

2. Sovelluksia ja sovellusprotokollia

- 2.1. WWW (World Wide Web)
- 2.2. Sähköposti
- 2.3. DNS (Domain NameSystem)

1/31/2003

1

Verkkosovellus <=> sovellusprotokolla

- **Sovellusprotokolla on vain osa hajautettua sovellusta**
- **Esim. WWW**
 - selain, www-palvelin, dokumentin rakenne (HTML) ja sovellusprotokolla (HTTP)
 - HTTP
 - selainen ja verkkopalvelimen kommunikointiin

1/31/2003

2

Sovellusprotokolla määrittelee

- **käytetyt sanomatyytit**
 - pyyntö (request)
 - vastaus (response)
- **sanomien rakenteen (syntaksi)**
 - mitä kenttiä, minkä kokoisia ja missä kohtaa
- **kenttien merkityksen (semantiikka)**
- **'säännöt', milloin mikin sanoma lähetetään**

1/31/2003

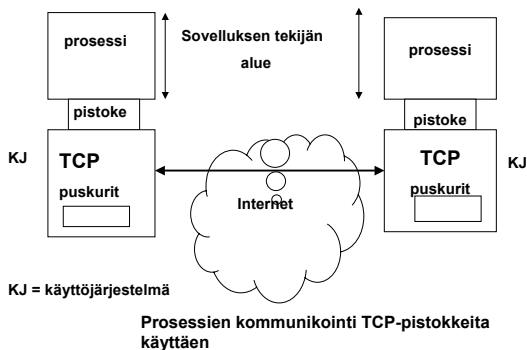
3

Prosessien etäkommunikointi

- **Eri koneissa olevien prosessien kommunikointia lähettämällä sanomia toisilleen**
 - KJ huolehtii saman koneen prosessien kommunikoinnista
- **Pistoke (socket)**
 - prosessi kirjoittaa verkkoon ja lukee verkosta samalla tavoin kuin kirjoittaa tiedostoon ja lukee tiedostosta
 - API (application programmers' interface)
 - verkkosovelluksen ohjelmointirajapinta

1/31/2003

4

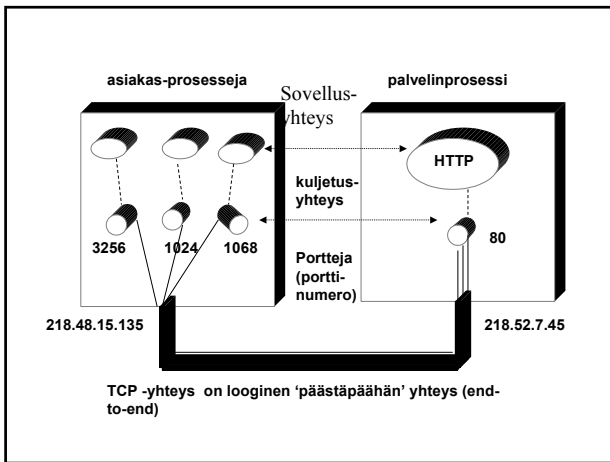


Osoittaminen

- **IP-osoite => oikea kone**
 - koneen yksilöivä tunniste
 - koneen verkkoliitännän yksilöivä tunniste
 - verkko-osa osoitteesta yksilöi verkon
 - koneosa yksilöi koneen verkossa
- **Porttinumero => oikea prosessi**
 - yleisillä palveluilla standardoidut porttinumerot
 - www-palvelin 'kuuntelee' porttia 80
 - postipalvelin kuuntelee porttia 25

1/31/2003

6



Käyttäjänedustaja (User Agent)

• Käyttäjän ja verkkosovelluksen rajapinta

- verkossa selain
 - hakee sivun ja näyttää sen
 - käynnistää Java-sovelmat
 - asiakkaan puolen HTTP-protokolla lähettää ja vastaanottaa sanomia piskokkeen kautta
- sähköpostissa postiohjelma ("mail reader")
 - graafinen käyttöliittymä sanomien laatimiseen ja lukemiseen
 - asiakkaan puolen SMTP sanomien lähettämiseen ja esim. POP tai IMAP sanomien hakemiseen
 - Eudora, Netscape Messenger, Microsoft Outlook

1/31/2003

8

Sovellus ja kuljetuspalvelun laatu

- **virheettömyys**
 - pankkisovellus
 - videoneuvottelu
 - puhelu
- **kapasiteetti eli minimisiirtonopeus**
 - Internet-puhelin 32 Kbps, video 10Kbps-5 Mbps
 - sähköposti
- **tosiaikaisuus**
 - usean pelaajan taistelupeli: viive korkeintaan 100 ms
 - dokumentin siirto

1/31/2003

9

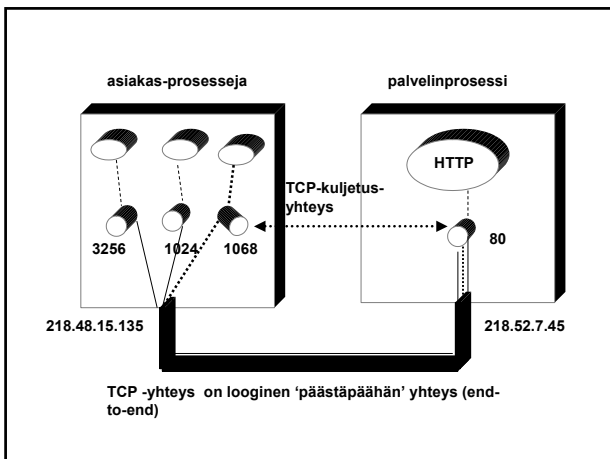
Internetin kuljetusprotokollat

• TCP (Transmission Control Protocol)

- yhteydellinen palvelu
 - yhteyden muodostus ennen datan siirtoa
 - kättely (handshaking)
 - kaksisuuntainen TCP-yhteys
 - yhteyden purku
- luotettava kuljetuspalvelu
- ruuhkanhallinta
- ei takuita siirtonopeudelle eikä viiveelle

1/31/2003

10



• UDP (User Datagram Protocol)

- minimaalinen palvelu
- ei yhteyden muodostusta eikä purkua
- sanoma vain lähetetään verkkoon
- ei mitään takuita sanoman perillemenosta
- saapuneet sanomat voivat olla epäjärjestyksessä
- ei ruuhkanvalvontaa
 - lähettäjä voi lähettää UDP-pistokkeeseen niin paljon kuin haluaa

1/31/2003

12

2.1. WWW

- **WWW on joukko yhteentoimivia palvelimia ja asiakkaita, jotka puhuvat samaa HTTP-kieltä (-protokollaa)**
- **graafinen asiakasohjelma selain**
 - Netscape, Explorer
- **kykenee 'avaamaan' URL-linkin**
 - = muodostamaan TCP-yhteyden ko. verkkopalvelimeen ja hakemaan sieltä ko. tiedoston ja esittämään sen

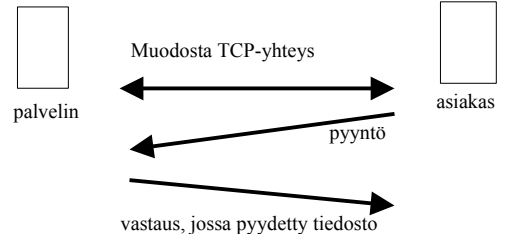
1/31/2003

13

<http://www.cs.princeton.edu/index.html>

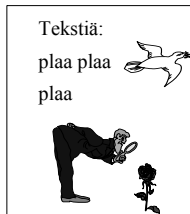
Muodostetaan TCP- yhteys koneeseen:
www.cs.princeton.edu

Pyydetään sieltä tiedosto käyttäen HTTP-protokollaa:
index.html



HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

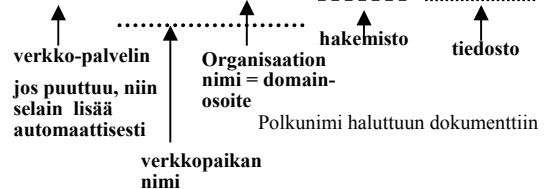
- **Protokolla asiakkaan ja palvelimen väliseen kommunikointiin**
 - **www-sivujen hakemiseen**
 - **HTML-tiedosto, jossa**
 - HTML-tiedostoja
 - JPEG-kuva, GIF-kuva
 - Java-sovelma
 - **sivuilla URL-osoite**
- **tilaton protokolla**



1/31/2003

URL (Uniform Resource Locator)

- **<http://www.nmib.com/glossary.index.html>**



1/31/2003

16

Muita URLeja:

- **<ftp://usc.edu/pubs/myfile.doc>**
 - ftp-palvelulla haettava tiedosto
- **<news:uk.finance>**
 - uutisryhmä
- **<file:///C:/webs/html/mottle.gif>**
 - tiedosto haetaan käyttöjärjestelmän avulla (ei käyttäen http:tä)

1/31/2003

17

HTTP-asiakas

- **selain (= asiakas) pyytää verkkosivua**
 - **muodostaa TCP-yhteyden** palvelinkoneeseen
 - DNS auttaa domain-nimen muuttamisessa IP-osoitteeksi
 - WWW-palvelimen kuuntelema portti on 80
 - **lähettää HTTP-pyyntösanoman** TCP-yhteyteen liitettyyn pistokkeeseen
 - **vastaanottaa palvelimen lähettämän vastaussanoman**, jossa on sisällä pyydetty sivu
 - tämän jälkeen TCP-yhteys suljetaan
 - selain tutkii sivua ja näkee uudet viitteet kuviin, jotka se sitten hakee samalla tavalla
- **selain näyttää pyydetyn sivun käyttäjälle**

1/31/2003

18

Palvelinprosessi

- **Kuuntelee TCP-porttia 80 yhteydenpyyntöjä varten**

- pyyntö yleensä selaimelta
 - kun käyttäjä on ilmoittanut haluavansa ko. dokumentin
 - esim. klikkaamalla tekstissä olevaa URL-linkkiä
 - tai antamalla URL-linkin yhteyspyynnössä
 - tai selain itse huomaa linkin, josta pitää hakea

1/31/2003

19

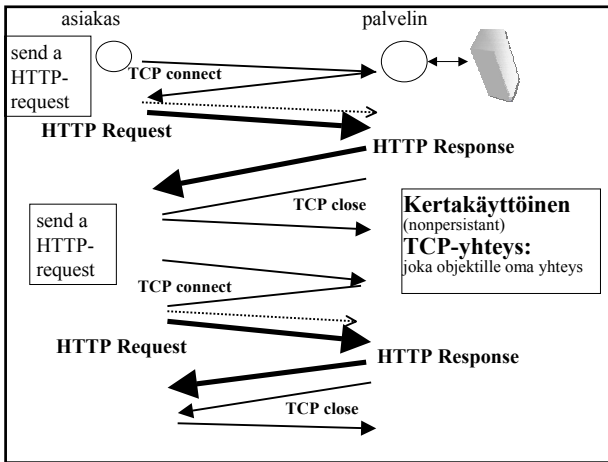
HTTP-pyyntön tullessa

- **verkkopalvelin**

- vastaanottaa pyyntösanoman ,
- hakee pyydetyn sivun tai objektin omasta muististaan ,
- liittää sen HTTP-vastauksensaamaan ja
- lähettää sitä pyytäneelle selaimelle
- pyytää TCP-yhteyden sulkemista

1/31/2003

20



Suorituskyky?

- **Jos haetaan 10 objektia**

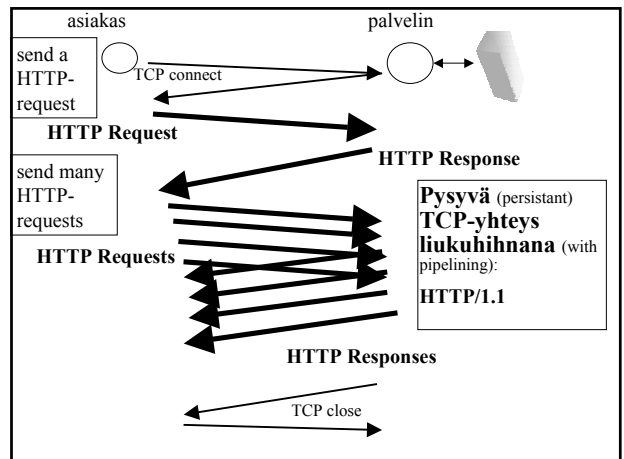
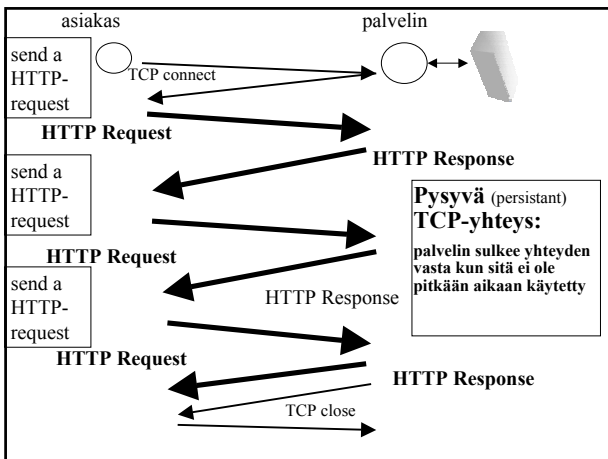
- 10 TCP-yhteyden muodostusta ja purkua
 - kukin 2 sanomaa = RTT (round-trip time) => 20 RTT
 - hidas aloitus (slow start) hidastaa lähetyksnopeutta
- voidaan avata useita rinnakkaisia yhteyksiä
 - puskuritilat yhteyksille

- **käytetään pysyvää TCP-yhteyttä**

- palvelin jättää yhteyden sulkematta
- muut pyynnöt ja vastaukset käyttävät samaa yhteyttä

1/31/2003

22



HTTP-sanomat (esimerkki)

• HTTP Request Message:

GET /jokuhakemisto/sivu.html HTTP/1.1

Host: WWW.jokupaikka.fi

Connection: close

User-agent: Mozilla/4.0

Accept-language: fi

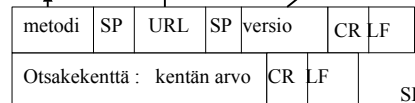
(ylimääräinen CR ja LF = rivinvaihto)

1/31/2003

25

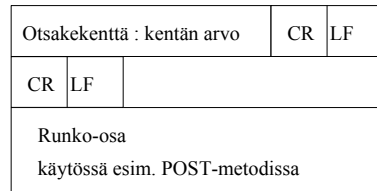
Pyyntösanomien yleinen rakenne

GET /jokuhakemisto/sivu.html HTTP/1.1



SP = space
=välilyönti

... Lisää otsakerivejä



Otsakekenttä : kentän arvo	CR	LF
----------------------------	----	----

Host: WWW.jokupaikka.fi kone, jossa dokumentti on

Connection: close sulje yhteys lähetyksen jälkeen

User-agent: Mozilla/4.0 selainen tyyppi

Accept-language: fi dokumentin kieli

HTTP-sanomat (esimerkki)

• HTTP Response Message:

HTTP/1.1 200 OK

Connection: close

Date: Thu, 19 Oct 2002 12:00:15 GMT

Server: Apache/1.3.0 (Unix)

Last-Modified: Mon, 22 Jun 2002 09:23:24 GMT

Content-Length: 7648

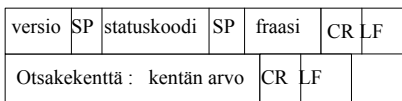
Content-Type: text/html

(data data data data data ...)

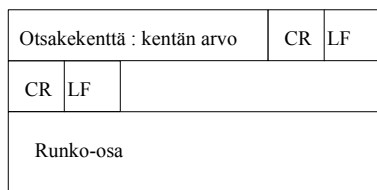
1/31/2003

28

Vastausanomien yleinen rakenne



... Lisää otsakerivejä



Pyyntömetodeja

- **GET** sivun lukeminen
 - aina tai vain tietyn päiväyksen jälkeen muutettu sivu
- **HEAD** pelkän otsikon lukeminen
- **POST** pyynnössä lisätietoja halutusta sivusta
- **PUT** sivun tallettaminen
- **DELETE** sivun poistaminen
- **LINK** uusi linkki
- **UNLINK** linkin poistaminen

1/31/2003

30


Statuskoodeja ja fraaseja

- **200 OK**
 - pyyntö onnistui, pyydetty sivu vastauksessa
- **301 Moved Permanently**
 - uusi URL on otsakekentässä Location
- **400 Bad Request**
- **401 Authorization Required**
- **404 Not Found**
- **505 HTTP Version Not Supported**

1/31/2003

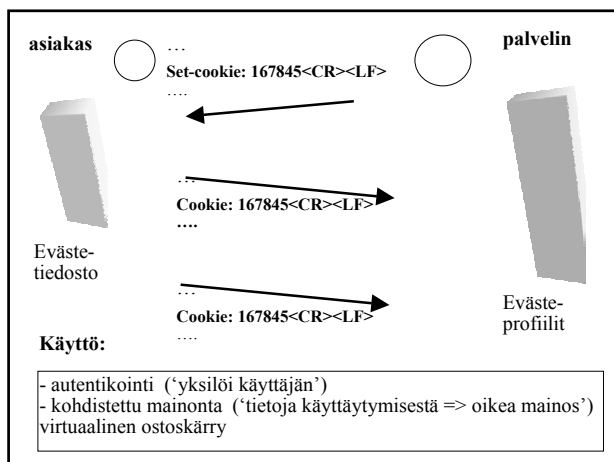
31

Käyttäjän tunnistaminen

- **Autentikointi**
 - omat koodit ja otsakkeet tätä varten
 - 401 Authorization Required -statuskoodi
 - WWW-Authenticate -otsake kertoo kuinka**
 - asiakas lähettää autentikointitiedot joka pyynnössä (Authorization- otsakerivi)
- **Eväste (pipari, cookie)** 
 - asiakkaalle talteen käyttäjäkohtainen tunnuskoodi, joka esitetään joka pyynnön yhteydessä

1/31/2003

32



Evästeitä: (Windows: cookies.txt)

www.download.com lähettäjän osoite
FALSE / FALSE turvayhteyksien käyttö
946598400 vanhenemispäivä
csr 'piparin' nimi
/=/PC/FrontDoor/0^1^0- 0^01.html data

www.harmony-central.com FALSE / FALSE
1034625738 s 13013000876945738607

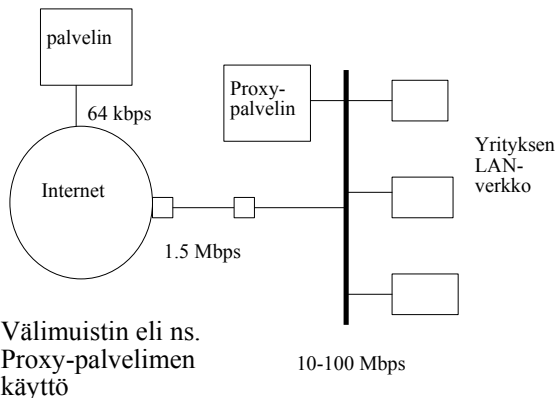
www.illuminatus.com TRUE / FALSE
945734399 Count 3

Verkkovälimuisti

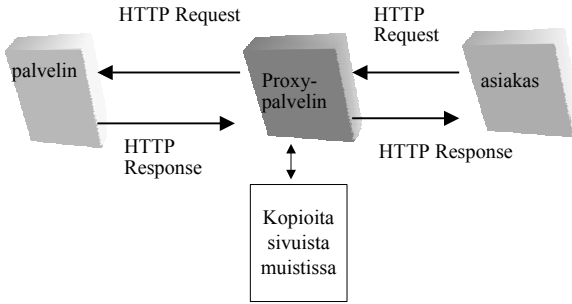
- **Säilyttää kopioita haetuista sivuista**
 - viimeksi haetut sivut
- **pyyntö ohjautuu ensin välimuistiin**
 - haetaan verkon yli vasta, jos ei löydy välimuistista
- **etuja:**
 - lyhentää kyselyaikaa
 - vähentää Internetin liikennettä
 - tuo nopean jakelukanavan hitaille palvelimille

1/31/2003

35



Haku palvelimelta vain, jos ei ole jo muistissa



Conditional GET

- Välimuistiin talletettu objekti haetaan verkosta, jos objektia on muutettu
 - tallessa vanha versio
- Get
 - If-modified-since: Mon, 22 Jun 2000 09:23:24
 - HTTP/1.0 304 Not Modified

1/31/2003

38

HTML (HyperText Markup Language)

- **SGML (Standard Generalized Markup Language)**
 - merkkäuskieli
 - kertoo, kuinka dokumentit muotoillaan
 - TeX, troff,
 - ladontamerkinnyt
 - WYSIWYG
- **XML (Extensible Markup Language)**
- **Näistä enemmän:**

582302 Digitaalisen median tekniikat (2ov)
582304 XML-metakieli (2ov)

1/31/2003

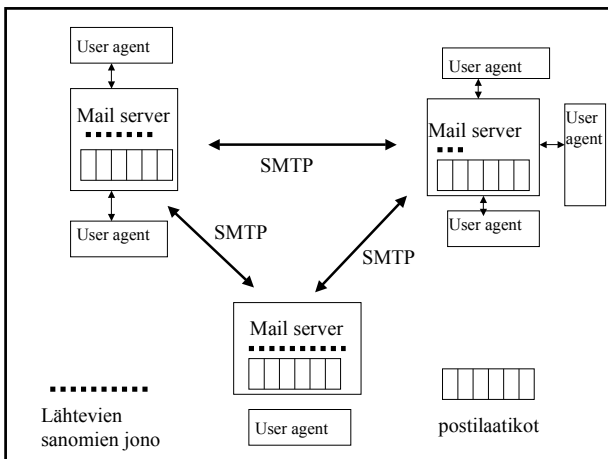
39

2.2. Sähköposti

- **Käyttäjiliitäntä (user agent)**
 - sanomien kirjoittaminen, lukeminen ja lähettäminen
- **Postipalvelin (mail server)**
 - postilaatikot
- **Postiprotokolla SMTP**
 - sanomien toimittaminen lähettäjän postijärjestelmästä vastaanottajan postijärjestelmään
 - sanoman muoto
 - tekstisanoma, MIME-sanoma

1/31/2003

40



SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

- **Postipalvelimet käyttävät SMTP-protokollaa sanomien siirtoon**
 - sanomat lähetävä postipalvelu muodostaa TCP-yhteyden vastaanottajan postipalvelimeen
 - 'kättelejen' jälkeen siirretään sanomat

Vastaanottava on palvelin



Lähetävä on asiakas

1/31/2003

42

Lähtävä postipalvelin

- muodostaa TCP-yhteyden
- esittelee itsensä
- kertoo lähettäjän ja vastaanottajan
- lähettää sanoman, jos vastaanottava palvelin antaa luvan

Vastaanottava postipalvelin

- kuuntelee TCP-porttia 25
- hyväksyy yhteydenmuodostuspyynnöt
- vastaanottaa ja siirtää sanomat postilaatikoihin
- palauttaa virheilmoitukset

```
S: 220 helsinki.fi
C: HELO princeton.edu
S: 250 Hello princeton.edu
C: MAIL FROM: <Bob@princeton.edu>
S: 250 <Bob@princeton.edu> OK
C: RCPT TO: <pekka.puupaa@cs.helsinki.fi>
S: 250 <pekka.puupaa@cs.helsinki.fi> OK
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: dataa ... dataa
C: dataa ... dataa

C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 princeton.edu closing connection
```

o
o
o

TCP-yhteys on pysyvä

- yhteydellä voidaan lähettää useita sanomia

Yhteydellä voidaan lähettää vain ASCII-sanomia

- sanomatekstin lopettaa omalla rivillään irrallisena oleva piste (".") (*Tämä on vanha protokolla!*) eli ASCII-merkit CRLF.CRLF
 - jos sanomassa on binääridataa, esim. kuvia, niin siellä voisi esiintyä irrallinen piste eli CRLF.CRLF => sanoma katkeaa, => binääridata koodataan ASCIIksi siten, ettei siinä esiinny CRLF.CRLF : iä

1/31/2003

45

```
S: 220 helsinki.fi
C: HELO princeton.edu
S: 250 Hello princeton.edu
C: MAIL FROM: <Bob@princeton.edu>
.....
S: 250 Message accepted for delivery
C: HELO princeton.edu
S: 250 Hello princeton.edu
C: MAIL FROM: <Alice@princeton.edu>
.....
S: 250 Message accepted for delivery
.....
C: QUIT
S: 221 princeton.edu closing connection
```

o
o
o

Push- ja pull-protokollat

työntöprotokolla (PUSH)

- asiakas lähettää tiedoston
- SMTP

noutoprotokolla (PULL)

- asiakas pyytää tiedostoa
- HTTP
 - poikkeuksena PUT- ja POST-metodit

1/31/2003

47

o
o
o

Sähköpostisanoman muoto

To:
CC:
From:
Message-Id:
Received:
Date:
Reply-To:
Subject:

Yleisiä sanoman otsakekenttiä
kentät erotettu rivinvaihdolla

RFC 822 sallii myös omien kenttien käytön

1/31/2003

48

MIME (Multipurpose Internet Mail Extension)

- Alunperin vain tekstisanomia (ASCII)
- nykyisin myös
 - erityyppisiä tekstisanomia
 - Word-dokumentteja
 - kiinankielistä tekstiä
 - ääntä,
 - videota
 - kuvia

1/31/2003

49

MIME-laajennus

- Lisää kenttiä otsikkoon

MIME-versio:
Content-Transfer-Encoding:
Content-Type:

1/31/2003

50

From: alice@crepes.fr
To: bob@hamburger.edu
Subject: Picture of yummy crepe
MIME-Version: 1.0
Content-Transfer-Encoding: base64
Content-Type: image/jpeg
(base64 encoded data
..... base64 encoded data)
.

MIME-sisältötyyppejä

- text/plain; charset=us-ascii
- text/html
- image/gif, image/jpeg, video/mpeg
- application/postscript,
application/msword,
application/octetstream
- **multipart/mixed**

1/31/2003

52

Content-Type:
multipart/mixed;Boundary=StartOfNextPart
-- StartOfNextPart
Hei Allu,
sinulle kaunis kuva kissastani Villestä.
-- StartOfNextPart
Content-Transfer-Encoding: base64
Content-Type: image/jpeg
base64 encoded data
.....base64 encoded data
-- StartOfNextPart
Haluatko muita kuvia!
.

○
○
○

- **tyyppien koodaukset siirtoa varten**
 - sähköpostisanomassa saa olla vain ASCII-merkkejä
 - ei esimerkiksi ääkkösiä
- **base64-koodaus**

1/31/2003

54

Base64-koodaus

- **Sanoman 24 bitin ryhmät jaetaan 6 bitin osiksi, jotka kukin koodataan ASCII-merkiksi => 64 eri vaihtoehtoa**
 - 0-25 = A-Z,
 - 26-51 = a-z,
 - 52-61 = 0-9,
 - 62=+, 63=/
- **Tekstisanoma voidaan koodata myös 7-bitin ASCIIlla.**

1/31/2003

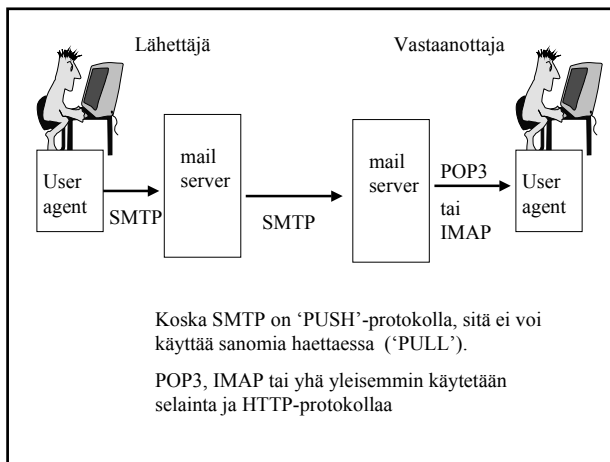
55

Postinhakuprotokollat (mail access protocols)

- **Käyttäjän postiohjelma siirtää postinhakuprotokollan avulla sanomat postipalvelimen postilaatikoista käyttäjän PC:lle**
 - POP3: yksinkertainen ohjelma, joka siirtää sanomat vastaanottajan PC:lle
 - IMAP: monipuolinen, käyttäjä voi käsitellä postipalvelimen postilaatikkoo kuin se olisi omassa koneessa
- **Entä lähetettäessä?**

1/31/2003

56



Postiyhdyskäytävä (Mail Gateway)

- **Yleensä postipalvelin ottaa suoraan yhteyttä vastaanottajan postipalvelimeen**
- **välissä voi olla postiyhdyskäytäviä**
 - tallettavat ja toimittavat eteenpäin sanomia
 - yrittävät lähettämistä useita päiviä
 - **Miksi tarvitaan?**
 - ohjaa oikeaan koneeseen: liisa.marttinen@helsinki.fi
 - vastaanottajan kone usein pois päältä

1/31/2003

58

2.3. DNS (Domain Name System)

- **Internetin hakemistopalvelu**
- Ihmisten ja ohjelmien käyttämien merkkijonomuotoisten nimien muuttaminen binäärisiksi IP-verkko-osoitteiksi
 - **hydra.cs.helsinki.fi => 218.214.4.29**
- hierarkkinen nimentätapa + hajautettu hakemisto IP-osoitteiden selvittämiseksi
 - **esim. sähköpostiosoiteita, koneiden IP-osoitteita**

1/31/2003

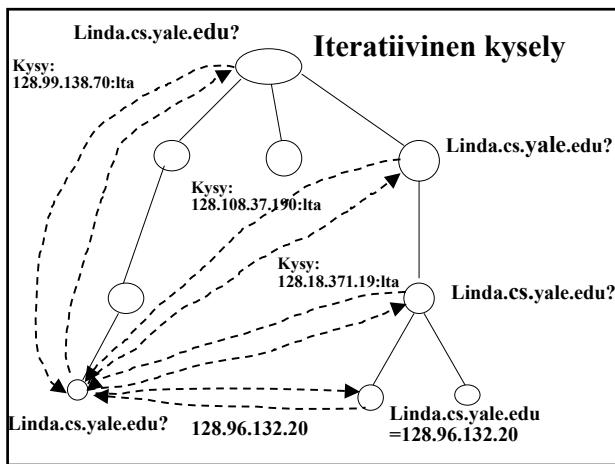
59

DNS- nimiavaruus

- **Domain (nimihallinta-alue)**
 - maiden tunnukset
 - fi, fr, de, uk, ...
 - yleiset (yleensä USA)
 - com, edu, gov, int, mil, net, org
 - esimerkkejä:
 - cs.helsinki.fi
 - www.cnn.com
 - www-dept.cs.ucl.ac.u

1/31/2003

60



Hakemistotiedot

- **DNS-hakemistotietue (resource record)**
 - (nimi, arvo, tyyppi, tietueen elinaika)
 - Tyyppi määrää nimen ja arvon merkityksen
 - A-tyyppi
 - koneen domain nimi , arvo on IP-osoite
 - NS-tyyppi
 - domain-nimi, arvo on alueesta vastaavan nimipalvelijan koneen domain-nimi
 - CNAME-tyyppi
 - alias-nimeä vastaava 'kanoninen' nimi
 - MX-tyyppi
 - aliasnimeä vastaava postipalvelin

1/31/2003 68

DNS-sanomat

Identification	Flags
Number of questions	Number of answers
Number of authority RRs	Number of additional RRs
Questions (name and types for queries)	
Answers (RRs in response to queries)	
Authority (RRs for authoritative servers)	
Additional information	

1/31/2003 69

DNS-välimuisti

- **Suorituskyvyn parantamiseksi nimipalvelijat varastoivat välimuistiinsa DNS-tietueita**
- **ei tarvitse hakea uudestaan**
- **elinaika kertoo voimassaoloajan**

1/31/2003 70