

Dynamo-Sovellusprojekti

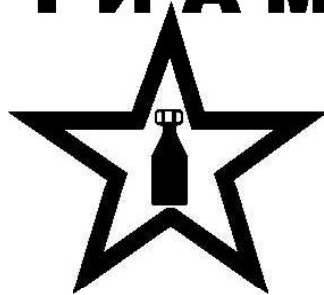
Vaatimusmäärittely

Tero Hätinä

Joni Purojärvi

Antti Pyykkönen

D Y N A M O



Versio 0.5

Julkinen

7.11.2007

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Jyväskylä

Hyväksyjä	Päivämäärä	Allekirjoitus	Nimenselvennys
Projektipäällikkö	__.__.2007		
Tilaaja	__.__.2007		
Ohjaaja	__.__.2007		

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: 30

Tiedosto: Vaatusmaarittely05.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 luvun 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 vaatimukseen 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" nimi "DHCP-tuen käyttötapaukseksi" ja siirretty luvuksi 8. Siirretty mobiililaitteen vaatimukset lukuun 6 "Toiminnalliset vaatimukset". Lisätty projektissa käytettävien ohjelmistojen versiot teknisiin vaatimukseen. Poistettu vaatimustaulukoista Nimi-kenttä. Lisätty lähde 8 "Sovellusraportti". Korjattu kirjoitusvirheitä.	JP
0.5	7.11.2007	Muokattu termistöä vastaamaan dokumentin yleistä ilmettä. Luku 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". Kappale 7	TH, JP, AP

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 laitos- 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) `anpyykkko@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	5
3.4	Mobiililaite	6
4	DHCP:n toiminta	7
4.1	DHCP:n tilat ja viestit	7
4.2	DHCP-viestien vuokaavio	9
5	Sovelluksen jatkokehityksen tavoitteet	10
5.1	DHCP-tuki	10
5.2	Virtuaalinen vierasagentti	10
5.3	Kotiagentin kahdentaminen	10
6	DHCP-tuen toiminnalliset vaatimukset	12
6.1	Tilojen ja prioriteettien määrittely	12
6.2	DHCP-tuen vaatimukset	13
6.3	Mobiililaitteen vaatimukset	15
7	Virtuaalisen vierasagentin toiminnalliset vaatimukset	16
8	Tekniset vaatimukset	18
9	DHCP-tuen käyttötapaukset	19
9.1	Kotiagentin toiminnasta DHCP-asiakkaana	19
9.2	DHCP:n ja kotiagentin viestit	20
10	Virtuaalisen vierasagentin vaatimusmäärittely	22
10.1	Yleinen kuvaus virtuaalisesta vierasagentista	22
10.2	Viestit ja niiden sisältö	23
10.3	Tietorakenne ja sen käsittely	24

11 Virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset	27
11.1 Ryhmämuuttuja	27
11.2 Satunnainen	27
11.3 Parametrit	28
12 Yhteenveto	29
Lähteet	30

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 vaatimukset esitetään protokollatasolla. Sovellusraportissa [8] esitellään määriteltyjen vaatimuksien toteutusratkaisut lähdekooditasolla. Projektin taustoja, tavoitteita, aikatauluja ja muita projektin läpivientiin liittyviä asioita käsitellään projektisuunnitelmassa [7].

Luvussa 2 on kuvattu tärkeimmät projektiin liittyvät termit. Sovelluksen nykyistä toimintaa kuvataan luvussa 3, DHCP:n toimintaa luvussa 4 ja sovelluksen jatkokehityksen tavoitteita luvussa 5. Lukuun 6 on koottu ja priorisoitu DHCP:n toiminnalliset vaatimukset. Luvussa 7 esitellään virtuaalisen vierasagentin toiminnalliset vaatimukset. Luvussa 8 esitellään tekniset vaatimukset ja luvussa 9 on DHCP-tuen käyttötapaukset. Luvussa 10 esitellään virtuaalisen vierasagentin vaatimukset ja luvussa 11 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	(<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	(<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.
Rekisteröintiviesti	on mobiililaitteen kotiagentille generoitu rekisteröintipyyntö.
Tilapäisosoite	(<i>Care-off-Address</i>) on mobiililaitteen osoite vierasverkos- sa (vierasagentin ja mobiililaitteen välillä).
Vastaanottava solmu	(<i>Corresponded Node</i>) on mobiililaitteen kanssa keskuste- leva palvelu tai kone.
Vierasagentti	ohjaa liikennettä kotiagentin ja mobiilin päätelaitteen vä- lillä, sekä tarjoaa verkon palvelut päätelaitteelle.
Vierasverkko	on verkko, jossa mobiili päätelaite vierailee.
Virtuaalinen vierasagentti	on kotiagentin kuormituksen testaukseen tarkoitettu työkalu.
YIADDR	(Your IP-address) on DHCP-paketissa oleva kenttä, jossa ilmoitetaan DHCP-palvelimen tarjoama IP-osoite.

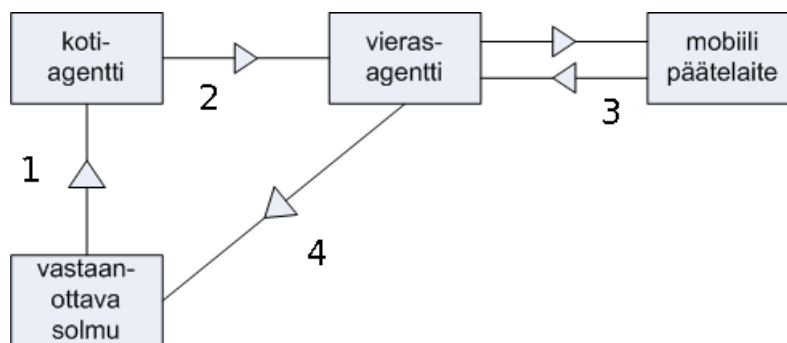
3 Dynamicsin nykyinen toiminta

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 tapaan.
2. Paketti saapuu kotiagentille, joka tunneloi paketin vierasagentille ja asettaa kohdeosoitteeksi mobiililaitteen sen hetkisen tilapäisosoitteen.
3. Paketti saapuu vierasagentille, joka ohjaa sen edelleen mobiililaitteelle.
4. Mobiililaitteen lähettämä kuittauspaketti saapuu sille laitteelle, jolta paketti 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 hylkäsikö se rekisteröinnin.

Vierasagentin kautta kirjautuminen sisältää seuraavat vaiheet:

- Mobiililaite lähettää agenttipyyntöviestin verkkoon.
- Vierasagentti kuulee viestin ja lähettää oman mainosviestin mobiililaitteelle.
- Mobiililaite lähettää rekisteröintipyynnön vierasagentille.
- Vierasagentti lähettää rekisteröintipyynnön 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 mobiililaitteen sekä 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 kotiagentin ja 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 mobiiliosoitustaulukko.

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	162.168.0.1	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 seuraavat.

- oma kotiosoite,
- kotiagentin osoite ja
- tunnelin elinikä.

Tilan mukaan muuttuvat päätelaitteen asetukset ovat seuraavat.

- tilapäisosoite ja
- tunnelin elinikä.

4 DHCP:n toiminta

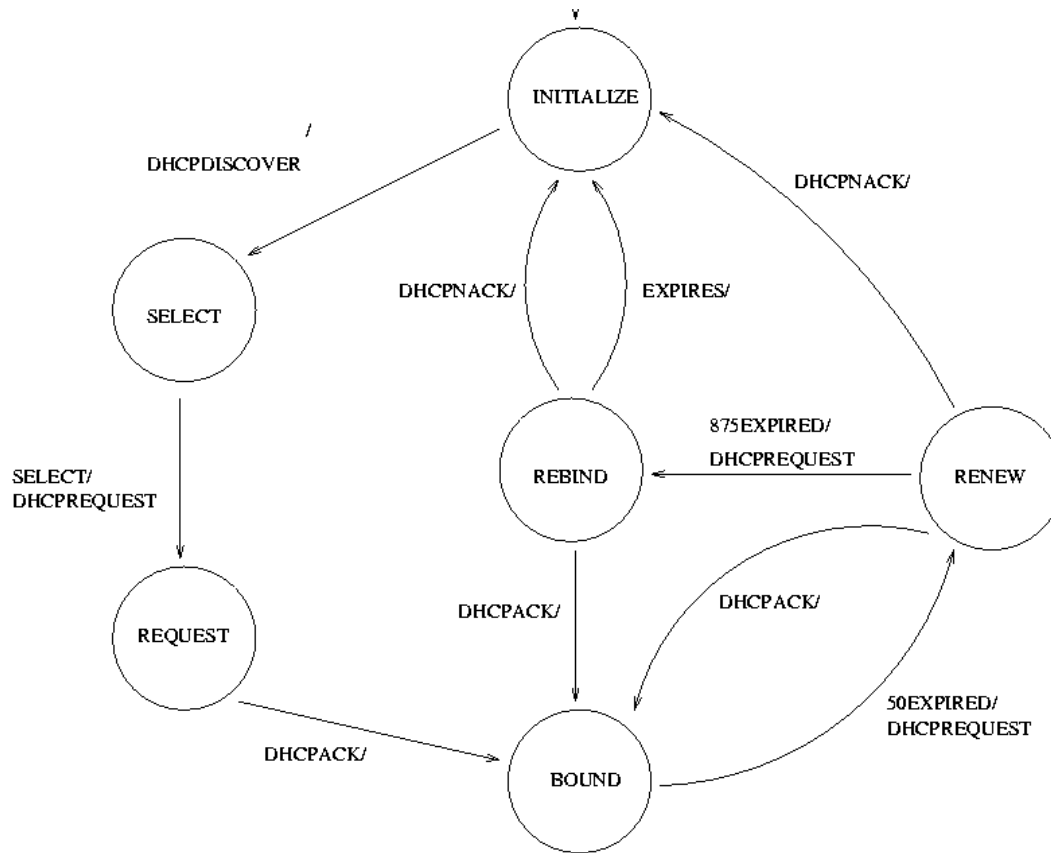
DHCP (lyhenne sanoista Dynamic Host Configuration Protocol) on verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille verkkoon kytkeytyville päätelaitteille. Annettu osoite on voimassa ennalta määrätyn ajan. DHCP:n käyttö IP-osoitteiden jakeluun yksinkertaistaa asiakaskoneiden asetusten 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 tällä hetkellä 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 hyväksytyt 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, jos lease-aika on yli 87,5% käytetty.

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.



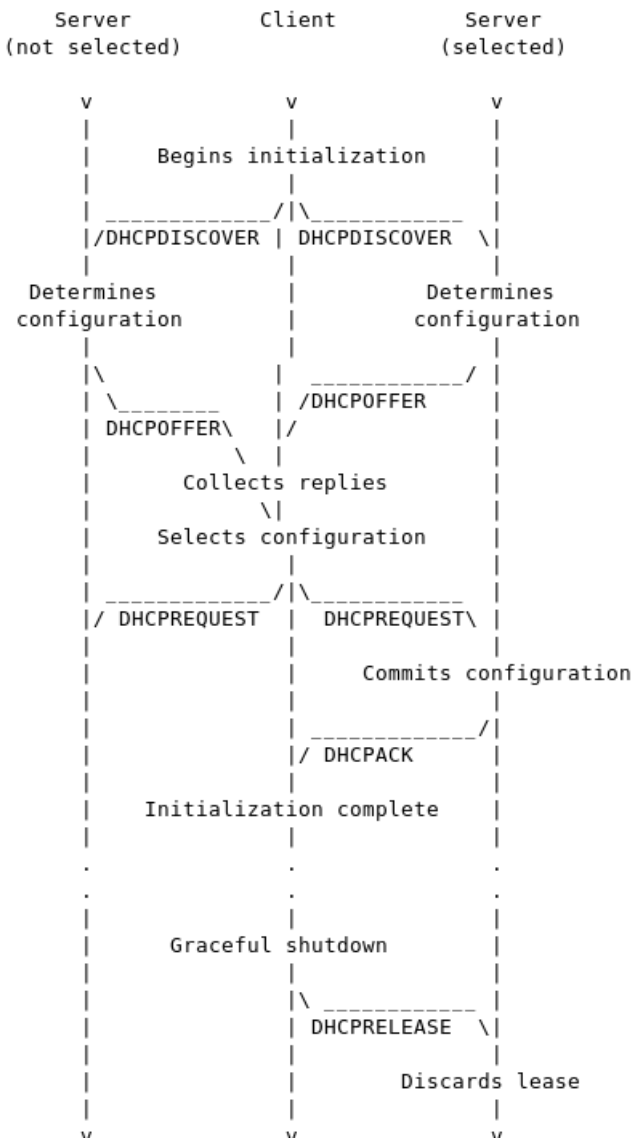
Kuva 4.1: DHCP-asiakkaan tilakone ja viestit [5].

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 liikku-
van päätelaitteen välille. Nykyisin päätelaite saa IP-kotiosoitteen kiinteästi asetus-
tiedosta. 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 kotiagentiltään. Kotiagenttiin tulee siis
toteuttaa jonkinlainen DHCP-asiakasohjelma.

DHCP-tuen vaatimukset prioriteetteineen on esitelty luvussa 6 ja käyttötapaukset
luvussa 8.

5.2 Virtuaalinen vierasagentti

"Virtuaalinen vierasagentti" on testaukseen tarkoitettu työkalu, joka generoi liiken-
nettä Mobile IP -verkkoon. Muutoksien tarkoituksena on mahdollistaa kotiagentin
kuormituksen siedon testaaminen. Virtuaalisen vierasagentin vaatimukset priori-
teetteineen on esitelty luvussa 9 ja käyttötapaukset luvussa 10.

5.3 Kotiagentin kahdentaminen

Kahdentamisella tarkoitetaan koko kotiagentin kahdentamista. Muutoksien jälkeen
samalla koneella on toiminnassa kotiagentista kaksi prosessia, joista toinen on ak-
tiivinen 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 ongelmaksi tulee saada tallennettua ja luettua prosessin tila ulkoa käsin. Tämä onnistuu muokkaamalla lähdekoodia ja tallentamalla tila esimerkiksi yhteen tiedostoon tiettyin väliajoin.

6 DHCP-tuen toiminnalliset vaatimukset

Luvussa esitellään DHCP-tuen jatkokehityksen toiminnalliset vaatimukset prioriteeteineen.

6.1 Tilojen ja prioriteettien määrittely

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	Vaatimus on välttämätön sovelluksen toiminnan kannalta.
Tärkeä	Vaatimus tuo huomattavaa lisäarvoa ohjelman toimintaan, mutta ei ole välttämätön.
Ajan salliessa	Vaatimus tuo vain vähän lisäarvoa ohjelman toimintaan.
Ei toteuteta	Vaatimusta ei toteuteta projektissa.

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	Kesken
1.2	Dynamicsin kotiagenttiin tulee lisätä mahdollisuus valita, käyttääkö se dynaamista vai staattista IP-osoitetta mobiililaitteiden kotiosoitteille.	Tärkeä	Aloittamatta
1.3	Dynamicsin kotiagentin tulee antaa mobiililaitteelle kotiosoite dynaamisesti tai staattisesti riippuen mobiililaitteen kotiosoitteentästä	Ajan salliessa	Aloittamatta

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 dhcpdiscover-viestin lähettäminen verkkoon.	Pakollinen	Kesken
2.2	Sovellukseen tulee toteuttaa standardin mukainen DHCP-keskustelu.	Pakollinen	Kesken
2.3	Sovelluksen tulee tallentaa DHCP-palvelimelta saatu IP-osoite tietorakenteeseen.	Pakollinen	Kesken
2.4	Sovelluksen tulee generoida rekisteröintivastaus mobiililaitteelle.	Pakollinen	Kesken

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	Aloittamatta
3.2	Sovelluksen tulee hoitaa DHCP:lta saadun IP-osoitteen ylläpito uusimalla lease-aika aktiivisesti itse.	Ajan sal- liessa	Aloittamatta

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	Kesken
4.2	Sovelluksen tulee vapauttaa DHCP:lta saatu IP-osoite, kun lease-aika loppuu.	Ajan sal- liessa	Aloittamatta

Taulukko 6.6: IP-osoitteen vapauttaminen.

Säikeistuksen vaatimukset on esitelty taulukossa 6.7.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
5.1	Sovelluksen tulee toteuttaa toiminnot rekisteröintiviestin käsittelyyn, DHCP-keskusteluun ja rekisteröintivastauksen lähettämiseen omassa säikeessä	Pakollinen	Kesken
5.2	Sovelluksen tulee toteuttaa DHCP:lta saadun mobiililaitteen kotiosoitteen vapauttaminen DHCP-palvelimelta omassa säikeessä.	Ajan sal- liessa	Aloitta- matta

Taulukko 6.7: Kotiagentin säikeistys.

6.3 Mobiililaitteen vaatimukset

Mobiililaitteen vaatimukset on esitelty taulukossa 6.8.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti
6.1	Mobiililaitteen on tuettava dynaamista kotiosoitetta.	Pakollinen

Taulukko 6.8: Järjestelmän vaatimukset.

7 Virtuaalisen vierasagentin toiminnalliset vaatimukset

Virtuaalisen vierasagentin viestien lähettäminen verkkoon vaatimukset on esitelty taulukossa 7.1.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
1.1	Lähettää yhden rekisteröintipyynnön kotiagentille.	Tärkeä	Aloittamatta
1.2	Lähettää useamman rekisteröintipyynnön tietorakenteesta.	Tärkeä	Aloittamatta
1.3	Lähettää dynaamisesti luotuja rekisteröintipyynnöjä käyttäjän asettamien parametrien mukaan.	Ajan salliessa	Aloittamatta

Taulukko 7.1: Viestien lähettäminen.

Tietorakenteen luominen on esitelty taulukossa 7.2.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
2.1	Lukee asetukset lähdekoodista ja lisää ne tietorakenteeseen.	Tärkeä	Aloittamatta
2.2	Lukee asetukset asetustiedostosta ja lisää ne tietorakenteeseen.	Tärkeä	Aloittamatta
2.3	Lukee asetukset käyttäjän antamien parametrien mukaan ja luo tiedot tietorakenteeseen.	Ajan salliessa	Aloittamatti

Taulukko 7.2: Tietorakenteen luominen.

Viestien laskeminen on esitetty taulukossa 7.3.

Numero	Kuvaus	Prioriteetti	Tila
3.1	Laskee lähetetyt viestit	Ajan sal- liessa.	Aloitta- matta
3.2	Laskee lehtetyt ja vastaanotettu viestit. Las- ketaan hyväksytyt ja hylätyt viestit.	Ajan sal- liessa	Aloitta- matta

Taulukko 7.3: Viestine laskeminen.

8 Tekniset vaatimukset

Järjestelmän asettamat vaatimukset on esitelty taulukossa 8.1.

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

Taulukko 8.1: Järjestelmän vaatimukset.

Projektissa käytettävien ohjelmistojen versiot on esitelty taulukossa 8.2.

Numero	Ohjelmisto	Versio
9.1	Dynamics	0.8.1
9.2	UDHCP-asiakas	0.9.8
9.3	Ubuntu Linux	6.10
9.4	Ciscon mobiililaite-asiakas	2.0.14

Taulukko 8.2: Ohjelmistojen versiot.

9 DHCP-tuen käyttötapaukset

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

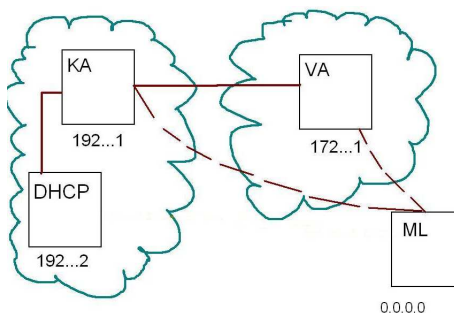
9.1 Kotiagentin toiminnasta DHCP-asiakkaana

DHCP-palvelin tulee sijoittaa kotiagentin kanssa samaan verkkoon. Ainoastaan kotiagentin DHCP-asiakasosio on yhteydessä DHCP-palvelimeen, jos ja kun uusi mobiililaite tulee verkkoon ilman kotiosoitetta. Toteutuksen kuvaus tulee ilmi kuvista 9.1 ja 9.2.

Mobiililaite lähettää vierasagentille normaalin rekisteröintipyynnön asettaen IP-osoitteeksi 0.0.0.0. Kotiagentti 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.

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.

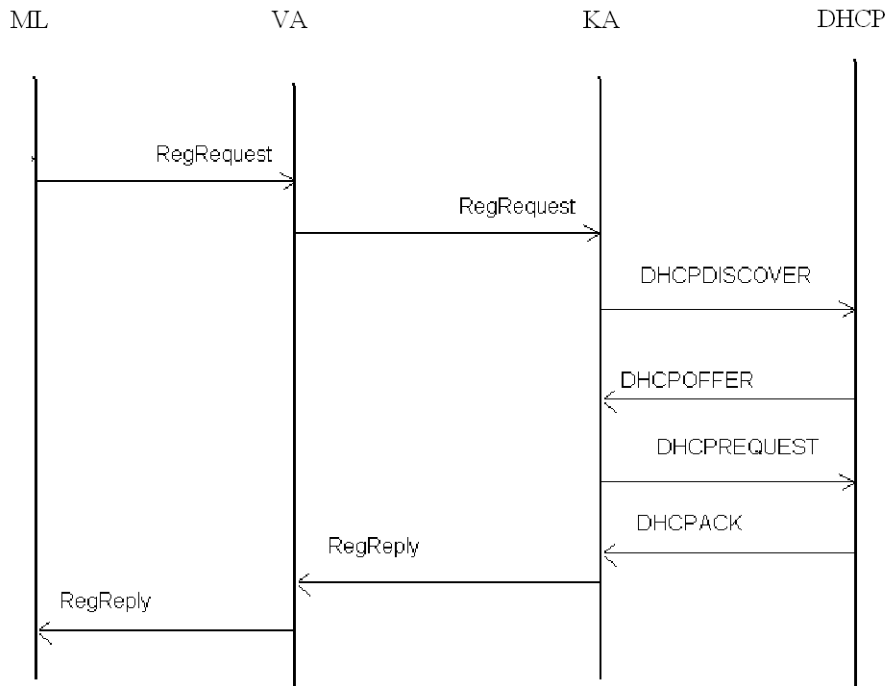
Sovellus on säikeistettävä vähintään DHCP-asiakkaan osalta, jottei sovelluksen muu toiminta joudu odottamaan DHCP-kutsun valmistumista.



Kuva 9.1: Verkon kuvaus.

9.2 DHCP:n ja kotiagentin viestit

Luvussa esitetetään käyttötapaus kun mobiililaitte rekisteröityy verkkoon ilman kotiosoitetta ja kotiagentti noutaa mobiililaitteelle IP-osoitteen DHCP-palvelimelta. Viestien sekvenssikaavio esitellään kuvassa 9.2.



Kuva 9.2: 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 (*Mobiililaitteen NAI*).

DHCPOFFER 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 (*Mobiililaitteen NAI*).

DHCPREQUEST viestissä kotigentti 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 (*Mobiililaitteen 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 (*Mobiililaitteen NAI*).

REGREPLY kotigentti generoi vastausviestin ja lähettää sen mobiililaitteelle sisältäen.

- kotiosoitteen 192.168.0.25 ja
- kotigenttin osoitteen 192.168.0.1.

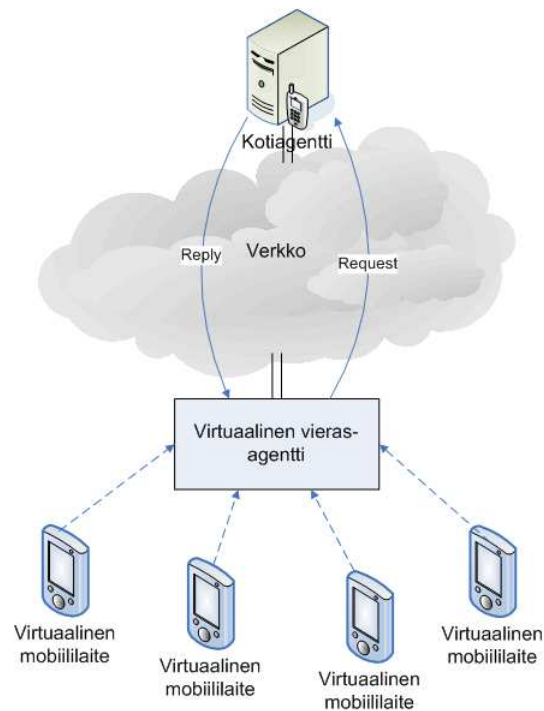
10 Virtuaalisen vierasagentin vaatimusmäärittely

Luvussa esitellään virtuaalisen vierasagentin vaadittua toimintaa ja sen lähettämiä viestejä.

10.1 Yleinen kuvaus virtuaalisesta vierasagentista

Virtuaalinen vierasagentti on testaukseen tarkoitettu työkalu, joka generoi liikennettä Mobile IPv4-verkkoon. Muutoksien tarkoituksena on mahdollistaa kotiagentin kuormituksen siedon testaaminen.

Virtuaalinen vierasagentti generoi vain rekisteröinti- ja poistumisviestejä verkkoon. Viestien tarvittavat tiedot luetaan tietorakenteesta, joka voidaan luoda käsin tai automaattisesti. Tietorakenteen avulla luodaan "virtuaalisia mobiililaitteita". Mobiililaitteet rekisteröityvät kotiagentille, mutta ne eivät voi keskustella minkään laitteen kanssa. Tietorakenne esitellään luvussa 10.3. Yleiskuva järjestelmästä tulee ilmi kuvasta 10.1.



Kuva 10.1: Virtuaalinen vierasagentti.

Käyttäjä voi vaikuttaa sovelluksen toimintaan kahdella eri tavalla.

1. Muuttamalla tietorakenteeseen luotavien laitteiden lukumäärää muokkaamalla asetustiedostoa.
2. Parametrien määrittelemällä luotavien laitteiden lukumäärän ja käyttäytymisen.

Käyttötapaukset esitellään luvussa 11.

10.2 Viestit ja niiden sisältö

Luvussa esitetetään virtuaalisen vierasagentin generoimat viestit verkkoon ja sovelluksen tietorakenteen käyttöä.

Virtuaallinen vierasagentti mallintaa mobiilien päätelaitteiden liittymistä verkkoon, joten vierasagentin viestit jäljittelevät mobiilin päätelaitteen lähettämiä viestejä. Virtuaalinen vierasagentti lähettää verkkoon liittymispyyntöjä ja verkosta poistumispyyntöjä. Regrequest on liittymispyyntö ja Deregister on poistumispyyntö. Kotiagentti vastaa Regreplyllä. Viestien sisällöt ovat seuraavat.

RegRequest on virtuaalisen vierasagentin luoma rekisteröintipyyntö sisältäen:

- kotiagentin osoitteen 192.168.0.1,
- kotiosoitteen 192.168.33.21 ja
- kohdeportin 434
- elinajan 600.

RegReply on kotiagentin generoima vastausviesti. Kotiagentti lähettää sen mobiililaitteelle sisältäen:

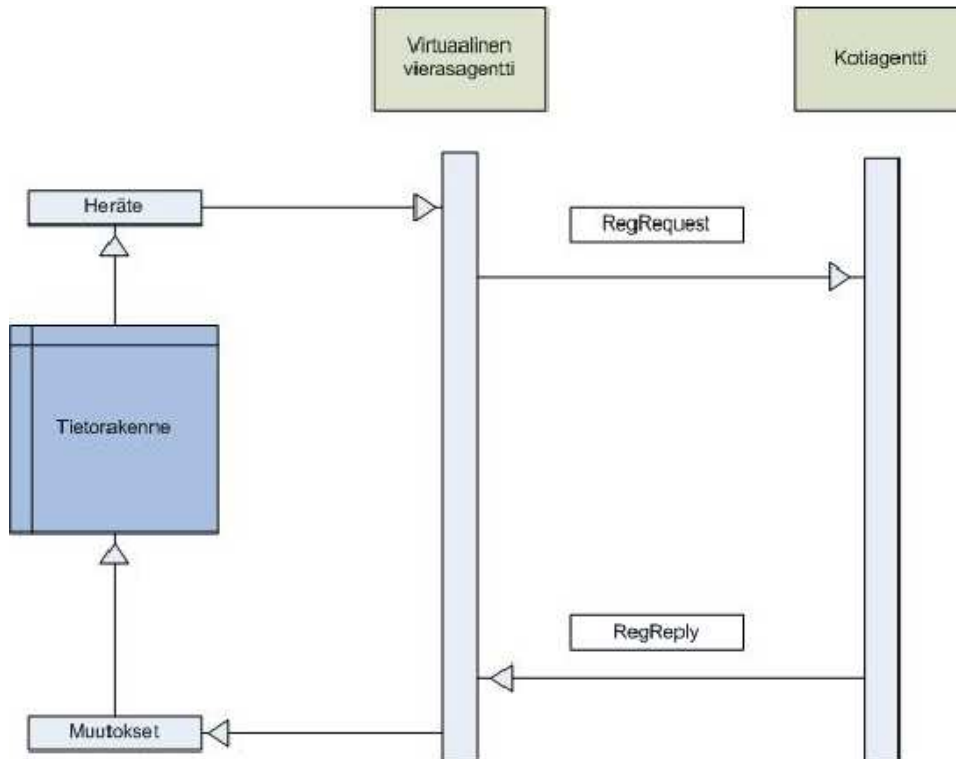
- kotiosoitteen 192.168.0.25 ja
- kotiagentin osoitteen 192.168.0.1.

Virtuaalinen vierasagentti generoi myös poistumispyyntöjä mobiililaitteille herätteen ja tietorakenteessa olevien ryhmien tilojen mukaan. Poistumispyyntö (Deregister) on RegRequest-viesti, jonka elinaika on asetettu nolaksi.

Deregister on virtuaalisen vierasagentin luoma rekisteröintipyyntö sisältäen:

- kotiagentin osoitteen 192.168.0.1,
- kotiosoitteen 192.168.33.21
- kohdeportin 434 ja
- elinajan 0.

Virtuaalisen vierasagentin toiminta esitellään kuvassa 10.2.



Kuva 10.2: Virtuaalisen vierasagentin toiminta.

10.3 Tietorakenne ja sen käsittely

Tietue kuvaa yhtä virtuaalista mobiililaitetta. Tietueet tallennetaan listaan, joilloin lista kuvaa virtuaalisten mobiililaitteiden joukkoa. Tietorakenne esitetään seuraavassa.

- Kotiosoite

- NAI
- Kotiagentin IP-osoite
- Ryhmä. Joukko, mihin laite kuuluu. Ryhmän avulla hallitaan virtuaalisien mobiililaitteiden käyttäytymistä.
- Tilapäisosoite
- Tila (liity/poistu). Kertoo laitteen tilan. Laite liittyy verkkoon tai poistuu verkosta. Liity on 0 ja poistu on 1.
- MAC-osoite

Tietorakennetta hallitaan joko asetustiedosta tai parametrien avulla. Käyttäjä voi syöttää asetustiedostoon jokaiselle virtuaaliselle mobiililaitteelle seuraavat tiedot: kotiosoite, NAI, kotiagentin IP-osoite, ryhmä ja tilapäisosoite (ei pakollinen). Ohjelma generoi automaattisesti tilan ja MAC-osoitteen kullekin laitteelle. Tilaksi generoidaan aina aluksi `liity`. Asetustiedosto voisi olla seuraavan näköinen. Rivit listaan lisätään tagien `Lista_alkaa` ja `Lista_loppuu` väliin.

`Lista_alkaa`

`Kotiosoite, NAI, Kotiagentin IP-osoite, Ryhmä, Tilapäisosoite`

`192.168.0.1, dynamo1@jyu.fi, 192.168.0.10, 1, 192.154.0.1`

`192.168.0.2, dynamo2@jyu.fi, 192.168.0.10, 3, 192.154.0.2`

`192.168.0.3, dynamo3@jyu.fi, 192.168.0.10, 1, 192.154.0.3`

`Lista_loppuu`

Virtuaalisen vierasagentin toimintaan tarvitaan seuraavia toimintoja ja aliohjelmiä.

Toiminnot:

`Heräte` on virtuaalisessa vierasagentissa oleva toiminto, joka tapahtuu aina ajastimen lyödessä:
- Virtuaalinen vierasagentti käy läpi tietorakennetta ja tekee `RegRequest`-viestin valitulle ryhmälle.

Muutokset on virtuaalisessa vierasagentissa oleva toiminto, ajatoin löy:
- Virtuaalinen vierasagentti käy läpi listan ja tekee tilan mukaiset toiminnot valitulle joukolle.

Aliohjelmat:

Etsi_agentti Etsii virtuaalisen mobiililaitteen listalta.

Poista_agentti Poistaa virtuaalisen mobiililaitteen listalta.

Lisää_agentti Lisää virtuaalisen mobiililaitteen listaan.

Muuta_tila Muuttaa virtuaalisen mobiililaitteen tilaa (liity/poistu).

Generoi Generoi tietorakenteeseen MAC-osoitteen ja tilan.

Tee_lista Tekee tyhjän listan halutun kokoisena. Listaan tallennetaan virtuaallisia mobiililaitteita.

Tee_lista_kaikista Muodostaa listan ja tietorakenteet käyttäjän syöttämistä parametreista. Kutsuu aliohjelmiä: Tee_lista, Genetoi, Lisää_agentti.

Muutokset Käy läpi listan. Etsii toimintoa vastaavat tietueet. Lähettää toimintoa vastaavan viestin verkkoon ja muuttaa virtuaalisen mobiililaitteen tilan.

Heräte Ajastin, joka kutsuu muutokset-aliohjelmaa tietyn väliajoin.

11 Virtuaalisen vierasagentin käyttötapaukset

11.1 Ryhmämuuttuja

Ensimmäisessä käyttötapauksessa kaikki virtuaaliset laitteet saavat oman ryhmänumeron esimerkiksi väliltä 0–9. Samaan ryhmään voi kuulua useampia laitteita, ja osa ryhmistä voi olla tyhjiä. Kaikkien laitteiden tilaksi alustetaan käynnistyksen yhteydessä *liity*.

Ohjelman käynnistyessä ryhmämuuttuja saa arvon 0. Taustalla pyörii jatkuvasti ajastin, jonka lyödessä ryhmämuuttujaa kasvatetaan yhdellä. Tämän muutoksen jälkeen kaikki ryhmämuuttujaa vastaavaan ryhmään kuuluvat laitteet lähettävät verkkoon oman tilan määräämän pyynnön. Jos tila on *liity*, lähetetään verkkoon liittymispyyntö, jos *poistu* lähetetään poistumispyyntö. Samalla kaikkien kyseiseen ryhmään kuuluvien laitteiden tila muutetaan päinvastaiseksi.

Ajastimen saavutettua viimeinen ryhmänumero (tässä tapauksessa 9), alkaa seuraava kierros taas nollostasta.

11.2 Satunnainen

Toinen käyttötapaus on hyvin samankaltainen kuin ensimmäinen, mutta nyt ryhmien pyynnöt tapahtuvat satunnaisessa järjestyksessä.

Myös toisessa käyttötapauksessa kaikki virtuaaliset mobiililaitteet saavat oman ryhmänumeron esimerkiksi väliltä 0–9. Samaan ryhmään voi kuulua useampia laitteita, ja osa ryhmistä voi olla tyhjiä. Kaikkien laitteiden tilaksi alustetaan käynnistyksen yhteydessä *liity*.

Ohjelman käynnistyessä ryhmämuuttujalle generoidaan satunnaisluku ryhmänumeroiden määräämältä väliltä (tässä tapauksessa 0–9). Taustalla pyörii jatkuvasti ajastin, jonka lyödessä ryhmämuuttujalle generoidaan uusi satunnaisluku. Tämän muutoksen jälkeen kaikki ryhmämuuttujaa vastaavaan ryhmään kuuluvat laitteet lähettävät verkkoon oman tilan määräämän pyynnön. Jos tila on *liity*, lähetetään verkkoon liittymispyyntö, jos *poistu* lähetetään poistumispyyntö. Samalla kaikkien kyseiseen ryhmään kuuluvien laitteiden tila muutetaan päinvastaiseksi.

11.3 Parametrit

Kolmannessa käyttötapauksessa testataan yhden kotiagentin suorituskykyä. Ohjelmalle annetaan käynnistyksen yhteydessä kolme parametria: verkkoon liittyvien laitteiden lukumäärä, tapahtumien välinen aika sekä kotiagentin osoite.

- Laitteiden määrä. Kertoo kuinka monta virtuaalista mobiililaitetta generoidaan.
- Aikaväli sekunneissa. Kertoo, milloin virtuaalinen mobiililaitte tekee liittymis- tai poistumistoiminnon.
- Kotiagentin IP-osoite.

Esimerkiksi käyttö voisi näyttää seuraavalta: `dynfad -100 -3 -192.168.2.1`, missä 100 on virtuaalisien agenttien lukumäärä, 3 on aikaväli ja 192.168.2.1 on kotiagentin IP-osoite.

12 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", University of Jyväskylä, November 2007.
- [8] Häätinen T., Pyykkönen A. ja Purojärvi J. "Dynamo-projekti, Sovellusraportti, University of Jyväskylä, November 2007.