

Vesa Jaakola

UPNP - KOTIAUTOMAATIO

Opinnäyte

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikan Koulutusohjelma

Toukokuu 2010

Yksikkö Ylivieska	Aika Toukokuu 2010	Tekijä/tekijät Vesa Jaakola
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi UPnP- kotiautomaatio		
Työn ohjaaja FM Joni Jämsä	Sivumäärä 31	
Työelämäohjaaja DI Ritva Saviluoto		
<p>Tutkimustyö jonka CENTRIA tilasi tutkittiin, miten voisi mahdollisuuksien mukaan toteuttaa kotiautomaatiojärjestelmä UPnP- teknologia menetelmällä.</p> <p>Työssä oli tarkoituksena tutkia, voidaanko kodin laitteiden ohjaus toteuttaa täysin UPnP- protokollan mukaisesti. Tavoitteena oli saada tutkimustyö jonka perusteella ja tiedoilla UPnP- kotiautomaatiojärjestelmän voitaisiin rakentaa.</p> <p>Tutkimusmenettely perustui täysin Internet- pohjaiseen tiedonhankintaan. Tutkimukseen on lisätty tutkijan omaa harkintaa, jotta myös hiljaista tietoa saataisiin tiedonhankinnan tueksi.</p> <p>Tuloksien perusteella tullaan siihen tulokseen, että kaikenkattavaa UPnP- kotiautomaatiojärjestelmää ei tänä päivänä vielä pystytä rakentamaan. Kotiautomaatiojärjestelmän voisi kyllä toteuttaa useamman verkkojärjestelmän ympärille, hajautettuihin verkkojärjestelmiin, edellyttäen että eri verkkojärjestelmien väliset siltauskonfiguraatiot ovat toimintakykyisiä ja mahdollisia toteuttaa. Vaikka UPnP- kotiautomaatiojärjestelmän tulee toimia täysin UPnP- protokollan mukaisesti, eikä hajautetuissa verkkojärjestelmissä, ei tämä maailma toteudu muuten kuin virtuaalisesti.</p> <p>Johtopäätöksenä todetaan se, että hajautetuissa verkkojärjestelmissä, muiden kuin UPnP – verkon laitteiden ohjaus tapahtuu fyysisesti solmukohdan ohjauspisteen välityksellä. UPnP- ohjauspiste näkee vain virtuaalisesti muissa verkoissa sijaitsevat laitteet sekä solmukohdan ohjauspisteen, joka on siltauksella yhdistetty UPnP- verkkoon.</p>		

Asiasanat

UPnP- kotiautomaatio, UPnP- ohjauspiste, UPnP- protokolla

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska	Date May 2010	Author Vesa Jaakola
Degree programme Information technology		
Name of thesis UPnP- Home automation		
Instructor M.Sc. Joni Jämsä		Pages 31
Supervisor M.Sc. Ritva Saviluoto		
<p>The research, commissioned by the CENTRIA, studied the possibilities, of implementing home automation system, by using UPnP technology method.</p> <p>The purpose of this study was to examine whether the control of home appliances could be fully implemented with the UPnP protocol. The aim was to research and collect information on the basis of which the UPnP home automation system could be built.</p> <p>On the basis of the results, it was found out it is not possible to build UPnP home automation system today. A home automation system could be implemented by using distributed network systems provided that the node configurations between various network systems are operational and feasible. Although the UPnP home automation system will work perfectly in accordance with the UPnP protocol, and not in distributed network systems, this is only possible virtually.</p> <p>In conclusion, it should be noted that in distributed network systems, the control other than UPnP - network devices takes place physically trough the control points. Of the node UPnP control point sees only virtual devices located in other networks as well as node control point, which has been bridged to the UPnP network.</p>		
Key words UPnP home automation, UPnP control point, UPnP protocol		

LYHENTEET

ARP = Address Resolution Protocol.

CAT-5 = Kattegoria 5:n mukainen kaapelointi.

CAT-6 = Kattegoria 6:n mukainen kaapelointi.

DHCP = Dynamic Host Configuration Protocol.

GPIO = Yleiskäyttöinen portti mikrokontrollereissa ja mikroprosessoreissa.

HTTP = Yhteyskäytäntö; protokolla.

I/O = Sisäänmeno / Ulostulo.

IP = IP- osoite, IP- numerointi.

JINI = Java -teknologia, jotka käytetään hajautettujen järjestelmien rakentamiseen.

NAT = Network Address port Translation.

PDA = Personal Digital Assistant.

RF = Radio Frequency.

SOAP = Simple Object Access Protocol.

SSDP = Simple Service Discovery Protocol.

UDP = User Datagram Protocol.

UMB = Universal Middleware Bridge.

UPnP = Universal Plug And Play.

Wi-Fi = Merkintä tapa, jolla osoitetaan langaton lähiverkko.

WLAN = Langatonta tiedonsiirtoa hyödyntävä lähiverkko.

X.10 = Sähköverkossa tai radioteitse siirrettävä protokolla.

XML = Extensible Markup Language. Merkintäkieli.

PROTOKOLLAT

UPnP: Laitteet tunnistavat toisensa UPnP- protokollan avulla ja jakavat toisilleen palveluja. Laitteet voivat liittyä verkkoon ja poistua verkosta ilman erityistä asentamista. Perustuu XML- koodiin, jota lähetetään http:n yli.

SOAP: On lyhyt yli http-protokollan toimiva xml- kielinen proseduuri, jolla laite antaa itsestään olemassa olevan tilan ja kuvaukset

DCHP: On protokolla, jolla laite jakaa IP- osoitteita ja asetuksia verkossa oleville laitteille. eli jokainen laite joka liittyy verkkoon saa DHCP- palvelimelta oman IP- osoitteen. Edellyttäen, että käyttäjä on määritellyt IP- osoite avaruuden DHCP- palvelimelle.

SSDP: On niin kutsuttu etsintäprotokolla, jolla laitteet etsivät toisiaan verkossa ilman eri komentoa.

HTTP: On protokolla jota selaimet ja palvelimet käyttävät tiedonsiirtoon. Kuljetuskerroksena toimii TCP ja verkkokerroksena on IP- protokollat.

X.10: On 1975 kehitetty protokolla, jonka tarkoituksena on ohjata sähköverkossa olevia kodin laitteita.

STANDARDIT

UPnP: ISO/IEC 29341-10-10:2008 Standardi on ensimmäinen IP- Pohjaseen kotiverkkojärjestelmään otettu standardi. Laite arkkitehtuuri on UPnP- forumin kehittämä ja perustuu kansainväliseen standardiin.

X.10: Avoin kansainvälinen standardi, jota käytetään kotiautomaation ohjaukseen sähköverkon ylitse.

WLAN: IEEE 802.11 on IEEE:n standardi langattomille WLAN- lähiverkoille.

ZigBee: on IEEE 802.15.4-2003 mukainen standardi lyhyen kantaman langattomille verkoille.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
LYHENTEET
PROTKOLLAT JA STANDARDIT
SISÄLLYS**

1. JOHDANTO	1
2. MITÄ ON UPnP.....	2
3. UPnP- LAITTEET	3
3.1 UPnP- palvelin.....	3
3.2 UPnP- Renderöinti	3
3.3 Kodinkoneet.....	4
3.4 Viihdelaitteet.....	5
4. UPnP- OHJAUSPISTE JA WLAN.....	6
4.1 Ohjauspiste	7
4.2 Wlan	7
4.3 Tietoturva.....	7
5. UPnP- PROTOKOLLAN TOIMINNOT.....	9
5.1 STEP- taso 0 (Addressing).....	9
5.1.1 Auto IP	9
5.1.2 IP- Osoitteistuksen testaus	9
5.2 STEP- taso 1 (Discovery)	10
5.3 STEP- taso 2 (Description)	12
5.3 STEP- taso 3. (Control).....	14
5.4 STEP- taso 4 (Eventing).....	16
5.5 STEP- taso 5. (Presentation)	17
6. VISIO KOTIAUTOMAATIO JÄRJESTELMÄSTÄ	19
6.1 UPnP to x.10 power line adapter	20
6.2 UMB Adapteri	21
6.3 Vera- kotiautomaatio	22

6.4 KODIN ÄLYVERKKO X.10 TOTEUTUS	23
6.5 UPnP OHJATTU ZIGBEE JA KENTTÄVÄYLÄ	25
6.6 UMB- LAITTEEN YDIN TOIMINTO	26
6.7 Z- WAVE	31
LÄHTEET	32

1. JOHDANTO

Tässä työssä on tarkoitus tutkia millainen järjestelmä on UPnP, ja tutkia sen soveltuvuutta kotiautomaation ohjaukseen. Tutkimuksen lähtökohtana on mm. Microsoft, Sony ja Nokia konsernien lanseeraama Ethernet verkon yli toimiva UPnP- protokolla jolla ohjataan kodin viihdejärjestelmiä. Toisin sanoen kaupallisia ratkaisuja löytyy paljon tähän nimen omaisen viihde-ympäristön puitteisiin.

Tässä työssä kuitenkin tutkitaan UPnP- järjestelmän soveltuvuutta ja käytettävyyttä kotiautomaation haasteellisessa ympäristössä. Kaupallisia ratkaisuja kotiautomaation toteuttamiseen, että ohjaukseen UPnP- protokollan avulla ei juuri ole olemassa. Mutta joitain harvoja järjestelmiä on tulossa kyseiselle markkina- alueelle kuten sähköverkon yli toimiva X-10 järjestelmä ja on yleistymässä kotiautomaation UPnP- toiminnoissa.

Työssäni tulen tutkimaan UPnP- protokollan käytettävyyttä muissa kuin viihde-ympäristössä. Haasteellisena näen UPnP- palvelujen tuottamisen kodin automatiikassa ja tulen esittämään myös muitakin innovatiivisia käyttökohteita UPnP- protokollaan sidottuna, että tulen myös perustelemaan kyseisen sovelluksen luomiselle ja kannattavuudelle siitä, kannattaako ja onko suotavaa toteuttaa UPnP- sovellusta todellisessa elämässä kotiautomaatiolaitteissa.

Esittelen työssäni myös asiaan kuuluvien verkkolaitteiden roolit ja sen miten ne tulevat sijoittumaan UPnP- kotiautomaatio järjestelmässä. Tulen myös kuvaamaan UPnP- laitteiden spesifikaatiot niiden toiminnasta ja käskykannasta, eli millainen laitteiden kommunikointiin tarkoitettu ohjelmallinen koodi ja käskykanta.

Perusteluna tälle työlle on löytää uusia ratkaisuja kotiautomaation ohjaukseen kodin lisäksi myös julkisissa tiloissa käytettävien ilmastointi, valojen, kodinkone laitteiden, ikkunakaihtimien, että osittain pihan hoidon automaattisten järjestelmien ohjaukseen. Tästä työstä rajataan pois viihde- ympäristön palvelut, joskin sivuan työssäni tätä jonkin verran esitelläkseni UPnP- protokollan toimintaa, ja viihde- ympäristössä kaupallisia ratkaisuja on jo vaikka kuinka paljon.

2. MITÄ ON UPnP

UPnP- arkkitehtuuri on joukko laitteita, jotka muodostavat saumattoman yhteyden toisiinsa verkon tai eri verkkojen kautta ja samassa verkossa olevat UPnP- laitteet tunnistavat toisensa UPnP- protokollan avulla ja jakavat toisilleen palveluja. Näitä palveluja ovat tänä päivänä lähinnä viihdepalvelut, elokuvien, musiikin ja kuvien jakamista laitteiden välillä. Laitteita kutsutaan plug and play laitteiksi, vaikkei ne eivät sitä suoranaisesti olekaan, tämä johtuu siitä, kun laitteet liitetään verkkoon ne löytävät automaattisesti toisensa, niin laitteita voidaan kutsua plug and play laitteiksi. (Wikipedia 2010c.)

UPnP- teknologia hyödyntää verkkotekniikaltaan erilaisia ratkaisuja, ja näitä voivat olla Ethernet, firewire, infrapuna ja radiotaajuussignaali tiellä olevat bluetooth ja Wi-Fi. Tästä johtuen UPnP on joustava ratkaisu kodin, yrityksen että julkisten tilojen verkottoitumisessa.

UPnP- protokolla mahdollistaa monimutkaisten verkkorakenteiden hallitsemista erillisten ohjauspisteiden kautta. Ohjauspiste on laite, joka palvelee UPnP- päätelaitteiden pyyntöjä eli palvelin. Rakenteessa voi olla useita erilaisia fyysisiä ja / tai loogisia verkkoja joiden rajapinta yhdistyy tällaisen ohjauspisteen kautta ja laitteet näkevät toisensa, vaikka ne olisivat fyysisesti erilaisen verkon vaikutusalueella esim. (Zigbee, Ethernet ja X-10).

Verkossa UPnP- laitteet antavat kuvauksen itsestään XML- koodin muodossa joka sisältää valmistajan tietoja. XML- koodi pohjaiset viestit kulkeutuvat http- protokollan mukaisesti IP: n yli, ja näin ollen UPnP- laitteet eivät tarvitse ajureita toimiakseen. (Laikari & Koivisto 11 / 2007)

3. UPnP- LAITTEET

UPnP- laitteet ovat sellaisia laitteita, jotka kommunikoivat ja jakavat palveluitaan http-verkon ja tai jonkun muun UPnP- protokollaa tukevan verkon yli. Laitteita voivat olla viihdelaitteiden lisäksi kaikenlaiset kodinkoneet, ilmastointi ja lämmityslaitteet, valaisin laitteet, mittalaitteet ja anturijärjestelmät jonkun laiteen ohjaamiseen.

3.1 UPnP- palvelin

UPnP- palvelimien tehtävä on jakaa ja tallentaa tietoa. Näinä päivinä UPnP- palvelinta käytetään viihteellisen tiedon tallentamiseen ja jakamiseen, kuten esimerkiksi valokuvia, musiikkia ja elokuvia. UPnP- palvelimet tarjoavat UPnP- ohjauspisteelle mahdollisuuden selata ja hakea palvelimen sisältöä ja tarvittaessa UPnP- ohjauspiste toimittaa tiedon sitä pyytävälle UPnP- laitteelle. Esimerkiksi UPnP- palvelin jakaa verkkoon media tiedon ja UPnP- ohjauspiste valvoo bittivirtaa ja ohjaa sen sitä tarvitseville laitteille. (Wikipedia 2010a.)

3.2 UPnP- Renderöinti

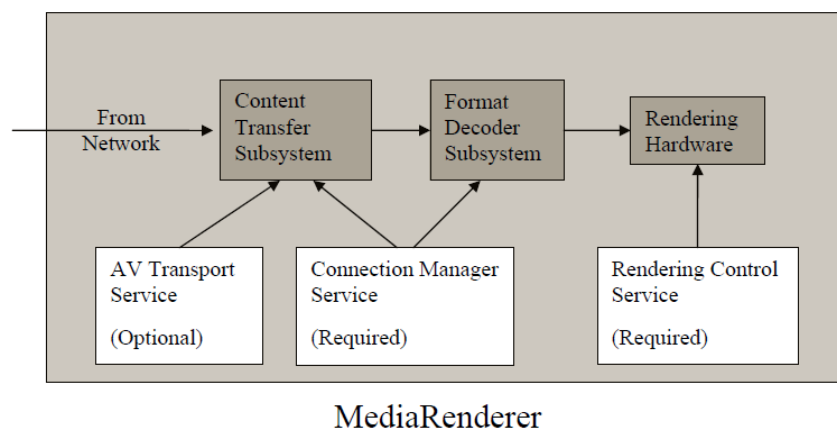
Renderöinti käsitteenä tarkoittaa jonkun tiedon sisällön muuttamista yhteensopivaksi johonkin olemassa olevaan ympäristöön. Laitteiden renderer- malli määrittää sen, miten tiedon sisältö tulee muodostaa. Ohjauspiste valvoo sitä, miten määritetty sisällön renderöinti kuuluisi suorittaa.

Jokainen sisällön renderöinti edellyttää renderöinnin ohjausta sekä connection managerin palvelua. Ohjauspiste hallitsee laitteiden eri renderöinti ominaisuudet. Connection managerin avulla valitaan tietty tietomuoto ja tiedonsiirto protokolla jota käytetään tiedon siirtämiseksi. Tässä tapauksessa tiedonmuotona XML ja tiedonsiirto protokollana SSDP.

Connection managerissa on erityinen taulukko, joka määrittää sen mitä yhteyskäytäntöä tulee noudattaa jotta renderöinti voidaan toteuttaa. Ohjauspiste kontrolloi sitä millainen tiedon sisältö on ja miten se siirretään siirtotielle.

Yleisesti prosessi alkaa siitä kun UPnP- ohjauspiste on löytänyt UPnP- palvelimen ja UPnP- renderer- laitteita, niin ohjauspiste etsii verkosta haluttua sisältöä SSDP-protokollan mukaisesti. Löytäessään protokollan mukaisen bittivirtauksen ohjauspiste alkaa valvoa kyseistä virtausta ja sen renderöintiä ja lähettää sisällön ohjaustoimet UPnP-palvelimelle tai UPnP- renderer- laitteelle ei molemmille. Varsinainen tiedonsiirron sisältö kulkee UPnP- palvelimen ja UPnP- renderer- laitteen välillä. Eli sisällön siirto tapahtuu kuitenkin ohjauspisteestä riippumatta. Tiedonsiirto kuitenkin tulee noudattaa SSDP-protokollaa.

Jos jonkin laitteen tilaa halutaan muuttaa eli toisinsanoin tulee sisältöön jollain tapaa vaikuttaa el renderöidä. UPnP- ohjauspisteelle annetaan jotain laitetta koskeva tilan muutos, niin UPnP- ohjauspiste antaa tarvittavat ohjaustoimet sille laitteelle tai palvelimelle jota renderöinti koskee, ei kuitenkaan molemmille. (UPnP Forum.)



MediaRenderer

KUVIO 1. Medialaitteen laitekohtainen renderöinti arkkitehtuuri. (UPnP Forum 2010.)

3.3 Kodinkoneet

Tutkimuksen tässä vaiheessa näyttäisi siltä, että isoista kodinkoneista puuttunee IP- osoite tekniikka, eli toisin sanoen nämä laitteet ovat ainakin vielä kykenemättömiä tuottamaan UPnP- teknologian tarvitsemaa laitekohtaista IP- osoitetta joka yksilöisi laitteen. Näiden laitteiden liittyminen on toteutettavissa hajautetulla järjestelmä ratkaisulla esimerkiksi GPIO ja Picotux laitteilla, jossa GPIO on yleiskäyttöinen I/O- portti ja mahdollistaa liittymän laitteen mikrokontrolliin tai mikroprosessoriin.

Picotux on pienikokoinen linux- tietokone, joka pystyy lukemaan UPnP- pinoa ja kommunikoimaan UPnP- ohjauspisteen kanssa. Ajan myötä IP- osoite tunnistimet ilmestyvät myös kodinkone laitteisiin.

3.4 Viihdelaitteet

Kaupallisia ratkaisuja viihdelaitteiden puolella on ollut jo jonkin aikaa. Näitä ovat mm. pelikonsolit, televisiot, digitaaliset sovitinimet ja tietokoneet. Näiden laitteiden toiminnot mahdollistavat mm. still- kuvien, musiikin ja liikkuvan kuvan jakamista laitteiden välillä.

4. UPnP- OHJAUSPISTE JA WLAN

Alla olevassa taulukossa vaiheittainen kuvaus tällä hetkellä olevasta mallista, jolla tätä maailmaa voidaan kuvata askeleittain UPnP- verkkokäyttäjymisen arkkitehtuurista.

5	Ohjauspiste seuraa laitteitten tilaa ja tarvittaessa ohjaa laitteitten toimintoja (Presentation)
4	Ohjauspiste seuraa laitteitten tilan vaihteluita (Eventing)
3	Ohjauspiste pyytää laitteilta toimintoja (Control)
2	Löydetyt laitteet antavat kuvauksen itsestään (Description)
1	Ohjauspiste etsii laitteita (Discovery)
0	Osoitteistus (Addressing)

Taulukko 1. Step- kerros malli UPnP- laite toiminnasta. (UPnP Forum)

0. Osoitteistus: Ohjauspiste saa verkkoon liitetyn laitteen pyynnön IP- osoitteesta ja vertaa sitä DHCP- palvelimen IP- osoite avaruuteen ja antaa IP- osoite avaruudesta vapaan IP- osoitteen laitteelle. (UPnP Forum 2010.)
1. Ohjauspiste etsii laitteita verkosta ja löytäessään laitteen, ohjauspiste havaitsee laitteen kun laite mainostaa ja esittelee itsensä. Ohjauspiste päättää hyväksyykö laitteen järjestelmäänsä vai suodattaako laitteen pois. (UPnP Forum 2010.)
2. Ohjauspiste oppii ja tutustuu verkkoon liitetyn laitteen ominaisuuksiin. Laite antaa itsestään kuvauksen fyysisellä, että myös loogisella tasolla, minkä tyyppinen laite on. (UPnP Forum 2010.)
3. Ohjauspiste vaatii toimintoja laitteelta. Kättely on xml- kielellä käytävää kevyttä keskustelua viesteistä mitä ne on ja miten niitä tulee käsitellä. (UPnP Forum 2010.)
4. Ohjauspiste seuraa laitetta ja toimii, kun laitteen tilassa tapahtuu muutoksia. (UPnP Forum 2010.)

5. Ohjauspiste ohjaa käyttäjän haluamalla tavalla verkossa olevia laitteita. (UPnP Forum 2010.)

4.1 Ohjauspiste

Ohjauspiste eli Control point on olennainen osa järjestelmää, koska ohjauspiste hoitaa UPnP- laitteiden ja ohjauslaitteen välisen kommunikoinnin. Yksittäisen UPnP- laitteen tehtävä on tuottaa vain palveluita ja huolehtia näkyvyydestään verkossa ja tätä laitetta voidaan ohjata ohjauspisteen avulla. Ohjauspiste etsii jatkuvasti laitteita verkossa ja liittää ne verkkoon löydettyään sellaisen. UPnP- Ohjauspisteen tehtävä on ohjata UPnP- laitteita verkossa. Ohjauspiste voi toimia myös tietovarastona, jossa tietokanta tai taulu verkossa olevista UPnP- laitteista. UPnP- ohjauspiste on ohjauslaite, joka reagoi UPnP- laitteen ohjauspyyntöön. (UPnP Forum 2010; Laikari & Koivisto 11 / 2007.)

Hajautetuissa verkkojärjestelmissä ohjauspiste löytää laitteet, vaikka laitteita vaihdeltaisiin eri verkkojen aluilla, eli jos laite siirretään wlan- verkosta vaikka zigbee- verkkoon. Päätelaitteena eli ohjauspisteenä voi toimia PC, PDA ja älypuhelin edellyttäen että laitteissa on UPnP- protokollan mukainen ominaisuus. (UPnP Forum 2010; Laikari & Koivisto 11 / 2007.)

4.2 Wlan

Wlan reititin on järkevä ratkaisu kun halutaan välttyä kaapeloinnilta. UPnP- tekniikassa tulee kuitenkin huomioida, että wlan- reititin tukee UPnP- protokollaa, eli wlan- laitteessa on UPnP- toiminto ja UPnP- laitteissa langaton tiedonsiirto ominaisuus. Ei kuitenkaan ole este, jos käytössä perinteinen cat-5 tai cat-6 kaapelointiin perustuva reititin. Kaapelointi on vain suoritettava jokaisen UPnP- verkossa olevan laitteen välillä. Reitittimen liitännät ovat kuitenkin rajalliset. (Wikipedia 2010d.)

4.3 Tietoturva

UPnP- järjestelmässä ei ole standardoitua tietoturvaa. UPnP lähtee siitä oletuksesta, että kotiverkko olisi turvallinen. UPnP olettaa, että kotiverkossa oleva WLAN tai muu UPnP järjestelmässä oleva reititin on asian mukaisesti suojattu.

Internetin yli ohjatussa UPnP toiminnassa edellä mainittu suojaus ei kuitenkaan ole riittävä. NAT- reititin voisi olla ratkaisu Internetin kautta tapahtuvaan UPnP- ohjaukseen. Eli päätelaitteeseen annetaan sen laitteen kiinteä IP- osoite mitä halutaan ohjata ja reititys tapahtuu NAT- reitittimen avustuksella. Käyttäjän tulee tietää ohjattavan laitteen IP- osoite, että saa mahdollisuuden ohjata kyseistä laitetta. Tässä ei ole kyse normaali tietoturva teknisestä toiminta tavasta, vaan siitä, että laitteiden IP- osoitteita on niin paljon, että käyttäjän tulee tietää IP- numerointi kyseiselle laitteelle mitä kulloinkin ohjataan.

5. UPnP- PROTOKOLLAN TOIMINNOT

UPnP- laitteet antavat kuvauksen itsestään sekä kommunikoivat xml- kielellä SOAP-protokollan mukaisesti http:n yli. XML- kieli on pelkistetty merkintäkieli tai standardi muistuttaa suuresti html- kieltä.

UPnP- arkkitehtuurin ja UPnP- STEP- kerrosten mukainen verkko käyttäytyminen, xml- koodi kielellä ilmaistuna. Ohjauspiste ja laitteet keskustelevalle toisilleen eri vaiheissa STEP- mallin mukaisesti. Kokonaiset lähdekoodit löytyvät UPnP.org sivustoilta ladattavana versiona ja ovat vapaasti käytettävissä.

5.1 STEP- taso 0 (Addressing).

Liittymällä verkkoon laitteet saavat IP- osoitteen, joka mahdollistaa sen, että ohjauspisteellä on mahdollisuus löytää laite. DHCP- palvelin myöntää IP- osoitteen verkkoon liittyneelle laitteelle. Jos laiteella on kyky tuottaa IP- osoite itse, niin DHCP- palvelin ei ole näiltä osin käytettävissä tähän tarkoitukseen ja verkko muuttuu hallitsemattomaksi. (UPnP Forum 2010.)

5.1.1 Auto IP

Laitteella jolla on kyky luoda itselleen automaattisen IP- osoitteen alkaa pyytämään sitä DHCP- palvelimelta. DHCP- palvelin reagoi laitteen pyyntöön ja vertaa sitä omaan tauluun onko laitteen pyytämä IP- osoite käytössä, jos ei ole, niin laite saa luvan konfiguroida tarvitsemansa IP- osoitteen. Eli DHCP- palvelin etsii taulusta seuraavaan vapaan IP- osoitteen omasta muistiavaruudesta ja antaa sen laitteen käytettäväksi. (UPnP Forum 2010.)

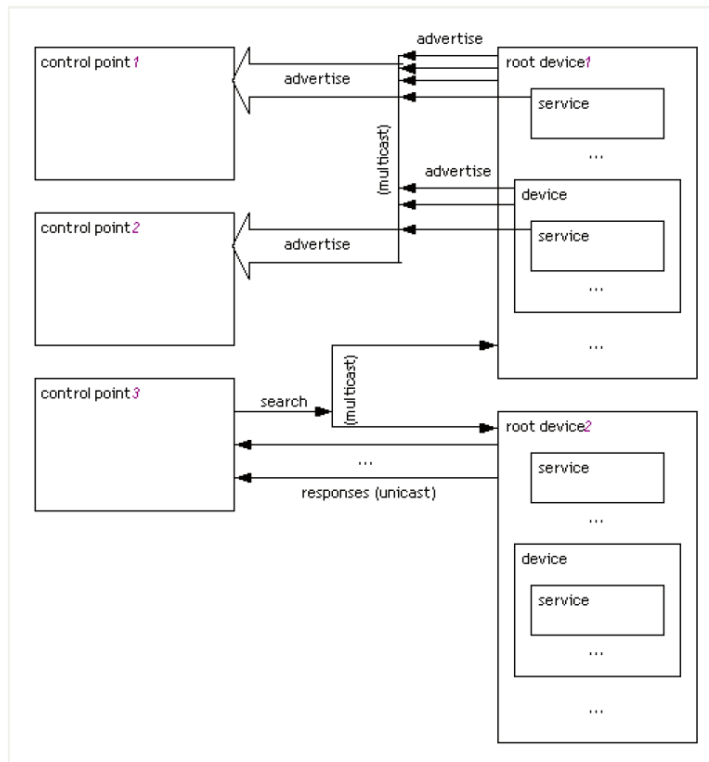
5.1.2 IP- Osoitteistuksen testaus

Laite testaa onko muita laitteita samalla IP- osoitteella verkossa. Laite lähettää pulssia ARP – protokollan mukaisesti 4 kertaa 2 sekunnin välein ja jos löytyy sama IP- osoite niin laitteen ARP muuttaa osoitettaan. ARP:n välimuistiin jää vanhat käytetyt ja uudet käytössä olevat IP- osoitteet. (UPnP Forum 2010.)

5.2 STEP- taso 1 (Discovery)

Laitteen löytyminen on ensimmäinen osa-alue UPnP- verkottumisessa. Ohjauspiste löytää laitteen UPnP- protokollan mukaisesti ja laite mainostaa palvelujaan ohjauspisteelle. Ohjauspiste ottaa laitteen valvontaan samalla kun se etsii muita löytöjä verkosta. (UPnP Forum 2010.)

Löytöviesti sisältää yksilöllisiä tietoja laitteesta esimerkiksi millaisia palveluja laite kykenee tuottamaan sekä laitteen valmistajan tietoja myös siitä minkä tyyppinen laite on. Ohjauspiste lisää uuden laitteen verkkoon. (UPnP Forum 2010.)



KUVIO 2. viestiliikenteen käyttötapa-kaavio. (UPnP Forum 2010.)

Ohjauspisteet kuuntelevat verkkoa koko ajan, onko verkossa uusia standardin mukaisia monilähetyksiä siitä, että uusia laitteita olisi kytkeytynyt verkkoon. (UPnP Forum 2010.)

```

NOTIFY * HTTP/1.1
HOST: 239.255.255.250:1900
CACHE-CONTROL: max-age = seconds until advertisement expires
LOCATION: URL for UPnP description for root device
NT: search target
NTS: ssdp:alive
USN: advertisement UUID

```

KUVIO 3. Laite mainostaa itseään verkossa loogisesti. (UPnP Forum 2010.)

UPnP vendor [purple]
UPnP Forum [red]
UPnP Device Architecture [green]
SSDP [blue]
HTTPMU (multicast) [black]
UDP [black]
IP [black]

KUVIO 4. Värikartta ilmaisee XML- koodissa olevan protokollan toiminnasta. (UPnP Forum 2010.)

Juurilaitteen tai muun sulautetun laitteen lähettämä mainos monilähetysviesti voidaan jakaa 4 osaan.

1. Laitetyyppi, jonka laite lähettää.
2. Tunniste, jonka ohjauspiste lähettää.
3. Palvelut, jonka laite lähettää.
4. Mainoksen kesto.

	NT	USN *
1	<u>upnp:rootdevice</u>	uuid:device-UUID:: <u>upnp:rootdevice</u>
2	uuid:device-UUID **	uuid:device-UUID (for root device UUID)
3	urn:schemas-upnp-org:device:deviceType:v or urn:domain-name:device:deviceType:v	uuid:device-UUID::urn:schemas-upnp-org:device:deviceType:v (of root device) or uuid:device-UUID::urn:domain-name:device:deviceType:v

KUVIO 5. Ohjauspiste käsittelee laitteen mainoskoodia. (UPnP Forum 2010.)

Laite saa lähettää viestejä vain kolme kertaa, ettei tulisi verkkoruuhkia, jonka jälkeen laitteen on lähetettävä mainoksia säännöllisin väliajoin koska, mainosviestin verkossa oleva kesto-aika on rajallinen. Huomaa että lähetettävien UDP- pakettien merkkien pituus on myös rajallinen. (UPnP Forum 2010.)

```

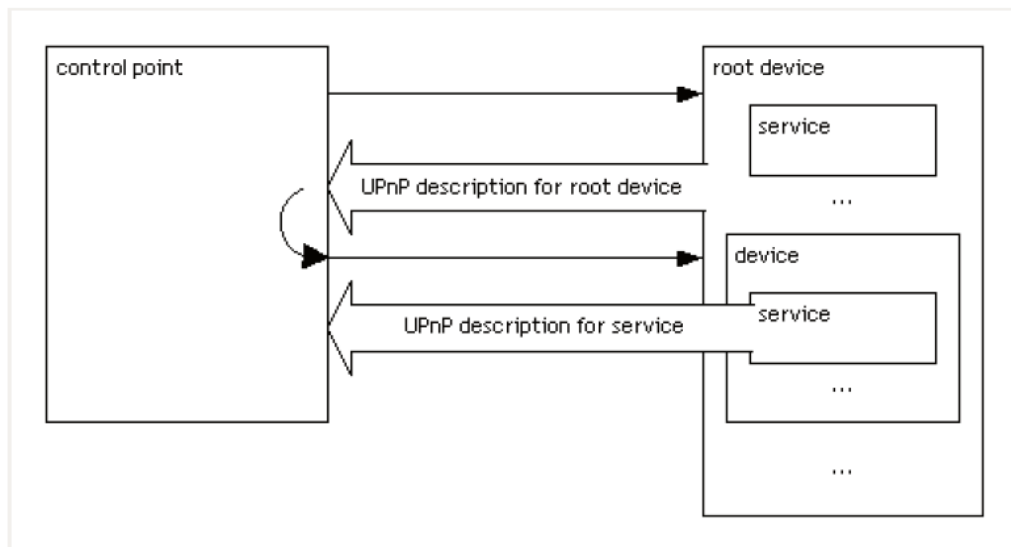
NOTIFY * HTTP/1.1
HOST: 239.255.255.250:1900
CACHE-CONTROL: max-age = seconds until advertisement expires
LOCATION: URL for UPnP description for root device
NT: search target
NTS: ssdp:alive
SERVER: OS/version UPnP/1.0 product/version
USN: advertisement UUID

```

KUVIO 6. SSDP- protokollan mukainen XML- viesti, jolla laite ilmoittaa itsestään verkkoon. (UPnP Forum 2010.)

5.3 STEP- taso 2 (Description)

Kun ohjauspiste on havainnut laitteen, niin tosiasiaa ohjauspiste tietää verkkoon kytketystä laitteesta hyvin vähän, ainoastaan tiedot. Ohjauspiste tuntee tällä hetkellä laitteen tyyppin ja joitain yksilöllisiä valmistajan tietoja. Jotta ohjauspiste oppisi laitteesta ja sen ominaisuuksista lisää. Ohjauspisteen tulee saada kuvaus laitteen ominaisuuksista. (UPnP Forum 2010.)



KUVIO 7. Käyttötapauskaavio laitteen tarjoamista palveluista. (UPnP Forum 2010.)

UPnP- laitteen kuvaus on osioitu kahteen osaan looginen osa ja fyysinen osa. UPnP- laitteen kuvaus sisältää laite valmistajan tietoja kuten mallin nimi ja numero, sarjanumero ja valmistaja. Yksi fyysinen laite saattaa sisältää yhden tai useampia loogisia laitteita joita myös kutsutaan juurilaitteiksi. Yksi UPnP- laitteen kuvaus kutakin juurilaitetta kohti. (UPnP Forum 2010.)

UPnP- palvelun kuvaus sisältää luettelon komennoista, toimista, parametreista ja niiden perusteluista. Palvelun kuvaus sisältää tietoa muuttujista ja muuttujien tilasta laitteen suorituksen tai palvelun aikana. (UPnP Forum 2010.)

```

<?xml version="1.0"?>
<root xmlns="urn:schemas-upnp-org:device-1-0">
  <specVersion>
    <major>1</major>
    <minor>0</minor>
  </specVersion>
  <URLBase>base URL for all relative URLs</URLBase>
  <device>
    <deviceType>urn:schemas-upnp-org:device:deviceType:v</deviceType>
    <friendlyName>short user-friendly title</friendlyName>
    <manufacturer>manufacturer name</manufacturer>
    <manufacturerURL>URL to manufacturer site</manufacturerURL>
    <modelDescription>long user-friendly title</modelDescription>
    <modelName>model name</modelName>
    <modelName>model name</modelName>
    <modelNumber>model number</modelNumber>
    <modelURL>URL to model site</modelURL>
    <serialNumber>manufacturer's serial number</serialNumber>
    <UDN>uuid:UUID</UDN>
    <UPC>Universal Product Code</UPC>
    <iconList>
      <icon>
        <mimetype>image/format</mimetype>
        <width>horizontal pixels</width>
        <height>vertical pixels</height>
        <depth>color depth</depth>
        <url>URL to icon</url>
      </icon>
      XML to declare other icons, if any, go here
    </iconList>
    <serviceList>
      <service>
        <serviceType>urn:schemas-upnp-org:service:serviceType:v</serviceType>
        <serviceId>urn:upnp-org:serviceId:serviceID</serviceId>
        <SCPURL>URL to service description</SCPURL>
        <controlURL>URL for control</controlURL>
        <eventSubURL>URL for eventing</eventSubURL>
      </service>
      Declarations for other services defined by a UPnP Forum working committee (if any)
      go here
      Declarations for other services added by UPnP vendor (if any) go here
    </serviceList>
    <deviceList>
      Description of embedded devices defined by a UPnP Forum working committee (if any)
      go here
      Description of embedded devices added by UPnP vendor (if any) go here
    </deviceList>
    <presentationURL>URL for presentation</presentationURL>
  </device>
</root>

```

KUVIO 8. XML- kielinen koodi, jolla laite kuvaa itseään verkossa. (UPnP Forum 2010.)

UPnP- palvelun kuvaus , jonka laite toimittaa verkkoon. Kuvauksen tulee sisältää palvelun toiminnot perusteluineen ja tilamuuttujien tietoineen. Kukin toimi voi olla nolla tai se voi sisältää useampia argumentteja. (UPnP Forum 2010.)

```

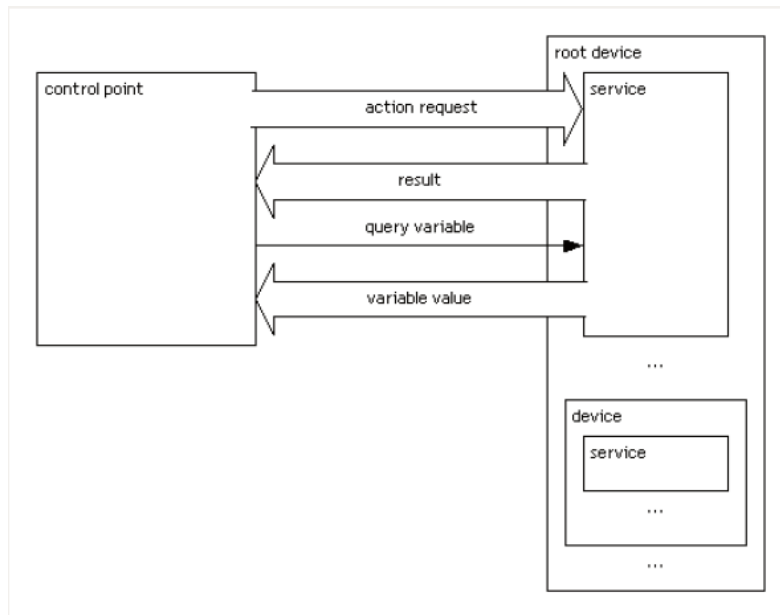
<?xml version="1.0"?>
<scpd xmlns="urn:schemas-upnp-org:service-1-0">
  <specVersion>
    <major>1</major>
    <minor>0</minor>
  </specVersion>
  <actionList>
    <action>
      <name>actionName</name>
      <argumentList>
        <argument>
          <name>formalParameterName</name>
          <direction>in nor out</direction>
          <retval />
          <relatedStateVariable>stateVariableName</relatedStateVariable>
        </argument>
        Declarations for other arguments defined by UPnP Forum working committee (if any)
        go here
      </argumentList>
    </action>
    Declarations for other actions defined by UPnP Forum working committee (if any)
    go here
    Declarations for other actions added by UPnP vendor (if any) go here
  </actionList>
  <serviceStateTable>
    <stateVariable sendEvents="yes">
      <name>variableName</name>
      <dataType>variable data type</dataType>
      <defaultValue>default value</defaultValue>
      <allowedValueList>
        <allowedValue>enumerated value</allowedValue>
        Other allowed values defined by UPnP Forum working committee (if any) go here
      </allowedValueList>
    </stateVariable>
    <stateVariable sendEvents="yes">
      <name>variableName</name>
      <dataType>variable data type</dataType>
      <defaultValue>default value</defaultValue>
      <allowedValueRange>
        <minimum>minimum value</minimum>
        <maximum>maximum value</maximum>
        <step>increment value</step>
      </allowedValueRange>
    </stateVariable>
    Declarations for other state variables defined by UPnP Forum working committee
    (if any) go here
    Declarations for other state variables added by UPnP vendor (if any) go here
  </serviceStateTable>
</scpd>

```

KUVIO 9. Laite kuvaa itseään siitä, mitä palveluita se pystyy tuottamaan. (UPnP Forum 2010.)

5.3 STEP- taso 3. (Control)

Koska ohjauspiste on saanut tiedot laitteesta ja sen tuottamista palveluista, niin ohjauspiste voi tuotettujen palveluiden pohjalta vaatia toimia kyseiseltä laitteelta. Toimiin vetoaminen on proseduurikutsu ohjauspisteeltä. Ohjatessaan laitetta ohjauspiste vetoaa laitteen ilmoittamaan palvelu käytäntöön. (UPnP Forum 2010.)



KUVIO 10. käyttötapauskaavio ohjauspisteen vaatimista toimista. (UPnP Forum 2010.)

Viestit ohjauspisteen ja laitteiden välillä ovat kapseloitu SOAP- protokollan mukaisesti ja ne lähetetään http- protokollan yli. SOAP- protokolla määrittelee kuinka XML- viesti kuljetetaan http:n yli ohjauspisteelle, joka tulkitsee ne virheiksi tai tuloksiksi. SOAP- protokolla määrittelee http:n otsikot niin, että nämä eivät sekoitu muihin http:n mukaisiin viesteihin. (UPnP Forum 2010.)

```

POST path of control URL HTTP/1.1
HOST: host of control URL:port of control URL
CONTENT-LENGTH: bytes in body
CONTENT-TYPE: text/xml; charset="utf-8"
SOAPACTION: "urn:schemas-upnp-org:service:serviceType:v#actionName"

<?xml version="1.0"?>
<s:Envelope
  xmlns:s="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
  s:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
  <s:Body>
    <u:actionName xmlns:u="urn:schemas-upnp-org:service:serviceType:v">
      <argumentName>in arg value</argumentName>
      other in args and their values go here, if any
    </u:actionName>
  </s:Body>
</s:Envelope>

```

KUVIO 11. Ohjauspiste pyytää palveluita laitteelta. (UPnP Forum 2010.)

Laite vastaa tai tulee vastata palvelu pyyntöön 30 sekunnin kuluessa ohjauspisteelle. Aika mitataan siitä kun viesti on lähetetty ja vastaanotettu onnistuneesti. Jos viestin aikaraja umpeutuu, niin ohjauspiste tulkitsee sen virheeksi tai yleensä rajat ovat sovelluskohtaisia. (UPnP Forum 2010.)

```

HTTP/1.1 200 OK
CONTENT-LENGTH: bytes in body
CONTENT-TYPE: text/xml; charset="utf-8"
DATE: when response was generated
EXT:
SERVER: OS/version UPnP/1.0 product/version

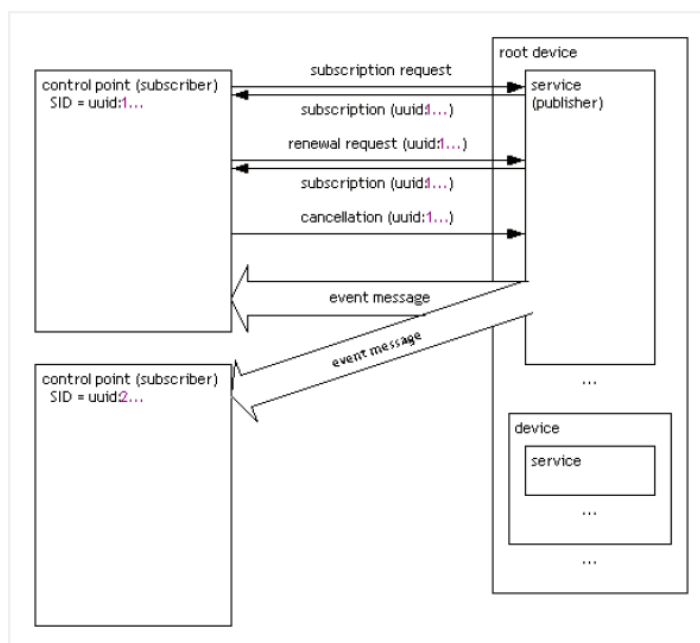
<?xml version="1.0"?>
<s:Envelope
  xmlns:s="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
  s:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
  <s:Body>
    <u:actionNameResponse xmlns:u="urn:schemas-upnp-org:service:serviceType:v">
      <argumentName>out arg value</argumentName>
      other out args and their values go here, if any
    </u:actionNameResponse>
  </s:Body>
</s:Envelope>

```

KUVIO 12. Laitteen vastine palvelu pyyntöön. (UPnP Forum 2010.)

5.4 STEP- taso 4 (Eventing)

Ohjauspiste seuraa laitteiden tilan vaihteluita. Ohjauspisteen taulussa sijaitsee tietokanta laitteiden tilamuuttujista. Jos yhden tai useamman tilamuuttujan tila vaihtuu, niin laitteen palvelu julkaisee päivityksen verkkoon ja ohjauspiste saa tiedon tilamuuttujan tilan muutoksesta ja päivittää oman tilansa laitteen suhteen. Alempana kuvassa kaavio laitteen muutosten seurannasta. (UPnP Forum 2010.)



KUVIO 13. Käyttötapauskaavio kuvaa laitteen tilamuutosten seurannasta. (UPnP Forum 2010.)

Kun käyttäjä vaikuttaa laitteen toiminta tilaa, niin laite lähettää verkkoon XML- kielisen eventing- viesti, jota ohjauspiste tulkitsee, ja totuttaa muutokset tilamuuttujien vaihteluista. Jos tilamuuttuja saa epämääräisiä arvoja ohjauspiste tulkitsee ne virheeksi. (UPnP Forum 2010.)

Kun tilamuuttujien muutokset on tunnistettu ja hyväksytty, ohjauspiste sallii laitteelle tilamuuttujien määräämät virta-arvot. Ohjauspiste tavallaan tilaa laitteelta tila muuttujien muutosarvot, ja tilaajalla eli ohjauspisteellä on oikeus uusaa tilaus ennen merkintäajan päättymistä. Kun merkintäaika päättyy tilauksen tunniste mitätöityy ja laite lopettaa tapahtuma viestien lähettämisen sekä ohjauspiste nolaa itsensä kyseisen tapahtumaketjun myötä. (UPnP Forum 2010.)

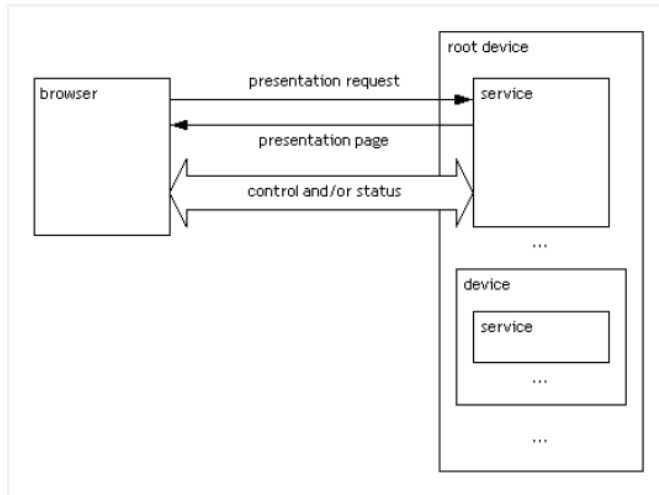
```
SUBSCRIBE publisher path HTTP/1.1
HOST: publisher host:publisher port
CALLBACK: <delivery URL>
NT: upnp:event
TIMEOUT: Second-requested subscription duration
```

KUVIO 14. Uudelleenpyyntö palveluista. (UPnP Forum 2010.)

XML- kielisen merkkikoodin palveluista tulee sisältää tilamuuttujien arvoja. Koodi esimerkkejä löytynee upnp.org sivustoilta ladattavan versiona.

5.5 STEP- taso 5. (Presentation)

Kun kaikki edellä mainitut Step- kerrokset on onnistuneesti käyty läpi, tässä kerroksessa käyttäjä on kykenevä omalla toiminnallaan vaikuttamaan UPnP- verkon laitteiden toimintaan. Käyttäjä siis pystyy ohjamaan laitetta ja tarkastelemaan laitteen tilaa. (UPnP Forum 2010.)



KUVIO 15. Käyttötapauskaavio kuvaa laitteen ohjauksesta verkossa. (UPnP Forum 2010.)

6. VISIO KOTIAUTOMAATIO JÄRJESTELMÄSTÄ



KUVIO 16. UPnP- verkko. (Proessori 11 /2007.)

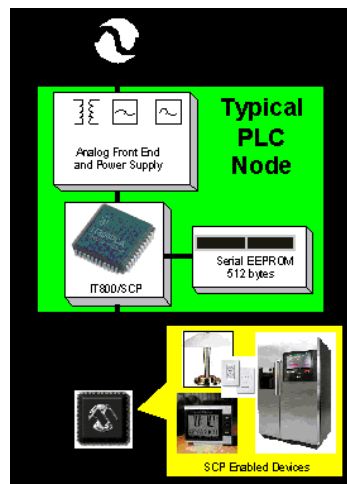
UPnP- kotiautomaatio järjestelmä on mahdollista toteuttaa osittain jo tänä päivänä, mutta tulevaisuudessa toteuttamismahdollisuudet paranevat kaupallisten ratkaisutuksien myötä. Näyttäisi siltä, että toteuttamisen mahdollistavassa ratkaisussa tulee kysymykseen eri verkko tekniikoiden hajauttaminen.

RF- verkkojen, sensoriverkkojen, ethernetverkon, että x-10 sähköverkon yhteistoiminta kanattaa pitää mielessä, koska näitä verkko- protokollia yhdistelemällä saa aikaan toimivan kotiautomaatio järjestelmä. Edellyttää jokaisessa verkon yhtymä kohdassa olevaa ohjauspistettä, joilla verkkojen rajapinnat yhdistetään ja solmukohta kommunikoi UPnP-protokollalla UPnP- ohjauspisteen kanssa.

Hajautettu verkko järjestelmä on tapa jolla useita laitteita voidaan ohjata UPnP:m avulla. Kodinkoneet, viihdelaitteet, imastointi, valaistus, turvallisuus ja muiden kodin laitteiden ohjaus voi tapahtua yhtäaikaaisesti vain useiden verkkotekniikoiden hallinnoimisella. Vaatii ethernet, X-10 ja RF- radiotaajuusverkkojen yhdistämisen solmukuhtiin, joissa ohjauspisteet ohjaavat eri verkkojen verkkolaitteiden toimintaa ja tämä kokonaisuus yhdistyy UPnP- protokollaan.

Jos itse toteuttaisin UPnP- kotiautomaatio järjestelmän, niin rakentaisin sen UMB-adapterin ympärille, joka on esitelty tässä työssä kohdissa 8 ja 9. Eli korvaisin X.10 verkon sen epäluotettavuuden takia zigbee verkolla tai muulla soveltuvalla RF- sensoriverkolla ja toteuttaisin koko järjestelmän langattomasti kodin sisällä. Kustannus syistä langaton vaihtoehto on edullisempi kuin langallinen, varsinkin kun järjestelmä toteutetaan valmiiseen kotiin. UPnP ohjaisi fyysisesti viihdelaitteita sekä UMB- adapterin kautta virtuaalisesti muita kodin laitteita, jotka kuitenkin näyttäytyisi kuin ne olisivat fyysisiä UPnP- ohjauspäätellä.

6.1 UPnP to x.10 power line adapter



KUVIO 17. Home Toys. (Artikkeli 2002.)

Microsoft Simple Control Protocol

- Simple, efficient device control implementation
- Peer-to-peer networking
- Optimized for lightweight devices and low-speed control networks
- Full UPnP interoperation through automatic bridge
- Automatic device discovery
- Simple messaging semantics
- Reliable broadcast and point-to-point communications
- Selectable security levels
- Presence tracking
- Multiple logical networks

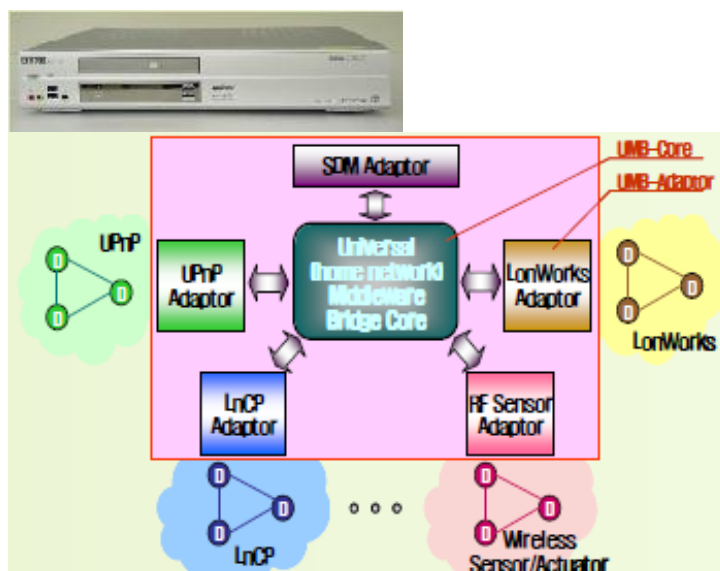
- C source library implements SPI ASIC interface

ITRAN IT800 Power line Carrier Modem

- Ideal for command and control, lighting, home automation, security, energy management, and automated meter reading applications
- Extremely high in-phase and cross-phase reliability
- FCC Part 15 compliant
- Configurable to transmit in European CENELEC A & B bands
- 7.5 Kbps maximum throughput (approx. 4 Kbps with full Forward Error Correction) (2.5/1.75 Kbps in CENELEC mode)
- USART/SPI simple host interface
- Adaptive Rate Control
- Co-exists with CE Bus and X10 products

Toimii mahdollisena siltana UPnP to X.10 verkkoon ja Mahdollistaa UPnP- ohjauksen X-10 verkon laitteille. Laitteita voivat olla valaisinohjaus, palohälyttimet, turvakamerat ja hälytinalitteet. (Home toys Oren Kaufman 2002.)

6.2 UMB Adapteri



KUVIO 18. UMB- adapteri (ETRI 2006.)

- IP/Terrestrial STB
- Ethernet, USB, IEEE1394, WLAN, ZigBee Interface

- Home Automation & Home entertainment service
- Open Home network Framework Prototype

Kuviossa 18. esitelty laite sisältää korealaisen tutkimuksen mukaan vaaleanpunaisen laatikon sisältämät ominaisuudet, eli laitteessa on siltaukset moneen eri verkkojärjestelmään.

Laite mahdollistaa liittymän yhtymäkohdan UPnP, zigbee ja muiden automaatiotekniikasta tuttujen kenttävyliä välillä. Laite on ETRI:n valmistama. Järjestelmä sisältää rajapinnat mm. UPnP ja zigbee verkko protokollien välille. Mahdollistaa tietoliikenteen http:n yli ja sisältää Wlan ominaisuudet. (ETRI 2006.)

6.3 Vera- kotiautomaatio



KUVIO 19. Vera- kotiautomaatio reititin (Micasaverde 2008.)

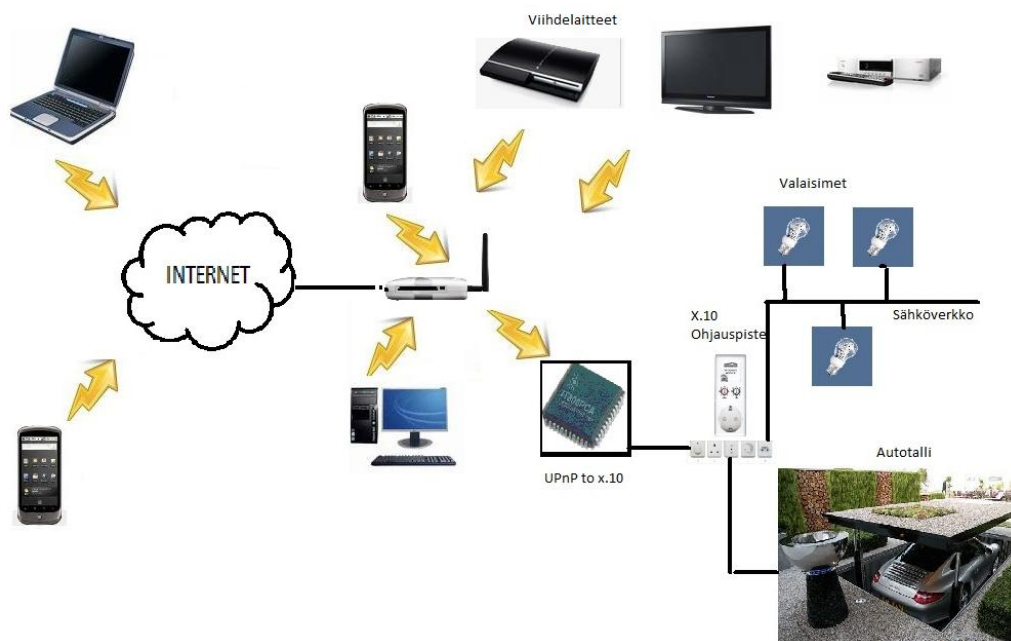
Vera- kotiautomaatiojärjestelmä, joka on helppo ja yksinkertainen kytkeä, että ottaa käyttöön. Laitetta voidaan ohjata pc:n lisäksi ihan mistä tahansa WEB- selaimella. Voidaan ohjata älypuhelimella siihen saatavalla sovelluksella, jossa on puhelimeen räätälöity käyttöliittymä.

Laite sisältää liitettävän Z- WAVE- moduulin, jolla voidaan ohjata kaikkia Z- WAVE laitteita, esimerkiksi valaisimia, ovia, hälytysantureita, termostaatteja, jne. Laite sisältää monipuolisen PC- ohjelmiston käyttöliittymineen.

Otin tämän tähän työhön mukaan siksi, että lähitulevaisuudessa tähän laitteeseen on saatavilla Luup- ohjelmisto moottori, joka lisää Vera- kodinohjauslaitteeseen täyden UPnP- tuen. Eli laite muuttunee UPnP- laitteeksi. Tämän laitteen laitevalmistaja rahoittaa ja tukee Luup- ohjelmiston kehittämistä, joka on tätä opinnäytetyötä tehdessä Beta- vaiheessa. Luup- ohjelmisto sisältää Lua- skriptauskielen, jolla laite muuttaa olemassaolonsa UPnP- standardin mukaiseksi.

Luup- ohjelmisto moottorin luvataan olevan niin tehokas, että ohjauspiste näkisi kaikki verkossa olevat laitteet Z-WAVE, Zigbee, Insteon, KNX / EIB, Ethernet-laitteet (IP-kameroita, GC100, jne.), sekä omat sulautetut laitteet, jotka käännetään Luup- moottorilla UPnP- standardin mukaisiksi, ja sitä voidaan ohjata millä tahansa UPnP- ohjauspisteellä eli ohjauspiste tekisi yhteistyötä Vera- laitteen kanssa ja näkisi hajautetuissaverkoissa olevat laitteet UPnP- laitteina. (Micasaverde 2008.)

6.4 KODIN ÄLYVERKKO X.10 TOTEUTUS



KUVIO 20. Omavisio UPnP X.10 verkosta (2010.)

Kodin älyverkko voi kuvata niin, että se muodostuu esimerkiksi kahdesta erilaisesta verkko järjestelmästä. Liityntä kotona UPnP- verkkoon voi olla joko tietokoneesta tai älypuhelimesta wlan- reitittimen kautta UPnP to x.10 verkko sovittimeen, joka muuttaa UPnP- protokollan x.10 protokollaan ja liikennöinti tapahtuu sähköverkossa, näin ollen

pystyttäisiin ohjaamaan kodin sähkölaitteita esimerkiksi valaisimia tai autotallin ovea mm. X.10 ohjauspiste ohjaa fyysisesti sähköverkon laitteita, mutta UPnP to x.10 moduulilla näyttäisi siltä, että ohjaus tapahtuu UPnP- protokollalla kodin tietokoneesta tai älypuhelimesta. Autotallin oven pystysi avaamaan ja sulkemaan sopivalla älypuhelimella yli Internetin.

UPnP laitteita voidaan ohjata X.10 verkossa X.10 to UPnP siltauksen kautta, jolloin X.10 silta hoitaa X.10 verkossa olevien laitteiden fyysisen ohjauksen. Itse ohjaus tapahtuu kuitenkin ohjauspäätteeltä käsin ja on UPnP yhteydessä X.10 siltaan. (Pekka Ritamäki 2010.)

X.10 verkkojärjestelmä on verrattain vanha Yhdysvaltalainen keksintö, jo yli 20 vuotta vanha. X.10 verkon luomisen tarkoituksena oli luoda edullinen sähköverkon yli toimiva kotiautomaation ohjausjärjestelmä kodin valaisimien ohjaukseen, silloin ei ollut olemassa tarvetta tietokone ohjattuihin kotiautomaatioihin. (Pekka Ritamäki 2010.)

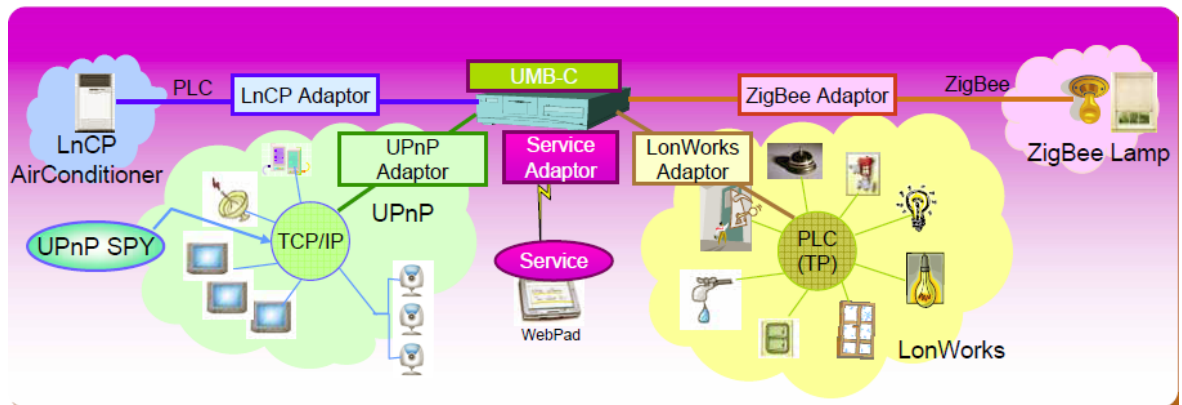
X.10 laitteet ovat alun perin tarkoitettu valojen ohjaukseen, mutta tänä päivänä tietotekniikan lisääntyessä on markkinoille ilmestynyt muitakin ratkaisuja toteuttaa kotiautomaatiota mm. valvontakamerat, sähkötoimiset ovet. (Pekka Ritamäki 2010.)

Laitetasolla X.10 verkko toimii siten kolmen signaalin tekniikalla, jotka on eristetty optoeristimellä, lähetysignaali, vastaanottosignaali ja nollapulssi. X.10 lähettää signaalin nollakohdan jälkeen 1 mikrosekunnin sinipulssin taajuudella 120 kHz ja tämä signaali tulkitaan bitiksi ”1”, ja jos signaalia ei ole olemassa tulkitaan se bitiksi ”0”. (Pekka Ritamäki 2010.)

X.10 verkko on luotettavuudeltaan hiukan epäluotettava, johtuu sähköverkon epäluotettavuudesta. Esimerkiksi jos 120 kHz signaali häiriöistä johtuen muuttuu hiukankin, niin laitteet tulkitsevat, että signaalia ei ole laisinkaan, näin ollen laitteiden ohjauksessa ilmenee epävarmuutta. Euroopan standardissa on lisäksi EC- häiriösuoja, joka estää sähköverkossa etenevät ylimääräiset ohjaussignaalit ja haittaavat X.10 laitteiden ohjaamista poistamalla korkeat taajuudet sähköverkosta. (Pekka Ritamäki 2010.)

X.10- verkko on varteenotettava vaihtoehto suurten kodinkoneiden ohjaamisen UPnP – protokollalla edellyttäen, että siltaus X.10 to UPnP on kunnossa. Tänä päivänä kyseinen järjestelmä tuottaa kuitenkin vielä ”0”, ”1” tietoa. (Pekka Ritamäki 2010.)

6.5 UPnP OHJATTU ZIGBEE JA KENTTÄVÄYLÄ



KUVIO 21. UMB- adapterin siltaukset. (ETRI 2006.)

UMB- Adapteri mahdollistaa UPnP, RF- verkkojen ja muiden kenttäväylä verkkojen yhdistämisen yhdeksi kokonaisuudeksi. Tutkimuksen tässä vaiheessa on ilmennyt se, että mahdollisesti tämänlainen ratkaisu on ainoa keino toteuttaa kokonaislaajuinen kodinautomaatio mahdollisimman monipuolisesti. Adapteri sisältää eri verkkojen rajapinnat ja näin ollen mahdollistaa kuvassa olevan liityntä tapa mallin. (ETRI 2006.)

LnCP- verkko saman kaltainen sähköverkon yli toimiva kuin X.10 verkko, mutta korealaisten tapaan, mahdollistaa mm. ilmastoinnin, pesukoneiden ja muiden suurien kodinkoneiden ohjaamisen sähköverkossa. Tänä päivänä ohjaustieto on enemmän kyseisessä järjestelmässä ”on” ja ”off” tietoa.

LonWorks kenttäväylään liitettyjen kodintekniikan ohjaaminen UPnP ohjauspäätteeltä. LonWorks logiikka ohjattu kenttäväylä on kuitenkin verrattain kallis toteutus joka kodin automaatio järjestelmäksi sekä hankala ylläpidettäväksi.

Zigbee RF- verkko voisi olla tulevaisuuden ratkaisu UPnP- kotiautomaation laitteiden ohjaukseen. Zigbee- verkko ja olemassa olevien Zigbee- laitteiden ja antureiden tuottama

esimerkiksi lääketieteellinen tieto olisi mahdollista siirtää UPnP- kotiverkon kautta yli Internetin vastaanottavaan terveyskeskukseen.

(Young-Sung Son, 2007.)

6.6 UMB- LAITTEEN YDIN TOIMINTO

Koska tällä hetkellä suurin ongelma UPnP kotiautomaatiassa on se, että kodinlaitteet eivät ole yhteensopivia erilaisten verkko järjestelmien kanssa. On laitteita jotka toimivat sähköverkossa ja tänä päivänä näissä kyseisissä laitteissa ei ole vielä IP- osoitteistusta ja että laitteet pystyisivät kommunikoimaan http- protokollan mukaisesti verkossa. (ETRI 2006.)

UMB- laite on ratkaisu saumattomaan yhteensopivuuteen erilaisten kotiverkkojen yhdistämiseksi yhdeksi isoksi kokonaisuudeksi. Laite on suunniteltu ratkaisemaan ja yhdistämään erilaisissa hajautetuissa verkkojärjestelmissä olevat laitteet yhdellä tässä tapauksessa UPnP- päätelaitteella ohjattavaksi järjestelmäksi. Fyysisesti eri verkoissa olevat laitteet näkyvät UMB- adapteri laitteessa, mutta virtuaalisesti ja käyttäjälle laitteet näkyvät UPnP- ohjauslaitteelta. (ETRI 2006.)

Alla olevassa kuviossa 22. oleva reititysmalli on hahmoteltu miten hajautetuissaverkoissa laitteet ja protokollat sulautuvat yhtenäiseksi protokollaksi UPnP- protokollan mukaiseksi. HnCP ja LonWorks verkko-osaa voisi ajatella X.10 verkoksi ja HAVI osaa yhdeksi UPnP kokonaisuudeksi. (ETRI 2006.)

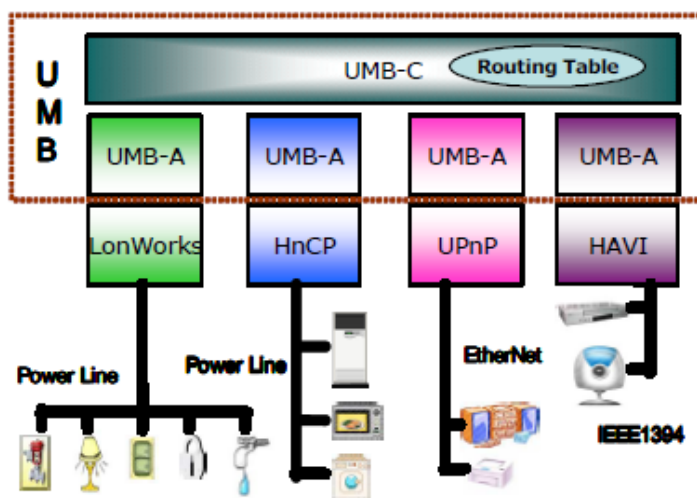


Fig. 1. The Architecture of Universal Middleware Bridge

KUVIO 22. Lohkokaavio UMB- adapterin siltaus mahdollisuuksista. (ETRI 2006.)

UMB- laite havaitsee ja valvoo hajautetuissa verkoissa olevien laitteiden IP- osoitteet prosessoi kaikki IP- osoitteet antaa jokaiselle laitteelle omansa middleware verkkotunnuksen. UPnP- ohjauspiste havaitsee middleware verkkotunnukset ja pystyy tunnistamaan ohjaamaan, jokaista laitetta erikseen middleware verkkotunnuksen perusteella. (ETRI 2006.)

Alla olevassa kuvassa (KUVIO 23. ja KUVIO 24.) olevan asian selkeyttämisen vuoksi tämä kaavio kertoo ja havainnollistaa sen, miten UMB- laitteen ydin mukauttaa laitteiden fyysiset osoitteet ja toiminnan yhdenmukaiseksi UPnP- protokollaa silmälläpitäen.

Ytimen UDT- osa kerää laitteiden fyysisen osoitteistuksen ja antaa niille oman henkilökohtaisen globaalisen tunnuksen siitä mikä laite kukin on, ja siirtää ne käsittelyn jälkeen VDP- osaan jossa ne sulautetaan tietokantaan, ja josta sitten UPnP- ohjauspääte saa laitteiden tiedot ja tunnistaa ne yksilölliseksi laitteiksi. (ETRI 2006.)

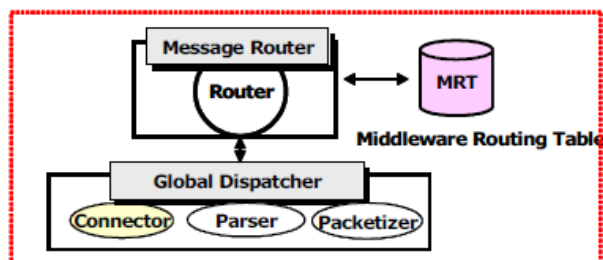


Fig. 2. The Structure of UMB Core (UMB-C)

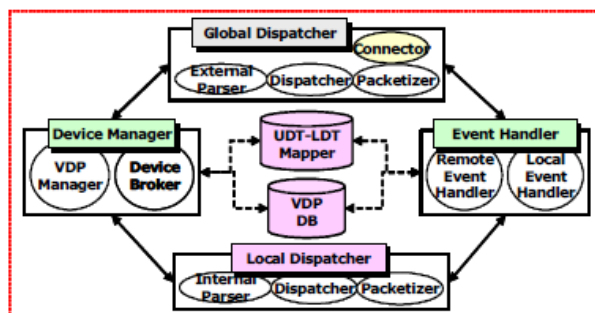


Fig.3. The Structure of UMB Adaptor (UMB-A)

KUVIO 23. Tiedonsiirron käsittely kaavio (ETRI 2006.)

Property	Field Semantic	Example
Index	DB index	0
Global/Local	Global or Local Device	Local
GID	Global ID	LonWorks, LID
LID	Local ID	0x112233445566
GDType	Global Device Type	LAMP
LDType	Local Device Type	0x05 0x01 (LonMark Object)
Local address	Local Device Address	SubnetID/NodeID
Function List	Available Function List	F1 F2,...
Action List	Available Action List	...

Table 2. VDP Database.

TAULUKKO 2. VPD- tietokanta jossa laitteiden osoitteet ja kuvaus ilmoitetaan. (ETRI 2006.)

UMB- adapteri kääntää laitteiden antamat metatiedot ja yrittää yhdistää jokaisen paikallisen laitteen tunnuksen ja toiminnot KUVIO 24.

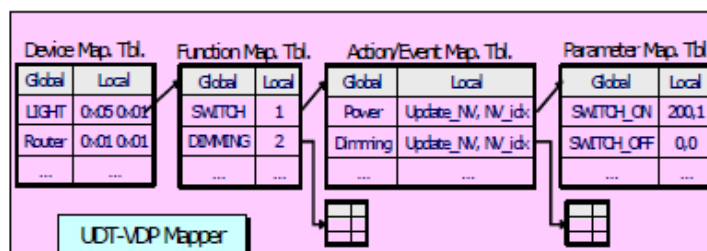


Fig.4. UDT-LDT Mapper

KUVIO 24. UMB- adapterin toimintaa. (ETRI 2006.)

UDT- kääntäjä luo taulukon 3. kaltaisen parametri metatieto taulun, josta ilmenee laitteen tunnuksen, toiminnot ja tila. UMB- adapteri huomaa verkossa olevien laitteiden tilan muutoksen tai sen kun laite liittyy verkkoon. UMB- adapteri luo taulun laitteen ominaisuuksista ja siirtää SSDP- protokollan mukaisen viestin UPnP- verkkoon josta UPnP- ohjauspiste osaa tulkita viestin. Jos käyttäjä muuttaa verkossa olevan laitteen tilaa, niin ohjauspiste kommunikoi SSDP- protokollan mukaisesti UMB- adapterin kanssa. UPnP- ohjauspisteeltä saadun informaation mukaisesti UMB- adapteri osaa ohjata verkossa olevia laitteita käyttäjän haluamalla tavalla. (ETRI 2006.)

Item	Message Type	Argument (Target/Req/Resp)
Middleware	SSDP Discovery	IP Port
	QueryDeviceList	
Event	NotifyOnlineStatus	Middleware ID Device ID Online status Device ID
	NotifyDeviceState	Device ID Function ID Action Name State variable value Out parameters
Control / Monitor	QueryDeviceState	Device ID Function ID(Q)
	QueryAction	Module ID Device ID Function ID

Table 3. Universal Metadata Message

TAULUKKO 3. Metatieto taulu. (ETRI 2006.)

KUVIOSSA 25. UDT- kääntäjän tuottama XML- koodi, mistä ilmenee laitteen kuvaus ja toiminto. UMB- adapteri luo SSDP- protokollan mukaisesti XML- koodin ja UPnP- ohjauspiste poimii ja tulkitsee sekä tunnistaa laitteen ja sen toiminnot. (ETRI 2006.)

```

<?xml version="1.0"?>
<UDT>
  <deviceType>Device Type</deviceType>
  <function>
    <functionId>Function ID</functionId>
    <functionType>Function Type</functionType>
    <actionList>
      <action>
        <actionId>Action Name</actionId>
        <parameterList>
          <parameter>
            <parameterId>Parameter ID</parameterId>
            <dataType>Data Type</dataType>
            <direction>Direction</direction>
          </parameter>
        </parameterList>
      </action>
      more actions go here if exist...
    </actionList>
    <eventList>
      <event>
        <eventId>Event ID</eventId>
        <dataType>Data Type</dataType>
      </event>
    </eventList>
    more actions go here if exist...
  </function>
  more functions go here if exist...
</UDT>

```

Table 1. XML Description of UDT

KUVIO 25. Laitteen kuvaus. (ETRI 2006.)

Alla olevassa kuvassa (Fig. 5.) on havainnollistettu numeroin miten bitti virta etenee järjestelmässä.

Kun uusi laite on kytketty verkkoon laite lähettää kuvauksen itsestään verkkoon, niin UMB- adapteri saa tiedon siitä ja luo kuvauksen laitteesta. UMB- adapteri muuttaa laitteen fyysisestä virtuaaliseksi ja lähettää XML- koodin laitteen kuvauksesta verkkoon. UPnP- ohjauspiste poimii viestin ja tunnistaa laitteen, että palvelut. Jos tämä kaikki bittivirta on kulkenut oikein verkossa fyysisen laitteen antama kuvaus, että UPnP- ohjauspisteelle annettu kuvaus tulee olla täsmälleen sama UMB- ytimen tarkistuspisteessä. (ETRI 2006.)

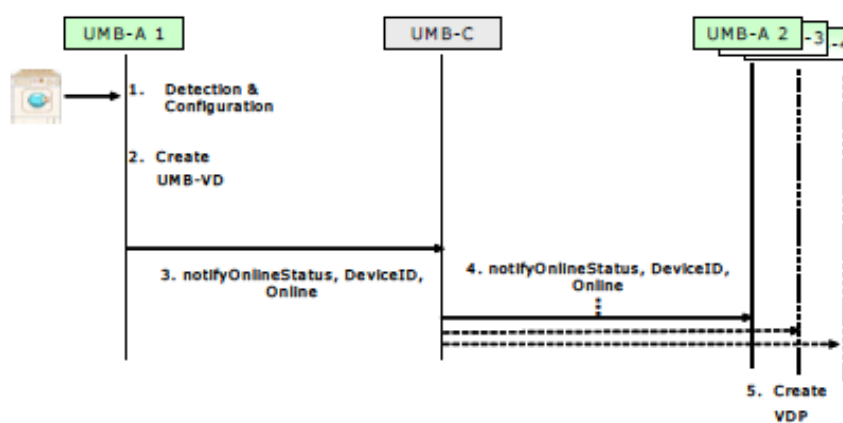


Fig.5. Flow when a new device is plugged in

KUVIO 26. Käyttötapauskaavio laitteen bittivirrasta. (ETRI 2006.)

Alla olevassa kuviossa 27. on toteutettu testi ja laboratorio olosuhteissa älykaskoti ratkaisu. Toimintoja ohjataan PDA- laitteella. Ohjaus oli toteutettu Linuxin JINI systeemillä, joka on UPnP vastaava protokolla, mutta Linuxin pohjalta. järjestelmällä ja sähköverkossa olevat laitteet LonWorks ratkaisulla. Mutta edellä mainitut järjestelmät tätä työtä ajatellen voidaan toteuttaa siten, että JININ tilalla on UPnP ja LonWorks olisi korvattu X.10 järjestelmällä tai jollain sensori verkkojärjestelmällä.

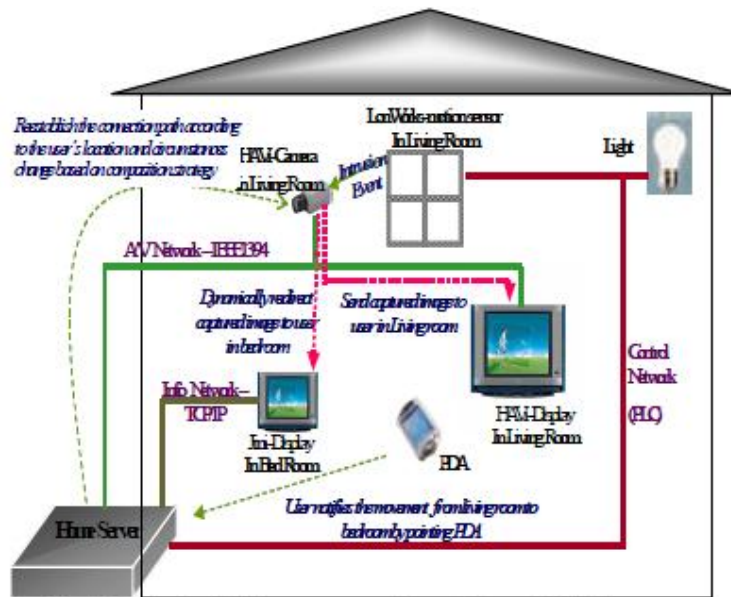


Fig. 7. Testbed with Heterogeneous Home Network Middleware

KUVIO 27. Testi laboratoriossa toteutettu hanke. (ETRI 2006.)

6.7 Z-WAVE

Z-WAVE on Intelin lanseeraama 900 MHz taajuudella toimiva hajautettu langaton verkkoratkaisu, joka on suunniteltu erityisesti kodinautomaation ohjaukseen. järjestelmässä pystytään siirtämään kevyitä metatietoja laitteiden välillä. Verkkojärjestelmän taajuus, että kaistanleveys on ihanteellinen kodin ja miksi ei olisi sitä myös julkisissa rakennuksissa tiedonsiirtoa ajatellen, että 2.4 GHz taajuudella aiheuttuu kodin sekä muu häiriö radioliikenne. Järjestelmän toiseksi eduksi voisi katsoa alhaisen virrankulutuksen.

Järjestelmän standardi ei ole yleisesti saatavilla, laitteen kehitysyritys Zenzys antaa standardit vain asiakkailleen salassapitosopimusta vastaan.

Z-WAVE- verkossa jokainen Z-WAVE- laite ja jokainen solmukohta pystyy lähettämään ja vastaanottamaan ohjaustietoja. Z-WAVE järjestelmä samalla periaatteella toimiva kuin UPnP- järjestelmä. Z-WAVE yhdistettynä Vera- kotiautomaatiojärjestelmään joka olisi konfiguroitu tulevilla Luup- ohjelmistomootorilla ja antaisi aikalailla kattavan kotiautomaation, ilmastointi / lämpöohjauksineen sekä anturitietojen vastaanottamiseen että näihin kuuluvien laitteiden ohjaamiseen. (Wikipedia. 2010b.)

LÄHTEET

Arto Laikari ja Juha Koivisto, VTT. Proessori 11/2007 saatavissa:

(<http://www.proessori.fi/es07/ARKISTO/UPNP.HTM>). Luettu 15.4.2010.

Home toys. A news and information resource for Home Technology. Saatavissa:

(<http://www.hometoys.com/htinews/feb02/articles/itran/itran.htm>). Luettu 20.04.2010.

Kyeong Deok Moon. Saatavissa:

(http://www.hna.or.kr/M4/m4_data/06_asia/korea_moon.pdf). Luettu 2.4.2010.

Mi casa verde. Yritys. Saatavissa:

(http://wiki.micasaverde.com/index.php/Luup_Press_Release#UPnP_translation_.26_protocol_agnostic). Luettu 29.04.2010.

Mi casa verde. Yritys. Saatavissa: (<http://www.micasaverde.com/features-benefits.php>).

Luettu 29.04. 2010.

Pekka Ritamäki. Probyte Oy. saatavissa: (<http://www.propelli.net/robot/articles/X10.pdf>).

Luettu 13.3.2010.

Tietotekniikan sanasto saatavissa: (<http://www.tsk.fi/tsk/termitalkoot/>). Luettu 1.5.2010.

Universal Middleware Bridge for Product Interoperability. Young-Sung Son Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea. Saatavissa: (http://hes-standards.org/doc/SC25_WG1_N1262.pdf). Luettu 3.4.2010

Universal Middleware Bridge for Product Interoperability. Young-Sung Son Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea. Vaatii kirjautumisen nykyään

Saatavissa:(<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1405738&userType=inst>)

UPnP Forum. Dokumentit ladattavina versioina saatavissa: (<http://www.upnp.org>). Luettu 1.3.2010.

UPnP Forum. Dokumentit ladattavina versioina saatavissa:

(http://www.upnp.org/standardizeddcp/docs/documents/MediaRenderer1.0_000.pdf). Luettu 28.4.2010.

Wikipedia 2010a. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa:

(http://en.wikipedia.org/wiki/UPnP_AV_MediaServers). Luettu 26.03.2010.

Wikipedia 2010b. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa: (<http://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>).
Luettu 2.5.2010

Wikipedia. 2010c. Vapaa tietosanakirja saatavissa: (<http://fi.wikipedia.org/wiki/UPnP>).

Luettu 10.3.2010.

Wikipedia. 2010d. Vapaa tietosanakirja saatavissa: (<http://fi.wikipedia.org/wiki/WLAN>).

Luettu 20.03.2010.