

Käyttöliittymä älykotiin

Lauri Kainulainen

Tiivistelmä

Tutkimuksessani yritän selvittää millainen älykodin käyttöliittymän täytyisi olla, jotta se täyttäisi kaikki älykodeille osoitetut vaatimukset. Käyn läpi löydettyjä käyttäjävaatimuksia ja kotiympäristön erityispiirteitä. Yhden universaalin käyttöliittymän suunnittelu on mahdotonta, mutta luokittelen kuitenkin erilaiset käyttöliittymätyypit neljään ja tuon esille ideoita siitä kuinka tämä jaottelu kannattaa ottaa huomioon suunniteltaessa itse älykotia.

Avainsanat ja -sanonnat: älykoti, käyttöliittymät, multimodaalisuus, proaktiivisuus, käyttäjätutkimus

CR-luokat: H.5.2, J.7, D.2.2

1. Johdanto

Älykkäiden kotien tutkimus pyrkii kehittämään uusia innovaatioita helpottamaan asukkaiden elämää. Erilaisten ratkaisujen kirjo on laaja: osa pyrkii vain parantamaan tiettyä osa-aluetta, kuten automaattiset robotti-imurit, kun taas osa pyrkii tarjoamaan kokonaisratkaisun, joka integroi suuren osan kodin laitteista yhteen.

Älykoteja on yritetty tyrkyttää kuluttajille jo yli kymmenen vuotta. Esimerkiksi firma nimeltä Smarthome on kaupannut älykotirihkamaa jo vuodesta 1995. Useat muutkin yritykset, kuten Pluto, MySmartHome ja Home Automation Inc., kamppailevat kuluttajien huomiosta. Akateemisia tutkimuksia aihepiiristä on kirjoitettu vielä pidempään.

Laajasta yrityksestä huolimatta älykoteja nähdään lähinnä scifi-kertomuksien osana tai teknologisina kokeina. Tie fiksumpien kotien saapumiseen massamarkkinoille on edelleen kuoppainen. Osasyynä tähän on itse kehittäjien asenne: teknologiaa tuputetaan asiakkaalle, joka ei ole koskaan nähnyt kyseistä laitetta tarpeelliseksi [Mäyrä et al., 2005; Meyer ja Rakotonirainy, 2003]. Alan tutkimus on kirjavaa, mutta ei tarjoa hirveästi apua tähän ongelmaan: suurin osa papereista ei kohdistu itse asukkaiden tarpeisiin vaan on tehty muista aiheista, kuten älykotien arkkitehtuureista tai kohdatuista tekoälyongelmista. Monet kokonaisratkaisuihin pyrkivät tutkimukset kuten UMASS Intelligent Home [Lesser et al., 1999] ja MavHome [Cook et al., 2003]

rakentavat kokonaisvaltaisen älykotiratkaisun, mutta eivät vaivaudu selvittämään täyttääkö se asukkaiden tarpeita.

Käsittelen paperissani älykodeille asetettuja vaatimuksia ja arvioin kuinka lähelle tähän mennessä tehdyillä käyttöliittymäratkaisuilla on päästy. Lopuksi pyrin esittämään suuntauksia, jotka kannattaa ottaa huomioon suunnitellessa älykodille käyttöliittymää.

2. Asukkaiden toiveet ja tarpeet älykotien suhteen

Yksi laajimmista älykotiodotusten ja -tarpeiden kartoituksista on AMIGO-projektin (www.amigo-project.org) osana tehty kansainvälinen tutkimus [Röcker et al., 2004]. Tutkimus suoritettiin kuudella eri paikalla viidessä eri Euroopan maassa. Käyttäjien toiveita kartoitettiin kolmen vaiheen aikana: ensimmäisessä osuudessa osallistujille esitettiin fiktiivisiä skenaarioita ja heiltä kerättiin kvantitatiivista palautetta, toisessa osuudessa osallistujat keskustelivat eri skenaarioista ja kolmannessa osuudessa käytiin avointa keskustelua älykodeista.

Tutkimuksessa luotiin kuusi erilaista tasoa vaatimuksia, jotka pohjautuvat havaittuihin käyttäjien tarpeisiin. Jokainen taso sisältää useampia käyttäjävaatimuksia ja tasot on priorisoitu niiden tärkeyden mukaan. Siis ensimmäinen taso sisältää kaikkein tärkeimmät vaatimukset. Käyn nyt läpi AMIGO-tutkimuksessa havaitut kuusi tasoa ja esitän vastaavuuksia muihin samankaltaisiin tutkimuksiin.

2.1. Ensimmäinen taso: kontrollin säilyminen

Tärkeimpänä vaatimuksena tutkimuksessa nousi esille kontrollin säilyminen asukkaalla. Vaikka tietynlainen proaktiivisuus nähtiin hyväksi eri skenaarioissa, oli kuitenkin tärkeämpää, että asukas sai kotinsa täysin omaan haltuunsa näin halutessaan. Battarbee ja Kuusela [2005] huomasivat myös saman omassa tutkimuksessaan Tampereen yliopiston Hypermedialaboratoriolla: asukkaiden täytyy kontrolloida elämäänsä, ei tietokoneiden. Toisessa tutkimuksessa älykotiskenaarioiden kautta havaittiin, että automaatio on halutuin vuorovaikutustapa älykodin kanssa, mutta samalla pelättiin, että koti ei oikeasti ymmärrä mitä asukkaat haluavat [Koskela ja Väänänen-Vainio-Mattila, 2004].

Kontrollin menettäminen on yksi älykoteihin liittyvistä vahvimista peloista. Tämä pelko on kuitenkin mahdollista voittaa, ja Koskelan ja Väänänen-Vainio-Mattilan [2004] tutkimuksen mukaan pelko väheneekin samalla kun asukkaat tottuvat käyttämään uutta järjestelmäänsä.

Samalle tasolle priorisoitiin AMIGO-tutkimuksessa myös yksityisyyden säilyminen ja turvallisuus, kodin mukavuuden tukeminen, lisäarvon tuominen asumiseen ja ihmisten välisen kontaktin säilyminen. Kuten jo ensimmäisen tason vaatimuksista huomaa, ei älykotien suunnitteleminen ole ollenkaan yksinkertaista. Järjestelmä eroaa suuresti perinteisien tietojärjestelmistä. Yhtenä erona täytyy nähdä se, että älykodissa käyttäjä elää järjestelmän sisällä ja pyrkii kontrolloimaan sitä sieltä käsin.

2.2. Toinen taso: informaatiotaakan pienentäminen

Toiseksi tärkeimpinä ominaisuuksina nähtiin älykotiratkaisun tarjoama apu päivittäiseen informaatiotulvaan. Aivan selvää kuvaa siitä kuinka järjestelmän täytyisi konkreettisesti auttaa asukasta ei saatu, mutta yhteisiä piirteitä löytyi: osallistujat näkivät tarpeelliseksi ajasta, paikasta ja henkilöstä riippuvan oikean informaation esittämisen ja tämän informaation saatavuuden myös tulevaisuudessa.

Järjestelmän kannalta nähdään vaatimus henkilökohtaisesta kontekstiriippuvaisesta tiedosta, joka muistetaan myös myöhempää käsittelyä varten.

2.3. Kolmas taso: arkipäivän askareet ja onnettomuudet

Melko tärkeään rooliin nousi tavallisten arkipäivän askareiden nopeuttaminen ja automatisoiminen. Samalla nähtiin tarpeelliseksi, että järjestelmä osaa yhdistää erilaisten kodinkoneiden toiminnallisuuden ja koordinoida niiden toimintaa viisaasti. Koordinoinnin lisäksi tärkeänä nähtiin turvallisuuden lisääminen. Esimerkiksi pesukoneen kyky varoittaa vaarallisista esineistä ennen pesuohjelman aloittamista nähtiin tarpeelliseksi.

Kolmas taso sisälsi myös vaatimuksia kustannuksista: älykodin tulisi vähentää kuluja ja säästää energiaa.

2.4. Neljäs taso: arkielämän organisointi

Usein älykotien yhteydessä mainittu mukana seuraava sisältö tuli vastaan tasolla neljä. Tälle tasolle sijoitettiin siis vaatimuksia, jotka helpottavat arkielämää mahdollistamalla uutisten, musiikin ja muiden sisältöjen liikuttamisen mukana työn ja kodin välillä. Meyer ja Rakotonirainy [2003] katsoivat myös omassa tutkimuksessaan tämän olevan yksi yleisistä kaivatuista ominaisuuksista. Mukana seuraavalla sisällöllä on kaksi erillistä tarkoitusta. Ensinnäkin sillä tarkoitetaan talon sisällä seuraavaa sisältöä, eli esimerkiksi musiikin siirtymistä huoneesta toiseen sitä kuuntelevan asukkaan liikkuesssa ja puhelimen soimista vain niissä huoneissa joiden läheisyydessä joku asukas on. Toiseksi sillä tarkoitetaan myös mahdollisuutta siirtää esimerkiksi

henkilökohtaisia uutisia, soittolistoja tai sähköpostiviestejä siirrettävälle mediumille, joka on sitten helppo ottaa mukaan kodin ulkopuolelle.

Sisällön lisäksi organisointiapu nähtiin tarpeelliseksi aikataulujen suhteen. Samalle tasolle sijoittuivat vaatimukset järjestelmän suojasta vihamielisiä hakkereita ja tietojen katoamista vastaan, sekä yksilöllisten asetusten ja käyttöäioikeuksien säilyttäminen.

2.5. Viides taso: apu kodin järjestelemissä

Toiseksi viimeiselle tasolle sijoitettiin vaatimuksia kodin organisoinnin helpottamisesta. Esimerkiksi valojen ja verhojen automaattinen säätäminen perheen alkaessa pelaamaan lautapeliä tai katsomaan elokuvaa nähtiin hyödylliseksi. Samoin ihmisten tunnistaminen etuovella nähtiin kiinnostavaksi ominaisuudeksi.

Meyerin ja Rakotonirainyn [2003] tutkimuksessa havaittiin myös, että tämänkaltaisen kodin automaattinen adaptoituminen asukkaiden eri tilanteisiin on yleinen älykoteihin assosioitu ominaisuus.

2.6. Kuudes taso: käyttäytymisen ymmärtäminen ja yksityisyys

Viimeisellä tasolla kertautuu jälleen tarve yksityisyydelle. Osallistujat näkivät tarpeelliseksi, että järjestelmä osaa ymmärtää asukkaiden käyttäytymistä ja toimia sen mukaan samalla kunnioittaen heidän yksityisyyttään.

Viimeisellä tasolla siis törmätään jälleen vahvaan kontekstinymmärtämisen tarpeeseen. Sama on tullut esille muissakin tutkimuksissa. Luonnollisen ja merkityksellisen vuorovaikutuksen takaamiseksi älykodin täytyy olla tietoinen asukkaiden tarpeista ja ympäristöstä [Meyer ja Rakotonirainy, 2003].

3. Älykotien piirteitä

Täysin yhteistä pohjaa eri tutkimusprojektien yhteydessä kehitetyille älykotiratkaisuille ei ole olemassa. Projektit lähtevät useimmiten täyttämään vain oman tutkimusongelmansa aihepiiriin liittyvät vaatimukset (kuten esimerkiksi [Spinellis, 2003; Cook et al., 2003]). Useille prototyypeille ja erilaisille konsepteille on kuitenkin nähtävissä samankaltaisia suuntauksia. Eri projektit joutuvat vastaamaan suunnitteluvaiheessa tuleviin melko samoihin ongelmiin.

Älykotijärjestelmissä voidaan nähdä muutamia trendejä, jotka ohjaavat arkkitehtuuria ja sitä kautta koko järjestelmää – mukaan lukien käyttöliittymää – vahvasti johonkin suuntaan. Nämä trendit voidaan nähdä epäsuorina vaatimuksina siitä millainen älykotijärjestelmän täytyy vähintään olla, jotta se tarjoaa tarpeeksi lisäarvoa tavanomaiseen ”analogiseen” kotiin nähden. Samalla

suuntaukset ovat selvästi perusteltavissa ja tuovat selvän edun järjestelmälle. Käyn seuraavaksi läpi näitä piirteitä, jotka näen tutkimuksien valossa tarpeelliseksi älykodeille.

3.1. Hajota ja hallitse

Yksi vahva trendi älykotijärjestelmissä on keskitetty hallinta. Jotkut tutkimukset, kuten MavHome [Cook et al., 2003] ja UMASS Intelligent Home Project [Lesser et al., 1999] suuntautuvat vahvasti keskitetyn hallinnan kehittämiseen. Eriäviä näkemyksiäkin esiintyy: Samsungin johtamassa Smart Home Projectissa on kokonaisen kontrolloivan ja integroidun järjestelmän luomisen sijaan innovoitu useita pienempiä kodinkoneita ja muunneltuja arkipäivän esineitä [Park et al., 2003].

Vaatus keskitetylle hallinnalle voidaan selvästi oikeuttaa, kun katsotaan AMIGO-projektin yhteydessä tulleita vaatimuksia energian säästöstä, kodinkoneiden integraatiosta ja kustannustehokkuudesta (3.taso). UMASS projektin yhteydessä kehitetty resurssienhallintajärjestelmä on lupaava alku näiden vaatimusten tavoittamiseen. Järjestelmässä älykkäät agentit vastaavat eri älykodin alueista, kuten kodinkoneista ja resursseista. Kun esimerkiksi tiskikoneagentti haluaa aloittaa työskentelynsä, täytyy sen ensin pyytää vedenjakelusta vastuussa olevalta agentilta kuumaa vettä. Mikäli kyseistä resurssia ei ole saatavilla sillä hetkellä, agentti voi jäädä odottamaan parempaa hetkeä tai esimerkiksi käyttää kylmää vettä tiskaamiseen. Hyvä oivallus UMASS-projektissa oli myös melun esittäminen resurssina. Tällöin voidaan helposti kontrolloida milloin ja paljonko kodinkoneet meluavat säätelämällä vain meluresurssin saatavuutta eri aikoina.

UMASS-tyylinen resurssienhallinta mahdollistaa myös kustannustehokkaamman toiminnan esimerkiksi sallimalla sähköresurssin vahvan käytön vain halvemmän yösähkön aikana. Agenttien älykkyydestä ja toimintamalleista riippuen myös energiansäästö voi olla mahdollista: esimerkiksi lämmityksestä vastaava agentti voi antaa talon lämpötilan laskea mikäli saa tiedon, että kukaan asukkaista ei tule olemaan paikalla vielä pitkään aikaan.

On tärkeää huomata, että keskitetty hallinta ei välttämättä tarkoita sitä, että yksi kone kontrolloi kaikkia kodin laitteita vaan sitä, että kodin koneet toimivat yhdessä joidenkin säätelävien tahojen mukaan. UMASS projektissa näitä sääteläviä tahoja olivat resurssien hallitsijat.

3.2. Multimodaalisuus

Yksi vahva kiinnostusalue ja motivaatio älykotien kehityksessä on vanhusten ja fyysisesti rajoittuneiden ihmisten tukeminen ja heidän arkielämänsä helpottaminen. Älykotiteknologia voi helpottaa tuntuvasti

arkiaskareista selviämistä ja lisätä turvallisuutta esimerkiksi automaattisesti ilmoittamalla terveydenhuoltohenkilökunnalle, jos asukkaan elintoiminnot ovat heikenneet.

Useiden modaliteettien käyttäminen on monissa tapauksissa ainut vaihtoehto, jolla saadaan aikaan järjestelmä, jota mahdollisimman monet asukkaat voivat käyttää. Esimerkiksi kuuron henkilön on mahdotonta käyttää pelkästään audioon pohjautuvaa järjestelmää. Sama ongelma tulee näkövammaisten ja liikuntarajoitteisten käyttäjien kohdalla, jos käytettävä järjestelmä tukee vain visuaalista representaatiota tai kosketuspalautetta.

Multimodaalisuus tekee siis käyttöliittymästä saavutettavamman (eng. "*accessible*"), mutta tämän lisäksi tutkimuksissa on havaittu, että useiden modaliteettien käyttäminen tarjoaa luonnollisemman käyttökokemuksen. Liverpoolin John Mooren yliopistossa tehdyssä tutkimuksessa pyrittiin hyödyntämään näitä multimodaliteetin hyviä puolia ja suunnittelemaan älykoteihin käyttöliittymä, joka olisi mahdollisimman laajan yleisön käytettävissä [Sainz de Salces et al., 2005]. Tutkimuksessa vertailtiin visuaalisen, audiopohjautuvan ja multimodaalisen käyttöliittymän eroja ja tehokkuutta. Visuaalinen käyttöliittymä osoittautui tehokkaimmaksi, mutta multimodaalinen tuli hyvänä kakkosena. Mikäli otetaan lisäksi huomioon multimodaalisuuden tarjoamat edut voidaan sitä pitää järkevänä vaatimuksena älykoteihin.

3.3. Mobiilisuus

Koskela ja Väänänen-Vainio-Mattila vertailivat kolmen erilaisen käyttöliittymän herättämiä kokemuksia Tampereen Teknillisellä yliopistolla [Koskela ja Väänänen-Vainio-Mattila, 2004]. Tutkimuksessa käytetyt käyttöliittymät oli sijoitettu tavallisiin, miltei joka kodista löytyviin laitteisiin: mediatervinaaliin, jota ohjataan television ja kaukosäätimen avulla, tavalliseen tietokoneeseen ja matkapuhelimeen. Testaus suoritettiin autenttissa kotiympäristössä 6 kuukauden ajanjaksossa.

Teknillisen yliopiston tutkimuksessa havaittiin, että ihmisten toiminnot keskittyvät kodin sisällä erillisten *toimintakeskusten* ympärille. Nämä toimintakeskukset sijaitsevat eri puolilla asuntoa ja tekevät näin ollen ihmisten joka päiväisistä askareista mobiileja.

Tutkimuksessa huomattiin lisäksi, että asukkaat halusivat käyttää laitteita sekä yhdessä muiden kanssa, että yksinään. Tällöin yhdessä käyttäminen on helppoa suorittaa esimerkiksi mediatervinaalin ja television avulla, ja yksityiseen käyttöön sopii parhaiten mukana kulkeva, henkilökohtainen matkapuhelin. Matkapuhelimen käyttö

tarjosi myös huomattavan edun mahdollistamalla kodin etäkontrollon.

Tutkimuksessa havaittiin, että puhelimen käyttö oli mielekkäintä joka päiväisessä vuorovaikutuksessa ja tietokoneelta käytettävä graafinen käyttöliittymä oli mielekkäin kun haluttiin tehdä tarkempia operaatioita, kuten ajastaa valojen syttyminen tiettyyn ajankohtaan. Television, kaukosäätimen ja mediatermiinalin yhdistelmä nähtiin liian hitaaksi ja se häiritsi myös television katselua.

3.4. Heikko proaktiivisuus

Tulevaisuuden kodin varsinainen älykkyys on ehkä kiistanalaisin aihe tutkimuksissa. Esimerkiksi MavHome-hankkeessa Texasissa pyrittiin luomaan agenttijärjestelmään pohjautuva älykoti, joka kykenee oppimaan käyttäjän arkipäivän rutiineista ja toimimaan niiden pohjalta automatisoidusti. Agentin yksi algoritmi pyrkii löytämään käyttäjän toimista toistuvia kuvioita ja toinen algoritmi pyrkii toistamaan näitä rutiineja jälkeensä [Cook et al., 2003]. Missään vaiheessa tätä tutkimusta ei mahdollisilta käyttäjiltä kysytty onko kyseinen toimintamalli haluttu ja jo kuvauksesta näkee, että se on ristiriidassa AMIGO-projektin ensimmäisen tason vaatimuksien kanssa.

Tampereen yliopiston Hypermedialaboratorion Morphome-tutkimuksessa päädyttiin suosittamaan lievempää ratkaisua: vahvan proaktiivisuuden sijasta älykodeissa tulisi käyttää *heikkoa proaktiivisuutta* [Mäyrä et al., 2005]. Tällöin järjestelmä pyrkii ymmärtämään mitä asukas tekee päivittäin ja huomattuaan jonkun säännönmukaisuuden se ehdottaa käyttäjälle toimintaa etukäteen. Jos asukas esimerkiksi sulkee aina olohuoneen verhot mennessään nukkumaan, voi järjestelmä muutaman yön jälkeen ehdottaa verhojen sulkemista huomattuaan saman käyttäytymiskuvion taas toistuvan. Näin käyttäjä saa suljettua verhot vastaamalla ehdotukseen myöntävästi. Mikäli käyttäjä haluaa automatisoida verhojen sulkemisen kokonaan voi hän asettaa ajastimen tai järjestelmä voi kysyä häneltä myönteisen vastauksen jälkeen mikäli hän haluaa näin tehtävän aina.

Morphome-tutkimuksessa todettiin tämän mahdollisuuden hyväksyä tai kieltää ehdotetut toiminnot olevan yksi tärkeimmistä älykodin ominaisuuksista, jotka luovat käyttäjälle kontrollin tunteen.

3.5. Muunneltavuus vastaan tunnistettavuus

Jokainen koti on yksilöllinen ja kodin personalisointi on erittäin tärkeä viihtyvyyteen vaikuttava tekijä. Tämä synnyttää pulman laitteiden ja käyttöliittymien suunnittelussa: symbolien ja muotoilun täytyisi olla johdon- ja yhdenmukaista, jotta niiden ymmärtäminen olisi nopeaa ja

mahdollista myös ulkopuolisille, mutta toisaalta asukkaat haluavat myös personalisoida oman kotinsa [Mäyrä et al., 2005].

Käyttöliittymän on siis tarjottava johdonmukainen toimintamalli ja yhdenmukainen ulkonäkö, mutta mahdollistettava muunneltavuus. Yhtenä vaihtoehtona on tukea erilaisia asukkaiden luomia teemoja ja sallia esimerkiksi värien ja äänien vaihtaminen. AMIGO:n toisella tasolla vastaan tulleet eksplisiittiset vaatimukset henkilökohtaisista asetuksista ja toiminnallisuudesta tulevat esiin. Käyttöliittymän täytyy siis myös olla henkilökohtainen, mutta mikäli käyttäjänä on joku talouden ulkopuolinen henkilö, kuten satunnainen vieras, voidaan hänelle esittää perusasetuksilla varustettu näkymä.

4. Käyttöliittymähahmotelma

Edellisessä kappaleessa käsitellyistä piirteistä on pääteltävissä, että älykodin käyttöliittymän suunnittelu ei ole yhtä yksinkertaista kuin perinteinen graafisen käyttöliittymän suunnittelu. Itse asiassa eri käyttökontekstit vaativat erilaisia laitteita ja erilaisia käyttöliittymiä, ja täten tekevät yhden universaalin käyttöliittymän suunnittelusta mahdotonta.

Jonkinlaisen keskitetyn hallinnan tarve kuitenkin herättää sen johtopäätöksen, että yhden universaalin käyttöliittymän sijaan älykodin tietojärjestelmään tarvitaan yksi kommunikointikanava, jonka kautta useat erilaiset käyttöliittymät voivat kommunikoida. Tietojärjestelmä voidaan nähdä eräänlaisena mustana laatikkona johon saadaan yhteys käyttöliittymien kautta. Tällainen lähestymistapa voi tuoda myös etuja kehittämiseen: käyttöliittymien luominen voidaan pitää kokonaan erillään itse älykodin ytimeistä kunhan kommunikointikanavasta ja -tavoista on sovittu.

4.1. Kategorisointi laitteiden perusteella

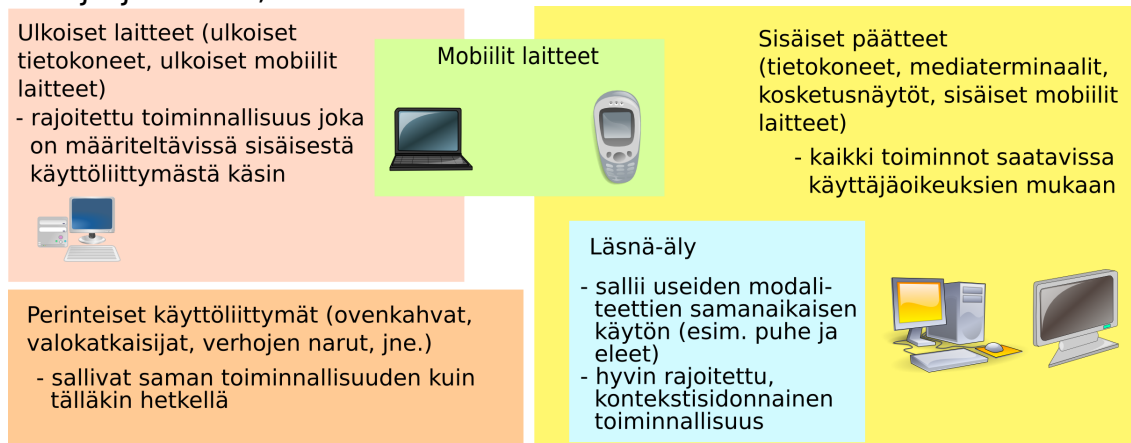
Erilaiset käyttöliittymän sisältävät laitteet voidaan kuitenkin helposti kategorisoida. Esimerkiksi matkapuhelin ja PDA ovat molemmat mobiileja laitteita kun taas pöytätietokone ja mediaterminaali ovat käytettävissä vain kodin sisältä. Useat mobiileista laitteista, kuten kannettava tietokone, voivat esiintyä myös staattisina laitteina joita käytetään kodin sisältä. Kodin ulkoiset pöytätietokoneet ovat taas laitteita, jotka pysyvät kodin ulkopuolella. Kodin kontrollointi näiden kautta voisi tapahtua esimerkiksi verkkopohjaisen käyttöliittymän kautta.

Turvallisuus ja yksityisyyden suoja olivat korkeasti arvostettuja vaatimuksia älykodilta. On helppo huomata, että mahdollistamalla talon kontrollointi sen ulkopuolella olevista käyttöliittymistä, luodaan

melko suuri turvallisuusriski. Toisaalta etäkäyttö havaittiin Tampereen Teknillisen yliopiston tutkimuksessa erittäin mielekkääksi ominaisuudeksi [Koskela ja Väänänen-Vainio-Mattila, 2004]. Yksinkertainen ratkaisu on rajoittaa ulkoisten käyttöliittymien toiminnallisuutta. Tällöin jos vihamielinen krakkeri saa käsiinsä kaikki tarvittavat salasanat ja pääsee käsiksi ulkoiseen käyttöliittymään, ei hän pysty tekemään mitään todellista vauriota.

Luokittelemalla laitteet on helppo kuvailla ja perustella niiden käyttötarkoitukset ja -mahdollisuudet. Tämä taas helpottaa käyttöliittymien suunnittelua. Kuvan yksi osoittama jaottelu on tehty ulkoisien ja sisäisten laitteiden välille. Talon sisäiset laitteet, kuten kosketusnäytöt ja tietokoneet vaativat fyysisen pääsyn niiden äärelle ja tämän vuoksi niiden käyttöliittymä voi jo tarjota melko laajasti erilaisia kontroleja ilman käyttäjän tunnistamista. Talon ulkoiset käyttöliittymät ovat puolestaan rajoitetumpia eivätkä oletuksena salli ollenkaan suurempia operaatioita. Pienempien operaatioiden, kuten kahvinkeitin virtatilan tarkistus tai nauhoituksen ajastus onnistuu, mutta tätäkin varten vaaditaan jo jonkinasteinen salasana.

Käytännössä rajana on siis fyysinen sijainti talon sisällä. Ehto tuntuu järkevältä, koska se on jo tällä hetkellä käytössä kodeissamme: valokatkaisijat, lämmityslaitte, pesukone ja DVD-soitin vaativat kaikki fyysisen pääsyn itse laitteeseen. Mikäli vihamielinen krakkeri on jo päässyt taloon sisälle ei käyttäjän ensimmäisenä huolena ole tietojärjestelmä, vaan oma turvallisuus.



4.1.1. Ulkoiset käyttöliittymät

Ulkoiset käyttöliittymät tarjoavat vain perustoiminnot ja vaativat jokaisen yhteydenoton alussa sisäänkirjautumisen. Sisäänkirjautumisen tyyppi riippuu itse käyttöliittymästä: matkapuhelimen kautta on luontevaa antaa numeroihin perustuva tunnistus kun taas PDA-laitteen kynäkäyttöliittymän kautta tunnistamisessa voidaan käyttää vaikka digitaalista signeerausta.

Ulkoiset käyttöliittymät ovat eräänlaisia toisen luokan kansalaisia käyttöliittymien keskuudessa: niiden oikeudet riippuvat täysin sisäisistä käyttöliittymistä käsin määritellyistä ominaisuuksista.

4.1.2.Sisäiset käyttöliittymät

Sisäiset käyttöliittymät voidaan edelleen jakaa kahteen osaan. Pääteinä toimivat laitteet, kuten tietokoneet, kodin sisällä olevat puhelimet tai PDA:t voivat toimia joko perustilassa tai sisäänkirjautuneessa, personoidussa tilassa.

Perustilassa käyttäjää ei ole tunnistettu ja hänelle tarjotaan vain turvallisia toimintoja, kuten kyseisen huoneen valojen hallinta, tai verhojen sulkeminen. Tämä perustila antaa esimerkiksi vierailijoille mahdollisuuden hallita yksinkertaisia asioita. Samalla talon asukkaat saavat nopeasti pääsyn normaaleihin toimintoihin.

Sisäänkirjautuneet käyttäjät saavat käsiinsä suuremman määrän toimintoja käyttäjäoikeuksistaan riippuen. Esimerkiksi lämmityksen säätäminen, saunan päälle kytkeminen ja etuoven lukon etäavaaminen ovat toimintoja joiden kontrolli on viisasta pitää vain tunnistettujen käyttäjien käsissä.

Koska älykoti on dynaaminen ympäristö ja sen elinkaaren aikana käyttäjät todennäköisesti lisäävät ja poistavat käyttöliittymiä, täytyy järjestelmän mahdollistaa niiden helppo hallinta. Yhtenä vaihtoehtona on mahdollistaa käyttöliittymien hallinta sisäisten käyttöliittymien kautta. Tuntematon laite, kuten uusi matkapuhelin voi liittyä talon sisäiseen verkkoon, jonka jälkeen sisäisen – jo hyväksytyn – käyttöliittymän kautta voidaan kysyä halutaanko uutta puhelinta käyttää kodin hallitsemiseen. Tämäkin toiminto vaatii luonnollisesti sisäänkirjautumisen ja tarvittavat oikeudet. Kuvio synnyttää tietynlaisen muna-kana-paradoksin, joka on ratkaistava määrittämällä älykodin asennuksen yhteydessä ensimmäinen pääkäyttöliittymä, kuten kodin pöytätietokone. Tämän pöytätietokoneen kautta on sitten mahdollista hallita muita käyttöliittymiä ja niille sallittuja asetuksia. Pääkäyttöliittymäkin on luonnollisesti mahdollista vaihtaa.

4.1.3.Läsnä oleva käyttöliittymä

Kaikkialla läsnä oleva käyttöliittymä (eng. *Ubiquitous*) on sisäisen käyttöliittymän erityistapaus. Tällä tarkoitetaan käyttöliittymää, jota voidaan kontrolloida talon sisällä puheen ja mahdollisesti eleiden avulla. Tällainen käyttöliittymä toteuttaa osaltaan Weiserin maalaamaa mielikuvaa luonnollisesta interaktiosta kaikkialla läsnä olevien näkymättömien tietokoneiden kanssa [Weiser et al., 1999]. Vaikka perinteiset GUI-käyttöliittymät mahdollistavat kenties nopeamman ja

tarkemman toiminnan, antaa koko kodin kattava multimodaalinen käyttöliittymä todellisen lisäarvon kodin hallintaan.

Läsnä oleva käyttöliittymä on myös aina päällä ja täten loistava kanava asukkaan kanssa kommunikointiin mikäli hän ei ole minkään muun käyttöliittymän äärellä. Jos esimerkiksi järjestelmä huomaa, että Ville on saanut uutta postia, josta hän haluaa tulla ilmoitetuksi ja tietää, että Ville on talon keittiössä, mutta ei minkään muun käyttöliittymän saavutettavissa, voi se turvautua käyttämään läsnä olevaa käyttöliittymää, joka ilmoittaa Villelle uudesta postista esimerkiksi äänen avulla tai himmentämällä valoja hetkeksi.

Käyttäjän luotettava tunnistaminen äänen tai videokuvan perusteella on kuitenkin liian riskialtis prosessi. Siksi läsnä olevan käyttöliittymän kautta kannattaa sallia vain samankaltaisia toimintoja kuin talon peruskäyttöliittymästä.

Syötteen tulkitsemisessa voi myös tulla ongelmia. Virhetulkintojen määrää voidaan vähentää mikäli järjestelmä on tietoinen erilaisista syötevaihtoehdoista etukäteen. Jos valot ovat jo päällä olohuoneessa ei yksikään komento voi koskea valojen sytyttämistä. Käyttöliittymän täytyy siis ottaa konteksti huomioon tulkitessaan syötettä. Samoin useiden modaliteettien yhdistäminen voi vähentää virheiden määrää ja parantaa käyttökokemusta. Tällainen lähestymistapa on otettu mm. Open Agent Architecture -projektissa, jossa Modality Coordination agentti on vastuussa eri lähteistä tulleiden syötteiden yhdistämisestä ja yhden johdonmukaisen tarkoituksen löytämisestä [Moran et al., 1997].

4.1.4. Perinteiset käyttöliittymät

Älykotijärjestelmän tavoitteena on helpottaa asukkaiden elämää tuomalla heidän elinympäristöönsä uusia vuorovaikutustapoja ja ominaisuuksia. Samalla täytyy kuitenkin säilyttää yhteensopivuus entiseen elämäntapaan, eli laitteiden omat, fyysiset käyttöliittymät on säilytettävä ennallaan. Vaikka etuovi voitaisiinkin avata sisäisen käyttöliittymän kautta mistä päin asuntoa tahansa, täytyy sen avaamisen edelleen onnistua myös kääntämällä kahvaa.

Samalla kun pidetään yllä vanhoja tapoja vuorovaikuttaa kotiympäristössä, lisätään myös asukkaiden turvallisuuden tunnetta: vaikka älykotijärjestelmään tulisikin jokin ongelma, voi asukas toimia ”perinteisin” keinoin kodissaan. Tämä täytyy ottaa huomioon myös tietojärjestelmää suunniteltaessa.

4.2. Mobiilit laitteet

Oman erikoisryhmänsä muodostavat laitteet, joiden sijainti voi vaihdella talon sisä- ja ulkopuolen välillä. Helpoin ratkaisu olisi kohdella

näitä laitteita jatkuvasti ulkopuolisina, jolloin maksimoitaisiin turvallisuus ja helpotettaisiin suunnittelua. Tämä tekee kuitenkin niistä paljon rajoittuneempia, eikä palvele käyttäjän etua.

Mikäli voidaan varmistua, että laite on fyysisesti talon sisällä voidaan sille sallia oikeudet toimia sisäisenä käyttöliittymänä älykotiin. Tämän ehdon varmistaminen riippuu paljon laitteesta.

Useissa kodeissa on nykyään lähiverkko, jonka muodostaa esimerkiksi jossain päin taloa oleva langaton tukiasema tai ADSL-modeemi. Kaikki talouden tietokoneet voidaan sitten kytkeä tähän reitittimeen, jonka kautta ne saavat pääsyn Internettiin. Lähiverkossa olevilla koneilla on oma IP-osoiteavaruutensa, jonka jakelusta vastaa reititin. Tällainen kodin sisällä oleva lähiverkko voi olla yksi tapa tunnistaa mobiilin laitteen sijainti. Mikäli esimerkiksi perheen kannettava kytketään salattuun langattomaan verkkoon on melko turvallista olettaa, että kannettava on talon sisällä tai ainakin lähialueella. Tällöin älykotijärjestelmä voi tarjota monipuolisemman käyttöliittymän.

Useiden uudehkojen matkapuhelinten käyttäminen talon sisällä onnistuu ilman matkapuhelinverkon käyttöä. Tällöin matkapuhelin voi ottaa yhteyden kodin sisällä olevaan langattomaan verkkoon tai langattomaan Bluetooth-vastaanottoon. Samalla verkon nopeus kasvaa, käyttäjä saa tehokkaamman käyttöliittymän ja säästää puhelinmaksuissa. Matkapuhelimen yhteys kodin lähiverkkoon mahdollistaa myös muiden suosittujen ominaisuuksien, kuten internetpuhelujen, ohjaamisen suoraan puhelimeen.

4.3. Kritiikkiä

Koska sisäänkirjautuminen on käyttöliittymäriippuvainen toiminto, täytyy käyttäjän autentikointi sijoittaa itse käyttöliittymään. Tämä ei ole turvallisuuden kannalta kovin hyvä lähestymistapa, koska se tarjoaa krakkereille useita erilaisia teitä sisälle järjestelmään. Toisaalta se on helppo tapa mahdollistaa erilaiset tavat kirjautua sisälle. Turvallisuutta onneksi nostaa mahdollisuus rajoittaa ulkoisten käyttöliittymien toiminnallisuutta sisäisistä käyttöliittymistä käsin.

Toisena lähestymistapana olisi sijoittaa älykotijärjestelmän ytimeen useita erilaisia tapoja kirjautua sisään. Tämä monimutkaistaisi ydintä, mutta pitäisi ainakin kaikki autentikointitiedot samassa paikassa.

5. Yhteenveto

Yhden käyttöliittymän löytäminen älykotiin on mahdotonta mikäli halutaan noudattaa käyttäjien toiveita. Erilaisten käyttökontekstien

määrä ja kotiympäristön tuomat erikoiset haasteet pakottavat erilaiseen lähestymistapaan.

Kävin läpi erilaisia vaatimuksia joiden pohjalta löysin älykodilta vaadittavia piirteitä. Näiden pohjalta luokittelin älykodin kontrolloinnin mahdollistavat käyttöliittymät neljään tyyppiin. Kaikki käyttöliittymät tarjoavat oman, tiettyyn kontekstiin ja tehtävään sopivan välineen kodin hallintaan. Olen tarjonnut yhden lukuisista erilaisista lähestymistavoista älykotien suunnitteluun. Uskon, että tällainen käyttäjien vaatimuksista aloittaminen on ainut oikea tapa luoda toimiva ja haluttu älykotiratkaisu.

Älykoti-idean saaminen massamarkkinoille ei ole helppo tehtävä, mutta joku sen tulee tekemään luultavasti jo seuraavan vuosikymmenen aikana.

Viiteluettelo

[Battarbee ja Kuusela, 2005] – Katja Battarbee ja Kristo Kuusela, Interacting with Proactive Technology, Teoksessa *The Metamorphosis of Home*, Frans Mäyrä ja Ilpo Koskinen (toim.), Tampereen yliopisto, 2005, 71-85

[Cook et al., 2003] – D.J. Cook, M. Huber, K. Gopalratnam ja M. Youngblood, *Learning to Control a Smart Home Environment*, Innovative Applications of Artificial Intelligence, 2003, <http://ranger.uta.edu/~holder/courses/cse6362/pubs/Cook03.pdf>

[Koskela ja Väänänen-Vainio-Mattila, 2004] - Tiiu Koskela ja Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila, Evolution towards smart home environments: empirical evaluation of three user interfaces, *Personal and Ubiquitous Computing*, **8** (3-4), Springer-Verlag, 2004, 234 – 240

[Lesser et al., 1999] - Victor Lesser, Michael Atighetchi, Brett Benyo, Bryan Horling, Anita Raja, Régis Vincent, Thomas Wagner, Ping Xuan ja Shelley XQ. Zhang, The UMASS Intelligent Home Project, *Proceedings of the third annual conference on Autonomous Agents*, ACM Press, 1999, 291 – 298

[Meyer ja Rakotonirainy, 2003] - Sven Meyer ja Andry Rakotonirainy, A survey of research on context-aware homes, *Proceedings of the Australasian information security workshop conference on ACSW frontiers*, **21**, Australian Computer Society, Inc., 2003, 159 – 168

- [Moran et al., 1997] - Douglas B. Moran, Adam J. Cheyer, Luc E. Julia, David L. Martin ja Sangkyu Park, Multimodal user interfaces in the Open Agent Architecture, *Proceedings of the 2nd international conference on Intelligent user interfaces*, 1997, 61-68
- [Mäyrä et al., 2005] – Frans Mäyrä, Tere Vadén ja Ilpo Koskinen, Introduction: Living in Metamorphosis – the Whys and Hows of Proactive Home Design Research, Teoksessa *The Metamorphosis of Home*, Frans Mäyrä ja Ilpo Koskinen (toim.), Tampereen yliopisto, 2005, 7-27
- [Park et al., 2003] - Sang Hyun Park, So Hee Won, Jong Bong Lee ja Sung Woo Kim, Smart home – digitally engineered domestic life, *Personal and Ubiquitous Computing*, **7** (3-4), Springer, 2003, 189 – 196
- [Röcker et al., 2004] - Carsten Röcker, Maddy D. Janse, Nathalie Portolan ja Norbert Streitz, User Requirements for Intelligent Home Environments: A Scenario-Driven Approach and Empirical Cross-Cultural Study, *Joint sOc-EUSAI conference*, 2004, 111-116
- [Sainz de Salces et al., 2005] - Fausto J. Sainz de Salces, David England, David Llewellyn-Jones, Designing for all in the house, *Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction*, 2005, 283 – 288
- [Spinellis, 2003] - Diomidis D. Spinellis, The information furnace: consolidated home control, *Personal and Ubiquitous Computing*, **7** (1), 2003, 53 – 69
- [Weiser et al., 1999] – Mark Weiser, Rich Gold, ja John Seely Brown, The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s, *IBM Systems Journal*, **38** (4), 1999, saatavilla myös <http://www.research.ibm.com/journal/sj/384/weiser.html> (tarkistettu 11.5.2006)