

Määrittelydokumentti

Linux Traffic Control-käyttöliittymä – Ryhmä paketti2

Helsinki 7.10.2004

Ohjelmistotuotantoprojekti

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kurssi

581260 Ohjelmistotuotantoprojekti (6 ov)

Projektiryhmä

Fabian Fagerholm
Janne Johansson
Markku Manner
Niko Mikkilä

Asiakas

Jukka Manner

Johtoryhmä

Juha Taina
Marianne Korpela

Kotisivu

<http://www.cs.helsinki.fi/group/paketti2>

Versiohistoria

Versio	Päiväys	Tehdyt muutokset
1.0	06.10.2004	Ensimmäinen versio

Sisältö

1	Johdanto	1
1.1	Dokumentin tarkoitus	1
1.2	Dokumentin rakenne	1
2	Yleiskuvaus	1
2.1	Käyttäjä	2
2.2	Suoritusympäristö	3
2.2.1	Hallintajärjestelmä	3
2.2.2	Kohdejärjestelmä	3
2.3	Yhteydet	4
2.4	Vastaavat järjestelmät	4
3	Toimintokuvaus	5
3.1	Käyttöliittymän toiminnot	5
3.2	Kontrollikomponentin toiminnot	8
3.3	Ohjelmiston tukemat jonomallit	9
3.4	Ohjelmiston tukemat suodattimet	10
3.5	Tietoliikenneprotokollan toiminnot	10
3.6	Käyttötapaukset	10
4	Tietoliikenne	12
5	Muut vaatimukset	14
5.1	Käyttöliittymäkomponentissa havaittujen ongelmien korjaaminen	14
5.2	Kontrollikomponentissa havaittujen ongelmien korjaaminen	15
5.3	Suorituskyky	15
5.4	Käytettävyys	15
5.5	Tietoturva	15
5.6	Ylläpidettävyys	16
6	Testaus	16
6.1	Yksikkötestaus	16
6.2	Integraatiotestaus	16

	ii
6.3 Validointitestaus	16
Lähteet	17

1 Johdanto

Paketti2-projekti kuuluu Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen Ohjelmistotuotantoprojekti-kurssiin. Kyseessä on jatkoprojekti syksyn 2003 Ohjelmistotuotantoprojekti-kurssiin-kurssin Paketti-ryhmän työlle. Projektin tavoitteena on tuottaa ohjelmisto Linux-ytimen kaistanhallinta-asetusten hallinointiin graafisessa muodossa. Järjestelmä tulee Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen tutkimusryhmien käyttöön. Yliopisto julkaisee ohjelmiston GNU General Public License- [FSF91] tai GNU Lesser General Public License-lisenssin [FSF99] alaisuudessa.

1.1 Dokumentin tarkoitus

Määrittelydokumentti kiinnittää ohjelmiston jatkokehitykselle asetettavat vaatimukset. Se laaditaan yhteistyössä projektiryhmän ja asiakkaan välillä ja toimii sopimuksena tuotettavan ohjelmiston toiminnoista ja tietosisällöistä. Dokumentti palvelee sekä projektiryhmää että asiakasta varmistamalla, että ohjelmiston toiminnot vastaavat asiakkaan vaatimuksia ja ovat projektiryhmän toteutettavissa. Vaatimusten lisäksi dokumentissa kuvataan suunnittelun pääpiirteitä siinä määrin kuin ne ovat jo etukäteen tiedossa.

Projektiryhmä ja asiakas käyvät dokumentin sisällön yksityiskohtaisesti läpi kokouksessa 4.10.2004. Tällöin asiakas esittää ryhmälle dokumenttiin tehtävät muutokset. Kun projektiryhmä on toteuttanut muutokset, toimitetaan asiakkaalle korjattu versio hyväksymistä varten. Asiakkaan hyväksyessä korjatun version dokumentti jäädytetään, minkä jälkeen asiakkaalla ei ole oikeutta muuttaa ohjelmiston vaatimuksia. Mikäli dokumenttia joudutaan jäädytyksen jälkeen muuttamaan, eritellään muutokset suunnitteludokumenttiin.

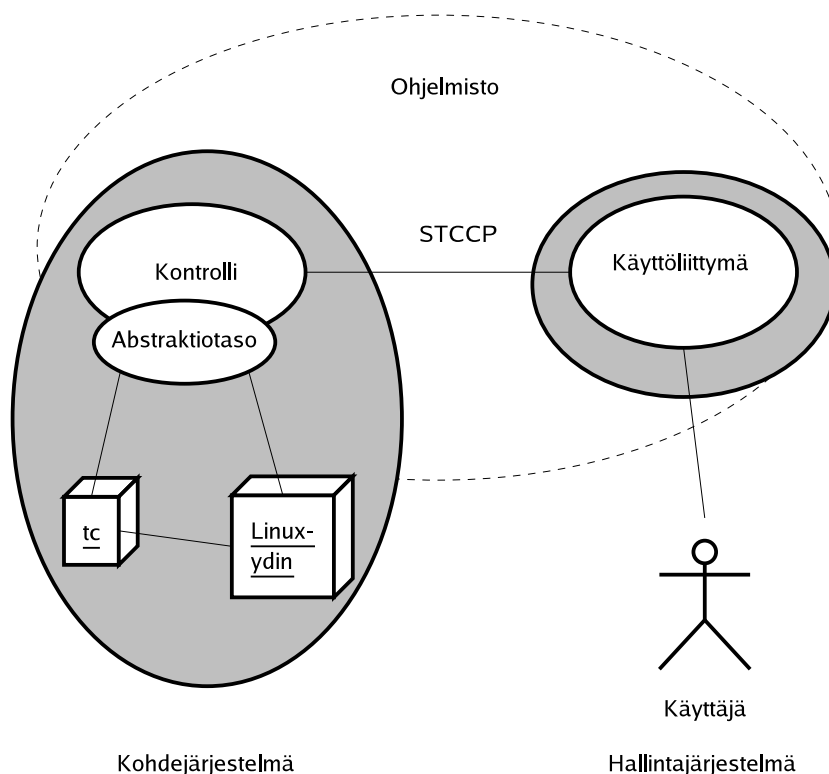
Dokumentti perustuu syksyn 2003 ohjelmistotuotantoprojektiryhmän Paketti määrittelyyn ja suunnitteluun. Tässä dokumentissa kuvataan ohjelmiston jatkokehityksen kannalta oleelliset asiat. Tarkat yksityiskohdat ohjelmiston nykytilasta löytyvät Paketti-ryhmän määrittely- ja suunnitteludokumenteista ([Pr03a], [Pr03b]).

1.2 Dokumentin rakenne

Luku 2 kuvaa tuotettavan ohjelmiston yleisen rakenteen, käyttäjät, suoritusympäristön sekä ulkoiset yhteydet. Luku 3 esittää ohjelmiston keskeiset toiminnot ja niiden potentiaaliset käyttötapaukset prioriteettijärjestyksessä. Luku 4 kuvaa ohjelmiston tietoliikennetoiminnot. Luku 5 käsittää ohjelmiston muut ominaisuudet, ja viimeinen luku 6 ohjelmiston testauksen ja validoinnin.

2 Yleiskuvaus

Ohjelmiston toiminnallisuus on hajautettu kahteen pääkomponenttiin. Kontrollikomponentti tarjoaa XML-rajapinnan Linux-ytimen kaistanhallinta-asetuksiin. Käyttöliittymä-



Kuva 1: Ohjelmiston yleisrakenne.

komponentti kytkeytyy tähän rajapintaan, ja mahdollistaa kohdejärjestelmän kaistanhallinta-asetuksien käsittelyn graafisessa muodossa.

Pääkomponentit liikennöivät keskenään Paketti-ryhmän suunnitteleamalla sovellustason protokollalla Simple Traffic Control Configuration Protocol (STCCP). Kaistanhallinta-asetukset siirtyvät XML-muotoisena komponenttien välillä.

Kuvassa 1 on ohjelmiston yleisrakenne. Ohjelmiston kontrollikomponentti on kohdejärjestelmässä, jonka kaistanhallinta-asetuksia käyttäjä muokkaa hallintajärjestelmällä. Kontrollikomponentti koostuu pääkomponentista ja abstraktiotasosta, joka kytkee pääkomponentin tc-komentoon ja Linux-ytimen rajapintaan. Abstraktiotason tarkoitus on eristää kontrollikomponentin eri osat niin, että alla olevat kohdejärjestelmän rajapintojen mahdolliset muutokset eivät aiheuttaisi liian suurta muutostyötä ohjelmistossa. Abstraktiotaso mahdollistaa myös vaiheittaisen siirtymisen pois tc-komennon käytöstä Linux-ytimen rajapintojen suoraan käyttöön.

2.1 Käyttäjä

Ohjelmiston käyttäjä on Linux-järjestelmän ylläpitäjä, jonka tarvitsee muokata kaistanhallinnan asetuksia. Käyttöliittymää voi käyttää kuka tahansa käyttäjä jolla on oikeus suorittaa ohjelmia hallintajärjestelmässä. Kontrollikomponentin käyttöön tarvitaan kohdejär-

jestelmän pääkäyttäjän käyttöoikeus, mikäli järjestelmän kaistanhallinta-asetuksia halutaan muokata. Tämä johtuu rajoituksista Linux-ytimen rajapintojen käyttöoikeuksissa. Kontrollikomponenttia voidaan myös käyttää muun käyttäjän oikeuksilla, jolloin komponentin asetusten muunnostoiminnot ovat käytettävissä ilman asetusten käyttöönotto-mahdollisuutta.

2.2 Suoritusympäristö

Ohjelmisto toteutetaan Linux-ytimelle 2.6, mutta niin että se soveltuu Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen CSL 2 Linux-ympäristöön [Kal03].

2.2.1 Hallintajärjestelmä

Hallintajärjestelmä suorittaa ohjelmiston käyttöliittymäkomponenttia, joka toteutetaan Java-kielillä. Ohjelmiston toiminta varmistetaan ympäristössä, joka täyttää seuraavat edellytykset:

Java 2 Runtime Environment 1.4.2 käyttöliittymäkomponentin suorittamiseen. Java 2 Standard Edition SDK 1.4.2 tarvitaan komponentin kääntämiseen lähdekoodeista. Käyttöliittymä saattaa toimia tätä vanhemmilla JRE:n versioilla tai muissa Java-ympäristöissä, mutta yhteensopivuutta ei taata.

Toimiva TCP/IP-yhteys kohdejärjestelmään tarvitaan mikäli käyttäjä haluaa muokata muun kuin paikallisen järjestelmän asetuksia.

Ohjelmiston kanssa toimitetaan lisenssiyhteensopiva XML-parseri.

2.2.2 Kohdejärjestelmä

Kohdejärjestelmä suorittaa ohjelmiston kontrollikomponenttia, joka toteutetaan C-kielillä. Ohjelma toteutetaan ja sen toiminta varmistetaan ympäristössä, jossa on seuraavat komponentit ja ohjelmistot:

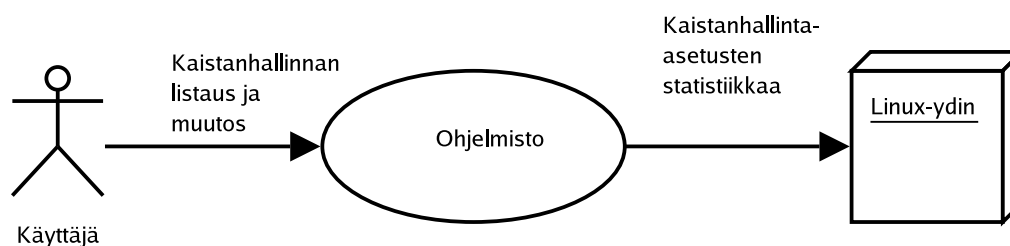
Linux-ydin 2.6 – ytimeen on käännetty tuki tarvittaville kaistanhallinta-ominaisuuksille.

gcc 3.3.3 tai uudempi versio tarvitaan komponentin kääntämiseen.

glibc 2.3.1 tarvitaan komponentin kääntämiseen ja suorittamiseen.

libxml- ja libxslt -kirjastot tarvitaan komponentin kääntämiseen lähdekoodeista.

xinetd 2.3.11 -palvelua komponentti käyttää tietoliikenteeseen. Myös inetd-palvelun käyttäminen on mahdollista.



Kuva 2: Ohjelmiston ulkoiset yhteydet.

2.3 Yhteydet

Käyttäjän lisäksi ohjelmistoon ei ole muita suunniteltuja käyttösidoksia. Ohjelmiston käyttöyhteydet on esitetty kuvassa 2. Käyttäjän ohjelmistolle tekemät palvelupyynnöt ovat kaistanhallinta-asetusten ja -tilastojen listaus, asetusten muokkaaminen, sekä asetusten käyttöönotto ja poistaminen. Ohjelmiston pyynnöt Linux-ytimen kaistanhallinnalle ovat kaistanhallinta-asetusten ja статистиikkojen listaus, asetusten poisto sekä uusien asetusten asettaminen.

2.4 Vastaavat järjestelmät

Stef Coene on ohjelmoinut useita komentotiedostoja ja työkaluja kaistanhallinta-asetusten visualisointiin ja muokkaukseen [Coe01].

QoS configurator -niminen WWW-pohjainen käyttöliittymä kaistanhallinta-asetusten tekoon.

Tcgraph ja Bar Java-sovelmat статистиikan tulostamiseen.

monitor.pl-komentotiedosto käytetyn kaistan ilmaisuun.

show.pl-komentotiedosto tuottaa graafin kaistanhallinta-asetuksista.

Zoot-nimimerkillä esiintyvän henkilön tekemä CBQ-based Traffic Control GUI [Zoo03] keskittyy CBQ-jononmallin käyttöön kaistanhallinta-asetuksissa. Käyttöliittymä on ohjelmoitu käyttäen GTK-kirjastoja.

Yllä mainitut ohjelmistot eivät sovellu Paketti-projektin Paketti2-ryhmän käyttöön laajenusmielessä, sillä ne on joko ohjelmoitu sellaisilla ohjelmointikielillä, joita tässä projektissa ei käytetä, tai ne ovat pohjimmiltaan liian rajoittuneita haluttuun yleiskäyttöisyyteen.

Koska kyseessä on jatko projekti, kynnys ohjelmiston kirjoittamiseen kokonaan uudestaan on korkea, ja muutosten tekeminen toiseen olemassa olevaan ohjelmistoon vaatisi asiakkaalta perehtymistä siihen. Asiakas on jo perehtynyt Paketti-ryhmän ohjelmistoon, joten tämä etu menetettäisiin mikäli kehitystyötä jatkettaisiin jonkin toisen ohjelmiston pohjalta.

Linuxin kaistanhallinnan ongelmia, erityisesti käyttäjäystävällisyyttä on yritetty ratkaista myös matalammalla tasolla. Werner Almesbergerin projekti Traffic Control Next Generation (tcng) [Alm01] täydentää tc-työkalua kehittyneemmällä konfigurointikielellä ja modulaarisella arkkitehtuurilla. Tcng:n tcc-ohjelmaan olisi mahdollista liittää XML-syötettä tulkitseva komponentti, jolloin sille voitaisiin syöttää suoraan kontrollikomponentin vastaanottamat kaistanhallinta-asetukset. Tästä saattaisi olla apua tuleville Linuxin kaistanhallintaohjelmille, mutta tämän projektin puitteissa kehitystyö vaatisi liikaa resursseja, koska toteutuksessa olisi perehdyttävä muun kaistanhallinnan ja tc:n lisäksi myös tcng:n rakenteeseen.

Tcng-projektiin kuuluu myös tcsim-työkalu, jolla kaistanhallinta-asetuksia voidaan mitata tuottamalla keinotekoista verkkoliikennettä häiritsemättä todellisia yhteyksiä. Tcsim-työkalun avulla kaistanhallinnan toiminnasta voidaan kerätä tilastoja tai sitä voidaan visualisoida esimerkiksi kuvaajilla. Tcsim mahdollistaa kaistanhallinta-asetusten testauksen ennen käyttöönottoa, mikä olisi hyödyllinen ominaisuus myös graafisessa kaistanhallinnan käyttöliittymässä. Toteutusprioriteetti on kuitenkin alhainen, koska asiakas ei ole esittänyt toiveita asetusten testaustoiminnon sisällyttämiseksi ohjelmistoon.

3 Toimintokuvaus

Paketti2-ryhmän ensisijaisena tavoitteena on jatkokehittää Paketti-ryhmän syksyllä 2003 määrittelemää kaistanhallintaohjelmistoa. Paketti-ryhmän toteuttama ohjelmisto sisältää osan vaadituista ominaisuuksista ja etenkin käyttöliittymäkomponentti on suoraan laajennettavissa määrittelyn mukaiseksi.

Tässä kappaleessa lueteltavista toiminnallisista vaatimuksista kuvataan erikseen ne osuudet, jotka nykyisestä ohjelmistosta puuttuvat tai joiden toteutusta on muutettava. Vaatimukset perustuvat Paketti-ryhmän määrittely- ja ylläpidodokumentteihin sekä asiakkaan esittämiin toiveisiin.

3.1 Käyttöliittymän toiminnot

Paketti-ryhmä on määritellyt taulukossa 1 esitetyt käyttöliittymän vaatimukset. Taulukon sarake pr tarkoittaa suunnittelun ja toteutuksen prioriteettia asteikolla 1-3. Paketti-ryhmän tarkoituksena oli toteuttaa kaikki prioriteetin 1 toiminnot. KL1-3:n osalta nykyinen käyttöliittymä auttaa kaistanhallinta-asetusten jonomallien ja suotimien sijoittelussa, mutta ei niinkään attribuuttien arvojen asettamisessa. Tc-työkalun syntaksin tunteminen on siis tässä käyttöliittymässä edelleen välttämätöntä ja KL1-3:n toteutus on vain osittainen. KL7-8:n kaistanhallinta-asetusten haku ei toimi kaikkien attribuuttien osalta tc:n rajoitusten vuoksi. Jotkin attribuutit palautetaan eri muodossa kuin missä ne on syötetty.

Taulukossa 2 kuvataan nykyisiin toimintoihin tehtävät muutokset ja uudet ominaisuudet. Kaikki prioriteetin 1 toiminnot on tarkoitus toteuttaa. Prioriteetin 2 toimintoja toteutetaan aikataulun salliessa ja prioriteetin 3 toiminnot jäävät todennäköisesti toteuttamatta.

koodi	kuvaus	pr	toteutus
KL1-3	Kaistanhallinta-asetusten esitys, luominen ja muokkaus graafi sessa muodossa.	1	osittain
KL4	Kaistanhallinta-asetusten esittäminen tc-komentoina.	1	kyllä
KL5	STCCP-protokollan toteuttaminen.	1	kyllä
KL6	Kohdejärjestelmän kontrollikomponenttiin kytkeytyminen TCP/IP-yhteydellä.	1	kyllä
KL7-8	Kohdejärjestelmän kaistanhallinta-asetusten haku ja asettaminen.	1	osittain
KL9	Kohdejärjestelmän kaistanhallinnan tilastotietojen tarkastelu tekstimuodossa.	1	kyllä
KL10	Alustustietojen lukeminen tiedostosta.	2	ei
KL11	Käyttäjän ohjeistus asetusten määrittelyssä.	2	ei
KL12	Virheellisten kaistanhallinta-asetusten luonnin estäminen.	2	ei
KL13-16	Kaistanhallinta-asetusten tallennus ja lataus paikalliseen tiedostoon XML- ja tc-muodoissa.	2	kyllä
KL17	Kohdejärjestelmän kaistanhallinnan tilastotietojen tallennus paikalliseen tiedostoon tekstimuodossa.	2	kyllä
KL18	Tuki kieliversioille.	2	ei
KL19	Käytettävissä useampi kuin yksi kieliversio.	3	ei
KL20	Kohdejärjestelmän kaistanhallinnan tilastotietojen tarkastelu graafi sessa muodossa.	3	ei
KL21	Tilastotietojen graafi sen esitysmuodon tulostus.	3	ei
KL22	Kirjanpito aiemmin avatuista hallintayhteyksistä.	3	ei
KL23	Kirjanpito viimeksi käsitellyistä tiedostoista.	3	ei
KL24	Valmiita esimerkkejä kaistanhallinta-asetuksista.	3	ei

Taulukko 1: Paketti-ryhmän suunnitelma käyttöliittymäkomponentin ominaisuuksille.

Huomattavimpia nykyisen käyttöliittymän puutteita ovat attribuuttien arvojen asetuksessa käytettävä tc-syntaksi (KL1, KL2), ohjeistuksen puute (KL1) ja virheellisen syötteen salliminen (KL6). Tc on tunnettava erityisesti U32-suodinta asetettaessa (KL2), koska suodimen attribuutit ovat monimutkaisia ja ne annetaan suoraan tc-syntaksilla. Tätä voidaan helpottaa graafisella käyttöliittymällä esimerkiksi hajottamalla attribuutit hallittaviin osiin ja tarjoamalla lista kaikista vaihtoehdoista kuhunkin kohtaan. Esimerkiksi suodattaminen sovellustason protokollan mukaan voitaisiin asettaa valitsemalla haluttu protokolla listasta tai vaihtoehtoisesti syöttämällä vastaavassa TCP/IP-paketin otsikkokentässä esiintyvä koodi.

Nykyinen käyttöliittymäkomponentti muodostaa tietoliikenneyhteyden ennen graafisen käyttöliittymän avaamista. Tämä estää asetusten tekemisen ja tallentamisen tiedostoon ilman toimivaa yhteyttä. Ongelma korjataan toteuttamalla toiminto, jolla käyttäjä avaa yhteyden vasta tarvittaessa (KL3).

Toiminnot KL4 ja KL5 voidaan toteuttaa joko suoraan käyttöliittymän sisällä tai ulkoisella työkalulla, joka muuntaa kaistanhallinta-asetustiedostoja XML-muodon ja tc-muodon välillä. Ulkoisen työkalun kutsuminen on kuitenkin mahdollistettava suoraan käyttöliittymän toiminnolla.

koodi	vanha koodi	kuvaus	pr
KL1	KL1-3 KL11	Käyttöliittymästä on tehtävä helppokäyttöinen lisäämällä ohjeistusta ja antamalla asetuksiin valmiita vaihtoehtoja. Asetukset on pystyttävä tekemään ilman tc-työkalun tuntemista.	1
KL2		U32-suotimen ja muiden monipuolista syntaksia käyttävien komponenttien asetusten tekeminen graafisesti.	1
KL3		Tietoliikenneyhteyden avaus käyttöliittymän sisällä. Lisäksi mahdollisuus antaa kohdejärjestelmän osoite myös komentokehoteparametrina. Käyttöliittymän tulee toimia kaistanhallinta-asetusten editorina myös ilman yhteyttä kohdejärjestelmään.	1
KL4	KL4	Asetusten esittäminen tc-komentoina on toteutettu nykyisessä versiossa kontrollikomponentin avulla. Tc-komentojen tuottaminen siirretään käyttöliittymäkomponenttiin tiedonsiirron selkeyttämiseksi ja kontrollikomponenttiin tehtävien muutosten vuoksi.	1
KL5	KL13-16	Asetusten tallennus ja lataus XML ja tc-muodoissa toimii nykyisessä versiossa, mutta KL4:n tavoin toiminto toteutetaan käyttöliittymän puolella ilman yhteyttä kontrollikomponenttiin.	1
KL6	KL12	Virheellisen syötteen antaminen on mahdollista nykyisessä versiossa. Käyttöliittymän on huomautettava yksittäisistä virheellisistä attribuuttien arvoista jo syöttövaiheessa. Kontrollikomponentin virheilmoitukset on esitettävä mahdollisimman ymmärrettävässä muodossa.	1
KL7	KL10	Alustustietojen tallentaminen ja lukeminen paikallisesta tiedostosta.	2
KL8	KL18-19	Tuki kieliversioille. Tuki sekä englannin että suomen kielelle.	2
KL9	KL20-21	Tilastotietojen tarkastelu graafisessa muodossa. Graafi sen esityksen tulostus tai tallentaminen tiedostoon. Tilastojen nollaus.	2
KL10	KL22-23	Historialista yhteyksistä ja käsitellyistä tiedostoista (esimerkiksi System-valikkoon).	3
KL11		Kaistanhallinta-asetusten testaus: liikenteen generoinnin asettaminen ja tilastotietojen graafinen esitys. Kontrollikomponentti hoitaa simuloinnin.	3
KL12	KL24	Valmiita esimerkkejä kaistanhallinta-asetuksista. Käyttäjän opastus alkuun (wizard).	3
KL13		Käyttöliittymän toteuttaminen vaihtoehtoisella tekniikalla (Web, GTK+) tai integrointi olemassa olevaan hallintajärjestelmään (Webmin).	3
KL14		Kontrollikomponentin tukemien verkkoasetusten muokkaaminen.	3

Taulukko 2: Käyttöliittymäkomponentin uudet ominaisuudet.

3.2 Kontrollikomponentin toiminnot

Paketti-ryhmä on määritelty taulukossa 3 esitetyt toiminnot. Osa toiminnoista on toteutettu vain osittain tai ei ollenkaan. KK6 on toteutettu, mutta kaikkien attribuuttien arvoja ei saada tc:n rajoitusten vuoksi ja joidenkin attribuuttien arvot saadaan tc:ltä eri muodossa kuin missä ne on syötetty. Katso O8 ja O9 luvussa Muut vaatimukset.

koodi	kuvaus	pr	toteutus
KK1	STCCP-protokollan toteuttaminen	1	kyllä
KK2	Kaistanhallinta-asetusten XML-muodon muuntaminen tc-komennoiksi.	1	kyllä
KK3	Tc-komentojen suoritus	1	kyllä
KK4	Kaistanhallinta-asetusten lähettäminen käyttöliittymälle. XML-muodossa	1	kyllä
KK5	Kaistanhallinta-asetusten lähettäminen käyttöliittymälle tc-komentotiedostomuodossa.	1	kyllä
KK6	Tc-työkalun kaistanhallinta-asetusten tulosteiden tulkitseminen ja muuntaminen XML-muotoon.	1	osittain
KK7	Kaistanhallinta-asetusten tulosteiden nouto tc-työkalulla.	1	kyllä
KK8	Tc-komentojen muuntaminen XML-muotoon.	1	kyllä
KK9	Lokitietojen tulostaminen syslog-palveluun.	1	ei
KK10	Alustustietojen lukeminen tiedostosta.	2	ei
KK11	Yhtäaikaisten hallintayhteyksien poissulkeminen.	3	ei

Taulukko 3: Kontrollikomponentin nykyiset ominaisuudet.

Toiminnot muuttuvat jonkin verran ohjelmiston seuraavassa versiossa. Taulukossa 4 on kuvattu ohjelmiston ominaisuudet muutosten jälkeen. Suurimmat muutokset syntyvät tc-komennon käytön korvaamisesta Linuxin TC-rajapintakutsuilla. Rajapintakutsut toteutetaan joko niin, että käytetään suoraan Linuxin rajapintoja tai välillisesti kirjastorutiinien kautta. Joka tapauksessa rajapintakutsuja tekevät koodin osat pyritään eristämään niin, että ne ovat helposti vaihdettavissa tai päivitettävissä Linuxin rajapinnan muuttuessa. Tietoliikennettä muutetaan siten että tc-muotoista dataa ei siirretä kontrollikomponentin ja käyttöliittymän välillä lainkaan, vaan tiedonsiirto on mahdollisimman puhtaasti XML-muotoista.

koodi	vanha koodi	kuvaus	pr
KK1	KK3	Kaistanhallinta-asetusten XML-muodon muuntaminen Linuxin TC-rajapintakutsuiksi. Korvaa vanhan tc-komennon käytön.	1
KK2	KK11	Yhtäaikaisten hallintayhteyksien poissulkeminen. Ei toteutettu nykyisessä versiossa.	1
KK3	KK4	Kaistanhallinta-asetusten lähettäminen käyttöliittymälle XML-muodossa. Muutetaan XML-muodon DTD-kuvausta tukemaan lisättyjä jonomalleja ja suodattimia ja niiden attribuutteja.	1
KK4	KK10	Alustustietojen lukeminen tiedostosta.	1
KK5	KK9	Lokitietojen tulostaminen syslog-palveluun. Muutoksista johtuen toisenlaisia lokitietoja tulostetaan syslog-palveluun.	2
KK6		Kaistanhallinta-asetusten testaus tcsim-työkalun avulla. Parametrit määritetään käyttöliittymässä.	3
KK7		Verkkoasetusten muokkaaminen (ifconfi g, route).	3

Taulukko 4: Kontrollikomponentin uudet ominaisuudet.

3.3 Ohjelmiston tukemat jonomallit

Jonomallien ja suodattimien perusteita on käsitelty Paketti-ryhmän määrittelydokumentin liitteissä. Yksityiskohtaisempia tietoja antaa Linux Advanced Routing and Traffic Control HOWTO [Hub04].

Taulukossa 5 olevista jonomalleista mallit J1-J4 on toteutettu nykyisessä ohjelmistossa, mutta niissäkin attribuutit annetaan suoraan tc:n vaatimassa muodossa. Koska käyttöliittymästä tehdään helppokäyttöisempi ja toisaalta kontrollikomponentin tc-riippuvuudet muuttuvat, attribuuttien syöttö on toteutettava uudestaan. Tämä johtaa muutoksiin sekä kontrolli- että käyttöliittymäkomponentissa.

koodi	kuvaus	pr
J1	Hierarchical Token Bucket, HTB	1
J2	Packet limited fi fo, pfi fo	1
J3	Byte limited fi fo, bfi fo	1
J4	Random Early Detect, RED	1
J5	Token Bucket Filter, TBF	1
J6	Priority, PRIO	2
J7	Class Based Queuing, CBQ	2
J8	Stochastic Fairness Queueing, SFQ	3
J9	Differentiated Service, DSMARK	3
J10	Weighted Fair Queuing, WFQ	3

Taulukko 5: Ohjelmiston tukemat jonomallit.

3.4 Ohjelmiston tukemat suodattimet

Suodattimista vain u32, taulukon 6 vaatimus S1, on toteutettu nykyisessä ohjelmistossa. Sen attribuuttien syöttämistä on kuitenkin muutettava samalla tavalla kuin jonomallien koostamista: attribuutit ja mahdolliset syötteet on esitettävä käyttöliittymässä havainnollisesti. Prioriteetit säilyvät ennallaan.

koodi	kuvaus	pr
S1	u32	1
S2	fw	2
S3	route	2
S4	tcindex	2

Taulukko 6: Ohjelmiston tukemat suodattimet.

3.5 Tietoliikenneprotokollan toiminnot

Taulukon 7 toiminnot TL1 ja TL2 on jätetty pois alkuperäisestä toteutuksesta. Emme toteuta näitä ominaisuuksia seuraavassakaan versiossa. Vastaava toiminnallisuus eli etäkäyttäjän autentikointi ja tietoliikenteen suojaus ja tiivistäminen on toteutettavissa myös nykyisellä järjestelmällä. Käyttöliittymäkomponenttia ajavan koneen kontrollikomponenttia ohjaava tietoliikenne ohjataan SSH-yhteyden läpi kontrolloitavaan koneeseen, jonka palomuri estää suoran yhteydenoton kontrollikomponentin porttiin koneen ulkopuolelta. Menetelmän tarkka kuvaus sisällytetään käyttöohjeeseen (toiminto TL3).

koodi	kuvaus	pr
TL1	Viestien autentikointi digitaalisilla allekirjoituksilla	4
TL2	Tietoliikenneviestien tiivistäminen	4
TL3	Tietoliikenteen suojaaminen SSH-yhteyden avulla (SSH tunneling)	1

Taulukko 7: Tietoliikenneprotokollan toiminnot.

3.6 Käyttötapaukset

Seuraavassa on lueteltu ohjelmiston käyttötapaukset. Suoritettavan toiminnan yhteydessä on lueteltu käyttötapauksen kannalta oleellisimpien toimintojen koodit.

Käyttötapaus KT1: Kohdejärjestelmän kaistanhallinta-asetusten tarkastelu.

Tavoite: Tarkastella kohdejärjestelmän kaistanhallinta-asetuksia.

Toiminta: Käyttäjä käynnistää käyttöliittymän, joka ottaa yhteyden kohdejärjestelmään (KL3). Käyttöliittymä pyytää kontrollikomponentilta senhetkiset kaistanhallinta-asetukset (KK1, KK3). Tämän jälkeen asetukset ovat tarkasteltavissa sekä visuaalisessa muodossa (KL1).

Käyttötapaus KT2: Kohdejärjestelmän kaistanhallinnan tilastotietojen tarkastelu.

Tavoite: Kaistanhallinta-asetusten toimivuuden varmistaminen.

Toiminta: Käyttäjä painaa tilastotiedot näyttävää painiketta. Käyttöliittymä hakee tiedot kontrollikomponentilta (KK3).

Käyttötapaus KT3: Kaistanhallinta-asetusten käyttöönotto.

Tavoite: Kaistanhallinta-asetusten käyttöönotto.

Toiminta: Käyttäjä painaa asetukset käyttöön ottavaa painiketta. Kontrollikomponentti asettaa uudet asetukset voimaan (KK1).

Käyttötapaus KT4: Käyttäjän ulossulkeminen.

Tavoite: Estää kahta käyttäjää kirjautumasta järjestelmään tekemään ristiriitaisia asetuksia.

Toiminta: Käyttäjä käynnistää käyttöliittymän, joka ottaa yhteyden kohdejärjestelmään (KL3). Kontrollikomponentti tarkastaa onko järjestelmässä jo aktiivinen käyttäjä (KK2). Jos käyttäjä löytyy, kontrolli purkaa yhteyden ja palauttaa käyttäjälle virhe-ilmoituksen.

Käyttötapaus KT5: Tc-komentotiedostojen lukeminen tiedostosta ja esittäminen graafisessa muodossa.

Tavoite: Valmiiden tc-komentotiedostojen esitys ja muokkaus käyttöliittymässä.

Toiminta: Käyttäjä painaa tc-komentotiedoston avauspainiketta ja antaa syötteenä avattavan tiedoston (KL5).

Käyttötapaus KT6: Kaistanhallinta-asetusten tallentaminen tiedostoon tc-komentomuodossa.

Tavoite: Tarkastella kohdejärjestelmän kaistanhallinta-asetuksia tc-komentomuodossa.

Toiminta: Käyttäjä painaa tc-tallentamispainiketta. Käyttäjä määrittää tekstitiedoston, johon käyttöliittymä tallentaa tc-komennot (KL5).

Käyttötapaus KT7: XML-komentotiedostojen lukeminen tiedostosta ja esittäminen graafisessa muodossa.

Tavoite: Valmiiden XML-komentotiedostojen esitys ja muokkaus käyttöliittymässä.

Toiminta: Käyttäjä painaa XML-komentotiedoston avauspainiketta ja antaa syötteenä avattavan tiedoston (KL5).

Käyttötapaus KT8: Kaistanhallinta-asetusten tallentaminen tiedostoon XML-muodossa.

Tavoite: Käyttäjä haluaa tallentaa kaistanhallinta-asetukset XML-muodossa.

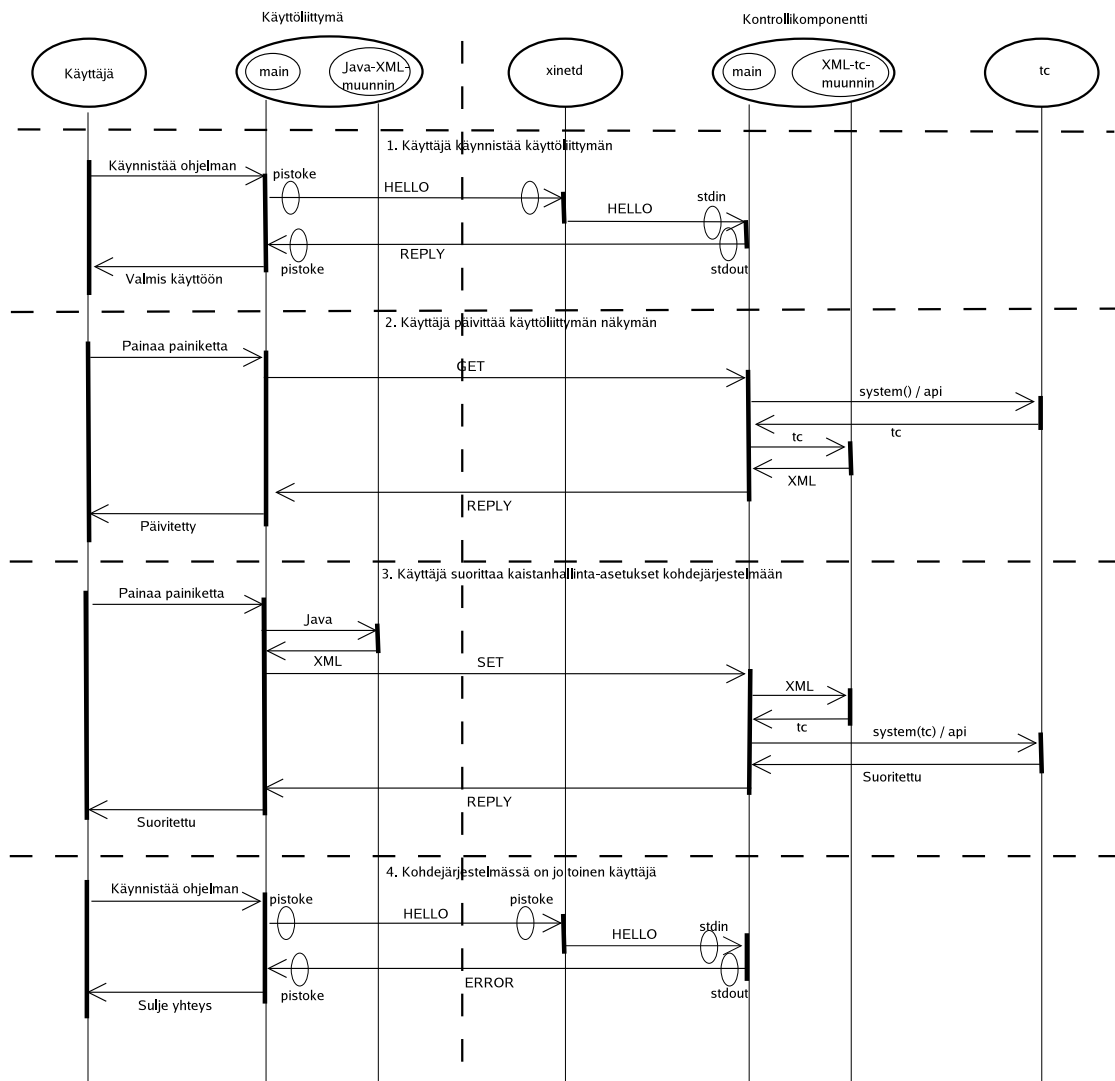
Toiminta: Käyttäjä painaa XML-tallentamispainiketta ja määrittää tiedoston, johon käyttöliittymä tallentaa kaistanhallinta-asetukset XML-muodossa. (KL5)

4 Tietoliikenne

Paketti-ryhmä määritteli, suunnitteli ja toteutti sovellustason protokollan ohjelmiston käyttöliittymän ja kontrollikomponentin väliseen TCP/IP-tietoliikenteeseen. Tämä Simple Traffic Control Configuration Protocol (STCCP) on määrä säilyttää nykyisessä muodossaan mahdollisimman vähin muutoksin. Protokollan tarkka kuvaus on luettavissa Paketti-ryhmän ylläpitodokumentista. Kuvassa 3 on esitetty ohjelmiston sisäinen tietoliikenne eri toiminnoilla.

Tietoliikenne aloitetaan käynnistämällä käyttöliittymäkomponentti ja kertomalla sille kohdejärjestelmän osoite ja käytettävä portti. Komponentti ottaa yhteyden kohdejärjestelmän xinetd tai inetd -palveluun joko käyttäjän määrittämään tai etukäteen kontrollikomponentille varattuun TCP/IP-porttiin. Jos portti on oikea, xinetd käynnistää kontrollikomponentin ja ohjaa porttiin saapuvan tietoliikenteen kontrollikomponentin standardisyytteeseen. Kontrollikomponentin tuloste lähetetään takaisin käyttöliittymälle. Lopuksi käyttöliittymä lähettää sulkemiskomennon, joka katkaisee yhteyden ja lopettaa kontrollikomponentin suorittamisen.

STCCP-protokollan välittämät viestit ovat joko teksti- tai XML-muotoisia. Esimerkiksi kaistanhallinta-asetukset siirretään Paketti-ryhmän suunnitteludokumentin [Pr03b] kuvaamassa muodossa.



Kuva 3: Ohjelmiston sisäinen tietoliikenne eri toiminnoilla.

5 Muut vaatimukset

Tässä luvussa käsitellään muita ohjelmistolta vaadittavia ominaisuuksia: suorituskykyä, käytettävyyttä, tietoturvaa sekä ylläpidettävyyttä. Lisäksi nykyisissä ohjelmistossa havaittujen ongelmien ja virheiden korjaaminen on korkeimman prioriteetin vaatimus. Vaatimuksista erityisesti XML-jäsentimen vaihtaminen on etusijalla uuden toiminnallisuuden lisäämiseen nähden.

5.1 Käyttöliittymäkomponentissa havaittujen ongelmien korjaaminen

Seuraavat Paketti-ryhmän ylläpidodokumentissa kuvatut käyttöliittymäkomponentin ongelmat on korjattava tai otettava huomioon uudessa toteutuksessa. Numerointi ei vastaa ylläpidodokumentissa käytettyjä koodeja.

O1. Xerces XML-jäsentimen ei ole GPL-yhteensopiva.

Paketti-ohjelman käyttöliittymäkomponentissa XML-jäsentimenä käytetty Xerces [XER04] on vaihdettava johonkin toiseen, lisenssiltään GPL:n kanssa yhteensopivaan jäsentimeen. Xercesin Apache-lisenssi asettaa Free Software Foundationin tulkinnan mukaan vaatimuksia, joita GPL ei salli [FSF04]. XML-jäsentimen on asennuksen helpottamiseksi paketoitava käyttöliittymäkoodin yhteyteen, jolloin GPL:n tai LGPL:n käyttö koko ohjelmiston lisenssinä estyy. Alustavasti arvioituna Xerces voidaan korvata Thermopylae [HP003] XML-jäsentimellä, mutta muitakin vaihtoehtoja on käytettävissä.

O2. NullPointerException painettaessa näppäintä käyttöliittymässä.

Esiintyy kun mikään attribuuttikenttä ei ota vastaan syötettä ja se ohjautuu JTree-komponentille. Nähtävästi JTree:n tietorakenteen toteutuksessa on puutteita.

O3. Isojen XML-tiedostojen lukeminen voi aiheuttaa Out of memory -virheen.

Xerces-jäsentimellä virhe saattaa esiintyä yli 10MB tiedostoilla. Käytännössä tämä ei ole suuri ongelma, koska Linux Traffic Control -järjestelmä ei todennäköisesti pysty käsittelemään näin laajoja kaistanhallinta-asetuksia. Ongelma kuitenkin muuttuu, koska XML-jäsentimen vaihdetaan. On tutkittava, kuinka suuria XML-tiedostoja uusi jäsentimen voi käsitellä JVM:n perusasetuksilla ja tarvittaessa joko kasvatettava pinomuistin kokoa tai estetävä käyttäjää avaamasta ja tallentamasta liian suuria tiedostoja.

O4. Tc-skriptien tuonnissa ei huomioida XML-koodin varattuja merkkejä.

O5. Jonomallien ja suotimien nimitykset eivät ole kaikkialla yhtenäiset.

Tätä korjattaessa on huomioitava myös vaatimukset käyttöliittymän selkeyden ja sisäänrakennetun ohjeistuksen parantamisesta.

O6. Attribuuttikenttien pituus on rajoitettu 30 merkkiin.

Pituutta on kasvatettava, mutta myös tarvetta pitkille syötemerkkijonoille on vähennettävä jakamalla attribuuttien esittäminen ja muokkaaminen useaan osaan.

5.2 Kontrollikomponentissa havaittujen ongelmien korjaaminen

Lisätietoja ja korjausehdotuksia on Paketti-ryhmän ylläpitodokumentissa.

07. Palaaminen tyhjiin kaistanhallinta-asetuksiin ei onnistu virhetilanteessa.

08. Tuki attribuuteille "ecn" ja "divisor" puuttuu.

Ecn on RED-jonomallin ja divisor U32-suotimen attribuutti. Nykyisen ohjelmiston kontrollikomponentti ei myöskään palauta niitä attribuutteja, joiden arvoja tc ei anna. Uudessa toteutuksessa kaikki attribuuttien arvot luetaan suoraan ytimeistä.

09. Joissain tapauksissa arvo palautetaan eri muodossa kuin missä ne on syötetty.

Ongelma muuttuu siirryttäessä suoraan ytimen rajapinnan käyttöön. Attribuuttien muotoilun säilyminen asetuksen ja lukemisen välillä on kuitenkin toivottavaa.

010. Virheellinen toiminta joillain attribuuteilla.

Jos asetuksissa käytetään yhtä aikaa määreitä "police" ja "match" tai määrettä "match" käytetään useaan kertaan, kontrollikomponentti tuottaa virheellisiä tc-komentoja.

5.3 Suorituskyky

Jatkoprojektin lisäominaisuudet ja muutokset pyritään tekemään siten, että alkuperäisen ohjelmiston suorituskyky joko paranee tai pysyy vähintään samana. Vaikka ohjelmiston palvelinkomponentti onkin suunniteltu vain yhtä käyttäjää varten, ei muutoksia tehdessä ole syytä jättää senkään suorituskykyä huomiotta. Ohjelmiston tiedonsiirtotarve säilyy vähäisenä ja siirrettävät datamäärät pieninä.

5.4 Käytettävyys

Ohjelmiston suorituksen ja käynnistyksen aikana tapahtuvista virhetilanteista ilmoitetaan käyttäjälle. Virhetilanteita voivat aiheuttaa häiriöt tietoliikenteessä sekä tiedostoista luetut virheelliset kaistanhallinta-asetukset.

5.5 Tietoturva

Jatkoprojektin pääasiallisena tarkoituksena ei ole muokata sovelluksen kommunikointitapa, joten alkuperäistä sovellusta koskevat huomiot tietoturvan suhteen pitävät edelleen paikkansa. Sovellustason protokollaa ei edelleenkään ole tarkoitus salata, joten ohjelmistossa käytettävän informaation kaappaaminen ulkopuoliselle henkilölle on mahdollista. Dokumentaatioon tullaan kuitenkin lisäämään ohjeistus yhteyden putkittamiseksi SSH-protokollan yli (katso osio 3.5).

5.6 Ylläpidettävyys

Ohjelmiston muokkaamisessa ylläpidetään selkeää ohjelmointityyliä ja lähdekoodin luettavuutta ylläpidetään kattavalla kommentoinnilla. Muutosten suunnittelussa on huomioitu mahdollinen tulevaisuuden intressi korvata jompikumpi ohjelmiston komponenteista toisella. Mahdolliset muutokset komponenttien väliseen rajapintaan kuvataan suunnittelu-dokumenttiin. Tehtyihin muutoksiin ja jatkuvaan ylläpidettävyyteen liittyvät asiat dokumentoidaan ylläpidetodokumenttiin.

6 Testaus

Projektiryhmä testaa ohjelmiston projektin testausvaiheessa, joka alkaa toteutusvaiheen aikana ja päättyy toteutusvaiheen jälkeen. Tarkka testaussuunnitelma valmistuu omana dokumenttinaan ennen järjestelmätestauksen alkamista. Testaus suoritetaan vaiheittain yksikkötestauksena, integraatiotestauksena, sekä validointitestauksena. Ryhmä korjaa testausvaiheissa löytyneet virheet, mikäli ohjelmiston toteutusvaihe ei ole päättynyt.

6.1 Yksikkötestaus

Ryhmä suorittaa yksikkötestauksen jokaiselle ohjelmiston osakomponentille. Testauksen tehtävänä on varmistaa yksittäisten komponenttien toimivuus dokumentoidulla tavalla. Valtaosa testeistä tehdään testaamalla komponenttien toimivuutta dokumentoitujen rajapintojen kautta black-box-testauksena. Aikataulun salliessa ohjelmistolle tehdään myös white-box -testauksia.

6.2 Integraatiotestaus

Ryhmä suorittaa integraatiotestauksen useiden komponenttien joukoille dokumentoitujen rajapintojen kautta black-box-testauksena. Testauksen tavoitteena on varmistaa komponenttien keskinäinen yhteentoimivuus ja dokumentoida mahdolliset virheet. Löytyneet virheet korjataan, mikäli ohjelmiston toteutusvaihe ei ole päättynyt. Integraatiotestaus tehdään vähintään kontrolli- ja käyttöliittymäkomponenteille omina kokonaisuuksinaan.

6.3 Validointitestaus

Validointitesteissä etsitään ja dokumentoidaan suunnittelun puutteita ja virheitä, kun ohjelmiston toteutusvaihe on päättynyt. Ohjelmiston osalta projekti on onnistunut, kun prioriteetin 1 toiminnot toimivat määrittelyn mukaisesti ja ohjelmakoodi on helposti ylläpidettävää.

Lähteet

- Alm01 Almesberger, W., Traffic control - next generation (tcng), 2001. URL <http://tcng.sourceforge.net/>.
- Coe01 Coene, S., Kaistanhallintaa käsittelevä sivusto, 2001. URL <http://www.docum.org>.
- FSF91 Gnu general public license, 1991. URL <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>.
- FSF99 Gnu lesser general public license, 1999. URL <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>.
- FSF04 Various licenses and comments about them, 2004. URL <http://www.fsf.org/licenses/license-list.html>.
- HP003 Sparta xml parser, 2003. URL <http://sparta-xml.sourceforge.net/>.
- Hub04 Hubert, B. e. a., Linux advanced routing and traffic control (lartc) howto, 2004. URL <http://lartc.org/howto/>.
- Kal03 Kalliokoski, P., Csl-ympäristön erityisominaisuudet. URL http://www.ling.helsinki.fi/atk/admin/csl_features.xhtml.
- Pr03a Paketti-ryhmä, Määrittelydokumentti, 2003. URL <http://www.cs.helsinki.fi/group/paketti/dokumentit/maarittely%20dokumentti.ps>.
- Pr03b Paketti-ryhmä, Suunnitteludokumentti, 2003. URL <http://www.cs.helsinki.fi/group/paketti/dokumentit/suunnittel%20dokumentti.ps>.
- XER04 Xerces xml parser, 2004. URL <http://xml.apache.org/>.
- Zoo03 Zoot, Cbq-based traffic control gui, 2003. URL <http://users.skynet.be/cbqinit>.