

Juha Noponen

MATKAPUHELIMEN LIITTÄMINEN AJONEUVOON

MirrorLink liitântäprotokollana

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikan koulutusohjelma

Marraskuu 2012

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Marraskuu 2012	Tekijä/tekijät Juha Noponen
Koulutusohjelma Tietotekniikka		
Työn nimi MATKAPUHELIMEN LIITTÄMINEN AJONEUVOON. MirrorLink liitântäprotokollana		
Työn ohjaaja FM Joni Jämsä	Sivumäärä 47	
Työelämäohjaaja FT Sakari Pieskä		
<p>Toimeksianto sisältää MirrorLink:n suomenkielisen dokumentaation tuottamisen ja toiminnan pilotoinnin Centria T&K:n älykkään liikenteen hankkeita varten. Tavoitteena oli saada tuotettua materiaali, josta selviää MirrorLink:n mahdollisuudet ohjelmoijan ja käyttäjän kannalta, sekä tuottaa toimiva demonstraatio teknologian käytöstä.</p> <p>Työ tehtiin käyttäen lähdemateriaalina opinnäytetyön ohjaajalta saatuja materiaaleja, sekä internetistä vapaasti saatavilla olevaa aineistoa. Materiaalin pohjalta kirjoitettiin teknologian mahdollisuuksista ohjelmoijan ja käyttäjän näkökulmasta. Demonstraatio toteutettiin materiaalin avulla Centria T&K:lta lainatuilla laitteilla.</p> <p>MirrorLink-teknologian hyödyt käyttäjälle ja ohjelmoijalle ovat aika ilmeisiä, ja perustuvat suurelta osin älypuhelimien rooliin sovellusalustana. Tärkeässä roolissa on tietenkin myös MirrorLink:n kyky hallita sovelluksia ja niiden sisältöä turvallisuuden saavuttamiseksi ajoneuvolla-ajon aikana, joka samalla tuottaa mahdollisuuden lainmukaiseen sovellusten käyttöön ajoneuvoissa. Ohjelmoijan suurin hyöty teknologiasta on ajoneuvoympäristön liittyminen sovelluskehityksen kohdeympäristöksi. Loppukäyttäjän näkyvin hyöty tulee mielisovellusten käytön mahdollistumisesta ajoneuvoissa.</p> <p>Tämän dokumentin pohjalta Centrialla on mahdollisuus kartoittaa omien älykkään liikenteen hankkeidensa suuntaa, ottaen huomioon käyttäjälle ja ohjelmoijalle saavutettavia hyötyjä. Opinnäytetyö tarjoaa myös hyvän suomenkielisen ”ponnahduslaudan” teknologiaan tutustuvalla ja mahdollistaa siitä hyötymisen käyttönotolla.</p>		
Asiasanat Ajoneuvoympäristö, IVI-järjestelmä, MirrorLink, Mobiililaitte, Mobiilisovellus, TerminalMode, Älypuhelin		

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date November 2012	Author Juha Noponen
Degree programme Information Tecnology		
Name of thesis CONNECTING A MOBILE PHONE TO A VEHICLE. MirrorLink as an interface protocol		
Instructor M. Sc. Joni Jämsä		Pages 47
Supervisor Ph. D. Sakari Pieskä		
<p>This assignment included the producing of Finnish documentation of mirrorlink and the piloting of the operation for centria smart traffic projects. The goal of thesis was to produce material, which would present the benefits and opportunities of Mirrorlink both from the user's and the programmer's point of view, and also to produce working demonstration about using MirrorLink-technology.</p> <p>The work was done using source material from the instructor and freely available material from the internet. based on the material, the opportunities of Mirrorlink technology were discussed from the perspective of the user and the programmer. The demonstration was done using the equipment borrowed from Centria.</p> <p>The benefits of the MirrorLink both for the user and the programmer are rather obvious, and they are largely based on the role of a smartphone as an application platform. In addition, the ability that plays an important role is that MirrorLink can manage applications and their contents to achieve safety on driving a vehicle, which also provides an opportunity for the legal use of applications in a vehicle. The most significant benefit of MirrorLink for the programmer is that the vehicle environment can be used as an application environment. Maybe the most visible benefit for the users is that they get their favorite applications for use in a vehicle.</p> <p>Centria can utilize this thesis in its projects, taking into account the benefits for users and programmers. The thesis can also serve as a "springboard" for people who want to know what MirrorLink is, how it works in practice and how, where and why it could be used.</p>		

Key words

In-vehicle infotainment system, MirrorLink, Mobile device, Mobile application, Smartphone, TerminalMode, Vehicle environment

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AFH	Asynchronous Frequency-hopping Spread Spectrum, asynkroninen taajuushyppelyhajaspektri-tekniikka.
ACL	Asynchronous Connectionless. Bluetooth:ssa käytetty kanavatekniikka.
AV	AudioVideo. Lyhenne sanoille AudioVideo.
Bluetooth	Standardi lyhyen kantaman radioyhteyteen.
BT A2DP	Bluetooth Advanced Audio Distribution Profile. Profiili, jossa määritellään audion jakaminen laitteelta toiselle.
BT HFP	Bluetooth Hands-Free Profile. Profiili, joka määrittää hands-free -laitteiden välisen audio-toiston.
CDB	Common Data Bus. Ajoneuvoissa käytetty tiedonsiirtoväylä.
CDC	Communication Device Class. USB Device Working Group:n määrittämä laiteluokka.
DAP	Device Attestation Protocol. Protokolla laitteen yhteensopivuuden tarkistamiseksi.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. Verkkoprotokolla, jota käytetään IP-osoitteiden jakamisessa verkkoon liittyneille laitteille.
ECM	Ethernet Networking Control Model. CDC-laiteluokan osa joka mahdollistaa yhden ethernetpaketin yhdessä USB-siirrossa.
HTTP	Hypertext Transfer Protocol. Protokolla, jota käytetään tiedonsiirtoon webissä.
IP	Internet Protocol. Pakettiperustainen tiedonsiirron protokolla.
IVI	In-Vehicle-Infotainment-system. Ajoneuvon sisäinentieto- ja viihdejärjestelmä.
ISM:	Industrial, Scientific and Medical. Lisenssivapaita taajuusalueita, jotka on tarkoitettu teolliseen, tieteelliseen ja lääketieteelliseen käyttöön.
L2CAP	Logical Link Control and Adaptation Protocol. Bluetooth:n protokolla.
NAP	Network Access Profile.
NCM	Network Control Model. CDC laiteluokan osa, joka mahdollistaa monta ethernetpakettia yhdessä USB-siirrossa.

PAN	Personal Area Network. Henkilökohtaisen alueen verkko.
RFB	Remote FrameBuffer. Protokolla graafisen käyttöliittymän etäkäyttöön.
RTP	Real Time Protocol. Reaaliaikaominaisuudet tiedonsiirtoon mahdollistava protokolla.
RNDIS	Remote Network Device Interface Specification. Microsoftin kehittämä protokolla USB-tiedonsiirtoon.
SBP	Service Binary Protocol. Protokolla ajoneuvon palveluiden käyttämiseen.
SNAP	Sub Network Access Protocol. WLAN:ssa käytetty protokolla.
SOAP	Simple Object Access Protocol. Protokolla proseduurien etäkutsuun.
SSDP	Simple Service Discovery Protocol. Protokolla palveluista tiedottamiseen.
TCP	Transmission Control Protocol. Kuljetuskerroksen yhteydellinen protokolla.
UDP	User Datagram Protocol. Kuljetuskerroksen yhteydetön protokolla.
UPnP	Universal Plug and Play. Joukko protokollia laitteiden yhdistämiseen.
USB	Universal Serial Bus. Standarditeknologia langalliseen tiedonsiirtoon.
VNC	Virtual Network Computing. Teknologia käyttöliittymän etäkäyttöön.
Wi-Fi	Wireless Fidelity. Langattomien laitteiden nimitys.
WLAN	Wireless Local Area Network. Langattoman lähiverkon tekniikka.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 SOVELLUSTEN KÄYTTÖ AJONEUVOSSA	2
3 IVI-JÄRJESTELMÄ	6
4 MIRRORLINK -TEKNOLOGIA	8
4.1 Arkkitehtuuri	10
4.2 Laitteet ja palvelut	13
4.3 MirrorLink:ssä käytettyjä teknologioita	16
4.3.1 Bluetooth	16
4.3.2 VNC	17
4.3.3 RTP	21
4.3.4 UPnP	23
4.4 Laitetodentaminen	25
4.5 Sisällön suodattaminen	26
4.6 Audioyhteysprotokollan valinta	27
5 HYÖDYT JA MAHDOLLISUUDET	28
5.1 Käyttäjälle	28
5.2 Ohjelmoijalle	30
6 TOIMINNAN PILOTOINTI	32
6.1 Pilotointiympäristö	32
6.2 Vaadittavat ohjelmistot	33
6.3 Ohjelmistojen asentaminen	33
6.4 Laitteiston yhdistäminen	34
6.5 Yhteyden testaus	34
6.6 Käytännön toiminta	35
7 YRITYSTEN MIRRORLINK-TOIMINTAA	37
8 MIRRORLINK:N TULEVAISUUS	39
9 TULOKSET JA POHDINTA	41
LÄHTEET	43
KUVIOT	
KUVIO 1. Painonappeja ja viiksiä	3
KUVIO 2. Ohjauspyörän painonappeja	3
KUVIO 3. TerminalMode:n teknologia-arkkitehtuuri	11
KUVIO 4. MirrorLink:n arkkitehtuuri	12

KUVIO 5. ServerDevice:n tarjoamat palvelut	14
KUVIO 6. ClientDevice:n tarjoamat palvelut	15
KUVIO 7. VNC:n käyttö MirrorLink:ssä	18
KUVIO 8. Audiojärjestelmä MirrorLink:ssä	22
KUVIO 9. UPnP laitearkkitehtuuri	23
KUVIO 10. 2-Box Pull -malli	24
KUVIO 11. 2-Box Push-malli	24
KUVIO 12. 3-Box -malli	25
KUVIO 13. UPnP-näkymä	35
KUVIO 14. VNC-näkymä	36

1 JOHDANTO

Nykyään joka paikassa halutaan ja on myös tarvetta käyttää erilaisia sovelluksia mitä erilaisimpiin käyttötarkoituksiin, jolloin tietysti niitä halutaan käyttää myös autolla ajettaessa. Tähän on useampiakin lainmukaisia ratkaisuja, kuten ajoneuvojen In-Vehicle-Infotainment (IVI) -järjestelmät ja niiden sovellukset, puhelimien telakkaratkaisut, joissa puhelin asennetaan esim. tuulilasissa imukupin avulla kiinni olevaan telakkaan, sekä puhelimen ja IVI-järjestelmän vertikaaliset integraatiot, joissa puhelin ja/tai sen toimintoja yhdistetään IVI-järjestelmään, ja voidaan käyttää jollakin tavalla sen kautta.

Kehityksen suuntana on selvästi ollut älypuhelimien ottaminen sovellusalustaksi ajoneuvo-sovelluksille, jonka ymmärtää, koska nykyään älypuhelimet ovat teknologioiltaan kehittyneitä ja niiden uusimis-syklin nopeus takaa niille tuoreinta teknologiaa, ja niille myös tehdään uusia sovelluksia sekä päivitetään vanhoja, kiihtyvällä tahdilla.

MirrorLink-teknologia toteuttaa yhdenlaisen version mobiililaitteen vertikaalisesta integraatiosta ajoneuvon laitteiston kanssa, ja tuo mobiililaitteen ajoneuvoympäristöön tarjoten käyttäjälle mahdollisuuden käyttää tarvitsemiaan sovelluksia lainmukaisesti myös ajonaikana.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan MirrorLink:stä, siitä mihin sitä voidaan käyttää ja mihin sitä on jo käytetty, sekä mitä mahdollisuuksia se tuo, käyttäjän ja sovellusohjelmoijan näkökulmasta.

Lopuksi pohditaan MirrorLink:n menestystä tässä suuressa maailmassa.

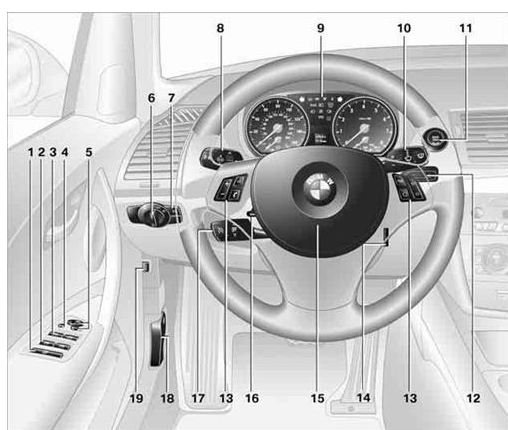
2 OHJELMISTOJEN KÄYTTÖ AJONEUVOSSA

Ohjelmistot ovat vallanneet sijaa arkisessa aherruksessa apuvälineenä ja joskus jopa itsetarkoituksenakin niin paljon, että niitä halutaan pystyä käyttämään milloin ja missä vain. Myös ajoneuvoissa. Tämä on mahdollista monellakin tavalla, joilla kaikilla on sekä hyviä että huonoja puolia. Muutamia mahdollisuuksia sovelluslustoiksi mainitakseni: IVI-järjestelmät (niiden omat sovellukset), puhelimen/muun mobiililaitteen telakkaratkaisut, puhelimen/muun mobiililaitteen integraatiot IVI-, tai muiden esim. mediajärjestelmien kuten Audio-Video (AV)-soittimen kanssa.

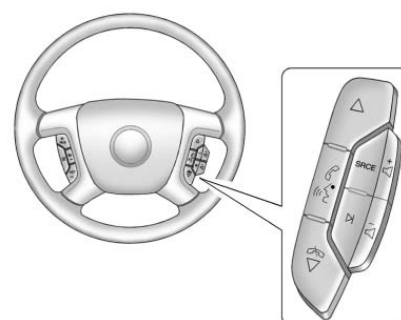
Näissä yhteyksissä (ajoneuvo, ohjelmistot) tulee kuitenkin ratkaistavaksi joitakin mm. turvallisuuden ja ohjelmistojen käytön, kehittämisen ja saatavuuden yksinkertaisuuteen liittyviä ongelmia.

Turvallisuuteen liittyvät ongelmat johtuvat pääosin käyttäjästä, joka ei osaa keskittyä useampaan kuin yhteen asiaan täysipainoisesti. Esimerkiksi jos käyttäjä autolla ajaessaan vaikka katsoo live-stream jääkiekkopeliä, hän ei pysty keskittymään ajamiseen tarvittavalla tavalla, eli ei välttämättä esim. huomaa kaikkia liikenteessä sattuvia tapahtumia. Toisena esimerkkinä voitaisiin ajatella, että käyttäjä kirjoittaa tuohtuneena tekstiviestiä ystävälleen juuri saamistaan sakoista, jolloin sekä ainakin toinen käsi, että ajoittain myös silmät ovat tekstiviestin kirjoituksessa, samalla kun aivot ovat siinä lähes kokonaan. Joten turvallisuuden takaamiseksi ajonaikaisessa sovellusten käytössä, pitää kuljettajalta estää sellaisten sovellusten ja sisällön käyttö, joka vaatii liikaa keskittymistä ja vie siten kuljettajan huomiota pois oleellisimmasta, eli ajamisesta. Jollakin asteella tähän ongelmaan on pureuduttu Suomessa lainsäädännöllä, joka kieltää moottoriajoneuvon kuljettajalta matkapuhelimen kädessä pitämisen ajonaikana. Tämä sama laki kieltää myös esimerkiksi medialaitteiden sellaisen käytön, joka häiritsee kuljettajan ajoneuvonhallintaa ja liikenteeseen keskittymistä. (Tieliikennelaki 24.5.2002/423.) Laki ei kuitenkaan ole avuksi jos sitä ei noudata, eli tässä voidaan teknologialla auttaa kuljettajaa noudattamaan lakia ja saamaan siten turvallisuutta ajamiseen.

Turvallisuuden näkökulma nostaa esiin hyvinä vaihtoehtoina ne sovellusten käytön mahdollistajavaihtoehdot, jotka on suunniteltu vartavasten ajoneuvoympäristöön, eli IVI-järjestelmien sovelluksien käyttö, sellaiset integraatiot mobiililaitteen ja IVI-järjestelmien välillä, joissa on mahdollista käyttää sovelluksia IVI-järjestelmän kautta, sekä myös mobiililaitteen integraatiot ajoneuvossa olevan muun järjestelmän kanssa, joka mahdollistaa mobiililaitteen sovelluksien käytön ajoneuvon omilla hallintalaitteilla. Näissä ratkaisussa on kuljettajan näkökulmasta toteutettu mahdollisuudet käyttää järjestelmiä ajonaikana, ajoturvallisuuden vaatimukset silti täyttäen. Tämä on saatu aikaan toteuttamalla ohjauspyörään kontrolleja, kuten painonappeja (KUVIO 1, kohta 13) (KUVIO 2) ja ”viiksiä” (KUVIO 1, kohdat 8, 10, 12 ja 17), joilla voi käyttää järjestelmiä katseen ollessa liikenteessä ja käsien ohjauspyörässä. Tietenkin tässä on edelleen tarvetta kuljettajan omalle järkevälle suhtautumiselle liikenteessä toimimiseen ja siihen ensisijaisesti keskittymiseen.



*KUVIO 1. Painonappeja ja viiksiä
(www.bmw1manuals.org 2012).*



*KUVIO 2. Ohjauspyörän
painonappeja
(www.buickmanuals.org 2012).*

Turvallisuusnäkökulmasta katsottuna täytyy todeta huonoiksi vaihtoehtoiksi tavat, joissa kuljettaja käyttää sovelluksia esim. mobiililaitteen omilla rajapinnoilla (telakkaratkaisut), kuten kosketusnäytöllä tai näppäimillä, koska kun niitä ei ole vartavasten ajoneuvokäyttöön suunniteltu, ne sisältävät yleensä pieniä näppäimiä ja niiden kosketusnäytöt ovat liian pieniä jotta niitä voisi helposti käyttää. Tietenkin riippuu laitteen ominaisuuksista (näytön koko yms.) onko sitä helppoa ja turvallista käyttää, mutta telakkaratkaisussa rajoitusta tuo se, että silloin ei voida käyttää ajoneuvon omia kontrolleja sovellusten hallintaan. Mahdollista on kuitenkin parantaa tätä puutetta esim.

äänikomennoilla, sekä ulkoisilla, ”kaukosäätimen” tapaisilla laitteilla, joita voisi kiinnittää ohjauspyörään, kuten Apple on tehnyt (Patently Apple 2012).

Sovellusalojen menestykseen vaikuttaa aina oleellisina osina mm. sovellusten kehittäminen, niiden päivittäminen ja saatavuus kyseiselle alustalle, sekä tietenkin alustan käytettävyys. Ja kaikilla näillä on yhteisenä piirteenä, että mitä yksinkertaisemmin ne käyttäjän näkökulmasta toimivat, sen paremman arvostuksen ne saavat. Tästä katsantokannasta katsottuna älypuhelimet ovat saaneet suuren yleisön suosion, koska niillä voi käyttää haluamiaan sovelluksia laajoista, alati kasvavista valikoimista, sovelluksia voi tehdä itse, jos on tarvetta, ja sovellusten päivittäminen on internet-yhteyden kautta helppoa, koska niistä esim. tulee vain ilmoitus jossa päivityksen voi joko hyväksyä tai hylätä. Älypuhelimien koko mahdollistaa myös sen, että sitä on helppo kuljettaa mukana, ja näytön suhteellisen hyvän resoluution ansiosta sen käytettävyys on kuitenkin kohtuullinen. Tietenkin suosioon on vaikuttanut myös älypuhelimien ja niiden sovellusten kohtuullinen hinta. Kohtuullisen hinnan ansiosta älypuhelimien uusiminen on verrattain nopeaa, joka takaa aina uusimmat teknologiat sovellusten käyttöön.

IVI-järjestelmät ja niiden sovellusten käytettävyys ajoneuvossa on viimeistelyä ja tarjoaa hyvän käyttökokemuksen. Älypuheliiniin verrattuna niiden sovellusaloistaominaisuudet ovat sovellusten valikoiman, saatavuuden, päivitettävyyden ja varsinkin kehitettävyyden kannalta jäljessä. Näitä puutteita korjaamaan IVI-järjestelmiin on tehty internet-yhteys mahdollistamaan samanlaisia palveluita kuin älypuhelimilla on. Kuitenkin sovellusten kehittäminen on joillakin valmistajilla lähes täysin oman osaamisen varassa, koska alustat ovat joko suljettuja, tai kehittäjiä ei kiinnosta alusta, jota käyttää vain murto-osa mahdollisista asiakkaista. IVI-järjestelmät ovat tällä hetkellä myös suhteellisen hintavia, joten ne eivät ole vielä lyöneet itseään suuren yleisön suosikiksi. Kallis hinta myös vaikuttaa hitaan uusimiseen, jolloin käytössä oleva teknologia ei välttämättä ole kaikkein tuoreinta.

Itse sovellusten käytettävyys ja sen seurauksena turvallisuus riippuu myöskin paljon siitä, minkälaiseen ympäristöön ne on kehitetty. Tämä nostaa IVI-järjestelmien sovellusten kannatettavuutta koska ne on aina tarkoitettu ajoneuvoympäristöön. Kylläkin

matkapuhelinpuolella on myös kehitetty ja kehitetään uusia sovelluksia joissa on otettu huomioon mahdollisuus sovelluksen käytöstä ajoneuvossa.

Näin tosiasioiden pohjalta punniten vaihtoehtoja sovellusten saamiseksi ajoneuvossa ajonaikana käytettäväksi, saadaan johtopäätös, että matkapuhelin kannattaa valita sovellusalustaksi, jos halutaan laajata sovellusvalikoimat muut kehitysekosysteemin hyödyt käyttöön, mutta hallinta kannattaisi hoitaa ajoneuvon omilla kontrolleilla, eli jonkinlainen integraatio ajoneuvon järjestelmien kanssa on kannatettava.

3 IVI-JÄRJESTELMÄ

In-Vehicle-Infotainment (IVI)-järjestelmällä, tarkoitetaan ajoneuvoihin suunniteltua laitteistoa ja sen ohjelmistoa, joilla kuljettajalle ja matkustajille voidaan tarjota esimerkiksi viihteellistä ja informatiivista sisältöä, sekä niiden hallintaa. IVI-järjestelmä voi olla ajoneuvovalmistajan kehittämä ja asentama, kuten Audin MMI (Audi AG 2012), tai kolmannenosapuolen tarjoama jälkiasennettava, kuten Alpinen Head Unit (Alpine Electronics of America Inc. 2012).

Järjestelmällä mahdollistetaan esimerkiksi äänentoiston hallinta ohjauspyörän kontrolleilla ja vaikka äänikomennoilla, kuten myös navigointisovellus ajoneuvon kosketusnäytöllä. Autoteollisuuden voittoa tavoittelematon yhteenliittymä, GENIVI, määrittelee sivuillaan IVI-järjestelmän kattavan ajoneuvossa olevat viihde- ja informaatorajapinnat sekä niiden toiminnallisuudet (GENIVI Alliance 2012). VTT puolestaan kertoo tarkoittavansa julkaisussaan ajoneuvojen tieto- ja viihdejärjestelmällä ajoneuvon valmistajan valmiiksi asentamia järjestelmiä, joilla tarjotaan käyttäjälle sovelluksia ja palveluita, jotka on kuitenkin erotettu ajoneuvon kriittisistä toiminnallisuuksista (VTT 2011, 20-22). Jälkiasennettua IVI-laitteistoa VTT kutsuu nimellä ”telematiikka-alusta”, jolta kertoo kuitenkin puuttuvan selkeän määritelmän, ja jolla eri yhteyksissä voidaan tarkoittaa eri asioita, mutta järjestelmän kuitenkin koostuvan ajoneuvolaitteista ja taustajärjestelmästä, joilla voidaan tarjota samanlaisia palveluita kuin tehtaalla asennetulla IVI-järjestelmällä (VTT 2011, 22-25).

IVI-järjestelmiin kuuluu näkyvänä osana ainakin yleensä AV-soitin (joka voi olla MirroLink-yhteensopiva), jossa kosketusnäyttö. Järjestelmää ja sen tarjoamia palveluita voidaan käyttää ajoneuvon tutuilla kontrolleilla kuten ohjauspyörässä ja kojelaudassa olevilla kontrolleilla.

Monet ajoneuvovalmistajat ovat tehneet omia IVI-järjestelmiä tuotteisiinsa, mm. Audi, BMW, Ford, Toyota ja Cadillac. IVI-järjestelmien kehitykselle oman sysäyksensä on tuonut Microsoftin Windows Embedded Automotive platform, jonka pohjalta esim. Ford

on kehittänyt oman IVI-järjestelmänsä SYNC:n, Fiat Blue&Me:n ja KIA UVO:n (Microsoft 2012). Linux-pohjaisia IVI-järjestelmiä löytyy myös: Cadillac:n CUE, Linux Foundation:n Meego for IVI (The Linux Foundation 2012) ja MontaVista:n MontaVista Automotive Technology Platform (MontaVista 2012). Edellä mainittu GENIVI-yhteenliittymä on avoimen lähdekoodin puolestapuhuja IVI-kentällä, ja käyttää Linux-pohjaista Meegoa kehittäessään ja tarjotessaan alustaa avointa lähdekoodia käyttävien IVI-järjestelmien kehittämiseksi (GENIVI Alliance 2012).

IVI-järjestelmien hyödyllisyyttä ja käytettävyyttä auttaa se, että ne on suunniteltu erityisesti ajoneuvoihin. Ja koska kaikki mitä järjestelmällä voidaan tehdä on suunniteltu nimenomaan ajoneuvoympäristöön, on ne toteutettu turvallisuus ja lainsäädäntö huomioonottaen (Nokia 2010). Järjestelmää hyödyntämällä kuljettajaa voidaan esim. informoida ajamiseen vaikuttavista asioista kuten auton kunnosta, keliolosuhteista, taukojen tarpeesta yms. Viihtyvyyden kannalta ajateltuna autolla matkustaminen ei ole enää pelkkää kyydissä istumista ja ohi vilisevien puiden seurailua, vaan voidaan esim. kuunnella mielimusiikkia, soittaa kaverille lakia noudattaen, matkustajat voivat katsoa videoita yms. Ja näitä toiminnallisuuksia voidaan hyödyntää esim. käyttämällä ohjauspyörän painonappeja. Näin ollaan saatu matkustamisen viihdykkeeksi enemmän vaihtoehtoja, tinkimättä juurikaan turvallisuudesta.

4 MIRRORLINK -TEKNOLOGIA

MirrorLink on Car Connectivity Consortium (CCC):n kehittämä teknologiastandardi, joka mahdollistaa käyttäjän älypuhelimelle tai muulle MirrorLink-yhteensopivalle laitteelle pääsyn tiettyihin (kuten radio, ilmastointi, navigointi) ajoneuvossa oleviin järjestelmiin, sekä auton hallintalaitteista (esim. ohjauspyörän kontrollit, navigaattorin näyttö) pääsyn älypuhelimien sovelluksiin (Car Connectivity Consortium 2012a). Eli Sillä mahdollistetaan MirrorLink-yhteensopivan mobiililaitteen sovellusten ja toimintojen käyttäminen ajoneuvossa sen omilla hallintalaitteilla.

Teknologian historia alkaa Nokialta, joka kehitti sitä yhteistyössä Consumer Electronics for Automotive (CE4A) -työryhmän kanssa alkujaan nimellä Nokia Terminal Mode (Wikipedia 2012). Sen luonnosversio 0.9 valmistui maaliskuussa 2010 (Nokia 2011). Versio 1.0 julkaistiin lokakuussa 2010 (CE4A 2010). VTT:n julkaisun (VTT 2011, 35) mukaan TerminalMode 1.1 versio julkaistiin kehittäjille vuoden 2011 helmikuussa. Vuoden 2011 maaliskuusta teknologiaa on kehittänyt CCC, jonka toimesta Terminal Mode versio 1.0.1 on brandattu uudestaan, jonka myötä sen nimeksi vaihdettiin MirrorLink (Car Connectivity Consortium 2011).

MirrorLink -teknologiastandardille löytyy tarvetta, kun tarkastellaan asiaa lainsäädännön ja turvallisuuden kannalta: Suomessa esim. älypuhelimien käyttäjä ajoneuvolla ajaessaan menettää käytännössä tieliikennelain 423/2002 24 a § nojalla oikeuden käyttää mobiililaitettaan. Tämä kyseinen laki kieltää matkapuhelimen kädessä pitämisen ajonaikana, sekä sellaisen laitteen käytön ajonaikana, joka mahdollisesti häiritsee ajoneuvolla ajamista ja liikenteeseen keskittymistä. (Tieliikennelaki 24.5.2002/423.) Tämä laki on säädetty tietenkin liikenneturvallisuuden takia, jotta ajon aikana ei tehtäisi mitään sellaista, mikä saattaa muuttaa liikennekäyttäytymistä huonompaan suuntaan huomion mennessä johonkin muuhun, kuin liikenteen seuraamiseen ja siihen keskittymiseen. Näistä syistä MirrorLink on kehitetty tuomaan mobiililaitteen sovellukset ajoneuvoihin ja tarjoamaan laadukasta käyttökokemusta, tavalla, jonka ansiosta sovellusten käyttö on turvallista ja lainmukaista. Tietenkin käytön turvallisuus riippuu käyttäjästä itsestään ja

siitä, miten ja millä tavalla laitteita käyttää, mutta teknologia mahdollistaa lainmukaisen ”turvallisen” käytön.

Teknisesti tämä saavutetaan sovelluksien ja sisällön luokituksella ja suodatuksella, jossa kaikki tarjottava sisältö luokitellaan sen ominaisuuksien kannalta ja tätä luokitusta hyödyntäen MirrorLink-teknologiassa päätetään (ks. luku 4.5 Sisällön suodattaminen), minkälaista sisältöä voidaan milloinkin tarjota, millä tavalla ja kenelle (Nokia 2010, 6). Esimerkiksi kuljettajalle ei näytetä videostreamia, mutta takapenkillä matkustaville sitä voidaan näyttää. Tämä toteutetaan TmClientProfil- ja TmApplicationServer-palvelulla, eli esim. jokaiselle käytössä olevalle, IVI-järjestelmään integroidulle näytölle (joilla siis voidaan hallita sovelluksia), annetaan oma asiakas-profiili, jolla laitteiden käyttäjät ja käyttöpaikat voidaan tunnistaa ja määrittää siten sille soveltuvat säännöt siitä, mitä laitteella voidaan tehdä, ja mitä sovelluksia käyttää (Nokia 2010, 5). Sovellukset joita voidaan suorittaa, on luokiteltu tiettyyn kategoriaan ja sille on annettu tietty luottamuksen-indikaattori, arvo, joka osoittaa kuka sovelluksen on sertifioinut (Nokia 2010, 6), joka vaikuttaa päätöksentekoon teknologiassa. Näistä palveluista lisää niitä käsittelevissä luvuissa.

CCC:n valtuuttamat Authorized Test Lab (ATL) - testauslaboratoriot tarjoavat MirrorLink-sertifiointi -palvelua yrityksille jotka haluavat tuotteelleen MirrorLink-sertifikaatin. Sertifioitavia tuotteita ovat mobiililaitteet, kuten älypuhelimet, jotka testataan MirrorLink-palvelimina, sekä IVI-järjestelmät, jotka testataan MirrorLink-asiakaslaitteena. (Car Connectivity Consortium 2012b.) MirrorLink-teknologia sallii myös kolmansien osapuolten sovellukset, joten kuka vain voi saada omia sovelluksiaan käyttöön ajoneuvossaan. ATL:t tarjoavat myös sovelluksille sertifiointi-prosessin (7Layers 2012), jota ei kuitenkaan vielä tällä hetkellä ole todennäköisesti saatavilla muilta ATL:lta, kuin Ixonos:ilta (Ixonos 2012).

Palvelinlaitteena toimiva mobiililaitte on mahdollista kytkeä asiakaslaitteeseen MirrorLink-teknologian kannalta kolmella eri fyysisellä tavalla: Universal Serial Bus (USB), Wireless Local Area Network (WLAN) ja Bluetooth. USB-versiona käytetään USB 2.0:aa tai uudempaa joka käyttää Communications Device Class/Network Control Model

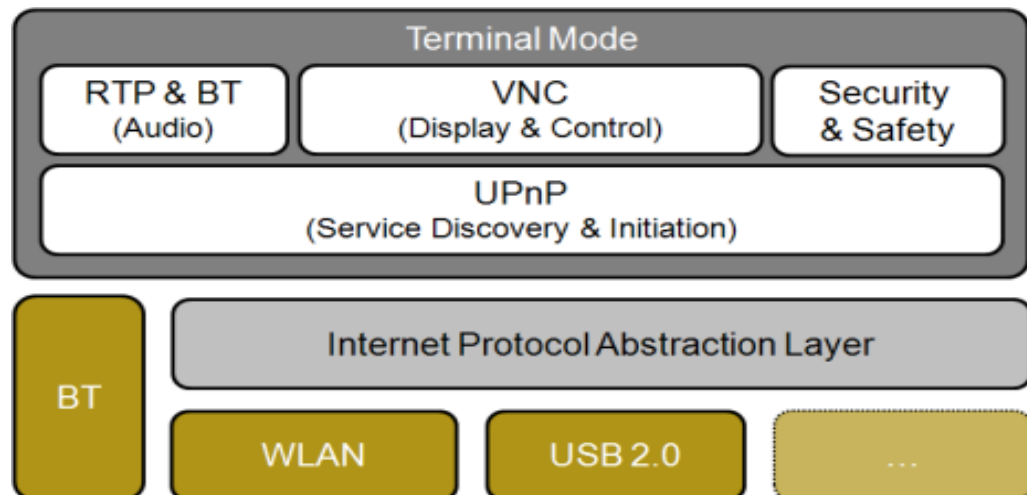
(CDC/NCM) -yhteyksiä, joka mahdollistaa monen ethernet-paketin siirtämisen yhdessä USB-siirrossa. WLAN:ssa käytetään Wireless Fidelity (Wi-Fi) versioita 802.11b/g. Kylläkin uudemmassa lähteessä kerrotaan Wi-Fi versioista tuettavan versioita 802.11a/g/n (Car Connectivity Consortium 2012c, 64-78). Näistä USB-kytkentä palvelee tarpeita pitkillä matkoilla, jolloin puolestaan WLAN tarjoaa vaivattomuutta lyhyillä matkoilla. Bluetooth on optionaalinen yhteysvaihtoehto, jolla yhteystapana käytetään Bluetooth Personal Area Networking (PAN) profiilia. Bluetooth:ia käytetään myös audion vaihtoehtoisena siirtotienä käyttäen sen Handsfree-profiilia (HFP) ja Advanced Audio Distribution Profile (A2DP) profiilia. (Nokia. 2010, 4.)

MirrorLink-yhteensopivat palvelin- ja asiakaslaitteet käyttävät välillään olevassa yhteydessä verkko-kerroksena Internet Protocol (IP) -protokollaa, jonka päällä on mahdollista kuljettaa monenlaisia eri sisältöprotokollia yhdellä fyysisen/linkki -kerroksen yhteydellä. Tämä yhteys toteutetaan palvelinlaitteella olevalla Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)-palvelulla, joka jakaa asiakaslaitteelle IP-osoitteen, jolloin käyttäjän ei tarvitse vaivata itseään verkkoasetuksilla. (Nokia. 2010, 4-5.)

Loppukäyttäjä saa MirrorLink-tekniikan käyttöönsä, jos käytettävissä on MirrorLink-yhteensopivat palvelin- ja asiakaslaitteet, eli esim. MirrorLink-yhteensopivat mobiililaitteet ja IVI-järjestelmä. Käyttö on suhteellisen yksinkertaista, sillä käyttäjän tarvitsee vain mennä autoon ja liittää mobiililaitteensa usb-kaapelilla IVI-järjestelmään (tulevaisuudessa yhdistäminen on mahdollista myös langattomasti), jolloin teknologia hoitaa loput, eli näyttää puhelimen näytön tai sovellusvalikon IVI:n kosketusnäytöllä ja antaa käyttäjän hallita sovelluksia olemassa olevilla kontrolleilla. (Car Connectivity Consortium 2012a.)

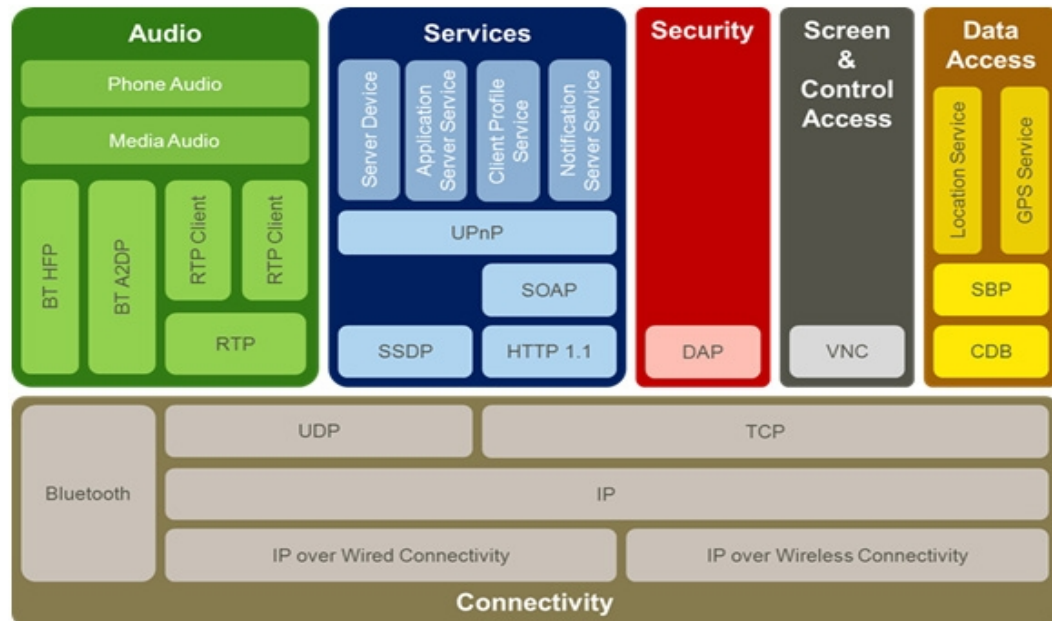
4.1 Arkkitehtuuri

MirrorLink-tekniikassa käytetään laajassa käytössä olevia, vapaita, standardoituja teknologioita. Arkkitehtuuriin kuuluvat teknologiat näkyvät seuraavista kuvioista 1 ja 2.



KUVIO 3. TerminalMode:n teknologia-arkkitehtuuri (Nokia 2010).

Kuviossa 3 piirretyin TerminalMode:n arkkitehtuurin alin kerros esittää mobiililaitteen ja IVI-järjestelmän välisessä yhteydessä käytettävät yhteysteknologiat, eli Bluetooth:n, WLAN:n, sekä USB:n ja ilmaisee mahdollisesti lisättävästä teknologiasta tyhjällä palikalla. Näistä Bluetooth:ia käytetään sekä audion välittämiseen, että myös muuhun yhteydenpitoon palvelin- ja asiakaslaitteen välillä (ks. luku 4.3.1 Bluetooth). Palvelimen ja asiakkaan välinen yhteys voidaan toteuttaa myös WLAN- ja USB-yhteyksillä. Verkkokerroksesta ei tämä kuva kerro muuta, kuin että se pohjautuu IP:llaan. Käytävissä olevista palveluista tiedottaminen ja niiden käyttäminen hoidetaan Universal Plug and Play (UPnP):llä. Virtual Network Computing (VNC) -teknologia on valjastettu hoitamaan näytöllä olevan sisällön näyttäminen ja sen hallinta, eli esim. sovelluksen hallinnassa käytetyt toiminnot. Bluetooth:n lisäksi Real Time Protocol (RTP):lla välitetään audiota. (Nokia 2010, 4-7.)



KUVIO 4. MirrorLink:n arkkitehtuuri (7Layers 2012).

Kuvio 3 esittää arkkitehtuurin hieman eri tavalla kuin kuvio 4. Kuviota 4 syvällisemmin tarkasteltaessa, havaitaan kuitenkin sen kertovan saman asian arkkitehtuurista, mutta hieman tarkemmasti, tässä tapauksessa eritellen käytettävät protokollat ja niiden väliset suhteet.

Kuvio 4 kertoo MirrorLink-teknologiastandardin olevan rakennettu kolmen erilaisen yhteysrajapinnan päälle, Bluetooth:n, langallisen IP:aan perustuvan (jona käytetään USB:n CDC/NCM, CDC/Ethernet Networking Control Model (ECM), tai Remote Network Device Interface Specification (RNDIS) -yhteyksiä (Nokia 2010, 4; Nokia 2010b, 14), sekä langattoman IP:aan perustuvan (jona käytetään esim. WLAN:ia) teknologian päälle.

MirrorLink erottelee audion kahteen kategoriaan, jotka ovat puhelin- ja sovellusaudio (Nokia 2010b, 73). Näitä streamataan joko Bluetooth:lla, (jolloin käytetään joko Bluetooth Handsfree Profile (BT HFP):a, tai Bluetooth Advanced Audio Distribution Profile (BT A2DP):a, ks. luku 4.3.1 Bluetooth), tai vaihtoehtoisesti (ks. luku 4.6 Audioyhteysprotokollan valinta) User Datagram Protocol (UDP):n päällä toimivalla RTP:llä (ks. luku 4.3.3 RTP).

Kuviosta 2 nähdään, että verkkokerroksena käytettävän IP-yhteysprotokollan päällä käytetään sekä UDP:ta, että Transmission Control Protocol (TCP):tä. UPnP:llä tapahtuva palveluista tiedottaminen voidaan toteuttaa Simple Service Discovery Protocol (SSDP):llä UDP:n päällä, tai Simple Object Access Protocol (SOAP):lla Hypertext Transfer Protocol (HTTP):n ja TCP:n päällä. Tietoturvaan käytetään Device Attestation Protocol (DAP) protokollaa, jolla varmistetaan laitteiden oikea sertifiointi (Nokia 2010, 7) (ks. luku 4.4 Laitetodentaminen). Sisällön kontrolloinnin ja visuaalisen näyttämisen vastuun IVI-näytöllä on kannettu VNC:llä TCP:n päällä (Nokia 2010b, 15). Common Data Bus (CDB):lla ja Service Binary Protocol (SBP):llä voidaan toteuttaa paikannus- yms. palveluita, joita ajoneuvo voi omien laitteidensa kautta tarjota (Car Connectivity Consortium 2012c, 64-78).

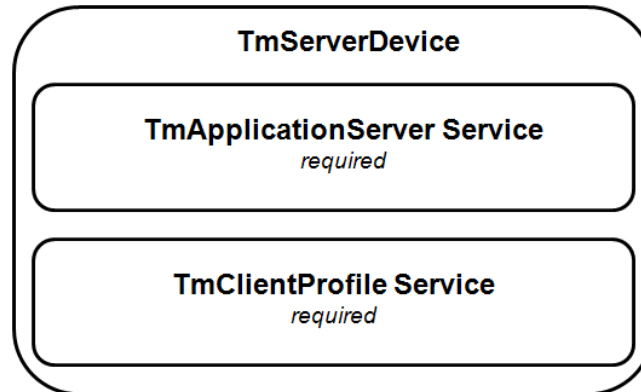
4.2 Laitteet ja palvelut

MirrorLink laitearkkitehtuuriin kuuluu sekä mobiililaite, joka toimii palvelinlaitteena teknologiassa, että autoon integroitu, hallintalaitteet tarjoava laitteisto, esim. AV-soitin tai IVI-järjestelmä, joka toimii asiakaslaitteena (Nokia 2010b, 11).

Jotta esim. älypuhelimesta saadaan MirrorLink-yhteensopiva palvelinlaite, sen pitää täyttää ja toteuttaa MirrorLink-teknologian määrittelemät vaatimukset laitteesta ja sen ominaisuuksista jotka tarjoavat MirrorLink toiminnallisuuden. Kehitysversiossa, eli TerminalMode versio 1.0:ssa yhteensopiva laite on nimetty seuraavaksi: ”urn:schemas-upnp-org:device:TmServerDevice:1” (Nokia 2010c, 4). MirrorLink:stä ei ole vielä saatavilla materiaalia vastaavasta tiedosta.

ServerDevice:n määrittely vaatii tarjottavaksi mekanismin, jolla UPnP ohjauspiste pystyy havaitsemaan ja käyttämään tarjolla olevia palveluita. Nämä palvelut ServerDevice kapseloi käyttäen Device Control Protocol (DCP):aa. (Nokia 2010c, 3.)

ServerDevice tarjoaa ainakin kaksi palvelua: ApplicationServer ja ClientProfile (Nokia 2010c, 4; Nokia 2010b, 69).



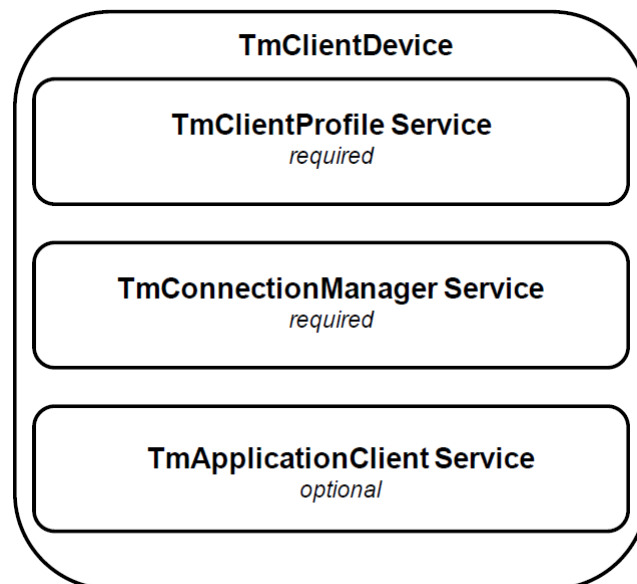
KUVIO 5. ServerDevice:n tarjoamat palvelut (Nokia 2010c, 5).

ApplicationServer on UPnP palvelu, jolla mahdollistetaan palvelinlaitteen, eli esim. älypuhelimien sovelluksista kertominen, eli ns. mainostaminen UPnP ohjauspisteelle, sekä etä-hallinta UPnP ohjauspisteellä. Palvelun kautta UPnP ohjauspisteellä on mahdollisuus etänä käynnistää ja sammuttaa palvelinlaitteen sovelluksia (Nokia 2010d, 4). ApplicationServer-palvelun identifioi kehitysversiossa ”urn:schemas-upnp-org:service:TmApplicationServer:1” (Nokia 2010d, 5). Tällekin identifioijalle ei ole vielä julkistettu uutta MirrorLink-versiota.

ClientProfile -palvelu määrittellään TerminalMode:ssa ”urn:schemas-upnp-org:service:TmClientProfile:1” (Nokia 2010e, 5). ClientProfile-palvelu on kaikissa MirrorLink-yhteensopivissa palvelin- ja asiakaslaitteissa tarvittava UPnP-palvelu, jolla mahdollistetaan UPnP ohjauspisteen ilmoittaa palvelinlaitteelle halutut asetukset ja toiminnallisuudet, joita pitää käyttää muiden palveluiden ja asiakaslaitteiden välisessä vuorovaikutuksessa (Nokia 2010c, 4; Nokia 2010d, 4). ClientProfile -palvelun avulla asiakaslaitteella voi esimerkiksi käyttää ApplicationServer-palvelun kautta saatavia sovelluksia asiakaslaitteen ominaisuudet ja asetukset huomioonottaen (Nokia 2010c, 4), jolloin on mahdollista esimerkiksi suodattaa haitallista sisältöä. ClientProfile-palvelu mahdollistaa myös tuen usean eri asiakasprofiilin käyttämiselle yhtäaikaan eri asiakaslaitteilla (Nokia 2010e, 6). Näin mahdollistetaan yhdeltä palvelinlaitteelta

useammalle asiakaslaitteelle samaa sisältöä tarvittavilla rajoituksilla, ottaen huomioon kunkin asiakaslaitteen ominaisuudet ja erityispiirteet, kuten sijoituspaikan ajoneuvossa. Lisäksi palvelulla voidaan kertoa asiakaslaitteelle toisista palvelinlaitteella käytössä olevista asiakasprofiileista (Nokia 2010f, 4).

Terminal Mode -yhteensopiva asiakaslaite toteuttaa ”urn:schemas-upnp-org:device:TmClientDevice”-lle määritellyt vaatimukset (Nokia 2010f, 4). Asiakaslaitteen tarjoamat UPnP-palvelut ovat: ClientProfile-, ConnectionManager-, sekä valinnainen ApplicationClient-palvelu (Nokia 2010f, 4). Myös ClientDevice kapseloi tarjoamansa palvelut käyttäen DCP:tä (Nokia 2010f, 3).



KUVIO 6. ClientDevice:n tarjoamat palvelut (Nokia 2010f, 5).

Asiakaslaitteen tarjoama ClientProfile-palvelu on sama kuin palvelinlaitteella, eli sillä siis mahdollistetaan asiakaslaitteen vaatimien asetusten, toiminnallisuuksien ja ominaisuuksien ilmoittamisen palvelinlaitteelle (katso tarkempi selostus aiemmin tekstissä).

TmConnectionManager-palvelu (Terminal Mode 1.0:n vastaava palvelu on määritetty ”urn:schemas-upnp-org:service:TmConnectionManager:1” (Nokia 2010g, 5)) on asiakaslaitteen tarjoama UPnP-palvelu, jolla mahdollistetaan UPnP ohjauspisteen aloittaa ja lopettaa yhteys asiakkaaseen, sekä saada asiakaslaitteella olevien yhteyksien tilat (Nokia 2010g, 4).

Tällä mahdollistetaan siis laitteiden välisen kommunikoinnin tarvitseman yhteyden hallinta.

ApplicationClient -palvelulla (jonka identifioi Terminal Mode 1.0:ssa ”urn:schemas-upnp-org:service:TmApplicationClient:1” (Nokia 2010h, 5)) UPnP ohjauspiste ilmoittaa asiakaslaitteelle palvelinlaitteen tarjoamat sovellukset ja niiden tilat (Nokia 2010f, 4). Palvelu tarjoaa myös UPnP ohjauspisteelle mahdollisuuden todentaa palvelinlaitteen sovelluksista koostuvan sovelluslistan (jonka asiakaslaite on luonut) allekirjoituksen ja pyytää kaikki sovellukset jotka täyttävät asiakaslaitteen vaatimukset sallituista sovelluksista ja sisällöstä (Nokia 2010h, 4).

4.3 MirrorLink:ssä käytettyjä teknologioita

MirrorLink käyttää teknologioita, joilla on varma jalansija omalla kentällään. Tässä luvussa esitellään MirrorLink:ssä käytettyjä teknologioita, ja niiden rooleja.

4.3.1 Bluetooth

Bluetooth on alkujaan Ericsson:n kehittämä, avoin, radiotekniikkaan perustuva standardi langattomaan tiedonsiirtoon laitteiden välillä. Teknologia kehitettiin korvaamaan langalliset yhteydet lyhyen kantaman radiolinkillä. Nykyään Bluetooth:ia kehittää Special Interest Group (SIG) -kehitysyhteistyöryhmä, johon kuuluu yli 16000 yritystä. SIG julkaisi ensimmäiset spesifikaatiot Bluetooth:sta vuonna 1999 (Bluetooth SIG 2012). Tällä hetkellä Bluetooth:n uusin versio on 4.0, ja versio 4.1 on kehitteillä (Bluetooth SIG 2012). Bluetooth-yhteyden toimintasäde on 1-100 metriä riippuen laitteen teholuokasta (Bluetooth SIG 2012b).

Teknologiassa käytetään tiedonsiirrossa adaptiivista taajuushyppelyhajaspektri-tekniikkaa (adaptive frequency-hopping spread spectrum, (AFH)) (Bluetooth SIG 2012b), jossa Industrial, Scientific and Medical (ISM) -taajuusalueella olevaa lähetystaajuutta vaihdetaan tietyllä tavalla tietyin väliajoin (Proxim 1998, 2), sekä lähetettävä data lähetetään osissa

useammalla taajuudella samanaikaisesti (Proxim 1998, 2). Tämä toteutus pienentää häiriöherkkyyttä, jota saattaa ilmetä joillakin taajuuksilla esim. olosuhteista riippuen, mahdollistaa samojen taajuuksien käytön myös muille laitteille, sekä lisää tiedonsiirtoon tietoturvaa, koska signaali näkyy muille vain taustakohina (Jaaranen 2001).

MirrorLink:ssä Bluetooth:ia käytetään sekä mobiililaitteen vaihtoehtoisena IP-yhteyden fyysisen kerroksen tekniikkana (Nokia 2010b, 15), että audion välittämiseen RTP:n puolesta HFP- ja A2DP-profiileilla (Nokia 2010b, 62).

IP-yhteys toteutetaan käyttäen Bluetooth:n PAN-profiilia. IP-pakettien kapselointiin käytetään Bluetooth Network Encapsulating Protocol (BNEP), jonka toiminta vastaa Sub Network Access Protocol (SNAP):a WLAN:ssa, eli sitä käytetään toisen protokollapinon datan siirrossa Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP) -kanavalla, eli IP-paketit kapseloidaan kuljetettavaksi L2CAP-kanavan kautta. Jotta IP-yhteys voidaan toteuttaa Bluetooth:lla, mobiililaitteen täytyy tukea Network Access Profile (NAP) -profiilia, tai Group ad-hoc Network-palvelua. (Nokia 2010b, 15.)

A2DP määrittelee protokollat ja proseduurit jotka toteuttavat audion jakamisen mono-, tai stereo- Asynchronous Connectionless (ACL) kanavilla (Bluetooth SIG. 2012c). A2DP:tä ei suositella käytettäväksi sovellusaudion streamaukseen, jos RTP-streamaus on käytettävissä (Nokia 2010b, 62).

HFP määrittää kuinka laite toimii hands-free -laitteiden kanssa. Esimerkiksi kun toistetaan audiota RTP:n kautta (MirrorLink-tekniikkaa käytettäessä), voidaan HFP:llä toteuttaa äänikomentoja. (Nokia 2010b, 62.)

4.3.2 VNC

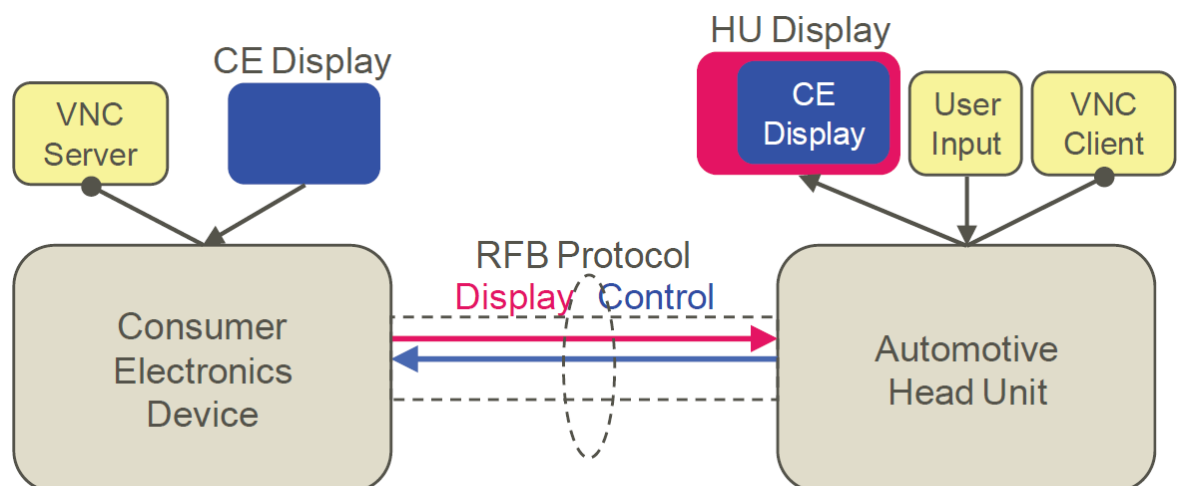
Virtual Network Computing, (VNC) on alkujaan Olivetti Research Lab:n (ORL) vuonna 1995 kehittämä protokolla graafisen käyttöliittymän etäkäyttöön. Toiminta perustuu asiakas/palvelin -ideaan, jossa etäkäytettävässä laitteessa on palvelin-, ja käyttäjän kanssa

suoraan vuorovaikutuksessa olevassa laitteessa asiakasosa (RealVNC 2012). (Wikipedia 2012b.)

VNC käyttää Remote FrameBuffer (RFB) -protokollaa (RFB on protokolla graafisen käyttöliittymän etäkäyttämiseen (RealVNC 2010).) saadakseen etäkäytettävän järjestelmän hallinnan toiselle järjestelmälle (RealVNC 2010, 3). Etäkäyttö tapahtuu verkon yli lähettämällä näppäimistöä ja hiireltä tulevat tapahtumat järjestelmästä toiseen ja päivittämällä graafisen näkymän järjestelmästä toiseen. VNC on alustariippumaton (RealVNC 2012b), jolloin useiden eri käyttöjärjestelmien yhteentoimivuus etäkäytössä on mahdollista. VNC-palvelimeen voidaan kytkeä samanaikaisesti monta eri asiakasta (RealVNC 2012c).

MirrorLink:ssä VNC:tä käytetään välittämään sekä palvelinlaitteen (esim. älypuhelin) näytön grafiikka asiakaslaitteen (esim. AV-soitin) näytölle, että asiakaslaitteen rekisteröimät ohjaus/hallinta käskyt (esim. ohjauspyörän nappien painalluksia) palvelinlaitteelle. Täten MirrorLink-yhteensopivan mobiililaitteen täytyy sisältää VNC-palvelimen toteutus ja MirrorLink-yhteensopivan asiakaslaitteen (esim. AV-soitin) täytyy sisältää VNC-asiakkaan toteutus. (Nokia 2010b, 18.)

Kuvio 7 kertoo MirrorLink:ssä käytössä olevan VNC:n karkean arkkitehtuurin ja toiminnan periaatteen jossa käyttäjänlaite toimii VNC-palvelimena joka jakaa laitteen näytön RFB-protokollan kautta VNC-asiakkaalle, joka näyttää sen ajoneuvon keskikonsolissa olevalla näytöllä. VNC-asiakas myös ottaa vastaan käyttäjän syötettä ajoneuvon hallintalaitteista ja välittää ne RFB-protokollan kautta käyttäjänlaitteella olevalle VNC-palvelimelle, joka välittää ne taas aktiiviselle sovellukselle tai käyttöjärjestelmälle. (Nokia 2010b, 18.)



KUVIO 7. VNC:n käyttö MirrorLink:ssä (Nokia 2010b, 18).

VNC-asiakkaan ja VNC-palvelimen välisen TCP/IP yhteyden muodostuksessa ja lopetuksessa käytetään UPnP:tä. Kun VNC-palvelin on käynnistynyt, sen palvelua mainostetaan asiakaslaitteelle UPnP:llä. Samalla VNC-palvelin kuuntelee ja odottaa asiakkaan yhteyspyyntöä. Kun TCP/IP-yhteys on luotu, sen lopettaminen hoidetaan asiakkaalta UPnP:llä. (Nokia 2010b, 19.)

Varsinainen VNC-toiminta, eli näkymän siirtäminen ja syötteen välittäminen voi alkaa, kun TCP/IP-yhteys on luotu. VNC-protokollassa toiminta noudattaa seuraavaa kaavaa (Nokia 2010b, 20):

- Kättely, jossa välitetään yhteysparametrejä, kuten versio- ja salausparametrejä
- Välitetään alustus/initialisointi-parametrit, eli RFB-protokollan tarvitsemat parametrit
- Välitetään laitteiden välillä varsinaisia grafiikka- ja syötedataa.

Grafiikkaa välitetään ns. framebufferilla, eli kehyspuskurilla palvelimelta asiakkaalle. Asiakas lähettää pyynnön palvelimelle uudesta framebufferista, jolloin palvelin lähettää sen asiakkaalle. (Nokia 2010b, 20.) Vastaukseksi palvelin lähettää uuden framebufferin vasta, kun sisältö on oikeasti muuttunut, eli se ei lähetä samanlaista framebufferia kahtakertaa peräkkäin (Nokia 2010b, 22). Grafiikkaa voidaan välittää joko koko näkymänä, tai yhtenä/useampana kehyksenä jonka sisältö on muuttunut (Nokia 2010b, 22).

VNC:tä käytetään MirrorLink:ssä moniin asioihin, kuten asetusten asettamiseen, ominaisuuksista kertomiseen, sekä toimenpiteiden suorittamiseen tiettyjen tapahtumien ja muutosten seurauksena. Koska RFB-protokolla ei suoraan tue mobiililaitteen ja ulkoisen näytön konfiguraatiota, tämä on mahdollistettu VNC-protokollaan tuoduilla laajennuksilla, joita TerminalMode:ssa nimitetään VNC Terminal Mode Extension Messages -viesteiksi (Nokia 2010b, 24).

Asiakaslaitteen näytön asetusten asettamisessa käytetään Display Configuration -viestejä. Viesteillä käytävässä keskustelussa VNC-asiakas kysyy ensin VNC-palvelimelta sen

asetukset ja mahdollisesti muuttaa omia parametrejään niiden mukaan. Näytön asetuksia ovat mm. pikselikoko, skaalaustiedot yms. (Nokia 2010b, 26.)

Event Configuration -viesteillä saadaan välitettyä tietoa siitä, minkälaista tapahtumien käsittelyä palvelin- ja asiakaslaitteilla on tarjolla. Tämä helpottaa palvelinta tarjoamaan sopivia toimintoja asiakkaalle. Mahdollisia toimintoja tai tapahtumia ovat esim. zoomaus ja muut kosketustoiminnot näytöllä, monivalintanappien ja medianäppäinten toiminnot yms. (Nokia 2010b, 30.)

Event Mapping -viesteillä VNC-palvelin voi tiedottaa VNC-asiakasta käytettävissä olevista tapahtumista (multimedianaappaimet, kosketustoiminnot yms.), jotka on valittu/parsittu Event Configuration -viestien perusteella (Nokia 2010b, 33). Eli tiedotetaan mitä tai minkälaisia toimintoja voidaan käyttää jotta yhteisymmärrys järjestelmässä säilyy.

Tekstiä syötettäessä Key Event Listing -viesteillä voidaan kertoa mitkä merkit ovat mahdollisia syöttää seuraavaksi (Nokia 2010b, 35). Tällöin käyttäjälle voidaan tarjota valittaviksi vain mahdolliset merkit, jolloin käyttäjän häiriön aiheuttajat vähenevät.

Tilanteissa, joissa tarvitsee kirjoittaa jotain, VNC:llä hoidetaan virtuaalinäppäimistön saaminen asiakaslaitteen näytölle. Näppäimistönä voidaan käyttää sovelluksen tarjoamaa tai MirrorLink:n tarjoamaa näppäimistöä. Jos sovelluksella on tarjolla näppäimistö, muuta näppäimistöä ei käytetä. (Nokia 2010b, 38.)

Device Status -viesteillä VNC-asiakas saa tietää palvelinlaitteen tilasta ja kyvyn tilan vaihtamiseen. Eli asiakas voi tarvittaessa esim. asettaa palvelinlaitteen näppäimet lukituksi, ”näytönsäästäjän” päälle, lukita puhelimen yms. (Nokia 2010b, 40.)

VNC:llä hoidetaan myös palvelinlaitteen lähettämän sisällön oikeellisuudesta varmistuminen. Tämä tapahtuu menetelmällä, jossa VNC-asiakas lähettää ennen framebuffer:in päivitys-pyyntöään siällöntodentamis-pyyntöä, johon VNC-palvelin lähettää vastauksen framebuffer:n päivityksen jälkeen. Tällä estetään sisällön muokkaaminen sen matkalla palvelimelta asiakkaalle. Tällä tavalla voidaan eliminoida

mahdollisuus, että sisältöä muutetaan sen matkalla palvelinlaitteelta asiakaslaitteelle. (Nokia 2010b, 43.)

Grafiikan, eli asiakaslaitteen näytöllä näytettävän sisällön suodattamisesta, eli blokkauksesta tai karsimisesta kerrotaan VNC-palvelimelle VNC-asiakkaan lähettämällä Framebuffer Blocking Notification-viestillä. Tähän viestiin VNC-palvelin reagoi muuttamalla tarjottavan sisällön sallituksi, eli karsii pois alueet, jotka asiakas on merkinnyt karsittaviksi. Tämän palvelin tekee joko näyttämällä karsittavan alueen paikalla taustan, siirtymällä sovelluksessa tilaan jossa karsintaa ei tarvita, tai siirtymällä koti/aloitusnäkykseen. Karsittava eli blokkattava alue on ainakin TerminalMode:ssa suorakulmion muotoinen, joka on mielestäni rajoittava tekijä ainakin jos käyttöliittymässä on monimuotoisia objekteja. (Nokia 2010b, 46.)

Audion blokkaukseen tapahtuu Audio Blocking Notification -viesteillä. Näillä viesteillä asiakas voi tiedottaa palvelimelle blokkattavasta audio-sisällöstä, sekä myös kertoa aikaisemmin blokatun audion olevan tällä kertaa sallittua, jolloin palvelin tiedottaa asian eteenpäin esim. RTP-palvelimelle joka hoitaa varsinaisen blokkauksen joko suodattamalla, keskeyttämällä, tai lopettamalla audion streamauksen. (Nokia 2010b, 48.)

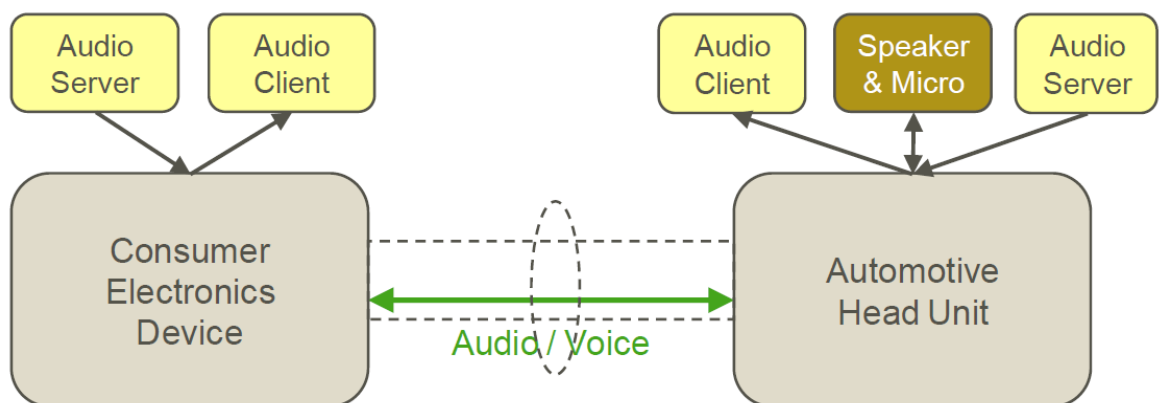
Tapahtumien tapahtuessa, niistä lähetetään tietoa VNC:ssä Event-viesteillä, eli tapahtumaviesteillä. VNC käyttää esim. kosketusnäytön tapahtumiin joko Pointer Event-, tai Touch Event-viestiä. Näistä Pointer Event-viestiä silloin, kun käyttäjä tekee kosketuksen yhdellä sormella yhteen paikkaan, ja Touch Event-viestiä, kun kosketustapahtuma on monimutkaisempi, kuten monella sormella moneen eri paikkaan tapahtuva kosketus. (Nokia 2010b, 50.)

4.3.3 RTP

Real-time Transport Protocol (RTP), on protokolla, joka tarjoaa tiedonsiirtoon IP-protokollan päällä reaaliaikaisen tiedonsiirron ominaisuudet (Network Working Group

2003), joka mahdollistaa esimerkiksi RTP:n käyttämisen puhelun streamaukseen eri laitteiden välillä.

MirrorLink:ssä RTP:tä käytetään audion streamaukseen palvelinlaitteelta asiakaslaitteelle ja toisinpäin.



KUVIO 8. Audiojärjestelmä MirrorLink:ssä (Nokia 2010b, 57).

Kuten kuvista 6 näkyy, audion streamaus on kaksisuuntaista, eli se mahdollistaa sekä puheluiden streamauksen palvelinlaitteelta asiakaslaitteelle, sekä myös päinvastoin. Palvelinlaitteelta asiakaslaitteelle lähtevä audio hoidetaan palvelinlaitteella olevalla audio-palvelimella ja asiakaslaitteella olevalla audio-asiakkaalla. Vastaavasti asiakaslaitteelta palvelinlaitteelle lähtevä audio hoidetaan asiakaslaitteella olevalla audio-palvelimella ja palvelinlaitteella olevalla audio-asiakkaalla. (Nokia 2010b, 57.)

Toistettavaa audiota ei soiteta mobiililaitteen omilla kaiuttimilla, vaan audio streamataan, eli välitetään RTP-paketeissa yhteydetöntä UDP:ta IP:n päällä hyödyntäen laitteelta toiselle. Palvelinlaitteella oleville audio-palvelimelle ja -asiakkaalle streamauksessa käytettävät portit ilmoitetaan UPnP-palvelulla. (Nokia 2010b, 57.)

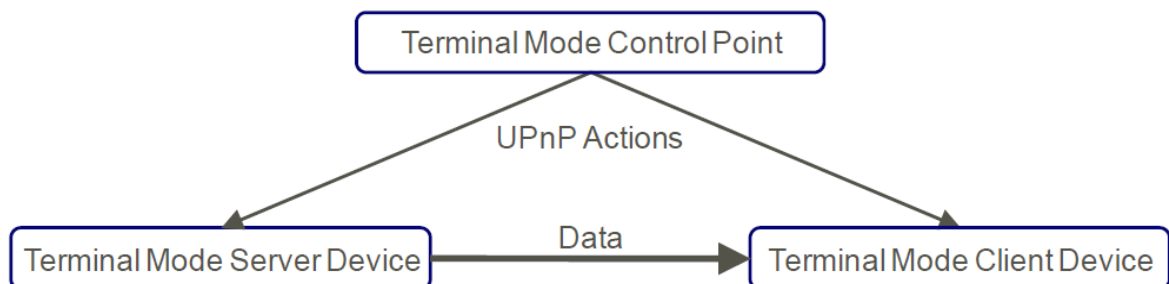
4.3.4 UPnP

Universal Plug and Play (UPnP), on kokoelma verkkoprotokollia, jotka mahdollistavat älykkäiden laitteiden välisen yhteistoiminnan ja verkkoyhteyden. Laitteiden välinen yhteistoiminta voi olla esimerkiksi laitteen palvelujen, tietojen yms. jakaminen toisille laitteille. UPnP:n käyttämät protokollat ovat hyviksi todettuja internet-pohjaisia verkkoprotokollia. Näitä protokollia ovat esim. IP, TCP, UDP, HTTP, XML. (UPnP Forum 2008, 1.)

UPnP:stä ja sen kehityksestä vastaa UPnP-foorumin jäsenistä koostuva UPnP Implementers Corporation (UIC). UPnP-foorumin jäsenet ovat laitevalmistajia ympäri maailmaa. (UPnP Forum 2008, 1.)

UPnP:n laitearkkitehtuuri (UDA, UPnP Device Architecture), on suunniteltu mahdollistamaan ”nolla-konfiguraatio” (eli käyttäjän ei tarvitse asettaa mitään säätöjä eli konfigurointeja), huomaamaton verkkoon liittyminen, sekä laitteen automaattinen kategoriointi. Näin laite pystyy liittymään verkkoon dynaamisesti, saada IP-osoitteen ja jakaa sekä vastaanottaa tietoa, palveluita ym., sekä lopuksi poistua ja jättää verkon ilman, että se aiheuttaisi ei-toivottuja tiloja tai tapahtumia. (UPnP Forum 2008, 1.)

UPnP-laitearkkitehtuuri koostuu tavallisesti kolmesta osasta, jotka ovat: palvelin, asiakas, sekä ohjauspiste. Näistä palvelin toimii datan ja palveluiden lähteenä, asiakas niiden vastaanottajana, ja ohjauspiste hallitsee sekä palvelimen, että asiakkaan toimintoja kuten palveluiden mainostaminen ja niiden välittäminen IP-yhteydellä. (Nokia 2010b, 67.)

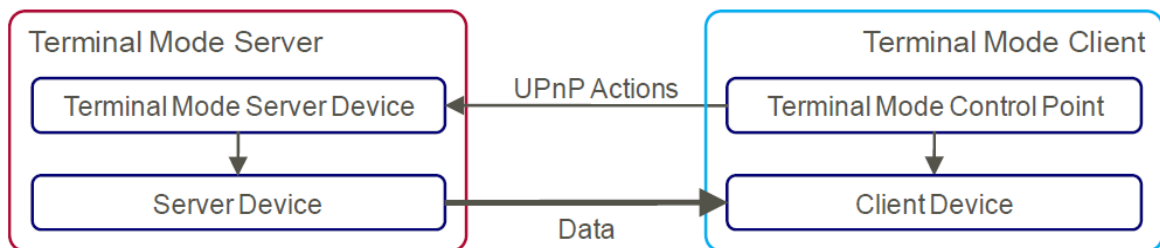


KUVIO 9. UPnP laitearkkitehtuuri (Nokia 2010b, 69).

MirrorLink:ssä UPnP:tä käytetään palveluista ilmoittamiseen, asetusten määrittämiseen ja laitteiden väliseen keskusteluun. Näiden lisäksi se mahdollistaa MirrorLink ohjauspisteen hallita, eli sulkea ja käynnistää palvelinlaitteen sovelluksia, sekä vastaanottaa sen käyttöliittymä. (Nokia 2010b, 69.)

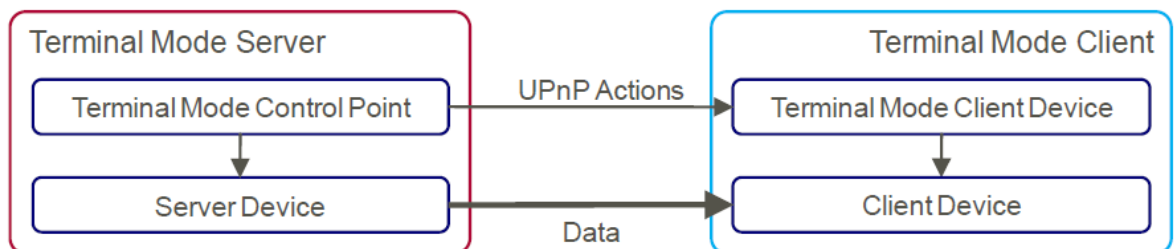
MirrorLink:ssä UPnP-laitearkkitehtuuritoteutusmahdollisuuksia on erilaisia: 2-Box Pull-, 2-Box Push-, sekä 3-Box-malli (Nokia 2010b, 67).

2-Box Pull-malli on pakollinen tuettava malli, jossa palvelinlaite toteuttaa UPnP-palvelimen, ja asiakaslaite UPnP ohjauspisteen ja UPnP-asiakkaan. Tässä siis asiakaslaitteella oleva UPnP ohjauspiste hallitsee palvelinlaitteella olevaa UPnP-palvelinta, jonka palvelut se pystyy etsimään ja käynnistämään. (Nokia 2010b, 67.)



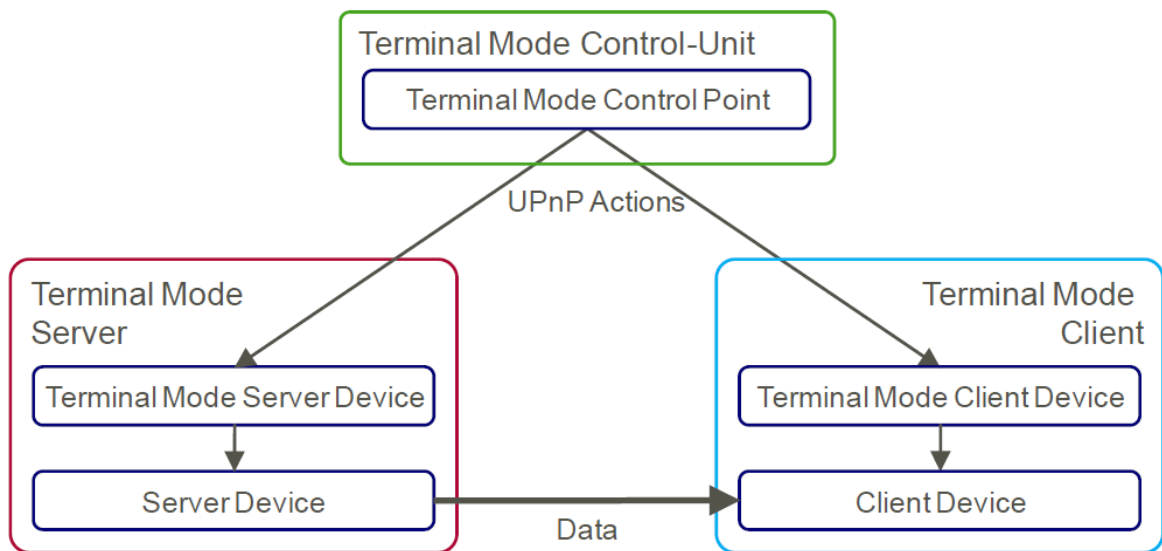
KUVIO 10. 2-Box Pull -malli (Nokia 2010b, 67).

2-Box Push-mallissa palvelinlaite toteuttaa UPnP-palvelimen ja ohjauspisteen, jolla hallitaan asiakaslaitteella olevaa UPnP-asiakasta etsimällä sen palvelut ja käyttämällä niitä. Kuitenkaan tätä mallia ei suoraan sallita, vaan sitä voidaan käyttää tapauksessa jossa esim. 2-Box Pull-mallin järjestelmään lisätään uusi asiakaslaite. (Nokia 2010b, 67.)



KUVIO 11. 2-Box Push-malli (Nokia 2010b, 67).

3-Box-mallissa sekä asiakas, että palvelinlaite ovat etsittävisissä ja hallittavissa kolmannelta, MirrorLink-hallinta -laitteelta, joka toteuttaa UPnP ohjauspisteen ja pystyy siis etsimään ja hallitsemaan palvelimen ja asiakkaan palveluita. Tätä mallia ei tueta suoraan, mutta voidaan käyttää tuodessa uusi asiakaslaite järjestelmään. (Nokia 2010b, 68.)



KUVIO 12. 3-Box -malli (Nokia 2010b, 68).

4.4 Laitetodentaminen

MirrorLink-tekniologiassa asiakaslaite tarkistaa, että palvelinlaite on yhteensopiva ja että käytettävät sovellus-komponentit kuten esim. VNC-palvelin, UPnP-palvelin, yms. ovat hyväksytyjä ja yhteensopivia, kun palvelinlaite yhdistetään. Vasta todennuksien onnistuttua MirrorLink-tekniologiaa voidaan käyttää välittämään tietoa laitteiden välillä. (Nokia 2010b, 79.)

Laitteen tarkistus/todennus suoritetaan Device Attestation Protocol (DAP):laa ja X.509 (Network Working Group 2008) sertifiikaattia hyödyntäen (Nokia 2010b, 78). Laitetodennuksen edellytyksenä on, että palvelinlaitteella on X.509 laitesertifikaatti laitevalmistajan antamalle laiteavainparille, sekä vähintään yksi asiakaslaitevalmistajan sertifioiman palvelinlaitevalmistajan valmistajasertifikaatti (Nokia 2010b, 79).

4.5 Sisällön suodattaminen

MirrorLink:ssä sisällön suodattaminen perustuu sen luotettavuuden merkitsemiseen ja sovellusten ja sisällön tyyppiluokitteluun.

Sisällölle annetaan luotettavuustaso sen mukaan kuka sisällöstä on vastuussa, eli kuka sisältöön luottaa. Mahdollisia sisällönvastuunkantajia ovat käyttäjä, sovellus, VNC- ja UPnP-palvelin, sekä kolmannenosapuolen sertifiointiyksikkö. Kun sisältö on merkitty käyttäjältä luotetuksi (User configuration), käyttäjä on määritellyt sisällön ja hallitsee sitä. Jos taas luottaja on sovellus (Self-registered application), sisällön on määrittänyt sovelluksen kehittäjä, ja sitä tarjotaan VNC- ja UPnP-palvelimille räätälöidyn sovellusrajapinnan kautta. Luottajien ollessa VNC- ja UPnP-palvelin (Registered application), nämä määrittävät ja hallitsevat sitä, ja ne osaavat tunnistaa sovelluksen. Tällöin käyttäjä, eikä myöskään sovellus itse pysty vaikuttamaan sisältöön. Sisällön ollessa luotettu kolmannenosapuolen sertifioinnilla (Application certificate), VNC- ja UPnP-palvelin pystyvät hallitsemaan sitä, mutta käyttäjä ja sovellus itse eivät. (Nokia 2010b, 91.)

Sovellukset luokitellaan niiden tyyppin mukaan, joka ilmoittaa minkälaista palvelua sovellus tarjoaa eli mihin sitä käytetään. Sovellustyyppit ilmoitetaan neli-merkkisellä heksaluvulla, joilla jokaisella taas on omat neli-heksaiset ala-kategoriansa, joten ensimmäisen kategorian tyyppijä on jo mahdollista olla 65536. Kun tähän laskee lisäksi mahdolliset ensimmäisen tason ala-kategoriat, saadaan jo reilut 4 Miljardia sovellustyyppiä. Eli ne eivät lopu kesken aivan heti. (Nokia 2010b, 91.)

Sisällön tyyppi-kategoria ilmoittaa tiedon sovelluksen tarjoaman sisällön tyyppistä, jonka avulla asiakasprofiili-palvelu pystyy määrittämään sallitun ja suodatettavan sisällön. Sisällölle on kaksi päätyyppiä: audiosisältö ja visuaalinen sisältö. Näillä päätyypeillä on sitten omia alatyyppejä, kuten audiolla: puheluaudio, sovellusaudio, äänikomennot; ja visuaalisella sisällöllä: Teksti, kuva, video, 3D-grafiikka yms. (Nokia 2010b, 91-93.)

Näille sisältötyypeille MirrorLink määrittää nk. sisältösäännöt, joita teknologia käyttää sisällön näyttämistä koskevaan päätöksentekoon. Esimerkkinä sisältösäännöstä tekstille

määritellään minimi-fonttikoko. Toisena esimerkkinä kuljettajan videolle määritellään että sitä ei näytetä ollenkaan. (Nokia 2010b, 91-94.)

Myös VNC:tä käytetään sisällönsuodattamisesta tiedottamiseen, jolloin mobiililaitte lähettää asiakaslaitteelle tietoa näytön senhetkisestä sisällöstä ja sisällönsuodattamisen tarpeesta, ja osoittaa alueet jotka pitäisi suodattaa. IVI-järjestelmä pystyy myös osoittamaan suodatettavaa sisältöä. (Nokia 2010, 7.)

4.6 Audioyhteysprotokollan valinta

MirrorLink:ssä palvelinlaite tuntee ja erottelee kaksi eri audio-tyyppiä: sovellus- ja puheluaudio (Nokia 2010b, 73). Näitä audioita streamataan palvelinlaitteelta asiakaslaitteelle valitulla yhteystavalla. Palvelinlaite tiedottaa UPnP-palvelulla käytettävissä olevista yhteytavoista, joita ovat: RTP, BTA2DP, sekä BTHFP (Nokia 2010b, 73). Näistä BTHFP:tä käytetään vain puheluaudion streamaamiseen ja BTA2DP:tä vain sovellusaudion streamaamiseen, kun taas RTP:tä voidaan käyttää molempien audio-tyyppien streamaamiseen (Nokia 2010b, 73).

Palvelinlaitteen kertomista käytettävistä yhteystavoista asiakaslaite valitsee käytettävät ja palvelinlaite toteuttaa asiakaslaitteen valinnan. Valinta tehdään seuraavien prioriteettien mukaan(korkein prioriteetti ensin):

1. Pidetään olemassaoleva BT HFP-, tai A2DP -yhteys toiseen laitteeseen (joka ei ole MirrorLink-asiakaslaite), jos resurssimäärittelyn ylikirjoitus ei ole sallittua.
2. Käytetään Audiolinkin-valinta -toimintoa.
3. Manuaalinen BT-paritus (samoin kuin ei-MirrorLink-ympäristössä).
4. Puhelimen mikrofoni ja kaiutin (samoin kuin ei-MirrorLink-ympäristössä ja ei-BT-ympäristössä).

(Nokia 2010b, 73.)

Jos audioyhteysvalintaa ei ole tehty, MirrorLink-palvelin käyttää oletusvalintoja. Näitä oletuksia ovat esim. puhelimen mikrofonin käyttö audiosisääntulona ja kaiuttimien käyttö audioulostulona. (Nokia 2010b, 73.)

5 HYÖDYT JA MAHDOLLISUUDET

Opinnäytetyön haluttiin kuvaavan MirrorLink:iä käyttäjän ja ohjelmoijan näkökulmasta, joten seuraavat luvut kertovat näistä.

5.1 Käyttäjälle

Käyttäjä saa hyötyä MirrorLink-tekniologiasta monella tavalla. Ensiksikin hän voi käyttää mielisovelluksiaan myös ajonaikana, jolloin käyttötapa voi olla esim. auton IVI-järjestelmän kautta tutuilla kontrolleilla, eli samalla käyttökokemuksella kuin jos sovellukset pyörisivät IVI-järjestelmässä. Ja koska IVI-järjestelmien kontrollit, sekä muut ajoneuvossa olevat kontrollit ovat suunniteltu nimenomaan ajoneuvoympäristöön, eli kuljettajan tarpeet ja näkökulma on otettu huomioon suunnittelussa, ajonaikaisesta mobiililaitteen käytöstä tulee turvallisempaa kuin jos esim. puhelin olisi käytön aikana kädessä jolloin silmät eivät olisi tiessä ja ympäristössä, eivätkä kädet ohjauspyörässä. Turvallisemmaksi mobiililaitteen sovelluksien käytön MirrorLink:n kautta tekee myös se, että niitä käytetään isolta navigointinäytöltä, joka mahdollistaa isot kuvakkeet joiden kanssa on helppo operoida. Lisäksi MirrorLink hoitaa sisällönsuodattamisen, jolloin kuljettajalle ei ajonaikana tarjota sellaista sisältöä, joka aiheuttaa liikaa häiriöitä keskittymisen pitämiseen ajamisessa. (Nokia 2010, 1-2.)

Mobiililaitteen kytkeminen esim. IVI-järjestelmään USB-kaapelilla tuo mahdolliseksi ladata samalla laitteen akkua, jolloin MirrorLink-käyttö ei vie akun osalta käyttöaikaa muualta, vaan tuo sitä jopa lisää. Tämä langallisuudesta saatava hyöty tulee todennäköisesti olemaan enempi pitkäkestoisten automatkosten aikana saatu hyöty, kun taas lyhyemmällä matkoilla mobiililaitte voidaan kytkeä langattomasti, jolloin käyttäjän elämä helpottuu.

Mobiililaitteen sovellusten käytöstä ajoneuvossa on myös se etu, että vaikka sovelluksien käyttöympäristöjä on useampi (ajoneuvot, rakennukset, puistot, muut) ja niitä käytetään periaatteessa eri järjestelmissä, kuitenkin ei ole kahta tai useampaa eri versiota, joita

pitäisi erikseen päivittää uuden version julkistuttua. Tällöin riittää kun mobiililaitteen sovellukset päivittää, niin päivitettyt versiot ovat käytössä myös ajoneuvossa, eikä ajoneuvo-sovelluksia tarvitse päivittää erikseen. Tästä seuraa, että käytettyjen sovelluksien tietoturva säilyy ajantasalla, ja uudet ominaisuudet saadaan käyttöön heti kun ne ovat tarjolla.

Mobiililaitteiden tiheän kehittymisen ja sen myötä uusimisten ansiosta uusin teknologia on käytettävien sovellusten käytettävissä, eikä tarvitse vaihtaa ajoneuvoon kalliita osia saadakseen jonkin uuden ominaisuuden käyttöön. Ajoneuvovalmistajilla on muutenkin pidemmät läpimenoajat tuotteillaan, eli niiden teknologia saattaa olla vanhentunutta jo silloin kun ne tuodaan markkinoille.

Hyötyä tulee myös mobiililaitteen internet-yhteydestä, joka mahdollistaa monien mm. ajoturvallisuutta lisäävien sovelluksien käyttämisen. Tällaiset sovellukset voivat perustua esim. reaaliaikaiseen tiedottamiseen keliolosuhteista, ruuhkista, onnettomuuksista yms. Tulevaisuudessa internet-yhteyden kautta olisi periaatteessa mahdollista päivittää/korjata myös ajoneuvon omia ohjelmistoja. Internet-yhteyden kautta käyttäjän on mahdollista käyttää sekä paikallisia, että verkossa olevia tiedostojaan.

Turvallisuutta lisää myös mahdollisuus, jossa ajoneuvot keskustelevat vastaantullessa keskenään ja jakavat tietoa toisilleen, esim. edessäpäin olevista poikkeustilanteista tms. Myös peräkkäin ajettaessa edellä ajava ajoneuvo saattaa omistaa sellaista tietoa mitä perässä ajava voi tarvita, kuten vaikka ilmoitus turvavälitarpeen kasvamisesta tai jopa siitä, että takana ajava laiminlyö sen.

MirrorLink mahdollistaa mobiilisovelluksien käytön ajoneuvossa myös ilman, että siinä pitää olla kallista IVI-järjestelmää, sillä asiakaslaitteena voi toimia mikä tahansa MirrorLink-yhteensopiva jälkiasennettava AV-soitin. Tällöin MirrorLink-yhteensopivuus ei nosta periaatteessa itse ajoneuvon hintaa lainkaan. Toisaalta IVI-järjestelmien käyttö tulee mielekkäämmäksi, kun käyttäjät tietävät pystyvänsä hallitsemaan sen kautta käyttämiään sovelluksia, eli lisäämään, päivittämään ja poistamaan niitä tarvittaessa,

jolloin niiden käytön käyttökokemus on yhtä hyvä kuin natiiveilla IVI-järjestelmän sovelluksilla.

MirrorLink poistaa loppukäyttäjän kuluja myös siinä, että ajoneuvovalmistajat voivat käyttää yhteistä tietopääomaa, jota CCC:n yhteistyötoiminta tarjoaa, hyväkseen, eikä jokaisen tarvitse saada kallista viihde-elektronikka-kehitystä vain omasta työstään ja panostuksestaan. Myös saatavilla olevia sovelluksia ei ole kehitetty kalliilla hinnalla pelkästään ajoneuvovalmistajalla, vaan niiden kehitys nauttii älypuhelimien valmiista sovelluskehitysekosysteemeistä, jolloin ajoneuvovalmistajien ei tarvitse kehittää omia sovellusten jako kanavia, ja sovellusten kehittäjinä voivat olla kaikki siitä kiinnostuneet. Toisaalta tämä saattaa tuottaa huonoja ohjelmistoja, mutta sovellukset voi näppärästi poistaa niin halutessaan.

MirrorLink:n vapaus, tai oikeastaan alustariippumattomuus takaa sen, että käyttäjälle pystytään tarjoamaan se jokaiseen ajoneuvoon jos vain halutaan. Tällöin käyttäjä voi vuokra-autossa käyttää samoja sovelluksia kuin omassaankin, eikä tarvitse opetella jotain uudentyypistä käyttöliittymää.

5.2 Ohjelmoijalle

MirrorLink tuo sovelluskehittäjille ajoneuvoympäristön tiimellyskentäksi olemassaolevaan mobiilisovelluskehitysekosysteemiin. Sovelluskehittäjien ei välttämättä tarvitse opetella mitään uutta, mutta silti he saavat sovelluksilleen uuden käyttöympäristön, joka tuo lisää käyttäjiä ja käyttötilanteita, sekä mahdollistaa uudenlaisia sovelluksia, ja näin synnyttää tarpeita ja kysyntää uudenlaisille soveluksille. Tämä uusi käyttöympäristö on todella suuri ja sen tarjoamia mahdollisuuksia syntyy teknologioiden kehittyessä aina vain lisää.

Toisaalta MirrorLink tarjoaa myös uuden opettelua, koska sovelluksien luottotaso voidaan toteuttaa sovelluskehityksessä (jolloin sovellus ja sisältö luokitellaan, ja tietoa hyödynnetään palveluissa), mutta ei pakota siihen, vaan olemassaolevia sovelluksia voidaan käyttää MirrorLink:n avulla tietyin rajoituksin, jotka tulevat sovelluksen luottotasosta ja vastuunkantajista (ks. luku 4.5 Sisällön suodattaminen) (Nokia 2010, 8.)

Mahdollistaakseen kehittäjien vaikuttaa sovellusten luottotasoon, MirrorLink tulee tarjoamaan alustariippumattomat rajapinnat sovelluksille jotka on vartavasten tarkoitettu ajoneuvokäyttöön (Nokia 2010, 3-4).

Tarjotakseen ajoneuvodiagnostiikkaan ja muuhun ajoneuvosuuntautuneeseen sovelluskehitykseen tarvittavat työkalut, MirrorLink tulee tarjoamaan rajapinnat, joita mobiililaitteet voivat käyttää (Nokia 2010, 3-4). Tämä mahdollistaa uusien, innovatiivisten sovellusten kehittämisen. Nämä uudet sovellukset voivat mahdollistaa ajoneuvon mittalaitteiden tiedon keräämisen ja käyttämisen erilaisissa palveluissa kuten kunnossapitopalveluissa, tilastopalveluissa yms., jolloin ajoneuvoon saadaan uusia ominaisuuksia ilman varsinaisen laitteen lisäämistä jokaiselle ominaisuudelle erikseen. Tällaisilla sovelluksilla kehittäjät saavat asiakkaisiin myös ajoneuvovalmistajat, jotka voivat hyödyntää kerättyä tietoa kehittäessään tuotteitaan ja palveluitaan. (Nokia 2010, 7-8.)

Olemassaoleville sovelluksille voidaan kehittää ajoneuvospesifioituja käyttöliittymiä, tai jopa ajoneuvospesifioituja versioita. Tällöin niiden suosio voi kasvaa ja ulottua myös ajoneuvokäyttöön käyttökokemuksen laadun parantuessa.

Varsinaisiin ajoneuvosovelluksiin saadaan MirrorLink:n kautta mahdollisuus käyttää ulkoisia laskentaominaisuuksia raskaisiin, suurta laskentatehoa vaativiin toimenpiteisiin. Tämä mahdollistuu internet-yhteyden avulla, joka nykyään on lähes jokaisessa sitä tarvitsevassa mobiililaitteessa. Näin kehittäjille tulee lisää vaihtoehtoja sovellusten toteuttamiseen. (Nokia 2010, 8.)

MirrorLink tarjoaa sovelluksille myös sen hyödyn, että sama sovellus toimii samalla tavalla jokaisessa MirrorLink-ympäristössä, jolloin kehittäjien ei tarvitse miettiä ja toteuttaa eri ajoneuvoille erilaisia ratkaisuja sovelluksistaan (Nokia 2010, 8). Tämä antaa sovelluskehittäjille mahdollisuuden keskittyä itse sovelluksen ominaisuuksiin, sen sijaan että heidän tarvitsisi keskittyä myös eri ajoneuvojen ominaisuuksiin ja toteuttaa sovelluksia niiden pohjalta.

6 TOIMINNAN PILOTOINTI

Toiminnan pilotoinnin tarkoituksena oli saada tuotettua ohjemateriaalia MirrorLink:n käytöstä käytännössä. Nokia tarjoaa kehityskäyttöön ns. TerminalMode Prototype -Kit:tiä, eli kehityksessä käytettävää pakettia, joka sisältää kehitystä helpottavia työkaluja, kuten esim. teknologiaa tukevan matkapuhelimen (Brakensiek 2011). Apuna käytännötoteutuksen testaamisessa, sekä myös luotettavana tietolähteenä olivat opinnäytetyön ohjaajalta saamani Nokian tuottamat ohjeet teknologian käytöstä N97:lla ja N8:lla.

Merkintätapana suoritettaville komennoille on käytetty niiden sijoittamista lainausmerkkien sisään seuraavasti: ”komento”.

6.1 Pilotointiympäristö

Pilotointi tapahtui Centria T&K:lta lainatuilla Panasonic Toughbook-kannettavalla, jossa käyttöjärjestelmänä oli ubuntu, auton keskikonsolia kosketusnäyttöineen demonstroivalla rakennelmalla, sekä N97 puhelimella. Eli testausympäristön teknologiana oli ns. TerminalMode 1.0, joten tekstissä olen kertonut mahdolliset erot TerminalMode 2.0:aan eli MirrorLink:iin verrattuna.

Kun laitteisto, eli rautapuoli on käytettävissä, tarvitaan vaadittavat ohjelmistot sekä puhelimeen, että tietokoneeseen joka mallintaa ajoneuvon IVI-järjestelmää. Nämä ohjelmistot ovat puhelimeen tuleva palvelin- ja tietokoneeseen tuleva asiakasohjelmisto. Nokian Terminal Mode Prototype Kit:n mukana tulevat: Nokia N8, jossa on valmiiksi asennettuna tarvittava palvelinohjelmisto, USB-kaapeli, jolla puhelin liitetään IVI-järjestelmää mallintavaan koneeseen, sekä asiakas- että palvelinohjelmistot. Kun nämä ovat asennettuna, laitteet kytketään USB-kaapelilla toisiinsa ja määritellään yhteyden ominaisuudet.

6.2 Vaadittavat ohjelmistot

Vaadittavat ohjelmistot:

- Nokia Suite, jolla voidaan asentaa Nokia:n puhelimelle haluttuja sovelluksia.
- libqterminalmode-kirjasto, joka sisältää VNC- ja UPnP-protokollat.
- qterminalmodeclient, joka mallintaa ajoneuvon IVI-järjestelmää.
- Palvelinohjelmisto koostuu Terminal Mode1.0:ssa kahdesta asennettavasta palvelinohjelmasta, TMupnpserver ja TMvncserver. MirrorLink:ssä näitä ei tarvitse asentaa vaan ne on asennettu valmiiksi Kit:n mukana tulevaan puhelimeen (Nokia 2011b, 7). (Nokia 2011b.)

6.3 Ohjelmistojen asentaminen

Puhelimen palvelinohjelman asentaminen suoritetaan Nokia Suite:lla seuraavasti (Nokia 2011b, 13):

1. Asennetaan tietokoneelle Nokia Suite.
2. Liitetään puhelin USB-kaapelilla koneeseen.
3. Mennään tietokoneella, johon Nokia Suite on asennettuna, kansioon jossa palvelimen asennuksen sisx -paketti on.
4. Asennus tapahtuu tuplaklikkaamalla tätä tiedostoa, jolloin Nokia Suite alkaa asentamaan ko. tiedostoa ja asennuksen jatkaminen siirtyy puhelimen puolelle, jossa asennuksen jatkaminen hyväksytään.

Kuitenkin Nokian TerminalMode-kit:n mukana tulevassa räätälöidyn firmwaren omaavassa N8:ssa on valmiiksi asennettuna palvelinohjelmisto, joten siihen ei tarvitse muuta laittoa. Haluttaessa ohjelmiston voi päivittää uudemmalla versiolla, joka tapahtuu samoin kuin ohjelmiston asentaminen. (Nokia 2011b.)

Asiakas-ohjelmiston asentaminen tietokoneelle vaatii Qt-sdk:n asentamisen (Nokia 2011b, 7). Tähän Nokia tarjoaa sivuillaan ohjeet (Nokia 2012). Kun Qt-sdk on asennettuna, tarvitsee asentaa asiakas-ohjelmisto (Nokia 2011b, 7). Asennetaan vaadittava libqterminalmode-kirjasto esim. seuraavasti (Nokia 2011b, 7):

1. Mene komentoikkunassa kansioon jossa kirjasto tiedostot sijaitsevat.
2. Syötä komentoikkunassa komento: ”qmake -o Makefile xxx.pro”, jossa xxx on kirjastotiedoston nimi.
3. Seuraavaksi komento: ”make”. Lopuksi: ”sudo make install” ja anna pääkäyttäjän salasana sitä kysyttäessä.

Asiakas-ohjelman:n rakentamiseksi suoritettavaksi ohjelmaksi (Nokia 2011b, 8):

1. Mene komentoikkunassa kansioon, jossa asiakas-ohjelmiston tiedostot ovat.
2. Suorita komento: ”qmake -o Makefile xxx.pro”.
3. Jonka jälkeen suorita komento: ”make”. Näin kansioon saadaan asiakkaan suorittava ohjelma.

Kun asiakas-sovelluksen sitten haluaa käynnistää, voi sen tehdä esim. menemällä sovelluksen sisältämään kansioon ja tuplaklikkaamalla edellä tehtyä suoritettavaa tiedostoa.

6.4 Laitteiston yhdistäminen

Laitteiston yhdistäminen tapahtuu kytkemällä puhelin USB-kaapelilla kiinni tietokoneeseen. TerminalMode 1.0:ssa puhelimesta yhteystapaa kysyttäessä valitaan ”IP pass-through” (Nokia 2011c, 7). MirrorLink:ssä tämä tapahtuu samoin, paitsi että yhteyden muodostuksessa lukee ”Connect pc with NCM”. Jos yhteystapaa ei kysytä, se pitää tarvittaessa vaihtaa valikosta: Menu-> Settings-> Connectivity-> USB. Yhteystavan pääsee vaihtamaan myös klikkaamalla USB-iconia kotinäytössä. (Nokia 2011b, 8.) Nokialta saatavassa räätälöidyn firmwären sisältävässä N8:ssa USB-yhteystapaa ei tarvitse valita.

6.5 Yhteyden testaus

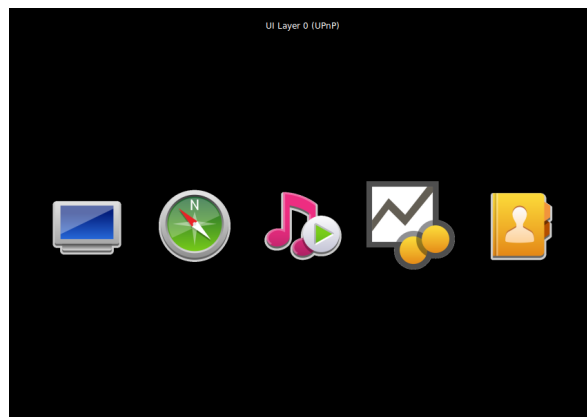
Tätä kirjoittaessani on N8:n NCM-ajurin toiminnassa virhe, joka aiheuttaa sen, että WLAN-yhteys pitäisi käyttää ylhäällä ennen NCM:n käyttöä. Eli WLAN-yhteys päälle ja liittyminen verkkoon, ja odotetaan että yhteys on muodostettu, jolloin yhteyden voi sammuttaa ja NCM:ää pystyy käyttämään. (Nokia 2011b, 8.)

Kun laitteet on kytketty, katsotaan mikä ethernet-rajapinta on annettu puhelimen käyttöön komennolla: ”sudo ifconfig”. Jos tälle rajapinnalle ei ole annettu ip-osoitetta, käynnistä DHCP-asiakas manuaalisesti komennolla: ”sudo dhclient3 <eth n>”. (Nokia 2011b, 9.)

Seuraavaksi tarvitsee käynnistää TerminalMode asiakas-sovellus, esim. menemällä komentoikkunassa asiakas-ohjelman sisältämään hakemistoon ja syöttämällä komennon: ”./qterminalmodeclient --rgb565”, tai tuplaklikkaamalla asiakas-ohjelman kuvaketta graafisella tiedostoselaimella. (Nokia 2011b, 9.)

6.6 Käytännön toiminta

Nyt kun yhteys on olemassa, asiakaslaite näyttää näytöllään aloitusnäkyvän, jossa on käytettävissä olevia sovelluksia kuvakkeina, sekä kuvake, josta saa näkymään koko matkapuhelimen näytön asiakaslaitteen näytöllä.



KUVIO 13. UPnP home screen (Nokia 2011b, 10).

Kun painetaan jotain kuvaketta, aukeaa VNC-näkymä, joka näyttää mobiililaitteen käyttöliittymän, kuten kuviossa 14 näytetään.



KUVIO 14. VNC-näkymä (Nokia 2011b, 10).

MirrorLink:n käyttöliittymä tarjoaa muutaman pikakuvakkeen näytön alareunassa, jotka vasemmalta oikealle ovat: puhelun soitto, sovellus, puhelun lopetus, näppäimistö, palaaminen UPnP-näkymään sulkematta sovelluksia, palaaminen UPnP-näkymään sovellukset sulkien (Nokia 2011b, 10).

7 YRITYSTEN MIRRORLINK-TOIMINTAA

CCC:n jäsenyrityksiä on kirjoitushetkellä (marraskuu 2012) 78, ja ne kattavat ajoneuvomarkkinoista 70% ja älypuhelinmarkkinoista 70% (Car Connectivity Consortium 2012d). Nämä yritykset ovat ottaneet MirrorLink-tekniikan käyttöönsä ja toteuttaneet hankkeitaan sen avulla. Muutamista näistä hankkeista kerrotaan tässä luvussa.

CCC itse valmistelee järjestelmää, jolla kehittäjät saavat sertifioitua sovelluksensa turvallisiksi ym (Kameka 2012). Tämä sertifiointi tapahtuu samoin kuin laite-sertifiointi, eli sen tekevät CCC: valtuuttamat ATL:t.

Nokia julkaisi Nokia Car Mode with MirrorLink -sovelluksensa ladattavaksi Nokia Store:n kautta 20€ hinnalla. Tämä sovellus on tarkoitettu puheluiden soittamiseen, navigointiin ja musiikin kuunteluun. (Nokia 2012b.)

Nokia tarjoaa myös Nokia Developer Automotive Program:n nk. yhteistyöohjelman, jonka kautta kehittäjät voivat saada tietoa MirrorLink-standardista, sekä ladata prototyyppi-sovellus päivityksiä (Nokia 2012c).

Nokia:lla on Alpine Electronics:n kanssa yhteistyötä älypuhelimien musiikki- ja mediapalveluiden integroinnista ajoneuvon audiojärjestelmiin käyttäen MirrorLink-tekniikkaa. Nokia tekee yhteistyötä myös Harman Becker:n kanssa integroidakseen navigointipalvelut ajoneuvon järjestelmiin käyttäen MirrorLink-tekniikkaa. Nokia kertoo myös Valmet:n käyttävän MirrorLink-tekniikkaa omassa Eva-sähkökonseptissaan. (Nokia 2011.)

Volkswagen demosi MirrorLink-tekniikan käyttöä Passat:ssa MobileBeat 2010-tapahtumassa (Hollister 2010).

Ixonos on kehittänyt ajoneuvo-ratkaisuja, mm. IVI-järjestelmän, pilvipalvelun ja mobiililaitteen yhdistävän alustan nimeltä IVI-connect, joka toimii yhdessä Android, iOS,

sekä mirrorLink-yhteensopivien laitteiden kanssa. Sen pääteknologiat ovat HTML5, UPnP, MirrorLink, USB, WiFi, Qt. Näillä teknologioilla saavutetaan mm. seuraavia asioita: yhdistetään mobiililaitte auton tietojärjestelmään, yhdistetään pilvipalvelu auton tietojärjestelmään, saadaan monta näyttöä, toistetaan mediaa mobiililaitteelta, käytetään mobiililaitteen sovelluksia. (Ixonos 2012.)

Ixonos tarjoaa useita palveluita ajoneuvovalmistajille, laitevalmistajille ja sovelluskehittäjille, koskien ajoneuvoja. Esimerkiksi se on tehnyt pilvi-perustaisen Ixonos Experience Store:n (Ixonos 2012b), kanavan jonka kautta voidaan tarjota sovelluksia ja muuta sisältöä kuten videoita ja musiikkia ajoneuvoihin. Tämän tuotteen tarkoitus on tarjota lisäksi työkalut ja ympäristö ajoneuville tarkoitettujen sovelluksien ja palvelujen kehittämiseksi (Ixonos 2012c). Ixonos oli myös ensimmäisiä CCC:n valtuuttamia ATL:liä ja on tällä hetkellä ainut CCC: valtuuttama ATL, jolla on tarjota MirrorLink-sertifiointi-palvelu myös sovelluksille (Ixonos 2012).

Toyota:lla on aikomus käyttää MirrorLink-teknologiaa sen ajoneuvoissa, ja ensimmäiseksi MirrorLink-teknologiaa käytettiin Toyota iQ:ssa, jossa sitä voi käyttää mm. 7-tuuman kosketusnäytöltä auton keskikonsolissa (Daniel 2011). Toyota käyttää MirrorLink-teknologiaa ainakin seuraavissa eurooppalaisissa automalleissaan: Toyota Avensis, Prius, ja Verso (Yvkoff 2011).

MirrorLink-yhteensopivia radioita on usealla valmistajalla: Alpine:lla, JVC:llä ja Sony:lla: Alpine ICS-X8 App Link Station on Alpinen ja koko maailman ensimmäinen MirrorLink-teknologiaa hyödyntävä ajoneuvoihin asennettava keskikonsoliyksikkö (eng. head unit) (Blandford 2011). JVC tehnyt KW-NSX1 av-laitteen joka tukee mirrorLinkiä ja app link modea iPhonelle (JVC 2012). JVC:llä on myös muita KW av-laitteita jotka tukevat iphonia, androidia, blackberryä. Sony on lanseerannut ensimmäiset omat MirrorLink-yhteensopivat AV-soittimet, Sony XAV-601HD ja XAV-701HD jotka eroavat toisistaan kosketusnäyttöjensä koon osalta (Howard 2012).

Samsung Galaxy S III, on Samsungin ensimmäinen älypuhelin joka tukee MirrorLink:iä. Se lanseerattiin toukokuussa 2012. (Telematics News 2012.)

8 MIRRORLINK:N TULEVAISUUS

Mielestäni tulevaisuudessa ajoneuvoihin tullaan kiinnittämään aina vain enemmän huomiota, koska ne kuuluvat jokapäiväiseen elämään siinä missä kotona oleva laiskanlinna, ja koska ihminen haluaa varmistaa itselleen turvallisuuden, sekä myös hyvän viihtyvyyden, MirrorLink:llä on lupaava tulevaisuus näitä molempia ja paljon muita tarpeita täyttävänä teknologiana. Tässä luvussa pohditaan MirrorLink:n hyötyjä ja haittoja edellisten lukujen pohjalta.

Yksi tärkeimpiä MirrorLink:n etuja on se, että sen kehittäjiin kuuluu suuri osa ajoneuvoteollisuuden ja viihde-elektroniikan valmistajia ja kehittäjiä. Tällöin se on jo valmiiksi monien valmistajien käytettävissä. Lisäksi sen käyttämät teknologiat (sekä fyysiset-, että ohjelmallisetrajapinnat) ovat toimiviksi todettuja ja saaneet vahvan jalansijan nykylaitteissa, joten se helpottaa MirrorLink:n käyttöönottoa huomattavasti.

Sovellusystävällisyys on MirrorLink:ssä toteutettu olemassaolevat sovellukset huomioiden, joten ne eivät muutu käyttökelvottomiksi ainakaan suoranaisesti. Tietenkin kuljettajan ajonaikana käyttämät sovellukset voivat tarjota vain tietynlaista sisältöä, joten jotkut sovellukset (kuten videosoittimet) menettävät silloin merkityksensä. On myös mahdollista, että sovelluksille joudutaan tekemään muutoksia käyttöliittymiin, jotta niiden käytettävyys ajoneuvossa paranisi.

MirrorLink-teknologian ei ole tarkoitus korvata olemassa olevia IVI-järjestelmiä, vaan nimenomaan toimia yhdessä niiden kanssa, mahdollistaen uusia ulottuvuuksia ajoneuvoympäristöihin. Tämä ominaisuus auttaa MirrorLink:iä saavuttamaan sellaisiakin valmistajia, joilla on omat teknologiansa omille tuotteilleen (kuten Apple), koska ne saavat näin helposti yhteensopivuutta muiden järjestelmien kanssa, joka on yksi kuluttajien eduista.

CCC:n valtuuttamia ATL:liä on tällä hetkellä kaikkiaan 15, Euroopassa, USA:ssa ja Aasiassa (Car Connectivity Consortium 2012e), 7layers:n mukaan (7Layers 2012) kaikilla

suurilla markkina-alueilla, joten MirrorLink sertifiointi-palvelu on hyvin saatavilla, jolloin se auttaa teknologian käyttöönottoa yrityksissä. CCC toivoo MirrorLink:n olevan standarditeknologia ajoneuvoissa vuonna 2014 (Keys N Keys 2012).

9 TULOKSET JA POHDINTA

Tutkimusongelmana opinnäytetyöhön määriteltiin TerminalMode 2.0:n käyttöliittymän suomenkielisen dokumentaation tuottaminen ja toiminnan pilotointi Centrian älykkään liikenteen hankkeita varten. Ja tavoitteeksi asetettiin esitellä TerminalMode:n mahdollisuudet käyttäjän ja ohjelmoijan kannalta, sekä tuottaa toimiva demonstraatio käyttöliittymän etäkäytön pilotoimiseksi. Työssä ei ollut tarkoitus tuottaa järjestelmää hyödyntäviä ohjelmakomponentteja, vaan hyödyntää toimittajan esimerkkikoodeja.

Vaikka opinnäytetyössä on käytännöntyönä demonstraation tuottaminen, ja siinä käydään läpi käyttöliittymän toimintaa, oikeastaan koko opinnäytetyö toimii eräänlaisena dokumentaationa MirrorLink:n käyttöliittymästä, sisältäen selvitystä sen teknologiasta ja toimintamallien toteutuksesta, jotta saataisiin parempi käsitys koko teknologiasta, jonka pohjalta on helpompi pohtia ja ymmärtää käyttäjän ja ohjelmoijan mahdollisuuksia ja hyötyjä, joiden selvittäminen oli toinen opinnäytetyön tarkoituksista.

MirrorLink-tekniikan hyödyt käyttäjälle ja ohjelmoijalle ovat aika ilmeisiä, ja perustuvat suurelta osin älypuhelimien rooliin sovellusalustana. Tärkeässä roolissa on tietenkin myös MirrorLink:n kyky hallita sovelluksia ja niiden sisältöä turvallisuuden saavuttamiseksi ajoneuvolla-ajon aikana, joka samalla tuottaa mahdollisuuden lainmukaiseen sovellusten käyttöön ajoneuvoissa. Ohjelmoijan suurin hyöty teknologiasta on ajoneuvoympäristön liittyminen sovelluskehityksen kohdeympäristöksi. Loppukäyttäjän näkyvin hyöty tulee mielisovellusten käytön mahdollistumisesta ajoneuvoissa.

Työn haastavuutta lisäsi huomattavasti MirrorLink:n tuoreus, eli kun se on uutta teknologiaa, siitä ei ole saatavilla ainakaan liikaa lähdemateriaalia. Itse koin, että työssä olisi tarvinnut uusinta materiaalia mitä MirrorLink:stä on tuotettu, mutta sitä ei ollut saatavilla, sen keskeneräisyyden ja CCC:n vaatimusten takia. Mielestäni kuitenkin sain oleelliset seikat teknologiasta käyttämieni materiaalien pohjalta esille, joten en koe, että uusin materiaali olisi ollut välttämätön. Tietysti ohjelmoijan näkökulmaan olisi saanut paljon lisää uudemmista spesifikaatioista, joissa määritellään rajapintoja ja kerrotaan

niiden käyttämisestä. Tulevaisuudessa saatavan materiaalin pohjalta voidaan jatkaa siitä, mihin tässä opinnäytetyössä jäätin ainakin sovellusrajapintojen kohdalla.

Haastavuutta lisäsi myös oma tietämättömyyteni MirrorLink-tekniologiasta, sillä en ollut koskaan kuullutkaan moisesta, kun ohjaajani aiheita minulle ehdotti.

Lähdemateriaali jota opinnäytetyössä käytin, löytyy osittain vapaasti internetistä lähdeluettelossa mainituista osoitteista. Käytössäni oli kuitenkin myös TerminalMode 1.0 version spesifikaatioita, jotka sain ohjaajaltani.

Tämän dokumentin pohjalta Centrialla on mahdollisuus kartoittaa omien älykkään liikenteen hankkeidensa suuntaa, ottaen huomioon käyttäjälle ja ohjelmoijalle saavutettavia hyötyjä. Opinnäytetyö tarjoaa myös hyvän suomenkielisen ”ponnahduslaudan” teknologiaan tutustuvalla ja mahdollistaa siitä hyötymisen käyttöönotolla.

Insinööriopintoja koskevan hyödyn lisäksi sain tämän opinnäytetyön tekemisestä hyötyä mm. englanninkielen harjoittamiseen, sillä lähes kaikki lähdemateriaali oli englanninkielistä.

LÄHTEET

- 7Layers. 2012. MirrorLink Certification. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.7layers.com/wp-content/uploads/Mirror-Link.pdf>. Luettu 25.8.2012.
- Alpine Electronics of America Inc. 2012. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.alpine-usa.com/product/category/av-head-units-head-units>. Luettu 20.5.2012.
- Audi AG. 2012. MMI-informaatio- ja käyttöjärjestelmä. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.audi.fi/fi/brand/fi/tools/advice/glossary/mmi.browser.html>. Luettu 20.8.2012.
- Blandford, R. 2011. Nokia Car Mode application revs up with MirrorLink. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.allaboutsymbian.com/news/item/13265_Nokia_Car_Mode_application_rev.php. Muokattu 13.9.2011. Luettu 14.5.2012.
- Bluetooth SIG. 2012. History of the Bluetooth Special Interest Group. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.bluetooth.com/Pages/History-of-Bluetooth.aspx>. Luettu 28.8.2012.
- Bluetooth SIG. 2012b. A Look at the Basics of Bluetooth Wireless Technology. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.bluetooth.com/Pages/Basics.aspx>. Luettu 28.8.2012.
- Bluetooth SIG. 2012c. Advanced Audio Distribution Profile (A2DP). Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.bluetooth.org/Building/HowTechnologyWorks/ProfilesAndProtocols/A2DP.htm>. Luettu 7.9.2012.
- Brakensiek, J. 2011. NEW PROTOTYPE KIT SOFTWARE RELEASED. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://carconnectivity.wordpress.com/2011/02/02/new-prototype-kit-software-released/>. Luettu 15.5.2012.
- Car Connectivity Consortium. 2012a. Technology. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://carconnectivity.org/technology.html>. Luettu 3.5.2012.
- Car Connectivity Consortium. 2011. Car Connectivity Consortium Drives Smartphone In-Vehicle Infotainment Adoption with MirrorLink Open Standard Solution. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://mirrorlink.com/images/CCC%20MirrorLink%20Press%20Release%209_2011%20_2_.pdf. Luettu 23.8.2012.
- Car Connectivity Consortium. 2012b. Certification. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.mirrorlink.com/products/>. Luettu 20.8.2012.
- Car Connectivity Consortium. 2012c. MirrorLink Technical Workshop. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten 8.11.2012.
- Car Connectivity Consortium. 2012d. About Car Connectivity Consortium. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.mirrorlink.com/about/>. Luettu 1.11.2012.

Car Connectivity Consortium. 2012e. Authorized Test Laboratories. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://mirrorlink.com/products/authorized-test-labs.html>. Luettu 25.8.2012.

CE4A. 2010. Terminal Mode Functional Mobile Device Integration. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.ce4a.org/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=56. Luettu 2.11.2012.

Daniel, P. 2011. Toyota's iQ the first vehicle to MirrorLink your smartphone screen on the infotainment display. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.phonearena.com/news/Toyotas-iQ-the-first-vehicle-to-MirrorLink-your-smartphone-screen-on-the-infotainment-display_id23270. Muokattu 26.8.2011. Luettu 2.11.2012.

GENIVI Alliance. 2012. What is In-Vehicle Infotainment (IVI)?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.genivi.org/faq>. Muokattu 2012. Luettu 20.8.2012.

GENIVI Alliance. 2012. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.genivi.org>. Luettu 20.8.2012.

Hollister, S. 2010. Www-dokumentti. VW Passat takes the red pill, jacks into Nokia's Terminal Mode (video). Saatavissa: <http://www.engadget.com/2010/07/14/vw-passat-takes-the-red-pill-jacks-into-nokias-terminal-mode/>. Luettu 2.11.2012.

Howard, B. 2012. MirrorLink phone-to-dashboard screen mirroring gets rolling with 2 Sony car radios. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.extremetech.com/extreme/134400-mirrorlink-phone-to-dashboard-connector-gets-rolling-with-2-sony-car-radios>. Muokattu 15.8.2012. Luettu 2.11.2012.

Ixonos. 2012. Mirrorlink Certification Testing. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ixonos.com/connected-devices/automotive-solutions-mirrorlink/>. Luettu 25.8.2012.

Ixonos. 2012b. Ixonos Experience Store. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ixonos.com/online-solutions/digital-content-stores/>. Luettu 25.8.2012.

Ixonos. 2012c. Ixonos Experience Store for Automotive: a customisable digital content store for connected vehicles. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ixonos.com/2012/07/ixonos-experience-storetm-for-automotive-a-customisable-digital-content-store-for-connected-vehicles/>. Muokattu 4.7.2012. Luettu 25.8.2012.

Jaaranen, M. 2001. Langattomat lähiverkot. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://cs.joensuu.fi/~mjaarane/laudaturseminaari/seminaari.html#322>. Luettu 29.8.2012.

JVC. 2012. JVC Launches KW-NSX1 Smartphone Receiver with MirrorLink™ Integration and WVGA Touch Screen Operation. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.jvc-me.com/topics/20120711/PR_KW_NSX1.pdf. Luettu 24.8.2012.

Kameka, A. 2012. MirrorLink connects cars and smartphones for smarter driving, and the Samsung Galaxy S III will support it. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://androinica.com/2012/05/mirrorlink-connects-cars-and-smartphones-for-smarter-driving-and-the-samsung-galaxy-s-iii-will-support-it/>. Muokattu 17.5.2012. Luettu 10.8.2012.

Keys N Keys. 2012. Here is the Future of In-Car Smart Phone Interaction: MirrorLink Technology. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://keysnkeys.com/2012/08/20/here-is-the-future-of-smart-phone-interaction-in-your-car-mirrorlink-technology/>. Luettu 24.8.2012.

Microsoft. 2012. Windows Embedded Automotive 7. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/windowseembedded/en-us/evaluate/windows-embedded-automotive-7.aspx>. Luettu 17.8.2012.

MontaVista. 2012. MontaVista Automotive Technology Platform. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.mvista.com/sol_detail_ivi.php. Luettu 17.8.2012.

Network Working Group. 2003. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. RFC-dokumentti. Saatavissa: <http://www.networksorcery.com/enp/rfc/rfc3550.txt>. Luettu 16.10.2012.

Network Working Group. 2008. Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile. RFC-dokumentti. Saatavissa: <http://tools.ietf.org/html/rfc5280>. Luettu 16.10.2012.

Nokia. 2010. Terminal Mode – Transforming Mobile Devices into Automotive Application Platforms. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.auto-ui.org/10/proceedings/p148.pdf>. Luettu 20.5.2012.

Nokia. 2011. NRC Developed "Terminal Mode" Announced. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://research.nokia.com/news/9356>. Luettu 2.11.2012.

Nokia. 2010b. Terminal Mode Technical Architecture Release Version 1.0. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2010c. TmServerDevice:1 Device Template Version 1.0. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2010d. TmApplicationServer:1 Service Template Version 1.0. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2010e. TmClientProfile:1 Service Template Version 1.0. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2010f. TmClientDevice:1 Device Template Version 1.0. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2010g. TmConnectionManager:1 Service Template Version 1.0. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2010h. TmApplicationClient:1 Service Template Version 1.0. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2011b. Nokia Terminal Mode Prototype Kit User Guide: N8 Delta. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2012. Qt - Getting started. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.developer.nokia.com/Develop/Qt/Getting_started/. Luettu 14.6.2012.

Nokia. 2011c. Nokia Terminal Mode Prototype Kit User Guide. Pdf-dokumentti. Saatu: Opinnäytetyön ohjaajalta Joni Jämsältä opinnäytetyötä varten maaliskuussa 2012.

Nokia. 2012b. Nokia Car Mode with Mirrorlink. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://store.ovi.com/content/296164?clickSource=search&pos=1>. Luettu 25.8.2012.

Nokia. 2012c. Developer Programs. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.developer.nokia.com/Developer_Programs/. Luettu 25.8.2012.

Patently Apple. 2012. Apple introduces the Steering Wheel Remote Control. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.patentlyapple.com/patently-apple/2012/05/apple-introduces-the-steering-wheel-remote-control.html>. Muokattu 15.5.2012. Luettu 31.10.2012.

Proxim. 1998. What is a Wireless LAN?. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://sss-mag.com/pdf/proximwhatwlan.pdf>. Luettu 29.8.2012.

RealVNC. 2012. New to VNC?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.realvnc.com/new-to-vnc/>. Luettu 9.10.2012.

RealVNC. 2010. The RFB Protocol. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.realvnc.com/docs/rfbproto.pdf>. Luettu 9.10.2012.

RealVNC. 2012b. Getting started with VNC®. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.realvnc.com/support/getting-started.html>. Luettu 9.11.2012.

RealVNC. 2012c. Getting started. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.realvnc.com/products/vnc/documentation/4.2/mac/getting-started-mac.html>. Luettu 9.10.2012.

Telematics News. 2012. MirrorLink could get huge boost ~ thanks to Samsung. Www-dokumentti. Saatavissa: http://telematicsnews.info/2012/05/10/mirrorlink-could-get-huge-boost-thanks-to-samsung_my3101/. Muokattu 10.5.2012. Luettu 24.8.2012.

The Linux Foundation. 2012. In-Vehicle. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://meego.com/devices/in-vehicle>. Luettu 17.8.2012.

Tieliikennelaki 24.5.2002/423. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020423>. Luettu 20.8.2012.

UPnP Forum. 2008. UPnP™ Device Architecture 1.1. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://upnp.org/specs/arch/UPnP-arch-DeviceArchitecture-v1.1.pdf>. Luettu 8.6.2012.

VTT. 2011. Working papers. Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W173.pdf> Luettu 21.8.2012.

Wikipedia. 2012. MirrorLink. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/MirrorLink>. Luettu 9.11.2012.

Wikipedia. 2012b. VNC. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/VNC>. Luettu 9.10.2012.

www.bmw1manuals.org. 2012. Around the steering wheel: controls and displays. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.bmw1manuals.org/bmw-830.html>. Luettu 31.10.2012.

www.buickmanuals.org. 2012. Steering Wheel Controls. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.buickmanuals.org/buick-1680.html>. Luettu 31.10.2012.

Yvkoff, L. 2011. Toyota launches smartphone mirroring tech in EU. Www-dokumentti. Saatavissa: http://reviews.cnet.com/8301-13746_7-20125789-48/toyota-launches-smartphone-mirroring-tech-in-eu/#ixzz1bzW8JvRR. Muokattu 26.10.2011. Luettu 10.8.2012.