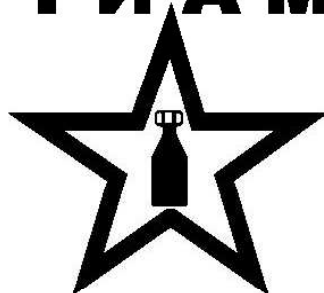


Dynamo-Sovellusprojekti

Vaatimusmäärittely

Tero Hättinen
Joni Purojärvi
Antti Pyykkönen

D Y N A M O



Versio 1.1
Julkinen
9.1.2008

Jyväskylän yliopisto
Tietotekniikan laitos
Jyväskylä

Hyväksyjä	Päivämäärä	Allekirjoitus	Nimenselvennys
Projektipäällikkö	__.__.2008		
Tilaaja	__.__.2008		
Ohjaaja	__.__.2008		

Tietoa dokumentista

Tekijät:

- | | | |
|------------------------|--------------------|-------------|
| • Tero Häätinen (TH) | tejuhati@cc.jyu.fi | 050-3528817 |
| • Joni Purojärvi (JP) | jopuroja@cc.jyu.fi | 040-5271885 |
| • Antti Pyykkönen (AP) | anpyykko@cc.jyu.fi | 050-5376727 |

Dokumentin nimi: Dynamo-projekti, Vaatusmääritys

Sivumäärä: 29

Tiedosto: Vaatusmaarittely11.tex

Tiivistelmä: Projekti kehittää Dynamics-sovellusta vastaamaan paremmin tietotekniikan laitoksen ja LaiLa-projektin tarpeita. Dynamo-projekti toteuttaa dokumentissa kuvatut sovelluksen toiminnalliset ja tekniset vaatimukset.

Avainsanat: DHCP, Dynamics, kahdentaminen, kotiagentti, mobiililaite, Mobile IP, tekniset vaatimukset, termit, toiminnalliset vaatimukset, vierasagentti, virtuaalinen vierasagentti.

Muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.1	9.10.2007	Ensimmäinen luonnos. Laadittu luvut Johdanto, Termit, Sovelluksen nykyinen toiminta, Projektin vaatimukset, Toiminnalliset vaatimukset, Tekniset vaatimukset ja Lähteet.	TH, JP
0.2	18.10.2007	Korjattu lukuja 1, 2 ja 3. Lisätty luku "DHCP:n toiminta". Siirretty luku "Sovelluksen nykyinen toiminta" luvuksi 5. Lisätty luku "DHCP-tuki". Muokattu lukua "Toiminnalliset vaatimukset". Korjattu kirjoitusvirheitä.	JP
0.3	30.10.2007	Korjattu lukuja 1 ja 2. Muutettu lukujen 3.1, 3.2, 3.3 ja 3.4 järjestystä. Muokattu kuvaa 3.1 paremmaksi. Muutettu lukujen 6.1 ja 6.3 paikkoja. Siirretty verkon kuvaus ja toiminta lukuun 6.1. Muutettu kuvan 6.2 lyhenteet suomeksi. Vaihdettu luvun 7 taulukkojen solujen "prioriteetti" ja "tila" paikkoja. Lisätty numerointi vaatimuksiin luvussa 7. Muutettu luvun 8 vaatimukset taulukoksi. Korjattu luvun 9 virheet. Poistettu lähdeluettelon otsikkonumero. Lisätty lähdeviitaukset tekstiin. Korjattu kirjoitusvirheitä.	JP
0.4	31.10.2007	Muokattu luvun 4.1 listan muotoilua. Poistettu luku 6.3. Muutettu luvun "DHCP-tuki" nimeksi "DHCP-tuen käyttötapaukset" ja siirretty luvuksi 8. Siirretty mobiililaitteen vaatimukset lukuun 6 "Toiminnalliset vaatimukset". Lisätty projektissa käytettävien ohjelmistojen versiot teknisiin vaatimuksiin. Poistettu vaatimustaulukoista Nimi-kenttä. Lisätty lähteeksi "Sovellusraportti". Korjattu kirjoitusvirheitä.	JP

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.5	7.11.2007	Muokattu dokumenttia vastaamaan Jyväskylän yliopiston sovellusprojektien dokumenttien standardin mukaista kirjoitusasua. Luvun 6 nimeksi on muutettu "DHCP-tuen toiminnalliset vaatimukset". Dokumenttiin on lisätty luvuksi 7 "Virtuaalisen vierasagentin toiminnalliset vaatimukset". Lisätty luku 10 "Virtuaalisen vierasagentin vaatimusmäärittely" ja luku 11 "Virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset".	TH, JP, AP
0.6	12.11.2007	Muokattu dokumenttia vastaamaan Jyväskylän yliopiston sovellusprojektien dokumenttien standardin mukaista kirjoitusasua. Lukuihin 6, 7, 8, 9 ja 10 on korjattu kirjoitusvirheitä ja tehty sisältömuutoksia. Lukuun 7 on lisätty taulukoita ja luvun 10 aliohjelmien nimet on muutettu englanninkielisiksi. Lukuun 11 on lisätty johdanto ja virtuaalisen agentin toiminnan kuvaus. Lukujen 7-10 kappaleiden ja kuvien järjestystä on muokattu.	TH
0.7	16.11.2007	Korjattu kirjoitusvirheitä ja muokattu dokumenttia vastaamaan Jyväskylän yliopiston sovellusprojektien dokumenttien standardin mukaista kirjoitusasua. Lukujen 9 ja 10 sisältöä muokattu vastaamaan tilaajan tarpeita.	TH
0.8	21.11.2007	Korjattu kirjoitusvirheitä ja muokattu dokumenttia vastaamaan Jyväskylän yliopiston sovellusprojektien dokumenttien standardin mukaista kirjoitusasua. Kirjoitusasumuutoksia tehtiin lukuihin 1-10. Luku "Virtuaalisen vierasagentin toiminta" on siirretty luvuksi 5. Sisältöä ei ole lisätty lukuihin.	TH

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.9	27.11.2007	Korjattu kirjoitusvirheitä ja muokattu dokumenttia vastaamaan Jyväskylän yliopiston sovellusprojektien dokumenttien standardin mukaista kirjoitusasua. Kirjoitusasumuutoksia tehtiin lukuihin 2, 5 ja 10. Luku "Virtuaalisen vierasagentin toiminta"sijoitettiin lukuun 10.	TH
1.0	3.12.2007	Korjattu kirjoitusvirheitä ja muokattu dokumenttia vastaamaan Jyväskylän yliopiston sovellusprojektien dokumenttien standardin mukaista kirjoitusasua. Pieniä muutoksia tehtiin lukuihin 5, 8 ja 9. Sisältöä ei ole lisätty lukuihin.	TH
1.1	9.1.2008	Korjattu luvun 9.4 asetustiedoston esimerkki vastaamaan vaatimuksia.	JP

Tietoa projektista

Dynamics on Teknillisen korkeakoulun kehittämä sovellus Mobile IPv4 -verkkoon. Se mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden liikkumisen verkosta toiseen katkaistamatta yhteyttä, sekä huolehtii pakettien välittämisestä verkosta toiseen. Dynamo-projekti jatkokehittää Dynamics-sovellusta vastaamaan paremmin tietotekniikan laitojen ja LaiLa-projektin tarpeita.

Tekijät:

- Tero Häätinen (TH) `tejuhati@cc.jyu.fi` 050-3528817
- Joni Purojärvi (JP) `jopuroja@cc.jyu.fi` 040-5271885
- Antti Pyykkönen (AP) `anpyykko@cc.jyu.fi` 050-5376727

Tilaaja:

- Riku Ahonen `riahonen@jyu.fi` 040-5174014
- Olli Alanen `opalanen@jyu.fi` 014-2604974

Ohjaajat:

- Juha Huikari `juha.huikari@jyu.fi` 044-5329883
- Jukka-Pekka Santanen `santanen@mit.jyu.fi` 014-2602756

Yhteystiedot:

- Sähköpostilistat `dynamo@korppi.jyu.fi`,
 `dynamo_opetus@korppi.jyu.fi`,
 `dynamo-oma.group@korppi.jyu.fi`
- Sähköpostiarkistot <https://korppi.jyu.fi/list-archive/dynamo/ind.html>,
 https://korppi.jyu.fi/list-archive/dynamo_opetus/ind.html
- WWW-sivut <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/dynamo>
- Työhuone Ag C223.4 / 014-2604966

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Termit	2
3	Dynamicsin nykyinen toiminta	4
3.1	Pakettien kulku	4
3.2	Mobiililaitteen kirjautuminen verkkoon	5
3.3	Koti- ja vierasagentti	6
3.4	Mobiililaite	6
4	DHCP:n toiminta	8
4.1	DHCP:n tilat ja viestit	8
4.2	DHCP-viestien vuokaavio	10
5	Sovelluksen jatkokehityksen tavoitteet	11
5.1	DHCP-tuki	11
5.2	Virtuaalinen vierasagentti	11
5.3	Kotiagentin kahdentaminen	11
6	Toiminnalliset vaatimukset	13
6.1	Vaatimusten tilat ja prioriteetit	13
6.2	DHCP-tuen vaatimukset	14
6.3	Virtuaalisen vierasagentin toiminnalliset vaatimukset	16
6.4	Mobiililaitteen vaatimukset	17
7	Tekniset vaatimukset	18
8	DHCP-tuen käyttötapaukset	19
8.1	Kotiagentin toiminta DHCP-asiakkaana	19
8.2	DHCP:n ja kotiagentin viestit	20
9	Virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset	22
9.1	Virtuaalisen vierasagentin toimintaperiaate	22
9.2	Viestit ja niiden sisältö	23
9.3	Tietorakenne ja sen käsittely	25
9.4	Parametrit kirjoitetaan asetustiedostosta käsin	26
9.5	Parametrit syötetään komentoriviargumenttien avulla	26

10 Yhteenveto**28****Lähteet****29**

1 Johdanto

Dynamics on Teknillisen korkeakoulun kehittämä sovellus Mobile IPv4 -verkkoon. Se mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden liikkumisen verkosta toiseen katkaistamatta yhteyttä, sekä huolehtii pakettien välittämisestä verkosta toiseen. Dynamo-projekti on Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen syksyn 2007 sovellusprojekti. Se määrittelee ja suunnittelee sekä osin toteuttaa ja testaa Dynamics-sovellukseen tarvittavat muutokset, jotta Dynamics saataisiin vastaamaan LaiLa-projektin tarpeita.

Dokumentissa esitellään projektissa jatkokehitettävien sovelluksen toimintojen vaatimukset. Vaatimusten määrittelyssä ei mennä lähdekooditasolle, vaan pysytään abstraktimmalla tasolla. DHCP-asiakasohjelman ja virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset esitetään protokollatasolla. Sovellusraportissa [8] esitellään määriteltujen vaatimuksien toteutusratkaisut lähdekooditasolla. Projektin käytänteitä, aikataulua, riskejä ja muita projektin läpivientiin liittyviä asioita käsitellään projektisuunnitelmassa [7].

Luvussa 2 on kuvattu tärkeimmät projektiin liittyvät termit. Sovelluksen nykyistä toimintaa kuvataan luvussa 3 ja DHCP:n toimintaa luvussa 4. Sovelluksen jatkokehityksen tavoitteita on kuvattu luvussa 5. Lukuun 6 on koottu ja priorisoitu toiminnalliset vaatimukset. Luvussa 7 kuvataan tekniset vaatimukset. Luvuissa 8 ja 9 määritellään DHCP-tuen ja virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset.

2 Termit

Luvussa kuvataan dokumentin ja projektin olennainen termistö.

Aihealueen termejä ovat seuraavat:

Dynamics	on Teknillisen korkeakoulun kehittämä sovellus Mobile IPv4 -verkkoon.
Dynamo-verkko	on Dynamo-projektissa käytettävä verkko, jonka vaatimuksia vastaavaksi Dynamics-sovellusta muokataan.
GPL	on käytetyin vapaanlähdekoodin ohjelmien lisenssi.
LaiLa	on tietotekniikan laitoksen tutkimusprojekti, jossa tarkastellaan langattomien laajakaistapalveluiden hallintaa multi-access-verkossa.

Teknisiä termejä ovat seuraavat:

Agenttipyyntöviesti	(engl. <i>Agent Solicitation Message</i>) on mobiililaitteen generoima viesti, kun laite tulee verkkoon ja haluaa rekisteröityä agentille.
Agentti	on joko koti- tai vierasagentti.
Autentikointi	on tapahtuma, jolla kaksi osapuolta varmistavat toistensa identiteetin.
DHCP	(engl. <i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>) on verkkoprotokolla, joka jakaa dynaamisesti IP-osoitteita verkkoon liittyville päätelaitteille.
Elinaika	on tunnelin elinaika agenttien välillä.
Lease-aika	on aika sekunteina, jonka ajan DHCP:n antama IP on käytettävissä.
Kotiagentti	on kotiverkossa oleva ohjelmisto, joka tunneloi kaikki mobiililaitteelle menevät paketit ja ylläpitää tietoa mobiililaitteen sijainnista.

Kotiosoite	on mobiililaitteen kotiverkon osoite, joka pysyy aina samana, vaikka laite siirtyisi kotiverkosta vierasverkkoon.
Kotiverkko	on verkko, johon mobiilin päätelaitteen kotiosoite kuuluu.
Jaettu salaisuus	on symmetrisessä salauksessa käytetty avain, jonka avulla selväkielinen teksti salataan.
MAC-osoite	on laitteen fyysinen osoite.
Mobiililaite	on laite, joka voi liikkua verkosta toiseen.
Mobile IPv4	on IPv4-protokollan laajennus, joka mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden toiminnan IPv4-verkossa.
NAI	(engl. <i>Network Address Identifier</i>) on Mobile IPv4-verkossa käytettävä mobiililaitteen tunnistus.
Rekisteröintiviesti	on mobiililaitteen kotiagentille generoitu rekisteröintipyyntö.
Tilapäisosoite	(engl. <i>Care-off-Address</i>) on mobiililaitteen osoite vierasverkossa (vierasagentin ja mobiililaitteen välillä).
Vastaanottava solmu	(engl. <i>Corresponded Node</i>) on mobiililaitteen kanssa keskusteleva palvelu tai kone.
Vierasagentti	ohjaa liikennettä kotiagentin ja mobiilin päätelaitteen välillä, sekä tarjoaa verkon palvelut päätelaitteelle.
Vierasverkko	on verkko, jossa mobiili päätelaite vierailee.
Virtuaalinen vierasagentti	on kotiagentin kuormituksen testaukseen tarkoitettu työkalu.
YIADDR	(engl. <i>Your IP-address</i>) on DHCP-paketissa oleva kenttä, jossa ilmoitetaan DHCP-palvelimen tarjoama IP-osoite.

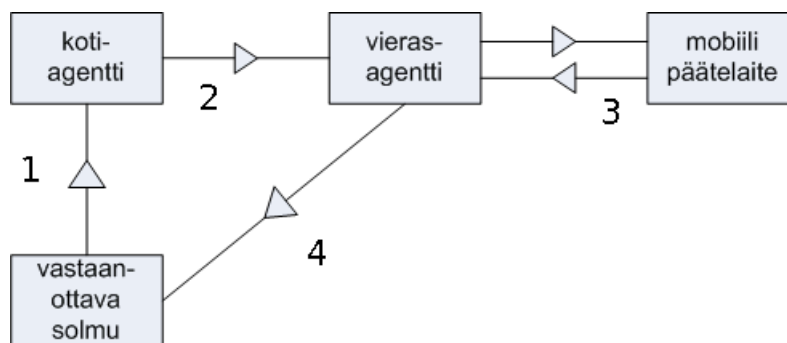
3 Dynamicsin nykyinen toiminta

Dynamics (versio 0.8.1) on Teknillisen korkeakoulun kehittämä sovellus Mobile IPv4 -verkkoon. Se mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden liikkumisen verkosta toiseen katkaisematta yhteyttä, sekä huolehtii pakettien välittämisestä verkosta toiseen.

Dynamics pitää sisällään kaikki tarvittavat sovellukset Mobile IPv4 -verkon pystytykseen. Mukana tulevat sovellukset ovat kotiagentti, vierasagentti ja mobiililaitte. Dynamics ei tue dynaamisia koti- tai tilapäisosoitteita, joten kaikki IP-tiedot tulee syöttää etukäteen sovellusten asetustiedostoihin.

3.1 Pakettien kulku

Kuvassa 3.1 on esitetty, kuinka paketit kulkevat Mobile IPv4:ssä mobiililaitteelle vierasverkkoon sen kanssa keskustelevalta palvelimelta.



Kuva 3.1: Pakettien kulku [2].

Pakettien välittämisen vaiheet ovat seuraavat:

1. Paketti mobiililaitteelle saapuu kotiverkkoon normaalin reitityksen ta-paan.
2. Paketti saapuu kotiagentille, joka tunneloi paketin vierasagentille ja aset-taa kohdeosoitteeksi mobiililaitteen sen hetkisen tilapäisosoitteen.
3. Paketti saapuu vierasagentille, joka ohjaa sen edelleen mobiililaitteelle.
4. Mobiililaitteen lähettämä kuittauspaketti saapuu sille laitteelle, jolta pa-ketti alunperin tuli. Paketti voi mennä suoraan palvelimelle vierasagentin kautta (kuten kuvassa 3.1) tai kotiagentin kautta.

3.2 Mobiililaitteen kirjautuminen verkkoon

Mobiililaite voi kirjautua kotiverkkoon joko kotiagentin kautta tai vierasagentin kautta vierasverkosta.

Kotiagentin kautta kirjautuminen sisältää seuraavat vaiheet:

- Mobiililaite laitetaan päälle, jolloin se lähettää agenttipyyntöviestin.
- Kotiagentti vastaa pyyntöön mainoksella.
- Mobiililaite lähettää rekisteröitymisviestin kotiagentille.
- Kotiagentti saa mobiililaitteen rekisteröintiviestin ja tutkii, löytyykö ko. laite sen staattiselta listalta.
- Kotiagentti vastaa mobiililaitteelle, hyväksyikö vai hylkäsiikö se rekisteröinnin.

Vierasagentin kautta kirjautuminen sisältää seuraavat vaiheet:

- Mobiililaite lähettää agenttipyyntöviestin verkkoon.
- Vierasagentti kuulee viestin ja lähettää oman mainosviestin mobiililaitteelle.
- Mobiililaite lähettää rekisteröintipyyntöns vierasagentille.
- Vierasagentti lähettää rekisteröintipyyntöns edelleen kotiagentille. Kotiagentin ja mobiililaitteen välissä voi olla useita vierasagentteja.
- Kotiagentti saa paketin vierasagentilta ja purkaa sen.
- Kotiagentti tarkistaa, löytyykö mobiililaite sen staattiselta listalta.
- Kotiagentti generoi vastauspaketin ja lähettää sille vierasagentille, jonka verkossa mobiililaite on vierailemassa.
- Vierasagentti purkaa kotiagentilta saadun paketin ja lähettää kotiagentin alkuperäisen vastauksen mobiililaitteelle.

3.3 Koti- ja vierasagentti

Dynamicsin viimeisin versio käyttää staattisia IP-osoitteita. Jokaiselle laitteelle on määrätty tietty IP, joten sekä mobiililaitteen että kotiagentin täytyy tietää kyseisen mobiililaitteen IP-osoite. Mobiililaitteen täytyy myös tietää sen kotiagentin IP-osoite.

Kotiagentti tietää oman IP-osoitteensa lisäksi taulukossa 3.1 mainitut hyväksytyjen mobiililaitteiden IP-osoitteet ja tilapäisosoitteet sekä mobiililaitteen elinajan.

Kotiosoite	Tilapäisosoite	Elin aika
172.16.0.12	162.168.0.1	100
172.16.0.22	162.168.0.5	150

Taulukko 3.1: Kotiagentin mobiiliosoitetaulukko.

Vierasagentti tietää oman IP-osoitteensa ja mahdollisesti hierarkisesti korkeamman vierasagentin IP-osoitteen. Vierasagentti ylläpitää taulukon 3.2 mukaista vieraslistaa, josta selviää vierailevien laitteiden kotiosoitteet, kotiagenttien IP-osoitteet, mobiililaitteiden MAC-osoitteet ja elinajat.

Kotiosoite	Kotiagentin osoite	Mobiililaitteen MAC-osoite	Elin aika
172.16.0.12	172.168.0.1	00-04-32-FF3	100
172.16.0.22	162.168.01	10-34-12-FA3	150

Taulukko 3.2: Vierasagentin vieraslista.

3.4 Mobiililaite

Dynamicsin mobiililaite on ns. "ohut päätelaite" tarkoittaen sitä, että siinä on vähän toimintoja ja se tietää vain vähän verkosta. Kiinteät asetustiedostosta määriteltävät päätelaitteen asetukset ovat

- oma kotiosoite,
- kotiagentin osoite ja
- tunnelin elin aika.

Tilan mukaan muuttuva päätelaitteen asetus on

- tilapäisosoite.

4 DHCP:n toiminta

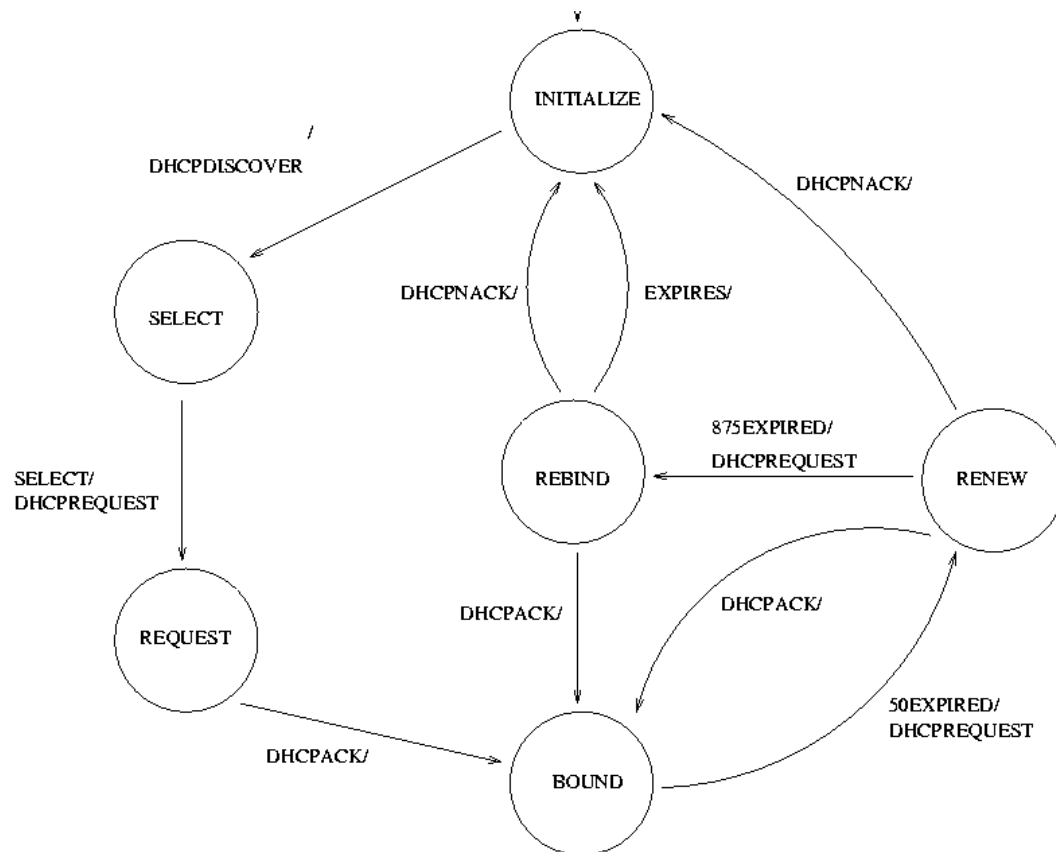
DHCP (lyhenne sanoista Dynamic Host Configuration Protocol) on verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille verkkoon kytkeytyville päätelaitteille. Annettu osoite on voimassa ennalta määrätyn ajan. DHCP:n käyttö IP-osoitteiden jakeluun yksinkertaistaa asiakaskoneiden asetuksien hallintaa huomattavasti. DHCP on määritelty RFC 1531 -dokumentissa [1] vuonna 1993. DHCP käyttää UDP-portteja 67 ja 68.

4.1 DHCP:n tilat ja viestit

DHCP-asiakas toteuttaa seuraavat tilat:

Initialize	on tila, johon käynnistetty asiakas siirtyy alussa. Laitteella ei ole tilassa IP-osoitetta.
Select	on tila, johon asiakas siirtyy, kun se on löytänyt DHCP-palvelimen tai -palvelimia.
Request	on tila, jossa asiakas valitsee sopivan DHCP-palvelimen.
Bound	on tila, johon asiakas siirtyy, kun se on saanut hyväksytyyn IP-osoitteen palvelimelta.
Renew	on tila, jossa asiakas pyytää IP-osoitteen uusimista, kun lease-aikaa on käytetty 50%.
Rebind	on tila, johon asiakas siirtyy renew-tilasta, kun lease-aikaa on käytetty yli 87,5%.

Tilat ovat standardin RFC 2131 [3] mukaiset. Kuvassa 4.1 on esitetty asiakkaan tilat ja DHCP-palvelimen ja -asiakkaan välillä kulkevat viestit. Viestit johtavat tilasiirtymiin.



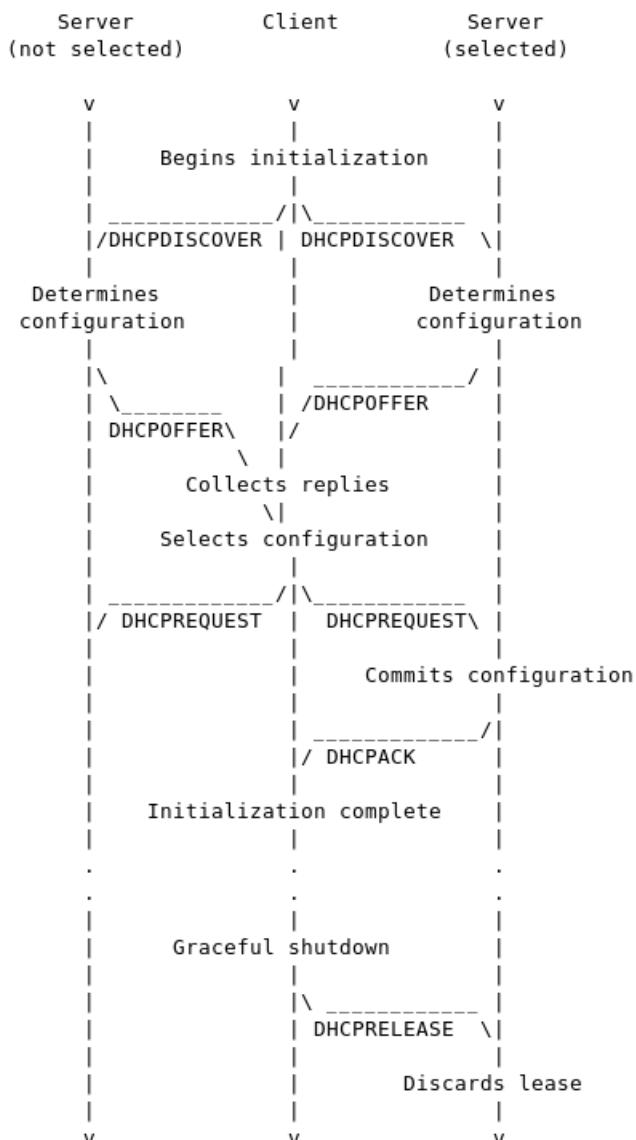
Kuva 4.1: DHCP-asiakkaan tilakone ja viestit [5].

DHCP:n asiakkaan ja palvelimen väliset viestit ovat seuraavat:

DHCPDISCOVER	lähetetään, kun asiakas haluaa löytää DHCP-palvelimia.
DHCPOFFER	lähetetään asiakkaalle palvelimelta. Se sisältää tarkentime- na Client identification -kentän ja tarjotun IP-osoitteen.
DHCPREQUEST	lähetetään asiakkaalta palvelimelle, kun se on hyväksynyt tarjotun osoitteen.
DHCPACK	lähetetään asiakkaalle palvelimelta, jos palvelin hyväksyy asiakkaan.
DHCPNACK	lähetetään asiakkaalle palvelimelta, jos palvelin ei hyväksy asiakasta.

4.2 DHCP-viestien vuokaavio

Kuvassa 4.2 on DHCP-viestien vuokaavio.



Kuva 4.2: DHCP-viestien vuokaavio [3].

5 Sovelluksen jatkokehityksen tavoitteet

Luvussa esitellään sovelluksen jatkokehityksen tavoitteet toteuttamisjärjestyksessä.

5.1 DHCP-tuki

Projektin ensimmäinen ja tärkein tavoite on lisätä DHCP-tuki kotiagentin ja liikkuvan päätelaitteen välille. Nykyisin päätelaite saa IP-kotiosoitteen kiinteästi asetus-tiedostosta. Tavoitteena on, että mobiililaite voi tulla verkkoon ilman ennaltamäärättyä IP-osoitetta. Dynamicsin alkuperäistä toimintaa on kuvattu luvussa 3.

Mobiililaitteen on saatava kotiosoite DHCP-palvelimelta liittyessään kotiverkkoon tai liittyessään vierasverkkoon. Mobiililaite ei kuitenkaan ole suoraan yhteydessä DHCP-palvelimeen, vaan saa IP-osoitteen kotiagenttiltaan. Kotiagenttiin tulee siis toteuttaa jonkinlainen DHCP-asiakasohjelma.

DHCP-tuen vaatimukset prioriteetteineen on esitelty luvussa 6.2 ja käyttötapaukset luvussa 8.

5.2 Virtuaalinen vierasagentti

"Virtuaalinen vierasagentti" on testaukseen tarkoitettu työkalu, joka generoi liikennettä Mobile IP -verkkoon. Muutosten tarkoituksena on mahdollistaa kotiagentin kuormituksen siedon testaaminen. Virtuaalisen vierasagentin vaatimukset prioriteetteineen on esitelty luvussa 6.3 ja käyttötapaukset luvussa 9.

5.3 Kotiagentin kahdentaminen

Kahdentamisella tarkoitetaan koko kotiagentin kahdentamista. Muutoksien jälkeen samalla koneella on toiminnassa kotiagentista kaksi prosessia, joista toinen on aktiivinen ja toinen vain tarkkailee toisen prosessin toimintaa. Jos aktiivinen prosessi kaatuu, passiivinen prosessi lataa kaatuneen prosessin tilan itseensä ja jatkaa siitä, mihin toinen pysähtyi.

Alkuperäinen Dynamics ei tallenna edellä mainittua tilaa tiedostoon, joten ongelmana on tallentaa ja lukea prosessin tila ulkoa käsin. Tämä onnistuu muokkaamalla lähdekoodia ja tallentamalla tila esimerkiksi yhteen tiedostoon tietyin väliajoin.

6 Toiminnalliset vaatimukset

Luvussa esitellään DHCP-tuen jatkokehityksen toiminnalliset vaatimukset prioriteetteineen.

6.1 Vaatimusten tilat ja prioriteetit

Vaatimusten toteutuksen tilat ja prioriteetit on määritelty taulukoissa 6.1 ja 6.2.

Tila	Kuvaus
Hyväksytty	Toteutus on valmis ja hyväksytty.
Testattu	Toteutus on testattu.
Kesken	Toteutus on aloitettu.
Aloittamatta	Toteutusta ei ole aloitettu.

Taulukko 6.1: Vaatimusten tilat.

Prioriteetti	Kuvaus
Pakollinen	Vaatus on välttämätön sovelluksen toiminnan kannalta.
Tärkeä	Vaatus tuo huomattavaa lisäarvoa ohjelman toimintaan, mutta ei ole välttämätön.
Ajan salliessa	Vaatus tuo vain vähän lisäarvoa ohjelman toimintaan.
Ei toteuteta	Toteutus jää tilaajalle tai tuleville projekteille.

Taulukko 6.2: Vaatimusten prioriteetit.

6.2 DHCP-tuen vaatimukset

Mobiililaitteen liittymisen ja tunnistamisen vaatimukset on esitetty taulukossa 6.3.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
1.1	Dynamicsin kotiagentin tulee tunnistaa ja hyväksyä IP-osoitteesta 0.0.0.0 tuleva rekisteröintipyyntö.	Pakollinen	Testattu
1.2	Dynamicsin kotiagenttiin tulee lisätä mahdollisuus valita, käyttääkö se dynaamista vai staattista IP-osoitetta mobiililaitteiden kotiosoitteille.	Tärkeä	Ei toteuteta
1.3	Dynamicsin kotiagentin tulee antaa mobiililaitteelle kotiosoite dynaamisesti tai staattisesti riippuen mobiililaitteen kotiosoitteentästä.	Ajan sal- liessa	Ei toteuteta

Taulukko 6.3: Mobiililaitteen liittyminen.

IP:n hankkimisen ja rekisteröintiviestin lähettämisen vaatimukset on esitelty taulukossa 6.4.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
2.1	Sovellukseen tulee toteuttaa DHCP-palvelimen etsintä.	Pakollinen	Testattu
2.2	Sovellukseen tulee toteuttaa standardin mukainen DHCP-keskustelu.	Pakollinen	Testattu
2.3	Sovelluksen tulee tallentaa DHCP-palvelimelta saatu IP-osoite tietorakenteeseen.	Pakollinen	Testattu
2.4	Sovelluksen tulee generoida rekisteröintivastaus mobiililaitteelle.	Pakollinen	Testattu
2.5	DHCP-palvelimen osoite voidaan antaa asetustiedostosta.	Ajan sal- liessa	Ei toteuteta

Taulukko 6.4: IP:n hankkiminen ja antaminen.

IP-osoitteen ylläpidon vaatimukset on esitelty taulukossa 6.5.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
3.1	Sovelluksen tulee hoitaa DHCP:lta saadun IP-osoitteen ylläpito uusimalla lease-aika aina, kun mobiililaite uusii tunnelin.	Pakollinen	Testattu
3.2	Sovelluksen tulee hoitaa DHCP:lta saadun IP-osoitteen ylläpito uusimalla lease-aika aktiivisesti itse.	Ajan sal- liessa	Ei to- teuteta

Taulukko 6.5: IP-osoitteen ylläpito.

IP-osoitteen vapauttamisen vaatimukset on esitelty taulukossa 6.6.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
4.1	Sovelluksen tulee vapauttaa DHCP:lta saatu IP-osoite, kun mobiililaite poistuu verkosta.	Pakollinen	Testattu
4.2	Sovelluksen tulee vapauttaa DHCP:lta saatu IP-osoite, kun tunnelin elinaika loppuu.	Ajan sal- liessa	Ei to- teuteta

Taulukko 6.6: IP-osoitteen vapauttaminen.

Säikeistuksen vaatimukset on esitelty taulukossa 6.7.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
5.1	Sovelluksen tulee toteuttaa toiminnot omassa säikeessä DHCP-keskustelun ja DHCP-keskustelun jälkeisen rekisteröintivastauksen lähettämisen osalta.	Pakollinen	Ei toteuteta
5.2	Sovelluksen tulee toteuttaa omassa säikeessä DHCP:lta saadun mobiililaitteen kotiosoitteen vapauttaminen DHCP-palvelimelta.	Ajan sal- liessa	Ei toteuteta

Taulukko 6.7: Kotiagentin säikeistys.

6.3 Virtuaalisen vierasagentin toiminnalliset vaatimukset

Virtuaalisen vierasagentin viestien verkkoon lähettämisen vaatimukset on esitelty taulukossa 6.8.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
6.1	Virtuaalinen vierasagentti lähettää yhden rekisteröintipyynnön kotiagentille.	Tärkeä	Testattu
6.2	Virtuaalinen vierasagentti lähettää useamman rekisteröintipyynnön kotiagentille.	Tärkeä	Testattu
6.3	Virtuaalinen vierasagentti lähettää dynaamisesti luotuja rekisteröintipyyntöjä käyttäjän asettaminen parametrien mukaan.	Ajan sal- liessa	Ei toteuteta

Taulukko 6.8: Viestien lähettäminen.

Tietorakenteen luomisen toiminnalliset vaatimukset on esitelty taulukossa 6.9.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
7.1	Virtuaalinen vierasagentti lukee asetukset lähdekoodista ja lisää ne tietorakenteeseen.	Tärkeä	Testattu
7.2	Virtuaalinen vierasagentti lukee asetukset asetustiedostosta ja lisää ne tietorakenteeseen.	Tärkeä	Testattu
7.3	Virtuaalinen vierasagentti lukee asetukset käyttäjän antamien parametrien mukaan ja luo tiedot tietorakenteeseen.	Ajan sal- liessa	Ei to- teuteta

Taulukko 6.9: Tietorakenteen luominen.

Tulosten muodostamisen toiminnalliset vaatimukset on esitetty taulukossa 6.10.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
8.1	Virtuaalinen vierasagentti laskee lähetetyt viestit.	Ajan sal- liessa.	Testattu
8.2	Virtuaalinen vierasagentti laskee lähetetyt ja vastaanotetut viestit sekä hyväksytyt ja hylätyt viestit.	Ajan sal- liessa	Ei to- teuteta

Taulukko 6.10: Tulosten muodostaminen.

6.4 Mobiililaitteen vaatimukset

Mobiililaitteen toiminnalliset vaatimukset on esitetty taulukossa 6.11.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
9.1	Mobiililaitteen on tuettava dynaamista koti-osoitetta.	Pakollinen	Testattu

Taulukko 6.11: Mobiililaitteen vaatimukset.

7 Tekniset vaatimukset

Järjestelmän asettamat tekniset vaatimukset on esitetty taulukoissa 7.1 ja 7.2.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti
10.1	Linuxin kernelin tulee olla vähintään versio 2.2.	Pakollinen
10.2	Linuxissa tulee olla asennettuna ipip.o-moduuli.	Pakollinen

Taulukko 7.1: Järjestelmän vaatimukset.

Numero	Ohjelmisto	Versio
11.1	Dynamics	0.8.1
11.2	UDHCP-asiakas	0.9.8
11.3	Ubuntu Linux	6.10
11.4	Ciscon mobiililaite-asiakas	2.0.14

Taulukko 7.2: Ohjelmistojen vaatimukset.

8 DHCP-tuen käyttötapaukset

Luvussa esitellään DHCP-tuen käyttötapaukset, kun mobiililaite liittyy verkkoon ilman kotiosoitetta.

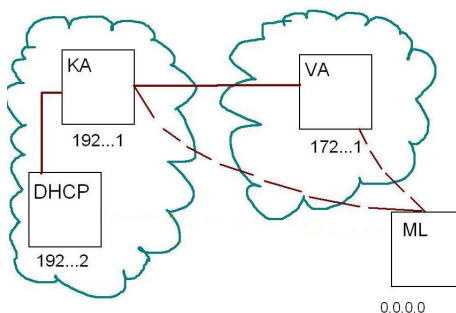
8.1 Kotiagentin toiminta DHCP-asiakkaana

Kotiagentin DHCP-asiakasosio on yhteydessä DHCP-palvelimeen, jos ja kun uusi mobiililaite tulee verkkoon ilman kotiosoitetta. Toteutuksen kuvaus tulee ilmi kuvista 8.1 ja 8.2.

Mobiililaite (kuvassa 8.1 ja 8.2 ML) lähettää vierasagentille (VA) normaalin rekisteröintipyynnön asettaen IP-osoitteeksi 0 . 0 . 0 . 0. Kotiagentti (KA) saa pyynnön ja alkaa käsitellä sitä. Mobiililaitteen pyynnöstä otetaan mobiililaitteen NAI-tunniste tunnistavaksi tekijäksi. Tätä tunnistavaa tekijää käytetään tulevassa DHCP-kutsussa, jonka kotiagentti lähettää DHCP-palvelimelle (DHCP).

Kotiagentti vastaanottaa DHCP-palvelimen vastauksen pyyntöön. Kotiagenttiin toteutetaan projektissa tietorakenne, jossa ylläpidetään mobiililaitteiden IP- ja NAI-osoitteita. Vastauksesta saatu IP annetaan sitä pyytäneelle mobiililaitteelle kotiosoitteeksi. Kotiagentti on vastuussa DHCP-palvelimelta saadun IP:n uusimisesta ja ylläpitämisestä.

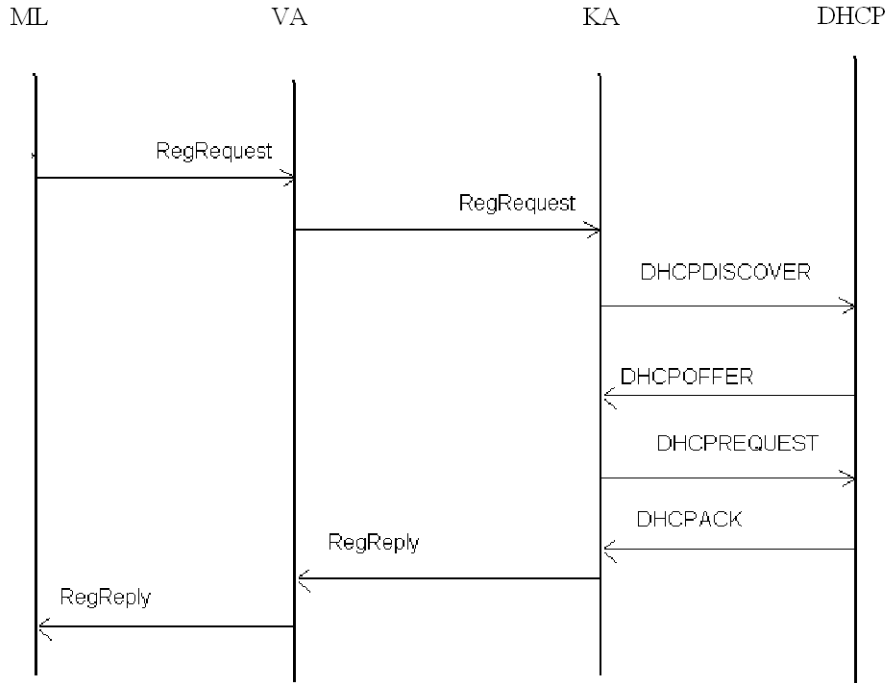
Sovellus on säikeistettävä vähintään DHCP-asiakkaan osalta, jottei sovelluksen muu toiminta joudu odottamaan DHCP-kutsun valmistumista.



Kuva 8.1: Verkon kuvaus.

8.2 DHCP:n ja kotiagentin viestit

Luvussa esitetään käytötapaus, kun mobiililaitte rekisteröityy verkkoon ilman kotiosoitetta ja kotiagentti noutaa mobiililaitteelle IP-osoitteen DHCP-palvelimelta. Viestien sekvenssikaavio esitellään kuvassa 8.2.



Kuva 8.2: Rekisteröintiviestin sekvenssikaavio DHCP-palvelimen kanssa.

Kuvan viestit ja niiden olennaiset sisällöt ovat seuraavat:

- regrequest** on mobiililaitteen luoma rekisteröintipyyntö sisältäen
- kotiagentin osoitteen 192.168.0.1,
 - kotiosoitteen 0.0.0.0 ja
 - kohdeportin 434.
- dhcpdiscover** on kotiagentin luoma DHCP-pyyntö, jossa haetaan IP-osoitetta mobiililaitteelle sisältäen
- lähdeosoitteen 0.0.0.0,
 - lähdeportin 68,
 - kohdeosoitteen 255.255.255.255,
 - kohdeportin 67,

- DHCP option -parametrin 53 (*DHCP Discover*) ja
 - DHCP option -parametrin 61 (*NAI*).
- dhcponoffer** on DHCP-palvelimen tarjous sisältäen
- lähdeosoitteen 192.168.0.10,
 - lähdeportin 67,
 - kohdeosoitteen 0.0.0.0,
 - kohdeportin 68,
 - YIADDR (Your IP Address) -parametrin 192.168.0.25,
 - DHCP option -parametrin 53 (*DHCP Offer*) ja
 - DHCP option -parametrin 61 (*NAI*).
- dhcprequest** -viestissä kotiagentti valitsee DHCP-palvelimen ja IP:n sisältäen
- lähdeosoitteen 0.0.0.0,
 - lähdeportin 67,
 - kohdeosoitteen 255.255.255.255,
 - kohdeportin 68,
 - DHCP option -parametrin 50 (*192.168.0.25 requested*),
 - DHCP option -parametrin 53 (*DHCP Request*) ja
 - DHCP option -parametrin 61 (*NAI*).
- dhcpack** -viestissä DHCP-palvelin hyväksyy valinnan sisältäen
- lähdeosoitteen 192.168.0.10,
 - lähdeportin 67,
 - kohdeosoitteen 255.255.255.255,
 - kohdeportin 68,
 - YIADDR (Your IP Address) -parametrin 192.168.0.25,
 - DHCP option -parametrin 51 (IP:n lease -aika),
 - DHCP option -parametrin 53 (*DHCP ACK*) ja
 - DHCP option -parametrin 61 (*NAI*).
- regreply** on kotiagentin generoima vastausviesti, joka lähetetään mobiililaitteelle sisältäen
- kotiosoitteen 192.168.0.25 ja
 - kotiagentin osoitteen 192.168.0.1.

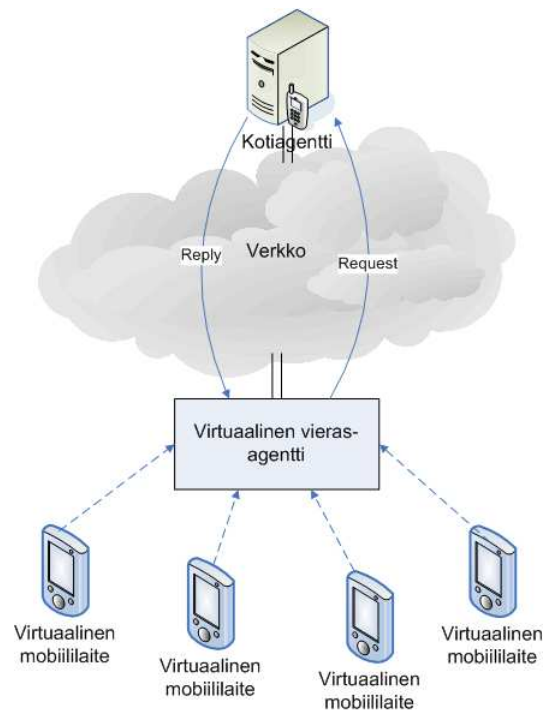
9 Virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset

Luvussa esitellään virtuaalisen vierasagentin vaadittua toimintaa, sen lähettämiä viestejä, sovelluksen tietorakennetta ja sen käyttöä. Luvussa esitellään virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset.

9.1 Virtuaalisen vierasagentin toimintaperiaate

Virtuaalinen vierasagentti on testaukseen tarkoitettu työkalu, joka generoi liikennettä Mobile IPv4 -verkkoon. Jatkokehitysmuutoksilla mahdollistetaan kotiagentin kuorituksen siedon testaaminen.

Virtuaalinen vierasagentti generoi verkkoon vain rekisteröinti- ja poistumisviestejä. Viesteihin sisällytettävät tiedot luetaan tietorakenteesta, joka voidaan luoda käsin tai automaattisesti. Luvussa 9.3. esitellään tietorakenne, jonka avulla luodaan "virtuaalisia mobiililaitteita". Mobiililaitteet rekisteröityvät kotiagentille, mutta ne eivät voi keskustella minkään laitteen kanssa. Järjestelmän yleiskuva tulee ilmi kuvasta 9.1.



Kuva 9.1: Virtuaalinen vierasagentti.

Käyttäjät voi vaikuttaa sovelluksen toimintaan kahdella eri tavalla:

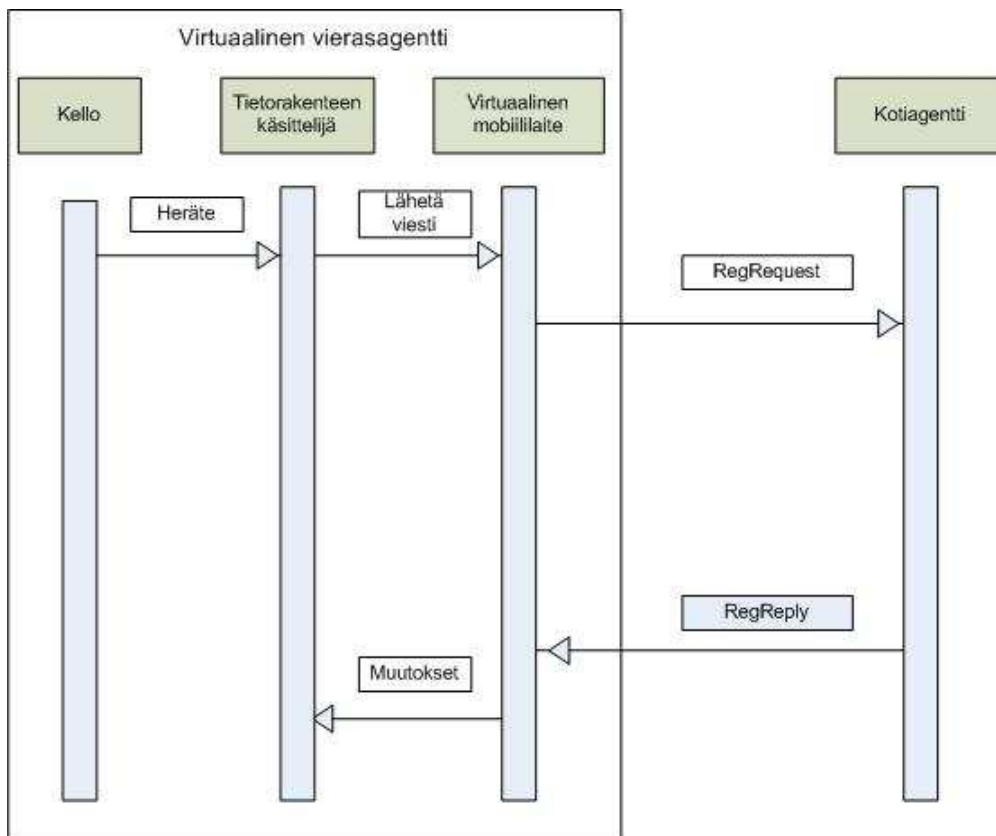
- Tietorakenteeseen luotavien laitteiden lukumäärää voidaan muokata asetus-tiedostosta.
- Luotavien laitteiden lukumäärä ja käyttäytyminen voidaan määrittää komen-toriviargumenttien avulla.

9.2 Viestit ja niiden sisältö

Virtuaalinen vierasagentti mallintaa mobiilien päätelaitteiden liittymistä verkkoon, joten vierasagentin viestit jäljittelevät mobiilin päätelaitteen lähettämiä viestejä. Virtuaalinen vierasagentti lähettää verkkoon liittymispyyntöjä ja verkosta poistumispyyntöjä. Virtuaalinen vierasagentti generoi mobiililaitteille viestejä herätteen ja tietorakenteessa olevien tilojen mukaan.

Virtuaalisen vierasagentin toiminta esitellään kuvassa 9.2. Viestien sisällöt ovat seuraavat:

regrequest	on virtuaalisen vierasagentin luoma rekisteröintipyyntö sisältäen <ul style="list-style-type: none">- kotiagentin osoitteen 192.168.0.1,- kotiosoitteen 192.168.33.21,- kohdeportin 434 ja- elinajan 600.
deregister	on virtuaalisen vierasagentin luoma poistumispyyntö, jossa rekisteröintipyyntöissä elin aika on asetettu nolaksi, sisältäen <ul style="list-style-type: none">- kotiagentin osoitteen 192.168.0.1,- kotiosoitteen 192.168.33.21,- kohdeportin 434 ja- elinajan 0.
regreply	on kotiagentin generoima vastausviesti. Kotiagentti lähettää sen mobiililaitteelle sisältäen <ul style="list-style-type: none">- kotiosoitteen 192.168.0.25 ja- kotiagentin osoitteen 192.168.0.1.



Kuva 9.2: Virtuaalisen vierasagentin toiminta.

Virtuaalisen vierasagentin toimintaan tarvitaan seuraavia toimintoja:

- heräte** on virtuaalisessa vierasagentissa oleva toiminto, joka tapahtuu aina ajastimen tilan muuttuessa. Kyseinen toiminto voi olla mm. se, että virtuaalinen vierasagentti käy läpi tietorakennetta ja suorittaa `regrequest`-viestin valitulle joukolle.
- muutokset** on virtuaalisessa vierasagentissa oleva toimintojen joukko, joka suoritetaan virtuaalisen mobiililaitteen pyynnöstä. Kyseinen toiminto voi olla mm. se, että virtuaalisen mobiililaitteen tila muutetaan.
- lähetä viesti** on virtuaalisessa vierasagentissa oleva toimintojen joukko, joka muodostaa viestin ja lähettää sen kotiagentille.

9.3 Tietorakenne ja sen käsittely

Tietorakenteen tietue kuvaa yhtä virtuaalista mobiililaitetta. Tietueet tallennetaan listaan, jolloin lista kuvaa virtuaalisten mobiililaitteiden joukkoa. Tietorakenne yksittäisen mobiililaitteen osalta on seuraava:

- aika,
- tila, joita ovat laitteen liittyminen verkkoon (1), poistuminen verkosta (0) tai (2) kolmannen osapuolen ohjelman ajo,
- kotiosoite,
- kotiagentin IP-osoite,
- tilapäisosoite ja
- NAI.

Luvussa 9.2 mainittujen toimintojen pohjalta tietorakenteen käsittelyyn tarvitaan seuraavia aliohjelmia:

find_device	etsii virtuaalisen mobiililaitteen listalta.
remove_device	poistaa virtuaalisen mobiililaitteen listalta.
add_device	lisää virtuaalisen mobiililaitteen listaan.
change_state	muuttaa virtuaalisen mobiililaitteen tilaa.
generate_device	generoi tietorakenteeseen MAC-osoitteen ja tilan.
make_list	luo tyhjän listan halutun kokoisena. Listaan tallennetaan virtuaalisia mobiililaitteita.
make_list_all	muodostaa listan ja tietorakenteet käyttäjän syöttämistä parametreista. Se kutsuu aliohjelmia <code>add_device</code> , <code>generate_device</code> ja <code>make_list</code> .

Luvuissa 9.4 ja 9.5 kuvataan virtuaalisen vierasagentin kaksi käyttötapausta. Käyttäjänä on tietoliikenneasiantuntija. Käyttäjä voi hallinta sovelluksen tietorakennetta joko asetustiedosta tai komentoriviargumenttien avulla.

9.4 Parametrit kirjoitetaan asetustiedostosta käsin

Käyttäjä syöttää asetustiedostoon jokaiselle virtuaaliselle mobiililaitteelle seuraavat tiedot: aika, toiminto, kotiosoite, kotiagentin osoite, tilapäisosoite, NAI. Aika kertoo ajan sekunneissa, jolloin rivi suoritetaan.

Yksi rivi asetustiedostossa vastaa yhtä tietuetta tietorakenteessa. Tietue suoritetaan ajan perusteella siten, että seuraava ajanhetki saadaan kahden peräkkäisen tietueen aikojen erotuksena. Listaa käydään läpi järjestyksessä. Käyttäjä voi päättää, monta kertaa lista käydään läpi. Listaa voidaan käydä läpi myös toistuvasti. Sovellus hakee tiedot aina asetustiedostosta.

Toiminto kertoo mitä kyseisellä ajanhetkellä tehdään. Toiminnot ovat seuraavat: 1 = liity verkkoon, 0 = poistu verkosta ja 2 = suorittaa käyttäjän antaman ohjelman.

Asetustiedosto voi olla seuraavanlainen:

```
1 1 192.168.0.45 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma1@jyu.fi
2 1 192.168.0.25 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma2@jyu.fi
3 0 192.168.0.45 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma1@jyu.fi
4 1 192.168.0.35 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma3@jyu.fi
6 2 thirdpartyprogram -parameters
7 1 192.168.0.45 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma4@jyu.fi
10 0 192.168.0.35 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma3@jyu.fi
12 0 192.168.0.45 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma4@jyu.fi
16 0 192.168.0.25 192.168.0.1 172.168.0.1 jorma2@jyu.fi
```

Sovelluksen käynnistyessä em. asetustiedosto luetaan tietorakenteeseen. Taustalla pyörii ajastin, joka hakee seuraavan toimintoajankohdan peräkkäisten tietueiden aikojen erotuksena. Käyttäjän on huolehdittava, että ajat ovat nousevassa suoritusjärjestyksessä. Ohjelmaan voidaan toteuttaa toiminto, jossa tarkastetaan aikojen nouseva järjestys.

9.5 Parametrit syötetään komentoriviargumenttien avulla

Käyttötapauksessa testataan yhden kotiagentin suorituskykyä. Komentoriviargumenttien avulla ohjelma luo asetustiedoston automaattisesti. Sovellukselle annetaan käynnistyksen yhteydessä viisi komentoriviargumenttia:

Laitteiden määrä	määrittää, kuinka monta virtuaalista mobiililaitetta generoidaan.
Liittymisaikaväli	määrittää kahdella kokonaisluvulla sekunneissa liittymisaikavälin, jolloin virtuaalinen mobiililaitte tekee liittymispyynnön. Ohjelma arpoo ajat asetustiedostoon aikaväliltä.
Poistumisaikaväli	määrittää kahdella kokonaisluvulla sekunneissa poistumisaikavälin, jolloin virtuaalinen mobiililaitte lähettää poistumispyynnön. Ohjelma arpoo ajat asetustiedostoon aikaväliltä.
Kotiagentin IP-osoite	määrittää kotiagentin IP-osoitteen.
Kierrosten määrä	määrittää, montako kertaa asetustiedoston määrittäykset käydään läpi. Arvo 0 tarkoittaa, että listaa käydään läpi jatkuvasti.

Käyttö voisi näyttää seuraavalta:

```
dynfad -100 -3 -5 -50 -60 -192.168.2.1 -0
```

Komentoriviargumenteista 100 on virtuaalisten laitteiden lukumäärä sekä 3 ja 5 määrittävät liittymisaikavälin ja 50 ja 60 poistumisaikavälin. 192.168.2.1 määrittää kotiagentin IP-osoitteen ja 0 määrittää, että asetustiedoston listaa käydään läpi jatkuvasti.

10 Yhteenveto

Dynamo-projekti suunnittelee ja toteuttaa Dynamicsiin tarvittavat muutokset, jotta se vastaa paremmin Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen ja LaiLa-projektin tarpeita. Sovellus toteutetaan Linux-alustalla ja C-kielellä olemassaolevan Dynamics-sovelluksen lähdekoodia hyödyntäen.

Projektin tärkein tavoite on lisätä tuki kotiosoitteen noutamiseen DHCP-palvelimelta. Virtuaalinen vierasagentti toteutetaan ainakin vaatimusten määrittelyn ja suunnittelun osalta sekä ohjelmoidaan ajan salliessa. Kahdentaminen toteutetaan määrittelyn ja suunnittelun osalta ajan salliessa.

Lähteet

- [1] Droms R., "Dynamic Host Configuration Protocol", RFC 1531 , Bucknell University, October 1993.
- [2] Perkins C., "IP Mobility Support", RFC 2002, IBM, October 1996.
- [3] Droms R., "Dynamic Host Configuration Protocol", RFC 2131, Bucknell University, November 1997.
- [4] Perkins C., "IP Mobility Support for IPv4", RFC 3344, Nokia Research Center, August 2002.
- [5] Teknillinen korkeakoulu, Tietoliikennearkkitehtuurit-kurssin materiaali, 2003.
- [6] Andersson B., "Dynamics, Technical Definition", Helsinki University of Technology, April 1999.
- [7] Häätinen T., Pyykkönen A. ja Purojärvi J., "Dynamo-projekti, Projektisuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lokakuu 2007.
- [8] Häätinen T., Pyykkönen A. ja Purojärvi J., "Dynamo-projekti, Sovellusraportti", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, joulukuu 2007.