

Antti Ojapelto

Proaktiivinen tila ja sen monistettavuus

Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi diplomi-insinöörin
tutkintoa varten Espoossa 21.5.2010

Työn valvoja:

prof. Raimo Sepponen

Työn ohjaaja:

TkL Matti Linnavuo



Aalto-yliopisto
Teknillinen korkeakoulu

Tekijä: Antti Ojapelto

Työn nimi: Proaktiivinen tila ja sen monistettavuus

Päivämäärä: 21.5.2010

Kieli: Suomi

Sivumäärä: 9+44

Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation
tiedekunta

Elektroniikan laitos

Koodi: S-66

Professori: Sovellettu elektroniikka

Valvoja: prof. Raimo Sepponen

Ohjaaja: TkL Matti Linnavuo

Jokapaikan tietotekniikkassa ja läsnä-älyssä käytetään ihmisen elinympäristössä mahdollisesti näkymättömissä olevaa tekniikkaa toimintojen toteuttamiseen. Tähän alaan kuuluu huonetilan proaktiivisuus eli kyky ennakoida käyttäjän tarpeita. Tässä työssä tutkitaan proaktiivista tilaa käyttötarkoituksena erityisesti aivohalvauspotilaiden ja vanhusten kuntous. Projektissa varusteltiin proaktiivisen tilan prototyypihuone, johon toteutettiin esimerkinomaisia toimintoja huoneen idean esittelemiseksi. Prototyypissä on lähikenttäkuvantamiseen perustuva anturilattia, joka kertoo ihmisen sijainnin. Sen perusteella ohjataan tietokoneen avulla huoneen valo ja kuvaa. Prototyypin soveltuvuutta vastaavien esittelyhuoneiden pohjaksi arvioitiin ja todettiin huoneen soveltuvan siihen pääosin hyvin.

Avainsanat: proaktiivinen tila, jokapaikan tietotekniikka, läsnä-äly, valaistuksen ohjaus

Author: Antti Ojapelto

Title: Proactive Space and its Suitability for Copying

Date: 21.5.2010

Language: Finnish

Number of pages: 9+44

Faculty of Electronics, Communications and Automation

Department of Electronics

Professorship: Applied Electronics

Code: S-66

Supervisor: prof. Raimo Sepponen

Instructor: lic.tech. Matti Linnavuo

In ubiquitous and ambient computing technology is used in people's everyday environment to realize functions. This includes proactivity of a room space, or capability to predict needs of the user. In this work proactive space is examined, especially rehabilitation of stroke patients and elderly people in mind. A prototype room was equipped, and example-like functions were realized in order to demonstrate the idea of the room. The prototype has a sensor floor based on near field imaging, which tells the location of a person. Based on the location a computer controls the room lighting and a video projector. The suitability of the prototype to act as a model to subsequent proactive space demonstration rooms was estimated and found to be mainly good.

Keywords: Proactive Space, Ubiquitous Computing, Ambient Computing, Lighting Control

Esipuhe

Tekniikan käyttäminen ihmisten avuksi on minusta ollut aina hienoa. Kännykkä jolla soittaa kaverille, kuulosuojain joka osaa aktiivisesti suodattaa pauketta ja musiikkisoitin, jonka avulla voi nauttia sävelistä tuovat kaikki iloa päivittäiseen elämäämme. Jotkut sovellukset ovat harvempien käytössä, mutta sitäkin oleellisempia. Lääketieteen avuksi on tullut lukemattomia laitteita, joita harvoin itse käyttää, mutta voi olla kiitollinen niiden kehittäjälle jos sellaista sattuu itse tai läheinen tarvitsemaan. Nyt pääsin hiukan tämän alan puolelle, tekemään oman pienen osasen kuntoutustyön eteen. Taival on ollut kivinen, mutta toivottavasti tämä on mukana edistämässä työtä, jonka tuloksena saadaan lisää työkaluja aivoinfarktipotilaiden ja vanhusten kuntoutukseen ja virkistykseen. Ja jos siinä sivutuotteena syntyy jotain iloa tuottavaa meille terveillekin, niin ei sekään haittaisi.

Tahdon kiittää valvojaani, professori Raimo Sepposta, mielenkiintoisesta aiheesta ja siitä, että sain tehdä tämän projektin elektroniikan laitokselle. Ohjaajani Matti Linnavuo ansaitsee kiitoksen suuresta avusta monissa erilaisissa kysymyksissä projektin aikana. Kiitokset myös muulle Elektroniikan laitoksen henkilökunnalle sekä Taik:n ja Elsi Technologiesin väelle avusta. Lisäksi tahdon kiittää Johannaa ja muita läheisiäni kannustuksesta työn kuluessa.

Espoossa 21.5.2010

Antti Ojapelto

Sisältö

Tiivistelmä.....	ii
Abstract	iii
Esipuhe	iv
Sisältö.....	v
Lyhenteet.....	viii
1 Johdanto.....	1
1.1 Aivohalvaus.....	3
1.2 Vanhukset.....	4
1.3 Diplomityön tavoitteet	6
1.4 Diplomityön rakenne	6
2 Muu tutkimus.....	6
2.1 Älykkäät tilat	7
2.2 Aivoinfarktin kuntoutus	8
3 Huoneen vaatimukset	8
3.1 Lähtökohta: valmiina olevat seikat	9
3.2 Paikannusjärjestelmä	10
3.3 Tietokone.....	10
3.4 Valaisimet ja niiden ohjaus	11
3.5 Toiminnot.....	11

4	Toteutus	12
4.1	Ohjaustietokone	12
4.2	Paikannus	12
4.2.1	Elsi-lattia	13
4.2.2	Muita paikannusmahdollisuuksia	16
4.3	Valaisimet ja niiden ohjaus	17
4.3.1	X10	17
4.3.2	Z-Wave	19
4.3.3	DALI.....	19
4.3.4	Ohjaus releillä.....	20
4.3.5	Yleistä DMX512:sta	20
4.3.6	Huoneen prototyypin valaisimet ja niiden ohjaus	23
4.4	Ohjausohjelmisto ja toiminnot	26
4.5	Ääni.....	29
4.6	Ohjeet vastaavien tilojen rakentamiseksi	30
5	Mittaukset	32
6	Tulokset	32
6.1	Valojen syttymisnopeus ja järjestelmän vakaus	32
6.2	Monistettavuuden arviointi	33
6.2.1	Rakentamisen helppous	33

6.2.2	Laitteiden saatavuus.....	34
6.2.3	Huoneen valmiusaste	35
7	Johtopäätökset.....	35
8	Lähdeluettelo	36
	Liite A: Toimintoja ohjaava ohjelma	40

Lyhenteet

A	ampeeri, virran yksikkö SI-järjestelmässä
ANSI	amerikkalainen standardointijärjestö
ASIO	äänen ohjaukseen käytettävä de facto -standardi
CAN	Controller Area Network, tiedonsiirtoväylä
DALI	standardin IEC 62386 mukainen valaistuksen ohjausprotokolla
DIN	saksalainen standardointijärjestö
DMX512	teatteritekniikan ohjausprotokolla
EIA-RS-485	sarjaliikennestandardi
Elsi	tavaramerkki lähikenttäkuvantamisen alalla
Emfit	tavaramerkki anturitekniikan alalla
ESTA	amerikkalainen viihdealan järjestö
GenMon	tutkimusprojekti Arizonan yliopistossa
Hz	hertsi, taajuuden yksikkö SI-järjestelmässä
IEC	sähkötekniikan standardointijärjestö
IEEE	tekniikan alan järjestö
I/O	input/output
ITKU	Tekesin hanke
LASI	Arizonan yliopiston edistyneen pinnanalaisen kuvantamisen laboratorio
LED	hohtodiodi

m	metri, matkan yksikkö SI-järjestelmässä
MIT	Massachusetts Institute of Technology, amerikkalainen yliopisto
Pico	lähikenttäkuvantamisessa käytettävä ohjelmisto
RFID	radiotaajuinen etätunnistus
s	sekunti, ajan yksikkö SI-järjestelmässä
Tekes	Tekes – teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus
USB	Universal Serial Bus, tiedonsiirtoväylä
USITT	amerikkalainen teatteritekniikan järjestö
V	voltti, jännitteen yksikkö SI-järjestelmässä
Wi-Fi	tavaramerkki eräille IEEE 802.11-standardin mukaisille laitteille
Z-Wave	sähkölaitteiden ohjausprotokolla
X10	sähkölaitteiden ohjausprotokolla
XLR	liitin
XML	eräs merkintäkieli

1 Johdanto

Tietotekniikasta monille tulee ensimmäisenä mieleen työpöydällä oleva pöytätietokone tai mukana kulkeva kannettava tietokone. Niistä onkin tullut nyky-yhteiskunnassa merkittäviä, jopa välttämättömiä työkaluja. Lisäksi laitteet ovat tavallisenkin ihmisen päivittäisessä käytössä ja helppo hahmottaa tietotekniikaksi. Toiset saattavat muistaa myös suurien konesalien uumenissa majailevat tehokkaat keskuskoneet ja palvelimet. Ajatus omista tiloista koneita varten juontaa juurensa jo tietotekniikan alkutaipaleille, jolloin kaikki tehokkaammat tietokoneet olivat valtavan kokoisia. Nykyisinkin on järkevää ylläpitää konesaleja, ne ovat mm. tietoliikenteen selkäranka.

Tavallisesti ei tule ajatelleeksi, että tiedonkäsittelyä on jo ympärillämme mitä erilaisimmissa, pienissäkin laitteissa. Rannekello, televisio, kylpyhuoneen vaaka ja mikroaaltouuni voivat sisältävät nykyään useimmiten prosessorin tai useitakin. Kännykän mieltääkin nykyään jo lähes tietokoneeksi. Nämä sulautetut järjestelmät ovat tärkeä osa elämäämme, osittain huomaamattamme. Monesti laitteet tekevät itsenäisesti omaa tehtäväänsä eivätkä ne osaa muodostaa saumattomia kokonaisuuksia, ihmisen täytyy itse korvata tämä puute, vaikkapa kirjata kylpyhuoneen vaa'an lukema tietokoneella olevaan painontarkkailutaulukkoon.

Edellisissä esimerkeissä tietotekniikka yhdistetään joko yksittäisiin laitteisiin, tai sitten tietotekniikan ehdoilla rakennettuihin konesaleihin. Ajatus siitä, että kotien ja julkisten rakennusten huonetilat ovat ihmisiä varten ja tietotekniikkaa voi käyttää näkymättömästäkin, voi edelleen olla monelle vieras. Pikku hiljaa tämäkin ajatus kuitenkin etenee: esimerkkinä vaikkapa kotiautomaatiojärjestelmät. Koteihin asennetaan jatkuvasti järjestelmiä, joissa samalla järjestelmällä ohjataan valaistusta, lämmitystä ja ilmastointia. Järjestelmät ovat tosin vielä sen verran tuore ilmiö, että ne mielletään lähinnä Pelle Peloton-henkisten talonrakentajien valinnaksi. Osasyys saattaa olla, että konservatiivinen rakennusala on vaikeuksissa uusien, näin monimutkaisten laitteistojen kanssa. Jo niiden asennuksessa on monia ongelmia, ja usein järjestelmistä ei saada kuin murto-osa niiden mahdollisesta hyödystä käyttöön. (Marttila S. , 2009)

Perinteisiä talon toimintoja pidemmälle menevien asioiden tekeminen ihmisen jokapäiväisessä elinympäristössä tietotekniikan avulla on ollut viime vuosina kasvava tutkimuksen aihe. Tässä ns. jokapaikan tietotekniikassa on eräänä tavoitteena ollut tekniikan voimakas käyttäminen ihmisen jokapäiväisessä elinympäristössä, mutta näkymättömiin piilotettuna (Satyanarayanan, 2001). Olennaista ei olisikaan jonkin toiminnon tuottava yksittäinen laite, vaan ihmisen palveleminen elintilalla, jossa on erilaisia älykkäitä toimintoja.

Tämä diplomityö liittyy ajatukseen älykkästä huoneesta, joka on varusteltu ja säädetty toteuttamaan ihmistä palvelevia toimintoja. Sen sijaan, että keskityttäisiin tekemään yksittäinen laite, voi toiminnot hajauttaa ympäri huonetta. Vaikka tekniikka on hajautettua, se on silti suunniteltu toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Tekniikka on myös käyttäjän näkymättömissä: käyttäjälle olennaista on toiminta, ei sen takana oleva tekniikka.

Erilaisissa ratkaisuissa käyttäjä voi ohjata toimintoja useilla eri menetelmillä. Tietotekniikan ja talotekniikan yhteydessä on perinteisesti käytetty painonappeja ja kytkimiä, tarvittaessa näppäimistöjä, joskus hiirtä ja peliohjainta. Tässä tutkimuksessa on pääasiallisimpana ohjaustapana ihmisen sijainti ja liike huoneessa. Älyhuone voi ennakoita ihmisen tarpeita: se voi vaikkapa sytyttää valoja sitä mukaa kuin huoneessa liikkuu ihmisiä. Työpöydän päälle voi syttyä kirkas kohdevalaisin kun vain istuu pöydän ääreen. Tällainen ennakoiva huone on nimetty proaktiiviseksi tilaksi.

Älykkäillä tiloilla voi toteuttaa erilaisia jokapäiväistä elämää helpottavia asioita. Sillä voi myös vastata erikoistuneempien alojen tarpeisiin. Tässä tutkimuksessa on kehitetty proaktiivista tilaa erityisesti terveydenhuollon sovellusten kannalta. Proaktiivinen tila saattaa sopia hyvin aivoinfarktipotilaiden ja vanhusten kuntoutukseen. Kuntoutukseen voi kuulua vaikkapa pelit, joita ohjataan liikkumalla huoneen sisällä. Lisäksi voi olla muita liikkumista ja havainnointia tukevia toimintoja. Kuntoutustarpeita on pidetty tämän tutkimuksen tärkeimpänä käyttökohteena, mutta mahdollisuus muunlaiseen käyttöön on myös otettu huomioon suunnittelussa.

Valaistuksen ohjaus mainittiin omana sovelluskohteenaan ja valokeiloja voi myös hyödyntää kuntoutussovelluksissa. Valaistuksen ohjaus voi tuntua itsestään selvältä aiheelta. Valojen sytyttäminen automaattisesti ihmisen tullessa paikalle on jo laajalti käytössä. Osassa kohteita se jopa toimii kohtuullisen hyvin. Yleensä käytetään tiettyyn paikkaan sijoitettua liiketunnistinta, jossa anturi aistii infrapunasäteilyä. Tavallisesti tunnistin pystyy vain toteamaan, onko anturin havaintoalueella ihmistä. Valitettavan usein anturi käytännössä huomaa vain liikkuvat kohteet. Paikannustarkkuus on tyypillisesti huono, metreistä kymmeneen metriin, ja näin ollen ohjatut toiminnotkin täytyy mitoittaa hyvin ylimalkaisiksi, kuten valojen sytyttäminen laajalle alueelle, vaikkapa kokonaiseen käytävään. Lisäksi järjestelmät ovat yleensä erillisiä, valojen ohjaukseen käytettävää tietoa ei käytetä vaikkapa kulunvalvontaan. Kuntoutussovelluksissa ja älykkäissä huoneissa muutenkin kaivataan tarkempaa paikannusta ja lisäksi huoneen tekniikan pitäisi pystyä toimimaan kokonaisvaltaisemmin.

1.1 Aivohalvaus

Aivohalvaus on aivojen verenkierron häiriö, jossa veren virtaus johonkin aivojen osaan estyy. Hapen puutteesta seuraa melko nopeasti kudosvaurioita.

Aivohalvauksen voi aiheuttaa tukos verisuonessa eli aivoinfarkti, näitä on aivohalvauksista noin 85 %. Hiukan harvemmin syynä on aivovaltimon verenvuoto, näitä on noin 15 % aivohalvauksista. (Marttila J. , 2009)

Aivohalvauksen oireet riippuvat vaurioituneesta alueesta. Ne voivat olla mm. heikkoutta, halvaantumista, näköhäiriöitä, puhe- ja nielemisvaikeuksia tai koordinaatiovaikeuksia. (Marttila J. , 2009) Useille jää pysyviä vaurioita. Kyse ei ole aivan marginaalisesta ongelmasta: Suomessa aivoinfarktin tai aivoverenvuodon saa vuosittain 14 000 henkeä. Näistä 10 000 saa sen ensimmäistä kertaa. Erilaiset aivoverenkierron häiriöt ovat Suomessa ja muissa länsimaissa kolmanneksi yleisin kuolinsyy, edelle menevät sepelvaltimotauti ja syövät. Aivoinfarktin vuoksi myös menetetään laatu-painotteisia elinvuosia enemmän kuin minkään muun sairauden takia. (Duodecim, 2006)

Aivohalvausta voidaan myös kuntouttaa. Yhdeksi tärkeimmistä hoidon onnistumisen tekijöistä on mainittu kuntoutustarpeen arviointi kaikille potilaille ja kuntoutukseen soveltuville potilaille annettu kuntoutus moniammatillisessa kuntoutukseen erikoistuneessa yksikössä. (Duodecim, 2006) Mahdollisuudet kuntoutukselle ovat hyvät: vuoden kuluttua aivoinfarktikohdauksesta elossa olevista 53 - 68 % oli toipunut niin, että pystyi toimimaan itsenäisesti päivittäisissä toimissaan (Sivenius, 1982). Kuntoutuksen tarpeessa olevia aivohalvauspotilaita on tällä hetkellä noin 30 000, joten pienikin edistysaskel kuntoutustoiminnassa voi auttaa monia. (Aivohalvaus- ja dysfasialiitto ry, 2009)

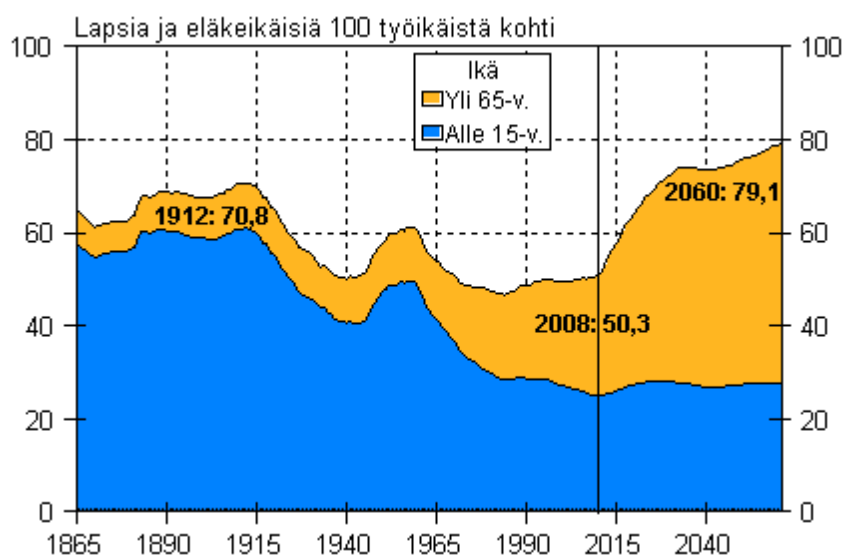
Tutkimuspanostusten perusteena voi käyttää myös kansantaloudellisia näkökohtia. Aivohalvauspotilaiden parempi kuntoutus voi tuoda merkittäviäkin säästöjä: Sairastuneista joka neljäs on työikäinen ja heistä lähes kolmasosa, noin 850 henkeä, jää vuosittain työkyvyttömyyseläkkeelle (Aivohalvaus- ja dysfasialiitto ry, 2009). Jo työkyvyttömyys aiheuttaa suuria kustannuksia kansantaloudelle. Vertailun vuoksi työtapaturmien yhteydessä työkyvyttömyyseläkkeelle jääneen kustannukseksi on arvioitu 168 000 euroa (Tapaturma- ja sairauskustannukset, 2009) Eräs kuntoutusmenetelmä on häiriintyneen toiminnon suora harjoittaminen. Motoriikkaa kehitetään fysioterapialla ja kognitiivisia häiriöitä kuntoutetaan neuropsykologisin menetelmin. Erityisesti ihmisen visuospatiaalisia toimintoja, eli toimintoja joissa näköhavainto yhdistetään avaruudelliseen tilaan (Varsinais-Suomen Sairaanhoidopiiri, 2010), voi olla hyötyä kuntouttaa sekä pian kohtauksen jälkeen että myös jatkaa yli vuoden kohtauksen jälkeen. (Duodecim, 2006)

Proaktiivisen tilaan voi liittää toimintoja, jossa valaisimilla tai näyttöruudulla esitettyihin visuaalisiin ärsykkeisiin odotetaan kuntoutujalta tiettyä liikettä tai reagointia. Näistä saatetaan saada hyviäkin työkaluja sekä visuospatiaalisten toimintojen että liikkumiskyvyn kuntouttamiseen.

1.2 Vanhukset

Vanhusten osuus Suomen väestöstä kasvaa jatkuvasti. Tilastokeskuksen mukaan nykyisin yli 65-vuotiaiden osuus Suomen väestöstä on noin 17 prosenttia. Osuuden arvioidaan väestöennusteen mukaan kasvavan 27 prosenttiin vuoteen 2040 mennessä, jos nykyisenlainen kehitys jatkuu. Vuonna 2060 jo 29 prosenttia väestöstä olisi 65 vuotta täyttäneitä. (Tilastokeskus, 2009)

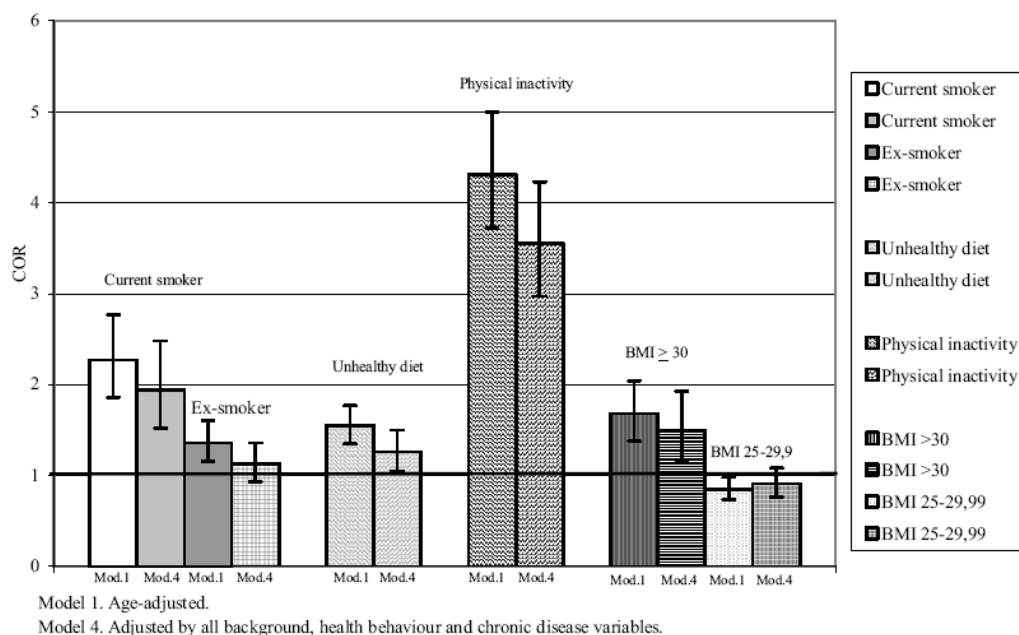
Väestökeskuksen väestöennuste ennakoii myös väliluvun kasvavan. Siten vanhusten absoluuttinen määrä nousee vielä suhteellista osuutta rajummin. Nykyisin 65 vuotta täyttäneitä on noin 905 000 henkeä. Vuonna 2060 yli 65-vuotiaita olisi ennusteen mukaan jo 1,79 miljoonaa. Tämä näkyy myös huoltosuhteessa: lasten ja eläkeläisten määrä sataa työkäistä kohden oli vuoden 2008 lopussa 50,3. Vuonna 2060 huoltosuhteeksi olisi ennusteen mukaan jo 79,1. (Tilastokeskus, 2009) Huoltosuhdetta on esitelty kuvassa 1.



Kuva 1. Suomen väestöllinen huoltosuhte 1865-2060. (Tilastokeskus, 2009)

Vanhusväestön määrän lisääntyminen luonnollisesti johtaa siihen, että terveydenhuoltoa tarvitaan entistä enemmän. Samaan aikaan huoltosuhteen huononeminen aiheuttaa vaikeuksia rahoittaa kasvavat terveydenhoitomenot. Tämän vuoksi on tärkeää etsiä keinoja, joilla terveydenhuollon toimintaa tehostetaan, jotta ainakin tärkeimmät palvelut voidaan tarjota. Tehostamiseen voi kuulua esimerkiksi uusia hoitokeinoja. Erityisen hyödyllistä olisi lisätä ihmisten terveyttä. Silloin tarve terveydenhuollon palveluille olisi pienempi ja rajalliset resurssit riittäisivät paremmin. Lisäksi terveys jo sinällään vaikuttaa elämänlaatuun. Proaktiivinen tila voi sopia myös vanhusten ennaltaehkäisevään hoitoon ja virkistykseen.

Toimintojen ohjaaminen liikkumalla pitkin poikin huonetta tuo oman lisänsä vanhuksen päivittäiseen liikuntaan. Liikkuminen on tärkeää myös vanhuksilla. Tutkittaessa vanhusten toimintakyvyn alenemista huomattiin liikunnan puutteen olevan tutkituista tekijöistä merkittävin (Kuva 2) (Sulander, 2005, s. 50). Fyysisen aktiivisuuden edistämisen lisäksi voi harjoittaa myös henkistä aktiivisuutta. Proaktiiviseen tilaan voi toteuttaa muistipelejä, ja tila voi sopia myös muuten virkistäytymiseen.



Kuva 2. Yhteys terveystietäytymisen ja toimintakyvyn välillä miehillä. (Sulander, 2005)

Terveyden ylläpitoon soveltuvaan tekniikkaan on myös Suomessa kiinnostusta. Elektroniikan laitos on ollut mukana Tekesin ITKU-projektissa, joka tähtää ennaltaehkäisevän ja omaehtoisen terveyden edistämisen kehittämiseen. Projektin yhteydessä on kehitetty niin vanhusten kuin työikäisten terveyttä seuraavia järjestelmiä. ITKU-projektista on saatu rahoitusta myös tätä diplomityötä varten.

1.3 Diplomityön tavoitteet

Tätä diplomityötä varten tehtiin proaktiivisen tilan toimiva esittelyversio, jolla voidaan havainnollistaa proaktiivisen tilan käyttömahdollisuuksia, painottaen erityisesti käyttöä aivoinfarktipotilaiden ja vanhusten kuntoutukseen. Esittelyversiota toimii myös jatkokehittelyn, kuten varsinaisten kuntoutussovellusten teon, pohjana. Lisäksi diplomityössä arvioidaan esittelyversion ja suunnitelmien monistettavuutta eli soveltuvuutta uusien vastaavien huoneiden malliksi.

1.4 Diplomityön rakenne

Diplomityö on jaettu 7 lukuun. Johdannossa kerrotaan proaktiivisen tilan ideasta, sekä taustaa aivoinfarktista ja vanhuksista. Toisessa luvussa esitellään aiempaa tutkimusta älykkäistä huoneista ja aivoinfarktin kuntoutuksesta. Luvussa kolme määritellään vaatimukset työssä rakennettavalle esittelyversiolle. Luvussa neljä vertaillaan vaihtoehtoisia toteutustapoja huoneen tekniikalle ja esitellään huoneen rakenne ja valitut ratkaisut. Luvussa 5 esitellään huoneelle tehdyt mittaukset ja kokeet. Huoneen toimintaa ja sen monistettavuutta arvioidaan kuudennessa luvussa, ja lopuksi seitsemännessä luvussa pohditaan tulosten merkitystä ja annetaan kehitysehdotuksia sekä suosituksia myöhemmälle tutkimukselle.

2 Muu tutkimus

Proaktiivinen tila liittyy moneen alaan. Tietotekniikan alalla on tutkittu älykkäitä tiloja ja huoneita, ja huone sivuaa myös jokapaikan tietotekniikkaa (engl. Ubiquitous Computing) ja läsnä-älyä (engl. Ambient Computing). Lisäksi suunniteltu käyttötarkoitus kuntoutukseen tuo mukanaan lääketieteen ja terveystieteiden tutkimuksen. Tässä luvussa tarkastellaan ensin älykkäisiin tiloihin liittyvää tutkimusta. Lisäksi todetaan esimerkkien avulla, että aivoinfarktipotilaiden kuntoutukseen tarvitaan välineitä ja niitä myös kehitetään.

2.1 Älykkäät tilat

Erilaisia liikkeen avulla huonetilassa toimivia sovelluksia on tutkittu mm. Massachusetts Institute of Technologyssä. Heidän Media Laboratory Perceptual Computing Section on rakentanut erityisesti konenäköön pohjautuvia sovelluksia. Näissä älyhuoneeksi (engl. Smart Room) kutsutuissa sovelluksissa kuvataan kameralla ihmistä ja tunnistetaan hänen raajojensa ja vartalon liikkeitä. Osassa sovelluksista käytettiin myös mikrofoneja äänen havaitsemiseen, huoneita jopa ohjattiin äänellä. Sen sijaan julkaistuissa tutkimuksissa ei tullut esiin, että varsinaisesti henkilön sijaintia huoneessa käytettäisiin ohjaamaan sovelluksia, päinvastoin, henkilön täytyi olla kameran kuvaamalla alueella jotta sovellus ylipäätään toimisi. Liikkeiden avulla ohjattavat ohjelmat ovat olleet erityisesti virtuaalitodellisuudessa liikkumista, kuvaruudulla näkyvien hahmojen ohjausta, tai myös epämääräisempiin graafisiin kokonaisuuksiin vaikuttamista. (Wren, Azarbayejani, Darrell & Pentland, 1997, Wren, ym., 1997)

MIT:ssä on käynnissä myös Oxygen-projekti, jonka puitteissa on tutkittu myös hiukan samanlaisia asioita. Projektin tavoitekuvauksissa tietotekniikka sulautuu ihmisen elämään ja ympäristöön, niin että se on saatavilla kuin ilma jota hengitämme. Tähän kuuluu myös huonetilojen älykkyyttä. Käytännössä kuitenkin tähän mennessä rakennetut sovellukset ovat olleet enimmäkseen mukana pidettäviä laitteita. Projektin puitteissa on kuitenkin tehty myös älykäs huone (engl. Intelligent Room), jonka toiminnot palvelevat erityisesti kokouksien pitoa ja muutakin toimistoympäristön ja työelämän tiedonkulkua. Projekti on näissä huoneissa pyrkinyt siihen, että huoneen toiminnot liittyisivät ihmisen sen hetkiseen kokonaisvaltaisempaan käyttäytymistilaa sen sijaan, että tietty yksittäinen asia tuottaisi aina tietynlaisen toiminnon (Kulkarni, 2002). Nämä huoneet aistivat ihmistä kameroilla ja konenäöllä sekä myös vastaanottavat puhuttuja käskyjä. (MIT)

Carnegie Mellon Universityssä on Aura-projektissa ollut lähtökohtana ihmisen rajallinen huomio- ja keskittymiskyky. Siksi siellä on kehitetty tietotekniikkaa, joka ei häiritse ihmistä hänen toimissaan. (Carnegie Mellon University, 2002) Samassa yhteydessä on myös eritelty toiveita, joita hyvässä älykkäässä tilassa olisi. Eräänä piirteenä mainitaan proaktiivisuus, jolla tässä yhteydessä on tarkoitettu kykyä ennakoita tulevia tapahtumia. (Satyanarayanan, 2001)

Älykkäitä tiloja on tutkittu myös Kalifornian yliopiston Berkeleyyn yksikön Endeavour-projektissa. Siinä yhteydessä on kehitetty lähinnä tietokoneiden välistä toimintaa ja tietokoneen kuvaruudulla olevaa käyttöliittymää. (Hodes & Katz, 1998)

2.2 Aivoinfarktin kuntoutus

Merja Reunanen on tutkinut Jyväskylän yliopiston lisensiaatintyössään fysioterapeuttien työn muuttumista aivoverenkiertohäiriöiden, johon myös aivoinfarkti kuuluu, kuntoutuksessa. Tutkimuksen aikaan oli tutkitussa Itä-Savon sairaanhoitopiirissä meneillään aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksen laadun kehittämisprojekti. Yhtenä kuntoutuksen perusmenetelmistä mainittiin motorisen uudelleenoppimisen ohjelma. 90-luvulta lähtien on ollut vallalla potilaan aktiivisempi rooli kuntoutustyössä, johon kuuluu tehtäväkeskeinen lähestymistapa monipuolisine tehtävineen ja palautteineen. Tutkimuksessa ilmeni, että fysioterapian toimintatavat ovat kehittyneet, mutta erityisesti käytetyissä välineissä kehitys on ollut vähäistä. Yhtenä keskeisimpänä työmuotona todettiin olevan toiminnallinen harjoittelu eli potilaan arkeen kytkeytyvä harjoittelu, mutta sitä hättäsivät tilojen ja harjoitusvälineiden sopimattomuus. (Reunanen, 2003) Reunasen tutkimuksesta voi päätellä, että kuntoutusvälineiden kehitystyöhön on tarvetta.

Robotin käyttöä yläraajojen kuntouttamisessa aivoverenkiertohäiriöpotilailla on kartoitettu Kati Nykäsen pro gradu –työssä. Perusideana on liikuttaa aivoverenkiertohäiriön halvaannuttamaa kättä robotin avulla. Kehitystyötä on tehty USA:ssa 90-luvun lopulta alkaen ja pitkin 2000-lukua USA:ssa ja Euroopassa. Harjoittelusta on hyötyä etenkin akuutin vaiheen potilailla. (Nykänen, 2010) Erilaisia kuntoutuksen menetelmiä siis kehitetään jatkuvasti.

3 Huoneen vaatimukset

Tässä luvussa esitellään huoneelle asetettuja tavoitteita ja vaatimuksia. Ensin käsitellään huonekokonaisuuden tärkeimpiä ominaisuuksia ja sen jälkeen tehdään tarkemmat vaatimukset käytettäville laitteille.

Rakennettavan proaktiivisen tilan esittelyversion on annettava vierailijalle kuva proaktiivisen tilan käyttömahdollisuuksista erityisesti kuntoutustoiminnassa. Huoneen pitäisi pystyä myös tuomaan esille tällaisen huoneen ominaispiirteitä. Huoneen tulisi voida toimia myös pohjana jatkokehitykselle, kuten potilaskäyttöön tarkoitettujen kuntoutussovellusten teolle yhdessä kuntoutuksen ammattilaisten kanssa.

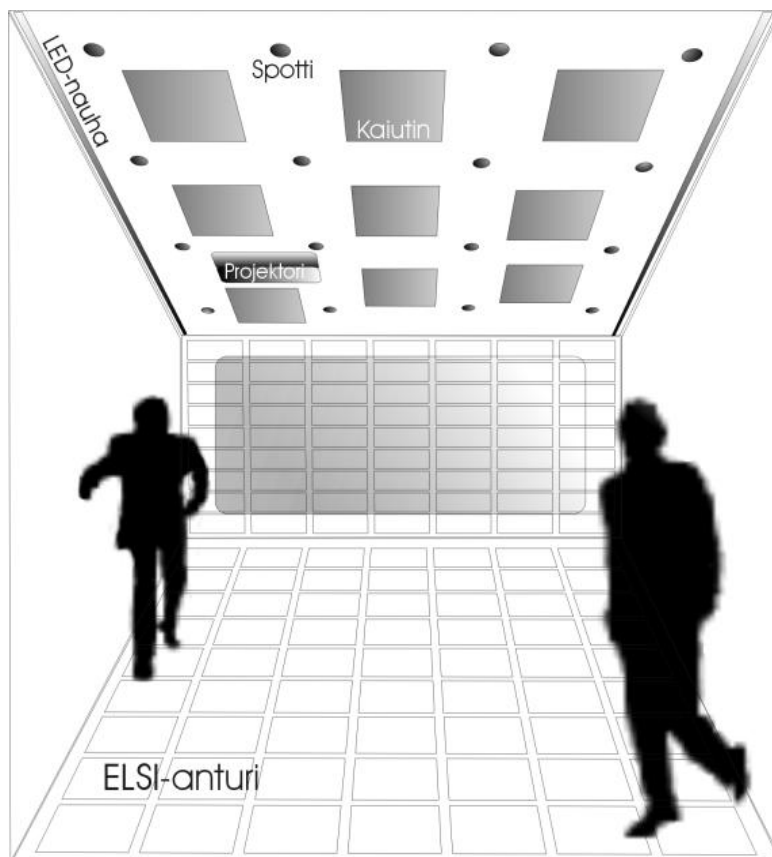
Huoneen prototyyppi koottiin valmiiksi rakennettuun tilaan. Huoneen ulkoasu oli valmiiksi suunniteltu, lisäksi huoneeseen oli asennettu joitain laitteita. Jotta moninkertaiselta työltä vältytään, prototyypissä pitäisi pyrkiä hyödyntämään huoneessa olemassa olevia ratkaisuja ja asennuksia niin paljon kuin on järkevää.

Huoneen tulee sopia käytettäväksi mallina uusille vastaaville huoneille. Tätä monistettavuutta myös arvioidaan tässä diplomityössä. Sen suunnittelun yhteydessä tulee tehdä hankinta- ja rakennusohjeita, joitten avulla vastaavia huoneita rakennetaan. Suunnitelmiin tulee jättää tarpeellinen liikkumavara, jotta tapauskohtaisesti voidaan valita rakennuspaikan ja huoneen erityistarkoituksen vaatimat ratkaisut. Valittujen ratkaisuiden ja tehtyjen ohjeiden tulee erityisesti ottaa huomioon kuntoutustarpeiden kansainvälisyys, myöhempien huoneiden tulisi olla rakennettavissa eri maihin. Monistettavuuden vuoksi myös laitteiden ja tarpeiden hankintakustannuksiin tulee kiinnittää huomiota, monia huoneita rakennettaessa hintaerot kertautuvat.

3.1 Lähtökohta: valmiina olevat seikat

Proaktiivinen tila, jonka ideaa on hahmoteltu kuvassa 3, oli jo valmiiksi rakennettu Aalto-yliopiston Taideteollisen korkeakoulun tiloihin. Huone on kevyillä väliseinillä kolmelta sivulta rajoitettu 3,5 m pitkä ja 5,5 m leveä tila. Yksi sivu on avoin, joten tila ikään kuin avautuu muuhun huonetilaan. Ylhäällä tilaa rajoittaa metallilankaristikko, joka roikkuu metallitankojen varassa ylempänä olevasta välikatosta. Henkilön tai henkilöiden sijainti selvitetään lattian alla sijaitsevilla antureilla. Kattoristikoon on asennettu yhdeksän halogeenivalaisinta, joita käytetään efektien luomiseen. Huoneen toimintoja ohjataan kannettavalla tietokoneella. Videoprojektorilla voidaan heijastaa kuvaa yhdelle seinälle. Tälle seinälle on myös asennetty samaa anturia kuin huoneen lattiassa. Tämä anturi havaitsee vaikkapa seinän lähelle viedyn käden. Huoneen katossa on myös kuusi suuntaavaa kaiutinta, sekä oma vahvistin kullekin kaiuttimelle.

Diplomityön alkaessa itse huone oli jo sisustettu valmiiksi ja testattu siinä joitain ratkaisuja. Ulkoasun ovat suunnitelleet Taideteollisen korkeakoulun opiskelijat. Lisäksi huoneeseen tulevia toimintoja oli ideoitu Teknillisen korkeakoulun ja Taideteollisuuden korkeakoulun opiskelijoiden yhteisen kurssin harjoitustöinä. Eräs tällainen idea oli älykuutio: siinä tieto päälle näkyvästä tahkosta välittyy huoneen järjestelmälle, joka osaa vaikkapa valaista työpöytäkäytössä olevan kuution. Huoneeseen oli myös rakennettu koekappale tällaisesta kuutiosta.



Kuva 3 Proaktiivisen tilan periaate

3.2 Paikannusjärjestelmä

Huoneessa tulee olla paikannusjärjestelmä, jolla havaitaan ihmisen paikka huoneen sisällä. Tilaan oli jo ennestään asennettu Elsi-lattia, joten sitä pyritään, jos mahdollista, käyttämään. Myös järjestelmään kuuluvat mittauslaitteet ja mittausta ohjaava tietokone sekä ohjelmisto ovat huoneessa valmiina, mutta näitä voi tarvittaessa vaihtaa ja muuttaa. Paikantamisen tulee toimia sulavasti kävellessä rauhallista, n. 0,75 m/s nopeutta.

3.3 Tietokone

Huoneeseen kuuluu tietokone tai tietokoneita, joilla ohjataan toimintoja. Ohjausta tarvitsevat ainakin henkilöiden paikannus, valojen ohjaus ja videoprojektori. Tietokoneelle hankitaan tai tehdään tarvittavat ohjelmat ja ohjelmistot.

Huoneessa oli jo valmiina paikannusjärjestelmän mittausta suorittava tietokone. Tietokoneen voi vaihtaa toiseen, jos näyttää tarpeelliselta.

3.4 Valaisimet ja niiden ohjaus

Projektiin on saatu yhteistyökumppanilta halogeenivalaisimia. Näille oli jo valmiiksi suunniteltu ja rakennettu kiinnitykset tilan yläpuolella olevaan metalliristikoon, ja asennettu 12 valaisinta. Valaisimien valokeila on melko kapea. Diplomityössä etsitään keino ohjata näitä tai perustellusta syystä muiksi vaihdettuja valaisimia tietokoneella, sisältäen tarvittavat laitteet ja ohjelmat. Ohjausjärjestelmän tulisi kyetä sytyttämään ja sammuttamaan valot riittävän pienellä viiveellä siten, että valokeilan paikka huoneessa vaihtuu sulavan näköisesti. Lisäksi tulisi pyrkiä siihen, että valoja voi tarvittaessa himmentää portaattomasti tai lähes portaattomasti.

Valojen ohjausjärjestelmän laitteita tulisi olla saatavana myös eri maihin tarkoitettuina versioina. Laitteiden tulee olla helposti asennettavia.

3.5 Toiminnot

Esittelyversioon toteutetaan sellaisia toimintoja, joilla esittelykäytössä voidaan kuvailla huoneen mahdollisuuksia. Tällaisia toimintoja voivat olla kattovalaisimia käyttävät sovellukset:

- valo seuraa kulkijaa
- mene valon luokse
- valo kuution päällä
- rauhoittava yleisvalaistus

Valo seuraa kulkijaa –toiminto on tehty osoittamaan, että huoneen paikannusjärjestelmä toimii, ja että sen tuottaman tiedon perusteella voi ohjata valoja. Toiminnossa syttyy valokeila ihmisen kohdalle tai lähelle, valaisinten sijoitustiheyden rajoissa, hänen kulkiessaan huoneessa. Toiminnon olisi hyvä toimia myös useammalle henkilölle samaan aikaan, jotta huomataan järjestelmän mahdollisuus paikantaa useita ihmisiä.

Mene valon luokse –toiminto kuvaa huoneen käyttämistä liikkumista aktivoivaan toimintaan. Siinä valokeila syttyy satunnaiselta vaikuttavaan paikkaan huoneessa. Kun henkilö on kulkenut valokeilan kohdalle, siirtyy valokeila seuraavaan kohtaan jonne tulisi taas siirtyä. Tarkkaa toiminnallisuutta voi myös kehittää tästä tarpeen mukaan.

Älykuution mahdollisuuksia esittelee valo kuution päällä –toiminto. Valmiiksi rakennetun älykuution tietyn tahko päällimmäisenä olo aiheuttaa valokeilan syttymisen lähimpään kattovalaisimeen. Tämä toiminto esittelee huoneen mahdollisuutta tunnistaa älykuution asento ja sijainti ja sovelluskohteena työpöydän, jolle tarvitaan lisävalaistusta.

Rauhoittava yleisvalaistus saadaan, kun kaikki kattovalaisimet on himmennetty tuottamaan vain hiukan valoa. Tällä esitellään huoneen mahdollisuutta säätää valojen kirkkautta.

Kattovalaisinten lisäksi toimintoihin voi kuulua ääni- tai kuvaefektejä ja näillä voi toteuttaa myös muita toimintoja.

4 Toteutus

Diplomityössä vertailtiin ja kokeiltiin erilaisia toteutustapoja. Pääosin käytettiin olemassa olevia rakenteita ja ulkoasua, suurimmat muutokset tulivat tietokoneeseen, näkymättömissä oleviin laitteisiin ja huoneen toimintaan. Seuraavassa esitellään tarkemmin huoneen osia ja niiden toteutusta sekä myös tarvittaessa vertaillaan erilaisia vaihtoehtoisia toteutustapoja. Viimeiseksi kootaan ohjeet laitehankintoihin ja rakentamiseen.

4.1 Ohjaustietokone

Huoneen sydämenä on toimintoja ohjaava tietokone. Itse tietokone oli valmiina diplomityön alkaessa. Tietokoneessa on kaksi USB-liitäntää, jotka riittävät juuri sopivasti CAN-sovittimelle ja DMX512-ohjaimelle. Tarvittaessa useampia laitteita otetaan käyttöön USB-jakaja. Tietokoneella ajetaan paikannusantureiden tarvitsemia ohjelmia. Lisäksi laadittiin toimintoja ohjaava ohjelma, josta kerrotaan enemmän erillisessä luvussa.

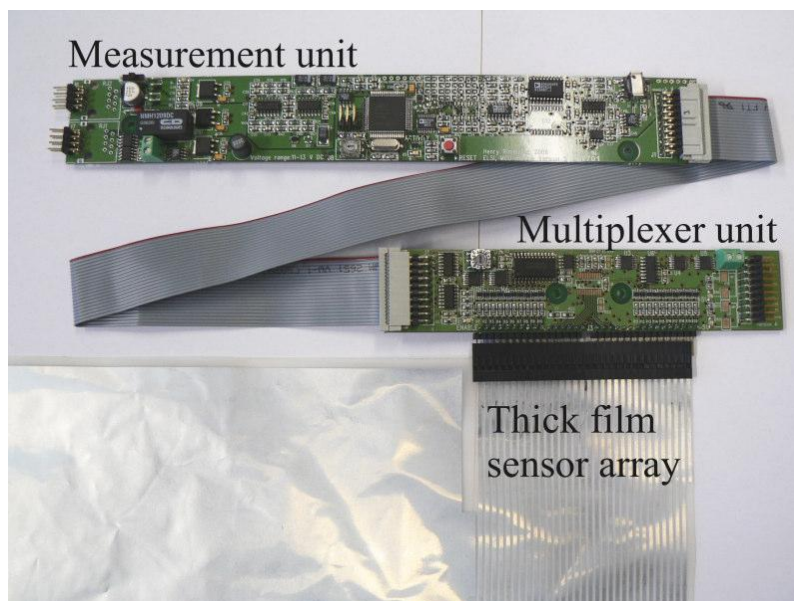
4.2 Paikannus

Tärkein seikka, johon huoneen toiminnot perustuvat, on henkilön tai henkilöiden paikka huoneessa. Siksi paikannuksen tekniikkaan tulee kiinnittää huomiota. Elsi-lattia oli jo valmiiksi asennettu huoneeseen, joten se oli luonnollinen valinta. Esittelen tässä Elsi-lattian lisäksi lyhyesti myös muita vaihtoehtoja.

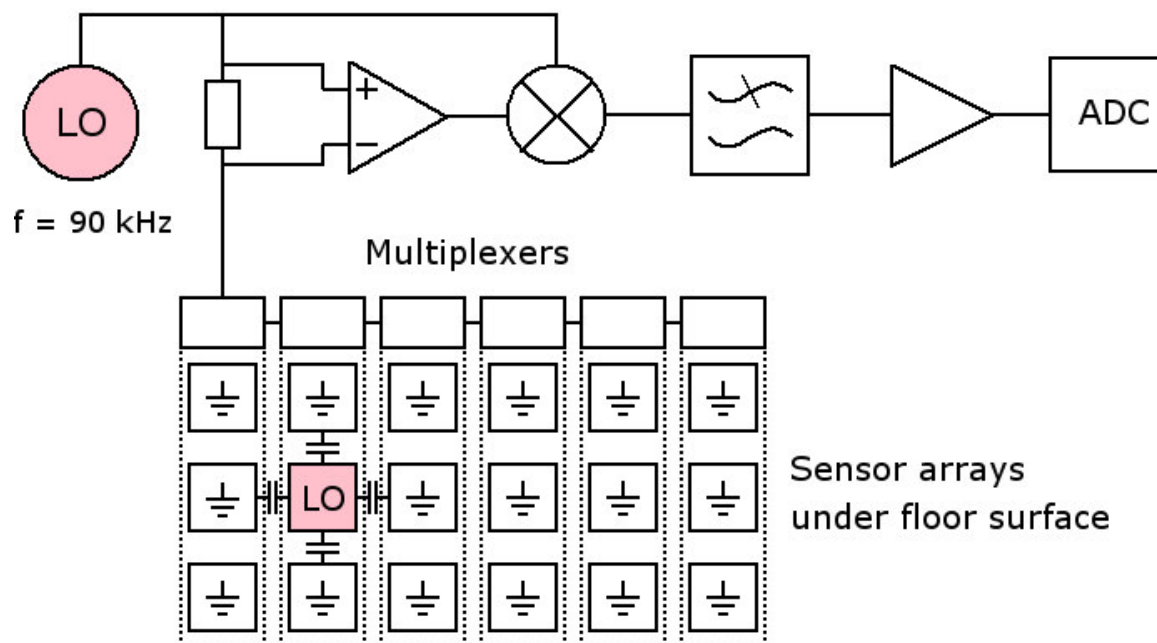
4.2.1 Elsi-lattia

Huoneessa olevien henkilöiden paikantamiseen käytettiin elektroniikan laitoksen oman tutkimustyön tulosta, Elsi-lattiaa. Elsi-lyhenne tulee sanoista Electronic Sensor with Intelligence (Rimminen, 2006). Elsi-lattia perustuu lähikenttäkuvantamiseen. Järjestelmä on nykyään kaupallisesti saatavana ja sitä hyödynnetään mm. vanhusten turvana palvelutaloissa (Elsi Technologies).

Elsi-lattiaan kuuluu lattiapinnan alle asennetut Elsi-anturiliuskat. Nämä ovat noin 160 µm paksuja muoviliuskoja, joissa on painotekniikalla valmistettuja n. 300 mm x 300 mm suuruisia metalliruutuja. Mittauksessa yhteen ruutuun, jota kutsutaan ensiöruuduksi, syötetään radiotaajuista kantoaaltoa ja muut ruudut, toisioruudut, ovat maadoitetut ja toimivat signaalin paluutienä. Signaalin impedanssi riippuu kytkeytymisen voimakkuudesta: jos ensiöruudun päällä on ihminen tai muu matalaimpedanssinen objekti on kytkeytyminen voimakkaampaa. Mittaamalla impedanssia vuorotellen eri ruuduista saadaan selville ihmisen tai esineen paikka. Mittausjärjestelyn lohko-kaavio on kuvassa 4. Mittausta varten on kehitetty omat laitteet: mittausyksikkö tuottaa mittaussignaalin ja mittaa impedanssin, multiplekseryksikkö jakaa mittauksen maksimissaan 20 ruutuun. Kuhunkin mittausyksikköön voi liittää 16 multiplekseryksikköä. Kuvassa 4 näkyy mittausyksikkö kytkettynä yhteen multiplekseryksikköön. Tämä elektroninen laitteisto on sijoitettu lattian rajassa olevan listan sisään. (Rimminen H. , Kapasitiivisen anturin elektroniikka, 2006) (Rimminen;Linnavuo;& Sepponen, 2008)



Kuva 4. Elsi-järjestelmän mittauslaitteistoa (Rimminen;Linnavuo;& Sepponen, 2008)



Kuva 5. Elsi-lattiassa käytetyn lähikenttäkuvantamisen mittauksen lohkoavaio (Rimminen;Linnavuo;& Sepponen, 2008)

Tässä prototyypissä käytettiin Elsi-versiota 5.0. (Rimminen, 2009) Mittausyksikkö on kytketty CAN-väylän avulla Kvaser CAN-USB-sovittimeen, joka on liitetty huonetta ohjaavaan tietokoneeseen. Tällä tietokoneella ajetaan myös Pico-ohjelmistoa, joka ohjaa mittauksia. Ohjelmisto myös laskee mittaustulosten perusteella oletettujen kohteiden, kuten ihmisten ja esineiden, koordinaattitiedot. Pico-ohjelma on varautunut ohjelmiston laajennukseen, sillä koordinaatteja voi käyttää myös ohjelmiston ulkopuolella. Ohjelmisto kirjoittaa jatkuvasti koordinaattiarvot XML-sivun uudeksi tietueeksi. Pico-ohjelmisto on tehty Python-kielillä, joten sitä voi muokata myös omiin tarkoituksiin. Kehittämistä haittaa kuitenkin dokumentoinnin puutteellisuus.

Prototyypissä pystyttiin käyttämään pääosin valmista Pico-ohjelmistoa. Muutoksia tehtiin osaan, joka välittää koordinaattitiedot muille ohjelmille. Huoneen toimintoja ohjaava ohjelma ei pysty lukemaan hiukan epästandardia muuttuvaa xml-sivua, joten tarvittiin jokin muu keino. Tässä päädyttiin kirjoittamaan koordinaatit tiedostoon, josta niitä voidaan helposti lukea. Muutokset teimme yhdessä Elsi Technologiesin ohjelmoijan Juha Lindströmin kanssa, jolta sain myös apua Pico-ohjelmiston toiminnan selvittämiseen.

Elsi-lattialla on muutamia rajoituksia. Kapasitanssin mittaaminen vuorotellen eri ruuduista aiheuttaa viiveen mittaustulokseen. Lattia on alun perin suunniteltu hidassuorakkeiden vanhusten käyttöön, eikä mittausta pysty tekemään kovin äkkiä liikkeissä. (Rimminen H., 2006) Toinen merkittävä rajoitus on häiriöiden sieto. Laitteessa esiintyy silloin tällöin satunnaisia häiriöitä, jotka näyttävät hetken aikaa viipyviltä haamukohteilta. Yksi rajoituksista liittyy mittaustulosten vaihteluun ja mittausten käsittelyyn Elsi-ohjelmistossa: Kohteen koordinaatit lasketaan usean ruudun mittaustuloksista laskemalla näiden painotettu keskiarvo. Pienikin muutos näiden keskinäisissä suhteissa näyttää järjestelmässä äkkiä liikkeeltä, kun ohjelmisto laskee uudet paikkakoordinaatit.

Ehkä merkittävin puute Elsi-järjestelmässä on taipumus silloin tällöin kadottaa kohteitaan. Tämä johtuu toiminnosta, jolla halutaan erotella ihmiset huonekaluista. Huonekalut monesti johtavat myös sähköä ja näkyvät siksi kapasitiivisessa mittauksessa. Järjestelmä sen vuoksi aika-ajoin kalibroi itsensä, ja tulkitsee huonekaluiksi paikallaan pysyvät kohteet. Jos ihminen on paikallaan kalibroinnin aikana, luullaan häntä huonekaluksi ja järjestelmä ei enää kerro siinä paikalla olevan ihmistä. Henkilön lähtiessä taas liikkeelle hänet huomataan taas, mutta väliin voi jäädä ikävä tauko tuotettavassa palvelussa.

Elsi-järjestelmään kuuluu myös RFID-tunnistus. Sitä varten tarvitaan erityinen lähetin, jonka järjestelmä tunnistaa. Anturiliuskoissa on antennit RFID-mittaukselle. Huoneessa kokeiltu älykuutio käyttää tällaisia lähettämiä kuution asennon kertomiseen järjestelmälle.

Elsi-antureita on myös sillä seinällä, johon heijastetaan videoprojektorilla kuvaa. Ideana on tarvittaessa käyttää näitä antureita toimintojen ohjaukseen viemällä vaikkapa käsi seinän viereen. Tämä paikannus seinältä sisältyy samaan järjestelmään kuin paikannus lattialla, tietyt koordinaattiarvot vain viittaavat seinään eikä lattiaan.

4.2.2 Muita paikannusmahdollisuuksia

Ihmisen paikkaa huoneessa voi havainnoida monella erilaisella laitteistolla. On tutkittu järjestelmiä, jotka perustuvat ultraääneen (Ward;Jones;& Hopper, 1997), radiotaajuisiin signaaleihin, konenäköön tai erilaisiin kosketusantureihin. (Rimminen;Lindström;& Sepponen, 2009). Yleensä ultraääneen ja radiosignaaleihin perustuvat menetelmät vaativat jonkinlaisen erillisen laitteen, jonka paikkaa havaitaan, konenäöllä ja kosketusantureilla selvittää ilman niitä. Tässä on esitelty muutamia vaihtoehtoja Elsi-lattialle.

Ihmisen paikka voidaan luonnollisesti selvittää, jos lattiassa on puristukseen reagoivia antureita jotka painuvat ihmisen painon alla. Tällaiseen kävisi vaikkapa Suomessa kehitetty Emfit-kalvo.(Emfit – History and Today) Kalvo toimii siten, että puristus tuottaa kalvoon kytkettyihin elektrodeihin varausta ja siten jännitteen, joka voidaan mitata. Emfit-kalvo on tyypillisesti 67 – 70 µm paksua (Emfit Film Specifications) ja sopiviin ruutuihin jakamalla henkilöiden paikannus onnistuisi myös. Emfit-kalvoa markkinoidaan omien sovellusten rakentamiseen. Lisäksi valmistaja on tehnyt valmiita laitteistoja useisiin terveydenhuollon tarpeisiin. Kalvo voidaan esimerkiksi asentaa lattian alle hälyttämään apua tarvitsevien yrittäessä poistua turvallisesta ympäristöstä (Emfit – Fall and Wandering Alarms). Anturit voidaan myös asentaa sänkyyn. Siinä niitä voi käyttää unettomuuden tutkimiseen havainnoimalla tavanomaisesta poikkeavaa liikehdintää yön aikana (Emfit Movement Monitor). Anturia käytetään myös valvomaan elintoimintoja (Emfit – Non-Contact Vitals Monitor) ja sitä voi käyttää myös hälyttämään epilepsia-kohtauksesta (Emfit Epilepsy Monitor).

Konenäkösovelluksia on käytetty luvussa 2 esitellyissä tutkimushankkeissa ainakin ihmisen liikkeiden ja eleiden havainnointiin. Ihmisen paikantamista konenäön avulla on kokeiltu ainakin Heurekaassa, joskaan paikallaan pysyviä ihmisiä ei pystytty kunnolla havaitsemaan. (Heureka, 2006)

Jos hyväksyttäisiin laitteen kantaminen mukana, olisi mahdollista käyttää muitakin kaupallisia paikannusratkaisuja. Paikannusta langattoman tiedonsiirron signaalien avulla tehdään jo runsaasti. Ratkaisuja tarjoavat monet yritykset, niiden mukana suomalainen Ekahau Oy. Normaalisti ratkaisussa käytetään vain ennestään olemassa olevia, minkä tahansa valmistajan Wi-Fi-tukiasemia. Käyttämällä huoneessa erityisiä Ekahaun omia paikannusmajakoita (Locator Beacon) ja Wi-Fi-tageja päästään alle metrin paikannustarkkuuteen. (Ekahau). Myös esimerkiksi Cisco tarjoaa langattoman tiedonsiirron paikannusratkaisuja. (Cisco, 1992-2010)

4.3 Valaisimet ja niiden ohjaus

Kattovalaisimia ja niiden aikaansaamia valokeiloja käytetään huoneessa toimintojen toteutukseen, kuten seuraamaan kulkijaa. Näitä toimintoja ohjaa tietokone. Siksi myös valoja täytyy pystyä ohjaamaan tietokoneen avulla. Työssä vertailtiin muutamaa mahdollista vaihtoehtoa valojen tietokoneohjauksen toteuttamiseen ja niitä on esitelty tässä luvussa. Vertailun pohjalta päädyttiin käyttämään DMX512:ta. Yhteenvedo protokollista on taulukkona 1.

4.3.1 X10

Sähköverkkoa on käytetty tiedonsiirtoon jo pitkään. Vuonna 1975 amerikkalainen Pico Electronics kehitti oman protokollan kodin laitteiden ohjaukseen, jolle tuli nimeksi X10. Järjestelmä käytti talojen olemassa olevia sähköjohtoja ja sillä päästiin 50-60 bitin sekuntinopeuteen. Ohjaukseen voitiin käyttää ohjausyksikön kauko-ohjainta tai tietokonetta. Kutakin laitetta ohjasi pieni, edullinen, helposti ohjelmoitava yksikkö. (Marttila, 2009)

Huoneessa oli jo aiemmin kokeiltu X10-ohjausjärjestelmää. Laitteet on helppo asentaa, ohjausyksikön lisäksi kullekin valaisimelle laitetaan pistorasian ja pistotulpan väliin laite joka hoitaa ohjauksen. Laitteet ovat myös melko edullisia.

Koekäytössä tämä järjestely osoittautui epäluotettavaksi: muiden sähkölaitteiden käyttö aiheutti häiriöitä ja esti toisinaan valon syttymisen, toisinaan valojen omapäisen toiminnan syyt jäivät mysteeriksi. Lisäksi kokeillut laitteet eivät osanneet himmentää valoja, ainoastaan kytkeä niitä päälle ja pois. (Linnavuo, 2009)

Protokolla	Standardi	Siirtomedia	Saatavuus	Ohjaus tietokoneella	Käyttö	Hinta
X10	de facto	sähköverkko	heikohko	onnistuu	kotien valojen ja laitteiden ohjaus	edullinen
Z-Wave	de facto	langaton	heikko	onnistuu	kotien valojen ja laitteiden ohjaus	melko edullinen
DALI	IEC 62386	kierretty pari	kohtalainen	hankalaa, lähinnä testaukseen ja konfigurointiin	(laajat) rakennusten valaistusjärjestelmät	korkea
ohjaus releillä	-	itse asennetut kaapelit	hyvä	onnistuu helposti	mm. teollisuudessa	melko edullinen
DMX512	USITT DMX512, USITT DMX512/1990, DIN 56930-2, ANSI E1.11	EIA485 kierretty kaapeli	hyvä	onnistuu helposti	näyttämövalojen ohjaus teattereissa, show-ala	melko edullinen

Taulukko 1. Valojen ohjausprotokollien yhteenveto

X10-ohjausjärjestelmä on yhden amerikkalaisen yrityksen kehittämä ja patenteilla suojaama. (Taskinen, 2001) Siten olisi vaikea rakentaa omia laitteita järjestelmään, vaikka sellaisia kehittelyn jossain vaiheessa kaivattaisiin. Myös saatavuus esimerkiksi korvaamaan vikaantuneita laitteita on vuosien päästä epävarmempaa. Näin varautuminen tulevaisuuteen puolsi X10:n hylkäämistä.

Sähköverkon käyttö valojen ohjaukseen on kyllä kätevää: erillistä ohjauskaapelointia ei tarvita. Kuitenkin se osoittautui hiukan epäluotettavaksi. Lisäksi järjestelmän säteilemistä häiriöistä ei ole tietoa: sähköverkot saattavat suojaamattomina häiritä ympäristöään huomattavastikin. Kun huonetta suunnitellaan käytettäväksi kuntoutukseen, on todennäköistä, että ainakin osa tulevista proaktiivisista tiloista sijaitsee sairaaloissa. Niissä ollaan yleensä hyvin tarkkoja erilaisista radiohäiriöistä, joten on helpompi käyttää paremmin suojattuja erillisiä ohjauskaapeleita.

4.3.2 Z-Wave

Langattomista tekniikoista harkittiin Z-Wave-tekniikkaa. Pohjatiedot vaikuttivat hyviltä. Referenssijärjestelmä olisi tiedossa, koska tiedekunnan it-tukihenkilö on rakentanut kotiinsa tätä protokollaa käyttävän valojenohjausjärjestelmän. Z-Wave-allianssiin kuuluu yli 70 laitevalmistajaa, joten valinnanvaraa pitäisi olla. Euroopassa Z-Wave käyttää 868,42 Mhz taajuutta. Ohjausyksikkö myös saa ohjattavalta laitteelta tiedon, kun ohjauksikäsky on mennyt onnistuneesti perille. (Z-Wave Alliance, 2004-2010) Laitteiden saatavuus Suomessa osoittautui kuitenkin heikoksi, mutta muualta Euroopasta näitä olisi voinut tilata.

Langattomuus helpottaa asennusta ja ylläpitoa, kun ohjauskaapelointeja ei tarvita. Kuitenkin radioaalloista voi olla haittaakin. Tutkimuksessa otettiin erityisesti kuntoutuskäyttö huomioon. Kuntoutushuoneille luonnollinen sijaintipaikka on sairaala tai hoitolaitos. Sairaaloissa taas saatetaan vieroksua langattomia ratkaisuja häiriöriskin vuoksi. Vaikka riski ei ehkä olisikaan ollut todellinen, olisi sairaalahallinnon hyväksynnän saaminen voinut silti olla vaikeaa. Tästä syystä hylkäsimme Z-Wave:n ja muut langattomat tekniikat.

4.3.3 DALI

Valaisinvalmistajat ovat kehittäneet rakennusten valaistuksen ohjaukseen DALI-protokollan. Menetelmästä on myös virallinen standardi, IEC 62386. DALI käyttää erillistä ohjauskaapelointia, joka on kierrettyä paria. Protokolla on käytössä monissa laajoissa rakennusten valaistusjärjestelmissä. (DALI-AG, 2009)

Saatavilla on ollut lähinnä valaisinvalmistajien DALI-laitteita, jotka ovat melko hinnakkaita. Lisäksi tietokoneeseen liitettäviä ohjaimia oli heikosti saatavilla ja nekin oli suunniteltu käyttämään vain omaa erikoisohjelmaansa. Halusimme ohjata valoja omalla ohjelmistollamme, joten hylkäsimme tämän protokollan käytön.

4.3.4 Ohjaus releillä

Työn kuluessa prototyyppiin harkittiin valaisimien ohjausta releillä, joita taas ohjattaisiin tietokoneeseen liitettävällä I/O-kortilla. Tällaisia teollisuus- ja laboratoriokäyttöön tarkoitettuja kortteja on runsaasti kaupallisesti saatavilla.

Relevaihtoehto olisi tuonut joitain rajoituksia. Releet voisivat vain kytkeä valaisimia päälle ja pois, himmennys ei olisi mahdollista. Lisäksi asentaminen olisi vaikeampaa, kun releitä täytyisi liittää järjestelmään. Myös omien asennusten teko verkkovirtaan tuo riskejä, asennusten laatu täytyisi aina erikseen varmistaa. Koska järjestelmä pitäisi pystyä rakentamaan eri maihin, voisi ainakin jossain vaiheessa tulla vastaan eri maiden erilaiset sähköturvallisuusvaatimukset.

4.3.5 Yleistä DMX512:sta

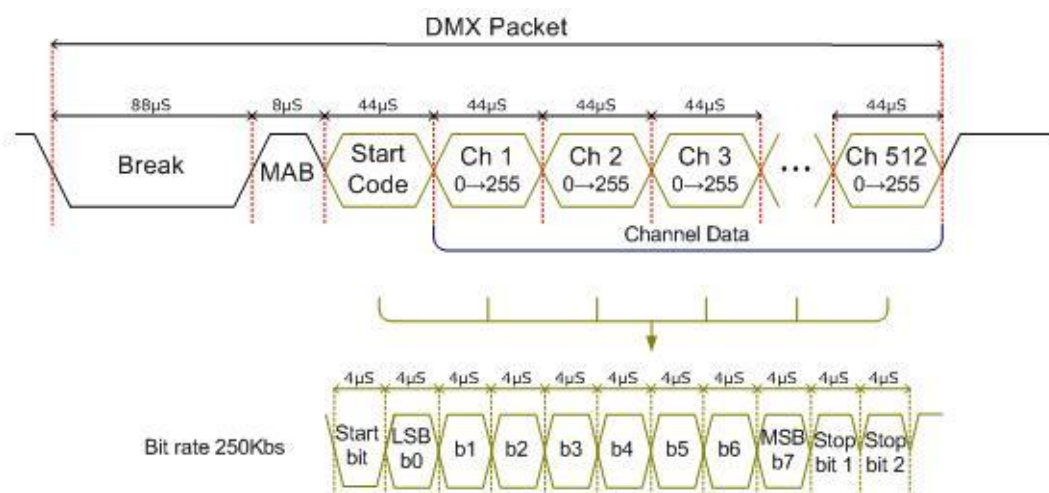
Teattereiden valojen, erityisesti himmentimien ohjaukseen kehitettiin 80-luvun lopulla digitaalinen ohjausprotokolla, jota kutsutaan nimellä DMX512. Siinä lähetetään kunkin himmentimen kirkkaus peräjälkeen binäärilukuina (Bregenzer, 2005). Protokollaa sen eri versioina käytetään nykyään myös muiden laitteiden ohjaukseen, tarvittaessa varaamalla useampi kanava samalle laitteelle. (USITT, 2010)

Protokollaan liittyy useita standardeja. DMX512 oli aluksi amerikkalaisen United States Institute for Theatre Technology –järjestön epävirallinen standardi, joka tunnetaan nimellä USITT DMX512. Myöhemmin sitä uudistettiin: vuonna 1990 saatiin USITT DMX512/1990. Nykyinen versio on virallistettu amerikkalaiseksi kansalliseksi standardiksi ANSI E1.11 - USITT DMX512-A, ja standardin kehittäminen on siirretty ESTA-järjestölle, joka on valtuutettu julkaisemaan alansa ANSI-standardeja. (ESTA, 2010) Lisäksi kaapelointia käsitellään omissa standardeissaan. (USITT, 2010)

Protokollan leviäminen Eurooppaan on tuonut oman lisänsä standardiviidakkoon. Epävirallinen USITT DMX512/1990 ei kelvannut laitevalmistajia valvoville viranomaisille esitettäväksi normiksi, joten saksalaiset tekivät oman standardinsa (USITT, 2010). Tämän standardin tunnus on DIN 56930-2 (Bregenzer, 2005). Laitteiden merkinnöistä ei välttämättä käy ilmi, mitä standardia noudattaen laite tarkkaan ottaen on suunniteltu. Eri laitteet käyvät kuitenkin käytännössä melko hyvin yhteen. (USITT, 2010)

DMX512-protokollan nimessä oleva 512 viittaa kanavien määrään: näin monelle laitteelle voi antaa ohjausarvon. Tämä arvo voi kuvata esimerkiksi haluttua valon kirkkautta himmentimelle. Pienin ohjausarvo on 0 ja suurin 255, arvoksi käy myös

mikä tahansa kokonaisluku näiden väliltä. Ohjaustiedot lähetetään pakettina, jossa varsinaiset ohjausarvot ovat kehyksissä. Kuvassa 6 on esitetty paketin rakenne. Tästä voi myös havaita, että kanavanumeroa ei kehyksen yhteydessä lähetetä vaan vastaanottavat laitteet tunnistavat oman ohjausarvonsa kehyksen sijainnista paketin sisällä. Ensimmäiseksi tulee aina kanavaa 1 vastaava kehys, sitten numerojärjestyksessä seuraavat niin pitkälle kuin tarvitaan. Kaikille käytössä olevillekaan laitteille ei tarvitse lähettää kehystä, jos ei haluta antaa uutta ohjausarvoa. Järjestelmän nopeuteen vaikuttaa siis suurin sille kertaa ohjattava kanavanumero riippumatta esimerkiksi todellisesta käytettyjen kanavien määrästä. (Kar, 2010) Jos kaikille 512 kanavalle lähetetään ohjausarvo on yhden vastaanottimen päivitystaajuus n. 44,03 Hz. DMX512 ei sisällä minkäänlaista kuittausta ohjattavalta laitteelta ohjaimelle, ohjausarvon perille menosta ei siis voida tällä protokollalla varmistua. (Bregenzer, 2005)



Kuva 6. DMX512-protokollan paketin rakenne. (Picprojects, 2009-2010)

Mekaanisesti DMX512-laitteet on tarkoitus asentaa peräkkäin siten, että ohjaimesta lähtee yksi kaapeli ensimmäisen laitteen sisääntuloliittimeen. Tämän laitteen ulostuloliittimeen tulee taas uusi kaapeli seuraavan laitteen sisääntuloliittimeen. Ketjuun voi myös tehdä haaroja erillisellä haaroittimella. Kunkin haaran viimeinen laite tulisi päättää päätevastuksella, jottei signaali pääse heijastumaan. Signaali kulkee fyysisesti laitteiden läpi, mutta laitteet eivät vahvista tai muutenkaan muokkaa signaalia vaan pelkästään lukevat paketin ja poimivat siitä itseään koskevat tiedot. Siksi laitteiden ei tarvitse olla esimerkiksi käytettyjen kanavien mukaisessa numerojärjestyksessä, vaan laitteiden kanavanumerointi ja kaapelointi voidaan tehdä toisistaan riippumatta. Yleensä laitteisiin voi ohjelmoida, mitä kanavia se käyttää ja ohjelmointi tehdään kutakin valaistuskokonaisuutta rakennettaessa. (Kar, 2010)

Suuriin valaistuskokonaisuuksiin ei 512 kanavaa riitä, tällöin käytetään toisistaan erillisiä laiteketjuja joita kutsutaan universumeiksi. DMX512-A käyttää tarvittaessa liittimen muuten käyttämättömiksi jääviä koskettimia toista universumia varten, jolloin säästetään kaapeloinnissa. Sähköisten ominaisuuksien pohjana on teollisuudessa käytetty sarjaliikennestandardi EIA-RS-485. (Kar, 2010) (Bregenzer, 2005) Liittimenä on standardien mukaan viisinapainen XLR-liitin. Standardin ehdottomasta vaatimuksesta huolimatta monet valmistajat käyttävät kolminapaista XLR-liitintä, mutta sovittimia näiden välille saa edullisesti. Kolminapaisen liittimen käyttämisestä on kylläkin se hyöty, että ylimääräisiä koskettimia ja niistä seuraavia epäselvyyksiä ei ole. Laitteita on vaurioitunut, kun jotkut valmistajat ovat kykeneet standardien vastaisesti ylimääräisiin koskettimiin jännitteen tehonsyöttöä varten. (USITT, 2010) Vaikka samaa XLR-liitintä käytetään äänen siirrossa, aiheuttaa äänikaapeleiden käyttö ongelmia. Digitaalisen signaalin kuljettamiselle on tiukemmat vaatimukset, joten asennuksissa on käytettävä EIA-RS-485:n mukaista kierrettyä paria, mieluiten valmistajan nimenomaan valo-ohjaukseen tarkoittamaa kaapelia. (Kar, 2010)

DMX512 on nykyään laajalti käytössä yökerhoissa ja muualla suurissa valojärjestelmissä (Brookshire Software). Laitteita, erityisesti himmentimiä, on saatavana melko edullisesti ja erilaisiin sähköjärjestelmiin. Avoimen standardin laitteille on paljon valmistajia. (Musikhaus Thomann, 1997-2010) Nykyisen käytön laajuus ja järjestelmän avoimuus viittaavat siihen, että laitteita on todennäköisesti saatavilla vielä pitkään. Standardin avoimuus mahdollistaa tarvittaessa myös omien laitteiden rakentamisen, erilaisia harrasteprojekteina syntyneitä laitteita esitellään Internetissä (Picprojects, 2009-2010) (Suffolk, 2005).

Nykyään myös muita laitteita, kuin perinteisiä himmentimiä ohjataan DMX512-protokollalla. Saatavilla on liikkuvia valoja, savukoneita ja erilaisia LED-konfiguraatioita (Musikhaus Thomann, 1997-2010). Tarvittaessa laitteita voi myös rakentaa itse, jolloin vain mielikuvitus on rajana. Näitä laitteita voi lisätä helposti myös proaktiiviseen tilaan: kaapelointi voi jatkua suoraan nykyisistä himmentimistä ja sama ohjain käy antamaan komennot myös näille erilaisille laitteille. Myös huoneen toimintoja ohjaava ohjelma voidaan laajentaa antamaan oikeanlaiset ohjauskoodit. Siten DMX512:n valitseminen antaa mahdollisuuden myös laajentaa huoneen toimintoja käyttämään erilaista esitystekniikkaa.

4.3.6 Huoneen prototyypin valaisimet ja niiden ohjaus

Proaktiivisen tilan esittelyversiossa on 12 halogeenivalaisinta, jotka on kytketty erillisiin virtalähteisiin. Sekä virtalähteet, että hehkulampun sisältävät umpiot on kiinnitetty tilan rakentamisen yhteydessä valmistettuihin metallilevyihin, jotka sopivat suoraan kattoristikon aukkoihin. Virtalähteisiin syötetään verkkovirtaa. Ennen hankintaa oli kyseenalaista, pystyvätkö suunnitellut teatterihimmentimet ohjaamaan tällaista kytkentää, kun sekä virtalähteen että himmentimen tarkka toteutus oli tuntematon. Niinpä testasimme yhteensopivuutta lainatulla kalustolla. Himmentäminen sujui ongelmitta, ja valojen ohjaukseen hankittiin saksalaisesta Thomann-verkkokaupasta kolme BOTEK DDP-405 –himmenninpakettia (kuva 7), joissa kussakin on neljä kanavaa. Kanavaa kohden on aina pistorasia valaisimen virtajohdolle. Oman verkkovirtansa himmenninpaketti saa normaalin sukopistotulpan kautta, joten sopivia pistorasioita on tulevia huoneen kopioita ajatellen yleensä lähistöllä ja tavalliset jatkojohdot käyvät verkkovirran jakamiseen. Ohjaussignaalin liittimenä on DMX512-standardien vastaisesti kolminapainen XLR. Kaapelointi on yhtenä ketjuna ilman haaroja. Hankittuihin himmenninpaketteihin voi ohjelmoida ensimmäisen kanavan numeron, loput kolme kanavaa saavat automaattisesti seuraavat kolme kanavanumeroa. Esittelyhuoneen valaisimille on ohjelmoitu kanavat siten, että kanavalla 1 ohjataan avointa sivua kauimpana olevan valaisinrivin vasemmanpuoleisinta valaisinta.

Halogeenivalaisimien syttymisviive ja erityisesti sammumisviive on melko pitkä. Harkitsimme valaisimien vaihtamista esimerkiksi led-valaisimiin. Niistä seuraisi kuitenkin puolestaan joitain negatiivisia seikkoja. Ensinnäkin saatavilla olevien himmentimien sopivuus led-valaisimien ohjaukseen on tuntematon. Led-valaisimissa on virtalähde, joka ei välttämättä toimi näiden himmentimien kanssa. Tämä voitaisiin kiertää käyttämällä valmiita ledeille tarkoitettuja DMX512-ohjaimia, mutta ainoa löytynyt malli on melko kallis, lähes 50 euroa kappaleelta. Toinen huomioon otettava asia on nopean syttymisen ja sammumisen häiritsevyys erityisesti kuntoutusta tarvitsevilla sairailta ihmisillä. Luultavasti kannattaisi kuitenkin himmentää ja kirkastaa valo portaattomasti, toki se voisi tapahtua huomattavasti nopeammin kuin mitä halogeenipolttimoilla esiintyy luonnostaan. Kolmas seikka liittyy järjestelmän toimintaan: hidas syttyminen hämärtää käyttäjältä järjestelmän muuta viivettä, liian nopeat syttymiset paljastaisivat mittauksen hitauden liian helposti.



Kuva 7. Proaktiivisessa tilassa käytetty himmenninpaketti BOTEX DDP-405 (Musikhaus Thomann, 1997-2010)

Huoneen valaisimien ilmoitettu teho on 50 wattia valaisinta kohti. DMX512-ohjausta käytetään teatteri- ja viihdealalla, jossa useimmiten tarvitaan huomattavasti suurempia valotehoja. Kovin pieniä DMX512-himmentimiä ei ollut helposti ja edullisesti saatavilla. Huoneessa olevat himmenninpaketit pystyvät antamaan yhteensä 16 A virran neljälle kanavalle, yhden kanavan virta saa olla korkeintaan 5 A. Kun yhden valaisimen virta on puolestaan $50 \text{ W} / 230 \text{ V} = 0,217 \text{ A}$, huomataan, että vastaavia valaisimia voisi kytkeä yhteen himmenninpakettiin jopa 73 kappaletta, tai 23 yhteen kanavaan kunhan koko paketin maksimivirta ei ylity.

Himmenninpaketti on siis rajusti ylimitoitettu. Ylimääräisestä kapasiteetista ei kuitenkaan ole muuta haittaa, kuin että himmenninpaketti on melko suurikokoinen ja painava. Koosta ja massasta taas on haittaa lähinnä kuljetus- ja asennusvaiheessa. Lisäksi himmentimille täytyy olla riittävän tukeva kiinnityskohta välikaton lähellä. Prototyypihuoneessa on onneksi erillinen tukeva johtokanava, ja himmenninpaketit kiinnitettiin nippusiteillä siihen. Siinä laitteet ovat poissa näkökentästä kattoristikon päällä, joten ulkonäölläkään ei ole suurta merkitystä.

DMX512-ohjaussignaali tehdään tietokoneen ja DMX512-ohjaimen avulla. Itse signaalin muodostaa Dworkin DMX USB -ohjain. Tämä ohjain on liitetty USB-kaapelilla järjestelmän ohjaustietokoneeseen. Tietokoneelle tarvittava ajuri ladattiin valmistajan verkkosivuilta. Tietokoneeseen päin ohjain näkyy sarjaporttina, joten valoja voi ohjata millä tahansa ohjelmalla joka pystyy kirjoittamaan sarjaporttiin. Sarjaporttiin ei kuitenkaan kirjoiteta kirjaimia ja merkkijärjestelmien numeroita, kuten normaalisti sarjaportteihin, vaan suoraan tietyn muotoisia bittijonoja, joiden muoto on selostettu liitteessä A. Koska laite saa virtansa USB-väylältä, on sen antama teho ja siten liitettävien laitteiden määrä rajallinen. Valmistajan mukaan ohjaimen voisi kuitenkin kytkeä jopa 32 laitetta ilman toistinta (Dworkin, 2010), joten ohjaimen kapasiteetti riittää tähän tarkoitukseen mainiosti. Laite käyttää DMX512-standardien vastaisesti kolminapaista XLR-liitintä. Koska himmentimetkin käyttävät samaa liitintä hankimme myös kaapelit kolminapaisilla liittimillä. Näin sovittimia ei tarvinnut käyttää.

4.4 Ohjausohjelmisto ja toiminnot

Huoneen toimintojen ohjaukseen käytetään tietokonetta ja siinä olevia ohjelmia. Tutkimme kahta päälinjaa: PICO-ohjelmiston laajentaminen Python-kielellä tai täysin erillisen ohjausohjelmiston tekeminen. Päädyimme tekemään ohjelman LabView-ympäristöön.

PICO-ohjelman laajennus Python-kielellä olisi tuonut joitain etuja. Olisimme voineet helposti käyttää koordinaattiarvoja suoraan muuttujina. Ohjelma olisi myös käyttänyt tietokoneella joka tapauksessa PICO-ohjelman vuoksi tarvittavaa Python-tulkkiä, joten enempiä ohjelmistoja ei tarvittaisi uusissakaan tiloissa.

Muutama seikka kuitenkin sai käyttämään korkeamman tason valmista graafista ympäristöä. Toimintojen toteuttaminen Pythonilla vaatii hyvää perehtyneisyyttä kieleen, PICO-ohjelmistoon, sujuvaa syntaksin osaamista ja erilaisten kirjastojen tuntemista. Käyttöliittymän suunnittelu ja tekeminen olisi vaatinut suuren työn. Vaikka nyt olisi saatu ohjelma hyvin tehtyä, olisi muutosten tekoon myöhemmin tarvinnut huonosti dokumentoituun PICO-järjestelmään, tähän ohjelmistoon ja ylipäätään Python-ohjelmointiin vihkiytyneen henkilön.

Muista vaihtoehtoista päädyimme National Instrumentsin LabView-ohjelmointiympäristöön. LabView on graafinen ohjelmointiympäristö, joka on alun perin tehty mittalaitteiden liittämistä varten ja virtuaaliseen instrumentointiin. Siinä voidaan melko havainnollisesti rakentaa monimutkaisiakin rakenteita. Myös LabView osoittautui kohtuullisen vaativaksi ohjelmoida, mutta rakenne on selvästi yksikertaisempi kuin mitä Pythonilla olisi tarvittu. Lisäksi graafinen käyttöliittymä tulee automaattisesti mukana.

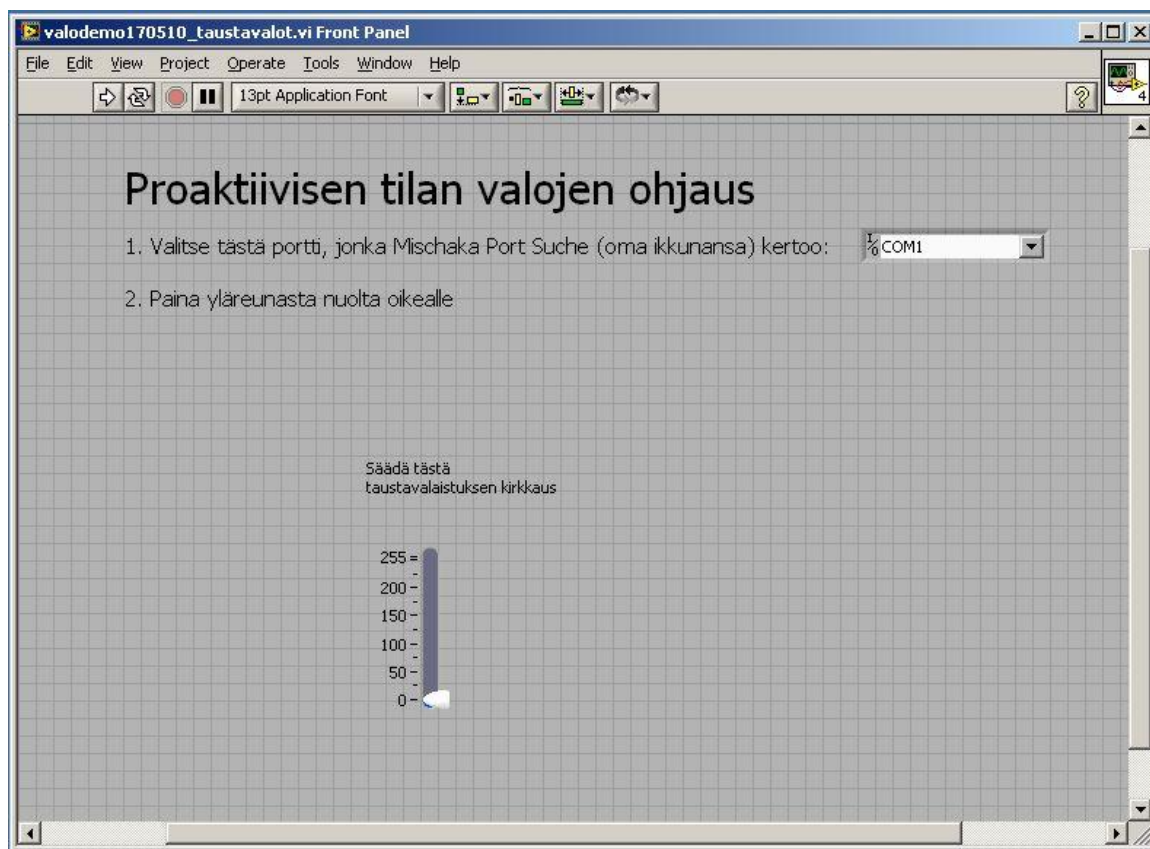
Tämän tyyppinen valojen ohjaus on LabView:lla enemmänkin erikoissovellus. Alkuperäinen käyttötarkoitus näkyy myös käytettävissä ohjelmointityökalujen valikoimassa. Erityisesti sopivien ohjaussignaalien muodostaminen valojen ohjaukseen vaatii tiukkojen muuttujien tyyppivaatimusten vuoksi melko monimutkaisen järjestelyn.

Tärkeimpänä toimintona huoneeseen toteutettiin valo seuraa kulkijaa –toiminto, johon on lisäksi yhdistetty taustavalaistus ja sen kirkkauden säätö. Tällä osoitetaan, että paikkatieto saadaan ja että sen avulla voi ohjata valoja. Taustavalaistus osoittaa, että valojen kirkkautta voi säätää. Käytännössä ohjelma toimii tässä toimintamoodissaan niin, että se lukee koordinaattitiedot tiedostosta, johon sopivasti muokattu PICO-ohjelma on kirjoittanut. Ohjelma on tehty käsittelemään viiden kohteen tiedot samaan aikaan. Olisi ollut helppoa sallia useampikin kohde, mutta arvioimme että noin pienessä huoneessa sitä ei tarvita. Koordinaatteja käytetään siten, että kunkin kohteen havaittua paikka verrataan kullekin valaisimelle määritellyyn alueeseen. Ohjelma lähettää jatkuvasti ohjausarvoja kullekin kanavalle. Normaalisti kanavat saavat taustavalaistuksen mukaisen ohjauksen, mutta jos valaisimen alueella on havaittu kohteita ohjataan täysi kirkkaus päälle. Ohjelman käyttöliittymä on kuvassa 8 ja tarkempi toiminta on selostettu liitteessä A.

Tutkimme myös mene valon luokse –toiminnon toteuttamista. Siinä tulee siirtyä valokeilan kohdalle. Suunnittelimme toiminnosta kehitetyn version, jossa onnistuneen siirtymisen merkiksi vilkutaan valoa hetki ennen uuden valon sytyttämistä. Tässä vaiheessa sitä ei kuitenkaan toteutettu prototyyppiin.

Huoneessa on myös videoprojektori, jolla voidaan heijastaa kuvaa yhdelle seinälle. Projektin kuluessa tutkittiin kuvan tuottamista LabView-ohjelmalla, mutta lopulta päädyttiin käyttämään huoneessa jo ollutta visualisointiohjelmaa. Siitä näkee huoneessa havaitut kohteet ympyröinä, sekä niihin mahdollisesti kuuluvaan RFID-tunnisteseen liitetyn nimen. RFID-tunnistusta on toistaiseksi kokeiltu vain älykuutiossa, joka näkyy kuvassa selvästi.

Tietokoneen ohjelmat on käynnistettävä tietyssä järjestyksessä, jotta ne toimisivat keskenään oikein. Ensin tulee käynnistää PICO-ohjelma, jotta paikannustietoja on saatavilla. Sen jälkeen selvitetään omalla ohjelmallaan valojen ohjauksen käyttämän sarjaportin numero. LabView-ohjelma ei osaa itse etsiä tätä, vaan tieto täytyy käsin syöttää ja sitä varten ensin tutkia DMX512-ohjaimen valmistajan ohjelmalla. Lopuksi käynnistetään LabView ohjausohjelmineen ja käynnistetään toiminta kuvassa 8 näkyvän ikkunan ohjeiden mukaan. Tietokoneen käynnistäminen on siis monimutkainen prosessi, johon tosin on tehty työpöydän kuvakkeisiin selvät ohjeet. Järjestelmää käyttävät henkilöt tulee erikseen kouluttaa käynnistämään järjestelmä oikein. Tarkoituksena on kuitenkin pitää tietokone jatkuvasti päällä ja järjestelmä toiminnassa, jolloin monimutkaista käynnistystä ei tarvittaisi kuin poikkeustapauksissa.



Kuva 8. Ohjausohjelmiston käyttöliittymä

4.5 Ääni

Proaktiivisessa tilassa on katossa yhdeksän Panphonicsin staattista kaiutinta. Kaiuttimen mekaaninen muoto on ohut levy, joten kaiutin on helppo asentaa kevyeseenkin kattoristikoon. Kaiuttimet on kytketty tilaa ohjaavaan tietokoneeseen, jolla voidaan toistaa äänitiedostoja koneen normaaleilla soittiohjelmissa, kuten Windows Media Playerilla.

Koska kaiuttimet ovat erittäin suuntaavat, on esiintynyt idea, että ääntä tuotettaisiin vain yhden liikkujan yläpuolella ja muualla huoneessa olisi hiljaista. Kuntoutuskäyttöön tällä ei ole merkitystä, koska kuntoutusajatus lähtee siitä että huoneessa olisi vain yksi ihminen. Huoneella voi kuitenkin olla muitakin käyttökohteita joten äänen ohjaus on perusteltu tavoite.

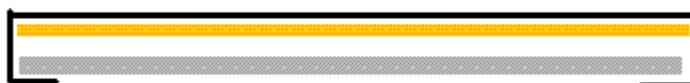
Huonetta varten hankittiin ensin kaksi 6-kanavaista ulkoista äänikorttia. Tarkemmassa tutkimuksessa selvisi, että nämä Xlink-merkkiset USB-yhteydellä tietokoneeseen liitettävät laitteet oli tarkoitettu 5+1-kanavaiseen kotiteatteriaänenetoistoon ja että ajuriohjelmiston rajoitusten vuoksi kanavien käyttö suoraan olisi ollut melko hankalaa. Lisäksi molempien laitteiden käyttö yhtä aikaa olisi vaatinut suuritöisiä ja asiantuntemusta edellyttäviä muutoksia Windows-käyttöjärjestelmän asetuksiin, joten näiden käytöstä luovuttiin.

Huoneen yhteydessä kokeiltiin myös USB-liitäntää käyttävää Ediro-äänilaitetta. Tämä laite pystyy toistamaan kahdeksaa kanavaa samanaikaisesti sekä tarvittaessa myös nauhoittamaan ääntä tietokoneelle usealla kanavalla. Laite on suunniteltu ammattikäyttöön ja vakaville harrastajille. Laite oli siinä mielessä lupaava, että se käyttää ASIO-protokollaa. ASIO, Audio Stream Input/Output, on Steinberg-yhtiön määrittelemä oma epävirallinen standardi äänen ohjaukseen tietokoneen ja äänilaitteiden välillä, ja se on hyvin laajassa käytössä eri laitevalmistajilla (Steinberg, 2010).

ASIO ohittaa mm. Windowsin omat äänenkäsittelytoiminnot, joten niiden tuomista ongelmista päästäisiin. Koska halusimme käyttää LabView-ohjelmaa myös äänen käsittelyyn, tarvitsimme LabView-ASIO-muuntimen. Tällaisia ei kuitenkaan ole kaupallisesti saatavana.

Ratkaisu LabView-ASIO-muunnokseen löytyi tiedemaailmasta. Amerikkalaisen Arizonan yliopiston edistyneen pinnanalaisen kuvantamisen laboratorion (Laboratory for Advanced Subsurface Imaging, LASI) tutkimusprojektin sivutuotteena on tuotettu ASIO-ohjelmisto-osa LabView:lle. Tässä GenMon-tutkimusprojektissa käytettiin tarpeeksi tarkan I/O-kortin puutteessa äänilaitetta, tarkalleen ottaen ECHO digital audio -yrityksen Layla 24 -laitetta. (Leach, 2004) Emme kuitenkaan saaneet tätä ohjelmisto-osaa toimimaan käyttämämme Ediro-äänilaitteen kanssa.

Huoneessa käytössä olevat kaiuttimet ovat hyvin suuntaavat. Niiden äänikeilat ovat kohtisuorassa sen pintaa vastaan molempiin suuntiin. Koska kaiuttimet on asennettu vaakatasoon kattoristikoon, lähtee ääntä siis myös ylöspäin. Varsinainen sisäkatto on kovaa betonia, josta ääni heijastuu helposti ja leviää koko huoneeseen. Tämä häiritsee tavoitetta, jossa saadaan tietyn kaiuttimen ääni kuulumaan pelkästään kaiuttimen alla. Siksi projektissa suunniteltiin kaiuttimille kotelointi (kuva 8), joka vaimentaa ylöspäin suuntautuvan äänen. Kotelointia ei kuitenkaan tässä vaiheessa rakennettu.



Kuva 9. Kaiutin (harmaa) on koteloitu sivuilta L-listoilla ja päältä vanerilevyllä. Levyyn on kiinnitetty lasivillaa (keltainen) äänen vaimentamiseksi.

4.6 Ohjeet vastaavien tilojen rakentamiseksi

Diplomityössä koostettiin ohjeet vastaavien tilojen rakentamiseksi muualle. Ohjeissa suositellaan hyviksi koettuja ratkaisuja, mutta jätetään tilaa myös paikalliselle variaatiolle. Esimerkiksi ulkoasun voi suunnitella jokaiseen tilaan erikseen, kunhan projektioriseinä on tarpeeksi vaalea kuvan heijastamiseen. Ohjeet ja suositukset on koottu taulukoksi 2.

Tietokoneen ja sen ohjelmistojen valinnassa on vapautta. Valittujen ohjelmistojen pitää kuitenkin sopia yhteen tietokoneen käyttöjärjestelmän kanssa. Hankittavia ohjelmia on Python-tulkki, joita on useita mahdollisia, sekä LabView. Huonetta varten tehdyt ohjelmat täytyy luonnollisesti kopioida, jos aikoo käyttää niitä. PICO-ohjelmiston voi asentaa valmiina, mutta siihen täytyy silloin tehdä tarvittavat muutokset.

Valojen ohjauksessa on otettava paikalliset olosuhteet huomioon. Huoneessa käytettyjä vastaavia himmenninpaketteja on saatavana useisiin eri sähköjärjestelmiin. Lisäksi himmentimien täytyy sopia yhteen valittujen valaisimien kanssa, erityisesti jos päädytään led-valaisimiin tai muihin valaisimiin, joissa käytetään muita kuin hehkulamppuja.

Asennuksessa kannattaa noudattaa laitevalmistajien suosituksia. Kaapelit ja johdot kannattaa sijoittaa johtokouruihin tai muuten luotettavasti pois tieltä ja näkyvistä.

	Prototyypissä käytetty	Suositus	Muuta
Varattavan tila koko	pituus 3,5 m leveys 5,5 m	noin 15-25 m ² kokoinen	
Seinät	Kolmella sivulla, joista kaksi kokonaan valkoisia ja yhdessä yläosa läpikuultavaa ikkunaa	Projektoriseinä valkoinen, muut vapaasti valittavissa	
Lattia	Harmaata muovimattoa	Muovimattoa	Paikannusantureiden vaatimukset otettava huomioon
Yläosa	Metalliristikkoa, laajemmat aukot kaiuttimille, riippuu tangoilla katosta	Katto, johon saa valaisimet ja kaiuttiet kiinni. Mahdollinen kiinnitys tilan mukaisesti.	
Paikannusjärjestelmä	Elsi-lattia ja PICO-ohjelmisto, versio 5.0	Elsi-lattia tai vastaava	Liityntä muuhun ohjelmistoon rakennettava, jos muu kuin prototyypissä käytetty
Valaisimet	12 kpl halogeenivalaisin erillisillä virtalähteillä	Halogeenivalaisimet tai muut soveltuvat valaisimet	Jos valaisimia eri määrä, tarvitaan muutoksia ohjausohjelmistoon
Valojen ohjaus	3 kpl BOTEX DDP-405 Dworkin DMX USB Valo-ohjauskaapeleita, päätesovitin	Samat laitteet tai vastaavat	Paikalliset vaatimukset sähkönsyötölle otettava huomioon. Sovittava yhteen valittujen valaisimien kanssa.
Tietokone	Kannettava tietokone, Windows XP-käyttöjärjestelmä	Mikä tahansa tietokone, jossa Windows XP- tai Vista-käyttöjärjestelmä	Tarvitaan USB-liitäntöjä
Äänentoisto	6 kpl Panphonics-kaiutin	Kaiuttimia	Prototyypin kaiuttimien suuntaavuutta voi parantaa koteloinnilla
Ohjelmistot	Python-tulkki PICO muutoksin LabView 8.6 ohjausohjelmisto	Python-tulkki PICO muutoksin LabView 8.6 ohjausohjelmisto	Ohjelmistojen sovittava yhteen valitun käyttöjärjestelmän kanssa
Videoprojektori	on, telineessä	suositellaan	

Taulukko 2. Prototyypin tiedot ja suositukset uusille huoneille

5 Mittaukset

Proaktiivisen tilan toimintaa testattiin koehenkilöillä silmämääräisesti. Arvioimme valo seuraa kulkijaa –toiminnon sujuvuutta sekä valokeilan syttymis- ja sammumisnopeutta. Koehenkilöt kulkivat huoneessa kengät jalassa ja lisäksi pelkät sukat jalassa.

On kiinnostavaa tietää, kuinka hyvin järjestelmä pystyy käsittelemään useita kohteita samanaikaisesti. Siksi teimme edellisen kohdan arvioinnit myös siten, että tilassa on kolme henkeä samanaikaisesti. Tässä mittauksessa kaikilla oli kengät jalassa.

Tämän lisäksi testasimme järjestelmän vakautta jättämällä järjestelmän käyntiin valo seuraa kulkijaa –toiminto päällä. Kahden viikon kuluttua järjestelmä toimi moitteettomasti.

6 Tulokset

Proaktiivisen tilan prototyypin tietyt toiminnot saatiin toimimaan hyvin. Seuraavassa on esitelty tarkemmin erilaisia havaittuja ja mitattuja seikkoja.

6.1 Valojen syttymisnopeus ja järjestelmän vakaus

Valo seuraa kauniisti rauhallista kulkijaa. Valon syttymisviiveeksi arvioitiin n. 0,2 s käveltäessä suunnilleen tavoitteen mukaista 0,75 m/s nopeutta. Tähän sisältyy sekä järjestelmän viive, että polttimon syttyminen pimeästä täyteen loistoonsa. Järjestelmässä arvioidaan suurimman viiveen tulevan Elsi-mittauksen kestosta, muut viiveet ovat häviävän pieniä. Koska kunkin valaisimen alue ulottuu hiukan valokeilan ulkopuolelle ehtii valaisin syttyä sopivasti kulkijan kohdalle. Hehkulampun jälkihehku on huomattavasti pidempi, kulkutielle jää himmeitä valoja ikään kuin häipyvänä vanana. Tätä ei kuitenkaan pidetty mitenkään häiritsevänä seikkana. Järjestelmä toimi hyvin sekä kengät jalassa, että pelkillä sukilla liikuttaessa.

Nopeasti kuljettaessa järjestelmä ei pysy oikein perässä. Valokeilat eivät välttämättä ehdi syttyä lainkaan, tai ovat selvästi jäljessä. Heti pysähdyttäessä valokeila löytää tuolla n. 0,2 s viiveellä henkilön luokse. Tällöin ei ollut havaittavissa eroa kengät jalassa

Järjestelmän todettiin pystyvät käsittelemään hyvin myös useamman henkilön liikkumisen samaan aikaan. Lamppujen syttymisviiveessä ei huomattu eroa verrattuna liikkumiseen yksin.

Järjestelmä on myös vakaa. Ainakin kahden viikon käyttö onnistuu sammuttamatta tietokonetta välillä. Käynnistämisen monimutkaisuudesta päästään siis eroon, jos tietokonetta ei tarvitse sammuttaa kuin poikkeustapauksessa.

6.2 Monistettavuuden arviointi

Diplomityön aiheeseen kuuluu olennaisesti monistettavuuden arviointi, eli kuinka helposti voidaan rakentaa samanlaisia huoneita muualle ja kuinka valmis nyt rakennettu kokoonpano on.

6.2.1 Rakentamisen helppous

Huoneen ulkoasun osalta proaktiivinen tila on melko helposti toistettavissa. Tarvitaan vain riittävän suuri vapaa alue, johon voi pystyttää kevyet väliseinät. Jokaisesta tilasta voi tehdä oman näköisensä, joten nykyistä rakennetta ei tarvitse orjallisesti noudattaa. Se tekee rakentamisesta helpompaa. Jos halutaan käyttää nyt valmiina olevia ohjelmia, on kattovalaisimia oltava sama määrä. Muuten tilan rakenteet voi asetella mieleisikseen tapauskohtaisesti.

Prototyypissä roikkuu katosta tankojen varassa metallinen ristikko. Tällainen ristikko saadaan helposti tehtyä ja tarvittaessa myös siirrettyä eri paikkoihin. Katosta ripustamisen sijaan ristikko voitaisiin ripustaa myös jonkinlaisiin väliseiniin tukeutuviin tankoihin, jos vaikkapa messuhallin katto on niin korkealla että kiinnittäminen sinne on epäkäytännöllistä. Ristikoita luultavasti saa paikallisesti, kun huonetta rakennetaan.

Himmenninpakettien sijoitusta kannattaa tulevissa rakennelmissa kehittää. Nyt laitteet ovat siten, että ohjelmointinapit ja näyttö osoittavat ylöspäin. Niihin kylläkin ylettyy kattoristikon aukoista, mutta nappeja ja näyttöä ei näe. Prototyypissä himmentimien kanavien määrittäminen jouduttiinkin tekemään taskupeiliä apuna käyttäen. Tulevissa huoneissa himmentimille kannattaa varata oma tukeva kiinnitystanko, josta himmentimet roikkuvat.

Videoprojektori vaatii nykyisellään tukevat rakenteet. Pienempää projektorista käytettäessä kuva jäisi ehkä himmeämmäksi, mutta mekaaniset rakenteet olisivat kevyemmät. Jos halutaan jotain kolmiulotteisempia kokemuksia kuvan heijastaminen vaikkapa kolmelle sivulle tulisi kyseeseen. Lähimmät kattovalaisimet häiritsevät kuvaa, asia olisi syytä ratkaista ennen uusien tilojen rakentamista.

Virransyöttö valaisimille tehdään jatkojohdoilla. Tämä on asennukseltaan helppo ja kustannustehokaskin tapa. Johdoille pitäisi kuitenkin järjestää omat kourut tai vastaavat, jotta kattoristikon päällä ei risteilisi johtoviidakko. Sekä virtajohdot että DMX512-ohjauskaapelit kiinnitetään liittimillä. Huoneen rakentamisessa ei siksi tarvitse tehdä juotos-, puristus- tai muitakaan vikaantumisalttiita liitoksia.

6.2.2 Laitteiden saatavuus

Monistettavuuden arviointiin kuuluu myös arvioida, kuinka helposti huone voidaan rakentaa toisiin maihin. Lisäksi on hyvä arvioida, kuinka todennäköisesti nyt käytettyjä laitteita saa tulevaisuudessa. Koska seikka on otettu jo suunnittelussa huomioon ei tästä pitäisi tulla suurempia ongelmia.

Huoneen sydämenä on kannettava tietokone, jossa on Windows-käyttöjärjestelmä ja USB-liittimet CAN-väyläsovittimelle ja DMX512-ohjaimelle. Muuten voi käyttää satunnaista kaupasta löytyvää kannettavaa tietokonetta, nykyiset vaatimattomatkin tietokoneet jaksavat helposti ajaa tässä käytettyjä ohjelmia. Siirryttäessä uusiin Windows-versioihin tarvitaan uusi versio lähinnä LabView-ohjelmasta. LabView:ta käytetään sen verran laajalti, että ohjelman päivittäminen toimimaan tulevillakin Windows-versioilla on hyvin todennäköistä.

Valojen ohjaus tehdään kaupallisesti saatavilla laitteilla. Niin himmenninpaketit kuin kaapelit ovat saatavana ympäri maailman, ja käytön laajuus pitää huolen siitä, ettei tällaisten tarvikkeiden valmistus uhkaa loppua vielä pitkään aikaan. Vastaavia himmentimiä saa myös useiden eri maiden sähköjärjestelmiin sovitettuna, joten rakentaminen eri maihin on helppoa. Tietokoneeseen liitettävä ohjain on pienen valmistajan tekemä, mutta vastaavia saa hiukan suuremmiltakin valmistajilta.

Myös ääneen liittyvät laitteet ovat kaupallisesti laajalti saatavilla, joten sen suhteen on tuskin odotettavissa ongelmia.

Huoneessa käytetty Elsi-lattia mittausjärjestelyineen ja ohjelmistoineen on tutkimusversio. Sitä vastaava Elsi Research on nykyään kuitenkin vapaasti saatavana Elsi Technologies Oy:ltä (Elsi Technologies). Siten tämänkin osakokonaisuuden saatavuus on melko todennäköistä vielä monen vuoden ajan.

Kaiken kaikkiaan kaikkia laitteita tai ainakin niitä suoraan korvaavia tuotteita on helposti saatavana vielä pitkään, joten ainakin tämä seikka on kunnossa huoneita rakennettaessa. Huonetta varten tehdyt spesifiset ohjelmat voi helposti kopioida myös muita tiloja varten.

6.2.3 Huoneen valmiusaste

Erilaisessa mekaanisia rakenteita esiteltäessä tässä luvussa huomattiin, että huoneeseen tulisi tehdä joitain pieniä parannuksia. Mekaanikan kannalta huone kuitenkin toimii hyvin.

Toiminnallisuuksissa on huomattavastikin parantamisen varaa. Ainakin loput valotoiminnot tulisi saada toimimaan. Lisäksi äänen toistaminen valituista kanavista tulisi saada kuntoon. Myös projektorilla esitettäviä visualisointeja tulisi lisätä ja projektoriin perustuen kehittää lisää pelejä. Kuitenkin huone käy nykyiselläänkin esittelykäyttöön.

7 Johtopäätökset

Prototyypissä päästiin sille tasolle, että huoneen ideaa pystyy hyvin esittelemään. Tärkein tavoite on siis saavutettu. Huone on myös helposti rakennettavissa muualle, mutta mieluummin ottaen huomioon esitetyt parannusehdotukset.

Jatkossa huoneeseen kannattaa rakentaa esittelykäyttöön lisää toimintoja. Luonnollisesti tulisi myös selvittää tarkemmin aivoinfarktipotilaiden kuntoutusta ja yhdessä lääketieteen ammattilaisten kanssa rakentaa ja kokeilla sitä tukevia sovelluksia. Myös erilaisten vanhussovellusten kehittämiseen kaivattaisiin lääke- ja hoitotieteellistä asiantuntemusta.

Jatkokehitykselle on myös aivan toinen polku: tavallisten hyväkuntoisten ihmisten hupikäyttö. Peliteollisuudessa liikkuu valtavat määrät rahaa. Voisi kuvitella, että sopivilla pelisovelluksilla tällaisilla huoneilla voisi olla kysyntää esimerkiksi pelihallien yhteydessä. Vaikka henkinen virkistäytyminen on tavallistenkin ihmisten kohdalla arvostusta ansaitsevaa toimintaa, liittyy tähän polkuun myös suurempia yhteiskunnallisia hyveitä: liikunnan edistäminen yhdistämällä pelaaminen ja liikunta. Myös nuorilla ja työikäisillä liikunta edistää terveyttä. Erityisesti paljon tietokoneilla tai pelikonsoleilla pelaavat saattavat jättää liikuntaharrastuksen vähemmälle. Pelihuone, jossa juostaan jatkuvasti laidasta toiseen toisi konkreettisen parannuksen tähän. Tällaiset versiot tosin edellyttäisivät lattia-antureilta paljon nykyistä suurempaa nopeutta, mutta ovat luultavasti tulevaisuudessa hyvinkin toteutettavissa.

8 Lähdeluettelo

Aivohalvaus- ja dysfasialiitto ry. (2009, 1 12). *AIVOVERENKIERTOIHÄIRIÖT NUMEROTIETOINA*. Retrieved 5 5, 2010, from AIVOVERENKIERTOIHÄIRIÖT NUMEROTIETOINA: http://www.stroke.fi/files/410/Numerotietoja_AVH_2009.pdf

Bregenzer, J. (2005, 12 1). *Moving Lights im Theater*. Retrieved 4 4, 2010, from <http://jbregenzer.de/data/Diplomarbeit.pdf>

Brookshire Software. (n.d.). Retrieved 5 5, 2010, from http://www.brookshiresoftware.com/rd_how_dmx_works.htm

Carnegie Mellon University. (2002, 12 17). *Project Aura Distraction-Free Ubiquitous Computing*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.cs.cmu.edu/~aura/>

Cisco. (1992-2010). *Cisco Location Solution Overview*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns340/ns394/ns348/ns753/net_brochure0900aecd8064fe9d.html

DALI-AG. (2009, Sep 22). *What is DALI*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.dali-ag.org/index.php?n=w>

Duodecim. (2006, 10 15). *Käypä hoito - Suositukset - Aivoinfarkti*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/tunnus/hoi50051>

Dworkin, M. (2010, 5 5). *Dworkin DMX USB*. Retrieved 5 13, 2010, from <http://dworkin-dmx.de/#USB>

Ekahau. (n.d.). *Location Beacons*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.ekahau.com/products/real-time-location-system/location-beacons.html>

Elsi Technologies. (n.d.). *Elsi Technologies*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.elsitechnologies.com/>

Emfit. (n.d.). *Emfit Epilepsy Monitor*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.emfit.com/en/care/products_care/epilepsy-monitor/

Emfit. (n.d.). *Emfit Film Specifications*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.emfit.com/uploads/pdf/Emfit_film_specifications.pdf

Emfit. (n.d.). *Emfit Ltd - Emfit Movement Monitor*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.emfit.com/en/care/products_care/movement-monitor/

Emfit. (n.d.). *Emfit Ltd - Fall And Wandering Alarms*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.emfit.com/en/care/products_care/fall-and-wandering/

Emfit. (n.d.). *Emfit Ltd - History and Today*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.emfit.com/en/care/about-us/>

Emfit. (n.d.). *Emfit Non-Contact Vitals Monitor*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.emfit.com/en/care/products_care/vitals-monitor-and-nurse-call/

ESTA. (2010). *About the Technical Standards Program*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.esta.org/tsp/about/index.html>

Heureka. (2006, 9 26). *Heureka*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.heureka.fi/portal/suomi/nayttelyt/alykasta_liikennetta/reitteja_heurekassa/

Hodes, T., & Katz, R. (1998, July 17). *Enabling "Smart Spaces:" Entity Description and User Interface Generation for a Heterogeneous Component-based Distributed System*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1998/CSD-98-1008.pdf>

Kar, U. (2010, 4 7). Retrieved 5 5, 2010, from Ujjal's DMX512 Website: <http://www.dmx512-online.com/>

Leach, T. (2004, 4 17). *GenMon User Manual*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.lasi.arizona.edu/UserMan.doc>

Linnavuo, M. (2009, 3 6). laboratorioinsinööri. (A. Ojapelto, Interviewer)

Marttila, S. (2009). *Home Automation – A Challenge for Electrical Designers, Contractors and Electricians*. Master's Thesis, Helsinki University of Technology, Faculty of Electronics, Communications and Automation.

MIT. (n.d.). *Project Oxygen*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://oxygen.csail.mit.edu/>

Musikhaus Thomann. (1997-2010). Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.thomann.de/>

- Musikhaus Thomann. (1997-2010). *Thomann Verkkokauppa*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.thomann.de/fi/>
- Nykänen, K. (2010). *The effectiveness of robot-aided upper limb therapy in stroke rehabilitation A systematic review of randomized controlled studies*. Retrieved 5 17, 2010, from <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-201002281295>
- Picprojects. (2009-2010). *4 Channel DMX512 Driver for PIC16F688*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://picprojects.org.uk/projects/dmx/dmx688/>
- Reunanen, M. (2003). *Lisensiaatintyö: Fysioterapeutit työnsä kehittäjinä – Miten aivoverenkiertohäiriöpotilaiden fy-sioterapian muutos käynnistyi?* Retrieved 5 17, 2010, from <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-2003903289>
- Rimminen, H. (2006). *Kapasitiivisen anturin elektroniikka*. diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto, Espoo.
- Rimminen, H., Lindström, J., & Sepponen, R. (2009). Positioning Accuracy and Multi-Target Separation with a Human Tracking System Using Near Field Imaging. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems* , 2 (1), 156-175.
- Rimminen, H., Linnavuo, M., & Sepponen, R. (2008). Human Tracking Using Near Field Imaging. *IEEE Catalog Number 08EX2011C* .
- Satyanarayanan, M. (2001). Pervasive Computing: Vision and Challenges. *IEEE Personal Communications* , 10-17.
- Sivenius, J. (1982). *Studies on the rehabilitation, epidemiology and clinical features of stroke in East Central Finland*. Academic dissertation.
- Steinberg. (2010). *The Cubase experience: Finest tools for artists*. Retrieved 5 5, 2010, from http://www.steinberg.net/en/products/musicproduction/cubaseessential5/cubaseessential5_details01/cubaseessential5_details_1.html
- Suffolk, B. (2005). *dmxprojects.com*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://dmxprojects.com/>
- Sulander, T. (2005, 03). *Functional Ability and Health Behaviours : Trends and Associations among Elderly People, 1985-2003*. Retrieved 5 5, 2010, from <http://urn.fi/URN:ISBN:951-740-490-5>

Tapaturma- ja sairauskustannukset. (2009, 1 13). Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.tyosuojelu.fi/fi/tulosta/114>

Taskinen, M. (2001, 7 21). *X-10 Euroopassa.* Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.rni.helsinki.fi/~mkt/X-10/>

Tilastokeskus. (2009, syyskuu 30). *Väestöennuste 2009-2060.* Retrieved 3 5, 2010, from http://www.stat.fi/til/vaenn/2009/vaenn_2009_2009-09-30_fi.pdf

USITT. (2010). *DMX512.* Retrieved 5 5, 2010, from <http://www.usitt.org/DMX512.aspx>

Ward, A., Jones, A., & Hopper, A. (1997). A New Location Technique for the Active Office. *IEEE Personal Communications* , 4 (5), 42-47.

Varsinais-Suomen Sairaanhoidopiiri. (2010, 2 23). *VSSHP Ohjepankki.* Retrieved 5 5, 2010, from <http://ohjepankki.vsshp.fi/fi/2822>

Wren, C. R., & al. (1997, June). *Perceptive Spaces for Performance and Entertainment: Untethered Interaction using Computer Vision and Audition.* Retrieved 5 5, 2010, from <http://vismod.media.mit.edu/tech-reports/TR-372/index.html>

Wren, C. R., Azarbayejani, A., Darrell, T., & Pentland, A. P. (1997). Real-Time Tracking of the Human Body. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* , 19 (7), 780-785.

Z-Wave Alliance. (2004-2010). *FAQ.* Retrieved 5 5, 2010, from http://www.z-wavealliance.org/modules/xoopsfaq/index.php?cat_id=2

Liite A: Toimintoja ohjaava ohjelma

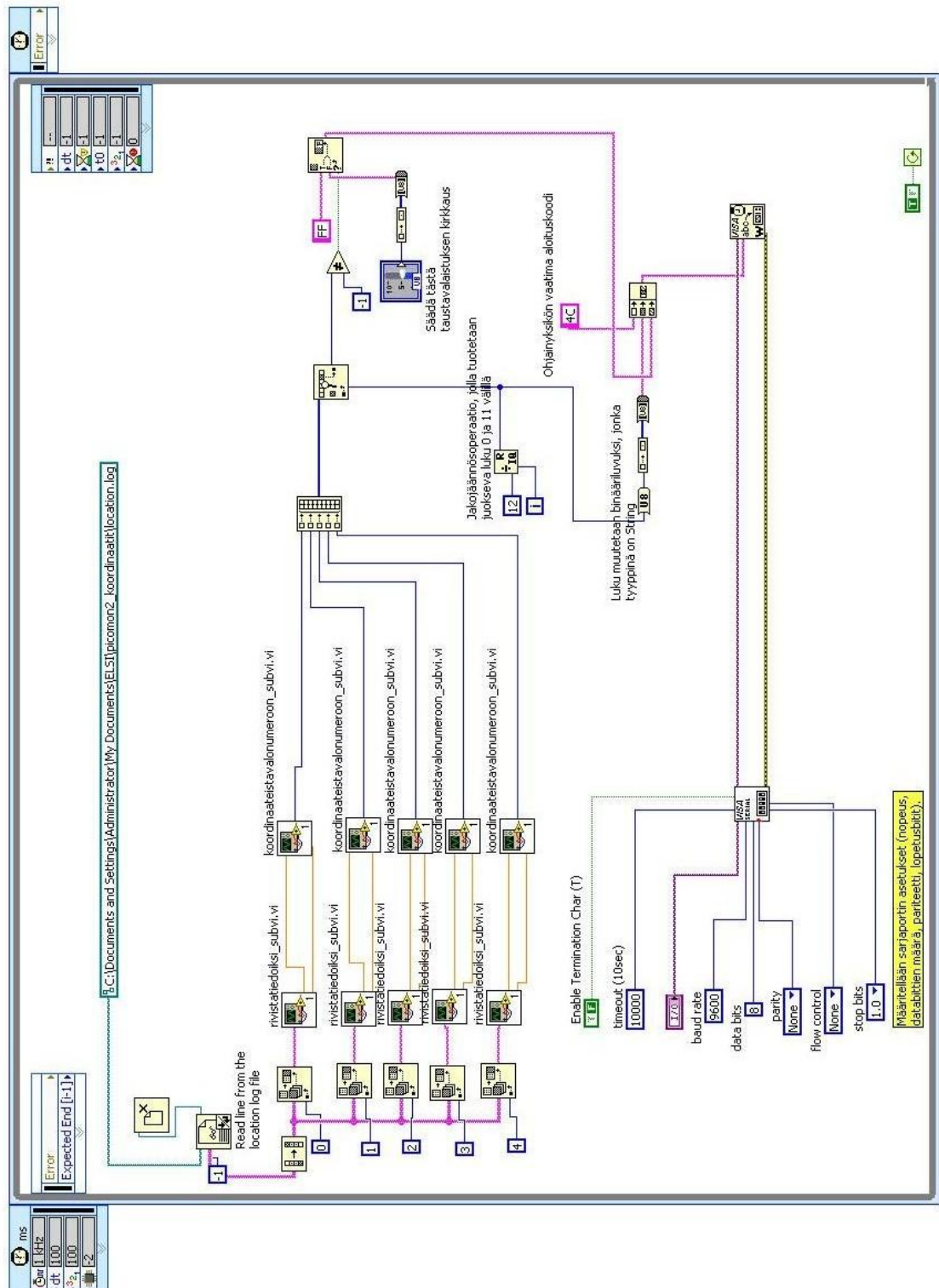
Proaktiivisen tilan prototyypin valoja ohjataan National Instrumentsin LabView-ohjelmalla ja siihen tehdyllä virtuaali-instrumenttitiedostolla. Prototyypissä on käytetty LabView:n versiota 8.6.

LabView:n virtuaali-instrumentilla on kaksi graafista kokonaisuutta, jotka ovat omina ikkunoinaan tietokoneen työpöydällä. Ohjauspaneeli on tarkoitettu ajon aikaiseen ohjelman ohjaamiseen ja lohkokaaavio taas ohjelmointiin ja ohjelman sisällön tarkastelemiseen.

Kuvassa A1 näkyy valoja ohjaavan ohjelman lohkokaaavio.. Kaikki toiminnot ovat ajastetun kehyksen sisällä, joka toistaa sen sisällön suorituksen tuhat kertaa sekunnissa. Yläreunassa näkyy tekstitiedoston polku, josta ohjelma lukee paikannustiedot. Kunkin kohteen tiedot ovat yhtenä rivinä. Tämän jälkeen luettujen rivien järjestys vaihdetaan, jotta tiedostossa viimeisenä ollut eli viimeiseksi lisätty rivi olisi ensimmäisenä. Tämän jälkeen kullekin riville alivirtuaali-instrumentti, jonka toiminta selostetaan tarkemmin jäljempänä, poimii rivin tiedoista kohteen x- ja y-koordinaatit metreinä. Nämä tiedot johdetaan toiseen alivirtuaali-instrumenttiin, joka päättelee, minkä valon alueelle koordinaatti kuuluu. Valojen indeksit yhdistetään vektoriksi. On hyvä huomata, että oikeasti DMX512-standardeissa kanavat numeroidaan numerosta yksi alkaen. Ohjaimemme kuitenkin aloittaa numeroinnin nollassa, joten sille tarvitaan yhtä pienempi luku, jota tässä kutsutaan kanavaindeksiksi.

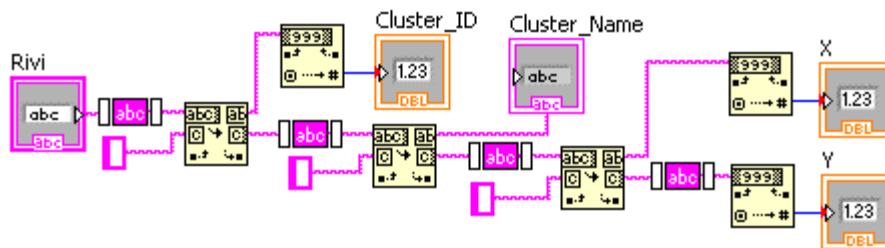
Samaan aikaan toimii laskurijärjestely, jossa tuotetaan jakojäännöksellä aikakehyksen indeksistä kokonaislukuja järjestyksessä nollassa ylöspäin aina 11 saakka , ja sen jälkeen kierros lähtee alusta. Tämä luku kuvaa haluttua kanavaindeksiä. Valaisimia siis tarkastellaan ja ohjataan vuorotellen. Jos tarkastellun valaisimen alueella ei ole kohdetta, ei sen kanavaindeksiä löydy vektorista ja etsintäelementti tuottaa arvon -1, vertailu edelleen arvon epätosi ja valitsin ottaa taustavalaistuksen arvon, jota voi säätää käyttöliittymästä. Taustavalaistuksen arvo yhdistetään erityisen aloituskoodin 4C ja kanavaindeksin kanssa sarjaporttiin kirjoitettavaksi DMX512-ohjaimen ohjauskoodiksi, joka näkyy huoneessa joko pimeänä, himmennettynä tai jopa täysin kirkkaana valona, siten kuin käyttöliittymästä on säädetty.

Kun tarkasteltavan valaisimen alueella on havaittu ihminen tai muu kohde, saadaan totuusvektorista indeksihauulla kyseisen valaisimen kanavaindeksi. Vertailu tuottaa arvon tosi, valitsin ottaa arvon FF joka merkitsee täyttä kirkkautta ja sarjaporttiin kirjoitetaan nyt täyttä kirkkautta kuvaava ohjauskoodi. Jos taustavalaistus on himmennetty tai poissa, näkyy ihmisen sijainti huoneessa ihmisen päällä seuraavan valokeilan avulla.



Kuva A1. Valojen ohjausohjelman lohkokkaavio

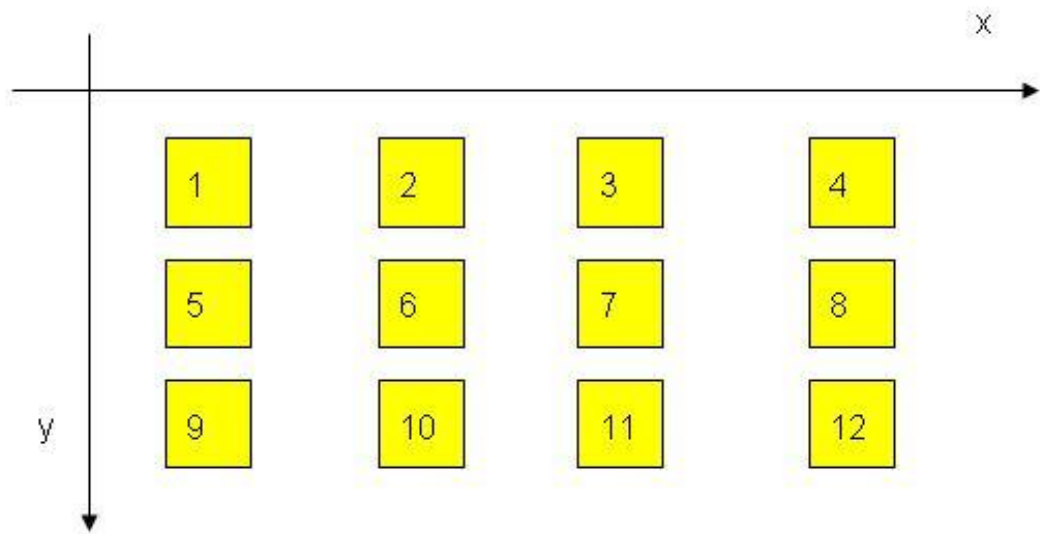
Äsken kuvailtu virtuaali-instrumentti sisälsi kaksi alivirtuaali-instrumenttia. Näistä ensimmäinen, rivistatiedoiksi_subvi, poimii ohjelman lukemasta tekstirivistä tarpeelliset tiedot. Alivirtuaali-instrumentin lohkokaavio on kuvana A2.



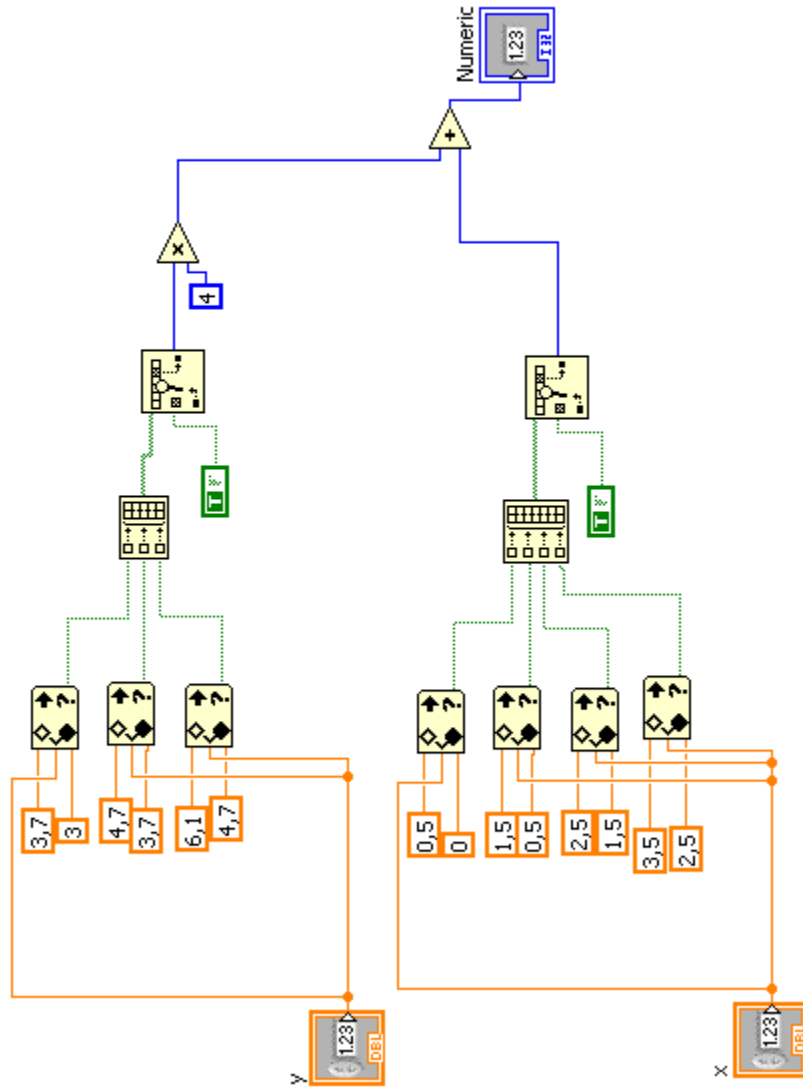
Kuva A2. Rivin tietojen poimiminen

Kuvasta A2 nähdään, että rivistä poimitaan ensin osa ensimmäiseen välilyöntiin saakka. Tässä kohtaa on paikannusjärjestelmän kohteelle antama tunnusnumero. Tätä ei käytetä toistaiseksi mitenkään hyödyksi. Toisena saadaan järjestelmän kohteelle mahdollisesti antama nimi, jos kohde käyttää RFID-tunnistusta. Tätä tietoa voitaisiin käyttää esim. älykuution kanssa. Lopulta saadaan kohteen x- ja y-koordinaatit metreinä origosta mitattuna.

Toinen alivirtuaali-instrumentti, kuva A4, päättelee koordinaattien perusteella, minkä numeroisen valaisimen alueella kohde on havaittu. Kunkin alueen rajat on määritelty vakoina. Jos valaisimien paikat muuttuvat tai rakennetaan uusi proaktiivinen tila, tulee nämä arvot myös muuttua. Vertailu antaa tulokseksi arvon tosi tai epätosi. Nämä yhdistetään vektoriksi, josta etsintätoiminnolla etsitään tosi-arvoinen alkio. Tämän indeksi taas kertoo valaisimen rivin tai sarakkeen alkaen nolasta. Valaisimet ja niiden kanavat on numeroitu kuvan A3 mukaisesti, josta huomataan, että y-suunnassa siirryttäessä kanavan numero kasvaa neljällä. Siten y-suuntainen indeksi kerrotaan neljällä ja tulos lisätään x-suuntaiseen indeksiin ja näin saadaan valaisimen kanavaindeksi välitettäväksi DMX512-ohjaimelle.



Kuva A3. Valaisinten kanavanumerointi



Kuva A4. Valaisimen kanavaindeksin määrittäminen koordinaattien avulla