmenetelmät

Jo järjestelmää rakennettaessa tuli esille monia seikkoja, joita ei suunnittelupöydällä välttämättä olisi osannut arvioida ongelmiksi, joten tapaustutkimuksen tapaisesti itse arvioimme järjestelmän rakennetta, luotettavuutta, muunneltavuutta sekä muita seikkoja, joita pystyimme arvioimaan kokemustemme pohjalta.

Toimivassa kodissa suoritettiin loppukevällä 2003 kysely, jossa tiedusteltiin kävijöiden mielipiteitä muun muassa kotiautomaatiosta ja kotirobotiikasta. Seuraavassa käsitellään lyhyesti kyselyn vastauksia. Vastaaajia pyydettiin kertomaan kiinnostuksensa luettuja palveluita tai laitteita kohtaan asteikolla 1–5.

Hoidettavia ihmisiä, heidän omaisiaan ja hoitajia haastateltiin sekä Toimivan kodin demonstraatiojärjestelmän esittelyn yhteydessä että erillisillä vierailuilla hoitolaitoksissa 2002–2004. Haastatteluiden tarkoituksena oli, kuten kyselyinkin, selvittää teknologialla hoidettavia hoitotarpeita ja ihmisten suhtautumista teknologiaa kohtaan. Vierailuilla hoitolaitoksissa selvitettiin myös nykyistä teknologian tasoa ja kokemuksia olemassa olevan teknologian käytöstä.

5.5.2.4 Tulokset

Järjestelmän merkittävimmät ongelmakohdat olivat erilaisten osakokonaisuuksien yhteensovittaminen. Loppukäyttäjää ajatellen eräs ongelma on kotiautomaatiojärjestelmän toimintojen ohjelmointi. Haluttu toiminta vaihtelee käyttäjästä riippuen, joten järjestelmä tulisi olla muunneltavissa. Testijärjestelmässä toiminnallisuus on toteutettu C++ ja Java -ohjelmointikielillä. Mutta loppukäyttäjää ajatellen yleisten ohjelmointikielten käyttäminen kodin toimintojen määrittämiseen ja ohjelmointiin on liian vaativaa. Kotirobotin liittäminen järjestelmään ei ole kovin monimutkaista, mutta tarvittavan monipuolista robottia ei ole kaupallisesti saatavilla, vaikka teknologia mahdollistaakin jo sen toteuttamisen.

Kyselyyn vastasi 83 henkilöä, joista suurin osa oli naisia. Pääkaupunkiseudulla asuvia oli noin joka kahdeksas. Vastaaajat olivat pääasiassa terveydenhoito- ja sosiaalialan ammattilaisia. Vain puolet vastaajista kertoi ikänsä. Vastaaajien ikä vaihteli 18–69 keskiarvon ollessa 45 vuotta. Otoksen perusteella ei siis voida tehdä tilastollisesti merkittäviä vertailuja erityyppisten vastaajien, kuten naisten ja miesten, eri-ikäisten tai alan ammattilaisten ja laitteiden käyttäjien välillä.

Vastaajia kiinnosti eniten esteetön asuminen yleensä. Laitteista kiinnostavimpia olivat liikkumisen ja nostamisen apuvälineet. Ympäristönhallintalaitteet, jotka edustavat vaihtoehtoista parhaiten kotiautomaatiota, olivat esitellyistä laitteista vähiten kiinnostavia. Palveluista eniten kiinnostusta herättivät henkilökohtaiset palvelut, kuten pesu-, kylvytys- ja terveydenhoito- sekä turvallisuuspalvelut.

Kotiautomaatiossa eniten kiinnosti hellavahti, lääkemuistuttaja sekä kodin hälytysten ja kauko-ohjausten välittäminen esimerkiksi kännykkään, palvelukeskukseen tai sukulaisille. Kotirobotiikassa eniten kiinnosti vaaroista hälyttäminen sekä imurirobotti. Esimerkkeinä vaaroista kyselykaavakkeessa oli mainittu murto-, häkä- ja kosteushälytys.

Haastatteluissa ja vierailuissa tuli esille päällimmäisenä ongelmana vanhusten yksinäisyys ja sen myötä passivoituminen. Näitä ongelmia voitaisiin auttaa parantamalla sähköisen viestinnän käytettävyyttä ja aktivoimalla ihmisiä kotiautomaation avulla. Fysikaalisiin ongelmiin on jo kehitetty lukuisia joukko apuvälineitä, mutta niissäkin olisi kehittämisen varaa lisäämällä toiminnallisuuksia ja integroimalla niitä kotiautomaatiojärjestelmään. Tosin apuvälineiden teknistyminen lisää niiden kustannuksia, vikaantumistodennäköisyyttä sekä usein fyysistä kokoa.

5.5.2.5 Pohdinta

Saavutetut tulokset

Projektissa toteutettiin kotiautomaatiojärjestelmä, missä teknologiaa käyttäen voidaan pidentää ihmisten itsenäistä asumista ennen laitoshoittoon siirtymistä. Järjestelmän toimintoja arvioitiin eri tavoin.

Kyselyssä tiedusteltiin kiinnostusta Toimivassa kodissa esillä olevia ratkaisuja, apuvälineitä ja muita laitteita, palveluita, kotiautomaatiota ja kotirobotiikkaa kohtaan ja pyydettiin arvioimaan kotiautomaation ja -robotiikan tarpeellisuutta. Luonnollista on, että Toimivaan kotiin vieraillemaan tulleet ovat kiinnostuneita esteettömästä asumisesta ja sitä helpottavista laitteista ja ratkaisuista. Vastaajaryhmässä, joka koostui lähinnä alalla työskentelevistä, kiinnostus kotiautomaatiota ja -robotiikkaa kohtaan oli hieman laimeampaa kuin Toimivan kodin perinteisiä aihealueita kohtaan. Silti kiinnostuksen määrä oli samaa luokkaa palveluita kohtaan osoitetun kiinnostuksen kanssa.

Erityisesti joillekin mainituille kotiautomaatioiminnoille, mutta myös kotirobotiikalle, on periaatteessa olemassa kysyntää. Nämä tarpeet odottavat toimivia ja riittävän edullisia ratkaisuja.

Jatkokehitys

Jo asennettujenkin laitteiden avulla voitaisiin rakentaa järjestelmään mahdollisesti hyödyllisiä toimintoja. Yksi tällainen toiminto on nimetty Aktiivisuusvalppaaksi. Tarkoituksena on, että kodin eri antureista kerättävä tieto talletetaan ja järjestelmä oppii asukkaan päivärytmiin. Tämän jälkeen voidaan havaita poikkeamat, kuten epätavallisen pitkä sängyssä vietetty aika tai ulko-oven avaaminen aamuyöllä. Tapahtumista voidaan ilmoittaa esim. turvapuhelimella ja tarpeen mukaan avustaja tulee paikalle tarkastamaan tilanteen.

Kotiroboteissa on myös luonnollisesti kehitettävää. Pallorobotti Rollo on lupaavampi sikäli, että ihmiset yleensä pitävät sitä mielenkiintoisempana kuin pyörillä kulkevaa Rolloottoria. Pallon muotoisen robotin liikkumisen ohjailu on kuitenkin haastavaa eikä ongelmia ole vielä ratkaistu. Robotin käyttö liikkuvana kamerana onnistuu jo; kuvapuhelimenä se toimii vain yhteen suuntaan. Parempi näyttö ja tietokone mahdollistaisivat hyvälaatuisen kuvan ja sitä myötä myös kuvapuhelimen ja TV:n robotissa. Tiedonkäsittelykapasiteettia ja toisaalta akkujen kestoa tulisi parantaa tekemättä robotista kuitenkaan painavaa.

Järjestelmän avulla on toteutettu joitakin esimerkkiluontoisia toimintoja. Ajatus on, että tulevaisuudessa kotiautomaatiojärjestelmä olisi modulaarinen ja toimintoja voisi ostaa moduuleina ja lisätä niitä tarpeen mukaan. Mahdollisen jatkoprojektin tarkoitus olisi testata kyseisiä moduuleita kotiympäristössä. Edullista, kotiautomaatioon soveltuva, kaupallisesti menestyksekkästä automaatioverkkoa vielä odotetaan.

5.5.3 Kotona asumisen avustustarpeita ja teknisiä ratkaisuehdotuksia

Kotona asumisen avustamista erilaisin teknisin välinein ja ratkaisuin on esitelty lukuisissa julkaisuissa [4, 5, 6, 7]. Yoshimi et al. [8] esittelevät kotikäyttöön tarkoitettua informaatirobotin. Tämä pyörillä kulkeva kameralla varustettu kotiroboti toimii käyttöliittymänä kodin muille laitteille. Robotin käyttöliittymä käyttää puheentunnistusta ja puhesyntetisointia. Robottia voi ohjata myös internetin välityksellä. Homma et al. [9] ovat rakentaneet kuntouttajarobotin, joka avustaa raajojen fyysisessä kuntoutuksessa. T. Maeda et al. [10] ovat toteuttaneet empatiarobotin, joka toimii lemmikkieläimen korvikkeena. Se vaatii

huolenpitoa ja paijaamista, mutta siinä on myös kamera- ja puhelintoimintoja. Gimenez et al. [11] esittelevät siirrettävän robottikäsivarren, joka voidaan kiinnittää esimerkiksi pyörätuoliin, keittiön seinään tai makuuhuoneen kattoon. Käyttäjä voi ohjata robottikättä esimerkiksi nostamaan tavaroita puolestaan.

Haastatteluja

Taipio Taipalus selvitti haastatteluin vanhusten hoitoon liittyviä tarpeita ja ongelmia Japanissa. Ne näyttävät olevan hyvin samanlaisia suomalaisten tarpeiden ja ongelmien kanssa.

Vanhustenhoidon työntekijät kokevat nostamiseen, pukemiseen, riisumiseen ja pesemiseen liittyvät tehtävät hankaliksi tai rasittaviksi. Ruokailuun tai ruokintaan taas kuluu paljon aikaa. Ruokailuun liittyvä käsihygienia saattaa olla ongelma, kun vanhukset itse osallistuvat ruoan valmisteluun.

Kotihoidon työnjohto haluaisi parannuksia kotihoidon työntekijöiden työn seurantaan ja raportointiin, jotta töitä voisi suunnitella paremmin ja jotta asiakkaita voitaisiin laskuttaa oikein tehdyistä toimenpiteistä.

Vanhukset kiinnittävät huomiota ennen kaikkea turvallisuuteen. Mahdollinen kaatuminen tai sairaskohtaus, joka jättää vanhuksen makaamaan avuttomana lattialle ilman apua, on pelottava mahdollisuus. Myös ryöstetyksi tuleminen pelko tai tulipalon pelko ovat yleisiä yksin asuvilla vanhuksilla. Yksinäisyys on myös merkittävä ongelma. Vanhukset kaipaavat enemmän ihmiskontakteja. He suhtautuivat tekniikkaan varautuneesti tai jopa torjuvasti. Uusien laitteiden käyttöä pelättiin, koska henkilöt kokivat käytön vaikeaksi ja heitä pelotti, että he rikkoisivat laitteen tai laite toimisi jotenkin muuten huonosti. Turvarannekkeita ei myöskään yleensä käytetty mielellään. Niiden sanottiin olevan kutittavia, raskaita tai muuten vaan luotaantyöntäviä.

Taulukko 1. Kotona asumisen avustustarpeita ja ratkaisuja 1.

Tarve, ongelma tai haitta	Tunnettu ratkaisu	Olemassa oleva robotiikka/ automaatoratkaisu	Kehitteillä olevaa automaatiota ja robotiikkaa
Yksinäisyys	Kotipalvelu, päiväkerhot, Ti , kirjat, kommunikaatio: puhelin, internet, matkapuhelin	iihderobotti, empatiarobotti	Empatiarobotti vrt. Tamagotchi [1], informaatio-robotti [3,8], älykäs koti [2]
Ruoka	Ruoan kotiin kuljetus, kotipalvelu, einokset, kodin koneet	Ruoka-automaatti, liikkuvat hylly-/ pöytätasot	Älykäs koti [2] (keittiön automaatiota)
Ruokailu	Kotipalvelu, erikoisruoat, apuvälineet (lusikat, veitset)	Ruokintarobotti (manipulaattori) = apuväline	
Lääkeannostelu	Kotipalvelu, kotisairaanhoido, dosetit, lääkkeet postitse	Lääkemuistuttaja	Älykäs koti [2,3]
Siivous	Siivooja, kotipalvelu, pölynimuri, motorisoitu ikkunanpesuri, keskuspölynimuri	Pölynimurirobotti, lattianpesurobotti, ikkunanpesurobotti [15]	
Ostokset	Kotipalvelu, ostokset kotiin -palvelu, postimyyntiluettelot	internet-ostokset ja kotiinkuljetus	Älykäs koti tilaa puuttuvat tavarat [2]
Hygienia	Kotipalvelu, esteetön C, monitoimi-C-istuin, apuvälineitä	Kylvetysrobotti	

Taulukko 2. Kotona asumisen avustustarpeita ja ratkaisuja 2.

Tarve, ongelma tai haitta	Tunnettu ratkaisu	Olemassa oleva robotiikka/automaattioratkaisu	Kehitteillä olevaa automaatiota ja robotiikkaa
Passiivisuus	Päiväkerhot, terapia, järjestöt, järjestettyä ryhmätoimintaa	iihderobotti	Kotirobotti [8], Empatiarobotti [10]
Kommunikaatio	Helppokäyttöiset puhelimet, sähköpostilaitteet, internet-laitteet	Turvapuhelin, robottipuhelin	Informaatirobotti [8], Kommunikaatirobotti, älykäs koti [2]
Liikkuminen (liikkumistarpeen vähentäminen)	Avustajat, kalustus, asunnon ja toimintojen suunnittelu		Manipulaattorirobotit [16], kuljetusrobotit
Liikkuminen (liikkumisen tukeminen)	Kävelykepit, pyörätuolit, rollaattorit, kuntoutus	Sähköpyörätuolit, sähköpolkupyörät, sähkörollaattorit	Motorisoidut proteesit, itsestään kulkevat rollaattorit [17], itsestään kulkevat ja navigoivat sähköpyörätuolit
iihäinen lihasvoima	Kotipalvelu, apuvälineet, kuntoutus	Motorisoidut nostimet, sängyt	Manipulaattorirobotit [16,18]
Muistihäiriöt	Muistuttajat, muistutustaulut, sukulaiset ja ystävät, kotipalvelu, almanakat	Sähköiset almanakat	Informaatirobotti [8], älykäs koti [12]

Taulukko 3. Kotona asumisen avustustarpeita ja ratkaisuja 3.

Tarve, ongelma tai haitta	Tunnettu ratkaisu	Olemassa oleva robotiikka/automaattioratkaisu	Kehitteillä olevaa automaatiota ja robotiikkaa
Motoriikkaongelmat	Kotipalvelu, apuvälineet, muotoillut ruokailuvälineet ...	Robottiikkamanipulaattorit (erikoisapuvälineet)	Manipulaattorirobotit [16,18]
Näkö	Silmälasit, puhuvat laitteet, sokeainkirjoitus, valaistus, apuvälineet	Tekstistä puheeksi muuttavat laitteet, puheen tunnistus	Informaatirobotti [3,8], opastava robotti [18]
Halvauspotilaat	Kotikuntoutus, kotisairaanhoito, itseharjoituslaitteet, apuvälineitä	Robotisoidut kuntoutuslaitteet, manipulaattorit	Manipulaattorirobotit [8]
Kuulo	Kuulolaitteet, paperi ja kynä, tekstiviestit, sähköposti	Puheentunnistus, puheesta tekstiksi -ohjelmat	Informaatirobotti [7]
Onnettomuudet, kaatumiset, sairaskohtaukset	Turvarannekkeet, turvapuhelimet	Turvapuhelin ja kamerayhteys kotiin	Älykäs koti, [2] Informaatirobotti, kommunikaatirobotti
Pukeutuminen ja riisuutuminen	Kotipalvelu, apuvälineet	-	-

5.5.4 Japanilainen vanhainkoti

Tapio Taipalus vieraili vanhainkodissa Japanin Sendaissa 22.9.2004. Rakennus oli noin kymmenen vuotta vanha, joten se ei edustanut viimeisimpiä teknologian virtauksia. Kuitenkin se oli hyvä esimerkki nykyisin Japanissa käytössä olevasta teknologiasta ja hoitotyöstä vanhainkodeissa. Vierailu kesti nelisen tuntia ja sisälsi seikkaperäisen talon esittelyn ja keskusteluhetken vanhemman hoitajan kanssa. Pahoittelen joidenkin kuvien laatua, sillä kuvia sai ottaa pääosin vain ilman salamavaloa eikä vanhuksia itseään saanut kuvata.

Japani on säädöksien maa ja se näkyi myös vanhainkodissa, ts. hoitoon liittyvät asiat tilasuunnittelusta ryhmäkokoihin oli tarkasti säädetty. Esimerkiksi käytävillä oli tietty minimileveys sänkyjen ja pyörätuolien vaivatonta käsittelyä varten. Toisaalta tällöin käytävät olivat turhan leveitä ylittää vanhuksille, jotka tarvitsivat jatkuvaa tukea lähes kaikkialle seiniin asennetuista kaiteista (kuva 13). Kahdessa viidestä hoitoyksiköstä tai -ryhmästä käytävä kiertää ympyrän, minkä sisälle jää wc ja suihkutilat.



Kuva 13. Vanhainkodin leveä käytävä ja kaiteet seinissä.

Aikaisemmin oli säädetty, että asutaan neljän hengen huoneissa, mutta nykyään suositaan henkilökohtaisia huoneita. Tosin kustannussyistä neljän hengen huoneet ovat vielä käytössä. Kustannuksissa on sama periaate, mikä on muissakin hoitomuodoissa ja välineissä. Vanhuksen kyky maksaa omavastuuosuus määrää huonekoon (kuva 14).



Kuva 14. Neljän hengen länsimainen huone ja yhden hengen tatami-huone.

Vanhukset on jaettu n. 20 hengen sekaryhmiin, niin sukupuolen kuin kunnon perusteella. Ryhmä muodostaa hoitoyksikön, jolla on oma keittiö, peseytymistila, oleskelutila (kuva 15) jne.



Kuva 15. Hoitoyksikön oleskelutilaa.

Kuvassa 15 oikealla näkyvän pöydän alla on japanilaistyylinen kaasulämmitin. Talvisaikaan vanhukset istuvat pöydän ympärillä ja lämmittelevät jalkojaan teetä juodessaan. Perinteisesti Japanissa ei ole juuri keskitytty lämmöneristämiseen asunnoissa, vaan samaan tapaan kuin valot, lämmöt laitetaan päälle vasta sisään tultaessa.

Sekaryhmiin jakoa on perusteltu lähinnä hoitajien määrän tarpeella. Muutama huonokuntoinen ryhmässä ei kuormita liikaa, kun pelkästään huonokuntoisten ryhmän hoidossa tarvittaisiin enemmän hoitoa jatkuvasti. Päiväsaikaan hoitajia on 1–3 ryhmää kohti ja yöaikaan 0,5–1. Lisäksi on tukitoimintoja suorittavia työntekijöitä, kuten siivoojia, huoltomiehiä yms.

Yksi oleellinen muutos toimintatavoissa on ollut keskusruokalassa tapahtuneen ruokailun siirtyminen omiin tiloihin ja ruoan valmistuksen siirtäminen osin hoitoyksikön omiin keittiöihin. Tämä on vähentänyt laitospöytä ja tarvetta pitkiin siirtymisiin ja kulkemiseen kerrosten välillä.

Seuraavassa (kuva 16) on WC ja pesuhuonetilat, missä yksityisyyden ja turvallisuuden kompromissina on tilat jaettu verhoilla. Mainittavan arvoista on, että yksityisyys-käsitys on hiukan erilainen Japanissa kuin Suomessa. Fyysistä kosketusta vältetään jopa lääkäri-potilassuhteessakin ja julkisiin pesutiloihin mennään yleensä pyyhkeeseen kääriytyneenä omaan sermiin, niin ettei kukaan näe vilaustakaan tai pesulla käydään vasta kotona. Toisaalta kylpylöissä (onsen) käyttäydytään hyvin samalla tavalla kuin suomalaisissa saunoissa.



Kuva 16. Verhoilla erotellut WC ja pesutilat.

Pesutiloissa on monenlaisia ratkaisuja erikuntoisille asukkailla: täysin avustetusta pesusta (kuva 17) turvakaiteisiin suihkussa ja kylpyammeisiin pyörätuolipotilaille (kuva 18).



Kuva 17. Täysin avustettu pesu: asiakas voidaan liu'uttaa pesuammeen, kuivaupöydän ja pyörillä varustetun sängyn välillä.



Kuva 18. Kylpyamme hissillä.

Teknologiaan liittyen jokaisella sänky paikalla on hoitajan kutsunappi ja keskitetty palohälytinjaestelmä. Joissakin erikoistapauksissa on käytetty enemmänkin anturointia, esim. sängyn vieressä on paineanturi (kuva 19). Anturi tuottaa hälytyksen, jos ihminen on sen päällä yli tietyn kynnsajan. Tällöin vanhuksen oletetaan pudonneen tai kaatuneen lattialle sängystä noustessaan tai sänkyyn mennessään.



Kuva 19. Lattialla makaavan potilaan anturi.

Samassa huoneessa oli myös potilaiden siirtelyyn tarkoitettu hissi. Hissin valjaat kiinnitetään potilaan ympärille ja kattoon asennetulla nosturilla potilas nostetaan esim. pyörätuolista ja siirretään sänkyyn kattoon kiinnitettyä kiskoja pitkin. Koska vanhukset ja hoitajat eivät oikein hyväksyneet "katossa lenteleviä" ihmisiä, apuväline oli nykyään täysin käyttämättömänä. Merkittävin ero vanhusten avustustyössä japanilasten ja länsimaiden välillä johtuukin tällä hetkellä siitä, että vanhan polven japanilaiset ovat pienikasvuisia ja vanhentuessaan vielä lyhenevät ja laihtuvat eli hoidettavat ovat n. 150 cm pitkiä ja painavat vain 40–50 kiloa. Tällöin länsimaisia mittoja lähestyvillä nykypäivän japanilaisilla ei yleensä ole vaikeuksia vanhusten siirtämisissä yms. toimenpiteissä, mutta tilanne on koko ajan muuttumassa. Lisäksi monien länsimaisten apuvälineiden mitoitus poikkeavat japanilaisista ja siten esim. hollantilaisten ergonomiset lusikat eivät mahdu japanilaisten vanhusten suuhun.

Kuvassa 20 on esitelty pehmustettu huone vanhukselle, jolla on vaikeita tasapaino-ongelmia. Huomattavaa on myös, että sänky on poistettu jatkuvien putoamisten johdosta, mikä on heille luonnollinen vaihtoehto. Aikaisemmin japanilaiset nukkuivat pelkästään lattialle tatami-mattojen päälle levitetyllä futon-patjalla, joka rullattiin aina yöksi kaappiin. Muutenkin japanilaiset ovat tottuneet liikkumaan ja käyttämään lattiaa aivan eri tavalla kuin länsimaissa. Ehkä tästä tai sitten vain geneettisistä eroista johtuen japanilaisilla on varsin liikkuvat alaraajojen nivelet myös vanhempana.



Kuva 20. Huone, joka on pehmustettu kaatumiseen liittyvien riskien minimoimiseksi.

Vanhainkoti sijaitsi varsin rauhallisella paikalla lähellä jokea ja pienen metsikön vieressä, mutta silti varsin lähellä keskustaa. Rakennuksen katolle oli yritetty tehdä maisemapiha, mutta uusiokäyttöön otetut vanhat kiskojen aluspuut – sinänsä ekologinen vaihtoehto – olivat liian epätasaiset vanhuksille ja liikuntarajoitteisille (kuva 21).



Kuva 21. Kattoterassi.



Kuva 22. Näkövammaiselle suunnatut jalkatiemerkinät ovat käytössä osin myös sisätiloissa.

Viitteet:

- [1] K. Wada, T. Shibata, T. Saito, K. Tanie, "Analysis of Factors that Bring Mental Effects to Elderly People in Robot Assisted Activity", Proceedings of 2002 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Switzerland, 2002
- [2] D.H. Stefanov, Z. Bien and W.-C. Bang, "The smart house for older persons and persons with physical disabilities: structure, technology arrangements, and perspectives", IEEE trans. on neural systems and rehabilitation engineering, Vol 12, No 2, June, 2004, pp. 228–250.
- [3] P. Harmo, J. Knuutila, T. Taipalus, J. Vallet, A. Halme "Automation and Telematics for Assisting People Living at Home" (in press)
- [4] Homepage of International Journal of Human-friendly Welfare Robotic Systems (HWRS), <http://hwrs.kaist.ac.kr/english/> (accessed 20.8.2004)
- [5] P. Juutilainen, "Activities of Daily Living of 75-years Old People in Three Different Nordic Cities, Five-year-study", Licentiate Thesis, University of Jyväskylä, Department of Health Sciences, Finland, 1999, (in Finnish)
- [6] New York State Department of Health, Office of Continuing Care, "Assisted living in New York: preparing for the future", Report to the Governor and Legislature, New York, USA, 1999
- [7] T. L. Harrington and M. K. Harrington, "Gerontechnology Why and How", Herman Bouma Foundation for Gerontechnology, 2000, ISBN 90-423-0107-4
- [8] T. Yoshimi, N. Matsuhira, K. Suzuki, D. Yamamoto, F. Ozaki, J. Hirokawa and H. Ogawa, "Development of Concept Model of a Robotic Information Home Appliance, ApriAlpha" Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2004), Sendai, Japan, 2004, pp. 205–211.
- [9] K. Homma, O. Fukuda, Y. Nagata and M. Usuba, "Study of a wire-driven leg rehabilitation system", Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2004), Sendai, Japan, 2004, pp. 1668–1673.
- [10] T. Maeda, K. Yoshida, H. Niwa, K. Kayashima and Y. Maeda, "Net-accessible Pet-type Robot for Aged People's Welfare", Proceedings of the IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, Kobe, Japan, 2003, pp. 130–133
- [11] A. Gimenez, A. Jardim and C. Balaguer, "Light weight autonomous service robot for disabled and elderly people to help in their living environment", Proceedings of International Conference on Advanced Robotics (ICAR), Coimbra, Portugal, 2003, pp.1074–1079
- [12] B. Graf, E. Helms, V. Lakshmana, B. Rohmoser, "Anthropomorphic Robot Assistant – Giving the Human a Helping Hand", Proceedings of the second IARP IEEE/RAS Joint workshop on technical challenge for dependable robots in human environments, Toulouse, France, 2002, pp. 20–24.
- [13] <http://www.neater.co.uk/main.htm> (accessed 6.12.2004)
- [14] M. Governo, V. Riva, P. Fiorini and C. Nugent, "MEDICATE teleassistance system", Proceedings of ICAR, Coimbra, Portugal, 2003 pp. 191-196. <http://www.medicare-online.org> (accessed 31.1.2004)
- [15] http://www.toshiba.co.jp/tcm_hac/ebyt/trilobite/index_j.htm, <http://www.trilobite.electrolux.se>, <http://www.robotsoft.fr/robuglass.html> (accessed 31.1.2004)
- [16] T. Taipalus, "Using remote controlled service robot for fetching objects in home environment", Master's thesis, Helsinki University of Technology, Automation technology Finland M. King, B. Zhu, and S. Tang, "Optimal path planning," Mobile Robots, vol. 8, no. 2, pp. 520–531, March 2001.
- [17] O. Chuy Jr., Y. Hirata, K. Kazuhiro, "Control of Walking Support System Based of Variable Center of Rotation", Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS 2004), Sendai, Japan, 2004, pp. 2289–2294.

[18] M. Hans, B. Graf and R. D. Schraft, "Robotic Home Assistant Care-O-bot: Past – Present – Future", Proceedings of 11th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Roman 2002), 2002, Berlin, Germany, pp. 380–385.

[AutLab] Teknillisen korkeakoulun automaatiotekniikan laboratoriossa on kehitetty kotirobottisovelluksia ikäihmisten kotona asumisen tueksi. <http://www.automation.hut.fi/projects/aapinen>

[CMU] Carnegie Mellon yliopistossa tehdään paljon palvelurobottitutkimusta. Katso: <http://peopleandrobots.org/projects.php> ja <http://www.ri.cmu.edu/>

[Hirokazu] Hirokazu, Seki, Yoichi, Hori: Detection of Abnormal Action for Monitoring System of Aged People and Industrial Robot, Proceedings of 5th SNU-UOT Joint Seminar on Electrical Engineering, 37–42, 2001

[InTouch] InTouch Health valmistaa lääkäreiden etäkonsultaattiorobotteja sairaaloille. <http://www.intouch-health.com/ith/index.html>

[Jara] Japan Robot Association, Summary Report on Technology Strategy for Creating a "Robot Society" in the 21st Century, May 2001, <http://www.jara.jp/e/dl/report0105.pdf>

[Joo] Joo-Ho, Lee, Kazuyuki Morioka and Hideki Hashimoto, "Mobile Robot Control in Intelligent Space for Supporting Human", JSME Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 14, No. 4, 2002

[Knuutila] Knuutila, Jere, TerveTaas – kotiautomaatiota hyödyntävä kotona selviytymisen tukijärjestelmä, Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Automaatiotekniikan laboratorio, Espoo, 29.7.2003, http://www.automation.hut.fi/people/jere/Dtyo_Jere_Knuutila_TerveTaas-kotiautomaatiota.pdf

[Liesaho] Liesaho, Rami, Palvelurobotin paikantaminen koti- ja toimistoympäristössä, diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, automaatiotekniikan laboratorio, Espoo, 2006.

[Stefanov] Stefanov, D.H., Bien, Z. Bang, W.-C. The Smart House for Older Persons and Persons With Physical Disabilities: Structure, Technology Arrangements, and Perspectives. IEEE Transactions On neural systems and rehabilitation engineering, 12(2004)2, 228-250

[Taipalus] Taipalus, Tapio, Using Remote Controlled Service Robot for Fetching Objects in Home Environment, diplomityö, Automaatiotekniikan laboratorio, TKK, Espoo, Finland, 2004, 80 p.

[Toimiva koti] Helsingin kaupungin Toimivassa kodissa esitellään esteettömän asumisen ratkaisuja. <http://www.toimivakoti.fi/>

[Vaarama] Vaarama, Marja, Ikääntyneiden toimintakyky ja palvelut – nykytila ja vuosi 2015, Ikääntyminen voimavarana, Tulevaisuusselonteon liiteraportti 5, Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 33/2004, Helsinki, ISBN 952-5354-75-X, <http://www.valtioneuvosto.fi/tiedostot/pdf/fi/90437.pdf>

[Wakamaru] Wakamaru Home Robot, Mitsubishi Heavy Industries, kotisivut: <http://www.mhi.co.jp/kobe/wakamaru/english/>

[Äly] "Älykäs koti - piloteista massatuotteeksi", Tekniikan ja arjen tutkimus, Tampereen teknillinen yliopisto, TEKES-hankkeen loppuraportti, Huhtikuu 2004, <http://www.tut.fi/dmi/projects/tatu/Raportit.htm>