



Luento 3: Sovelluskerros verkkosovelluksen periaatteet, WWW, pistoke

5.11.2012

Tiina Niklander

Kurose&Ross
Ch2

Pääasiallisesti kuvien
© J.F Kurose and K.W. Ross,
All Rights Reserved

Luennon sisältöä

Lähettäjä (sender)

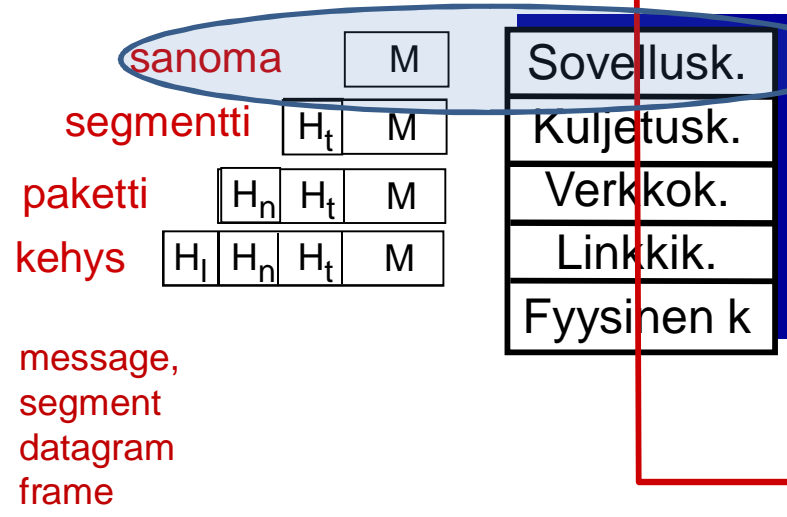
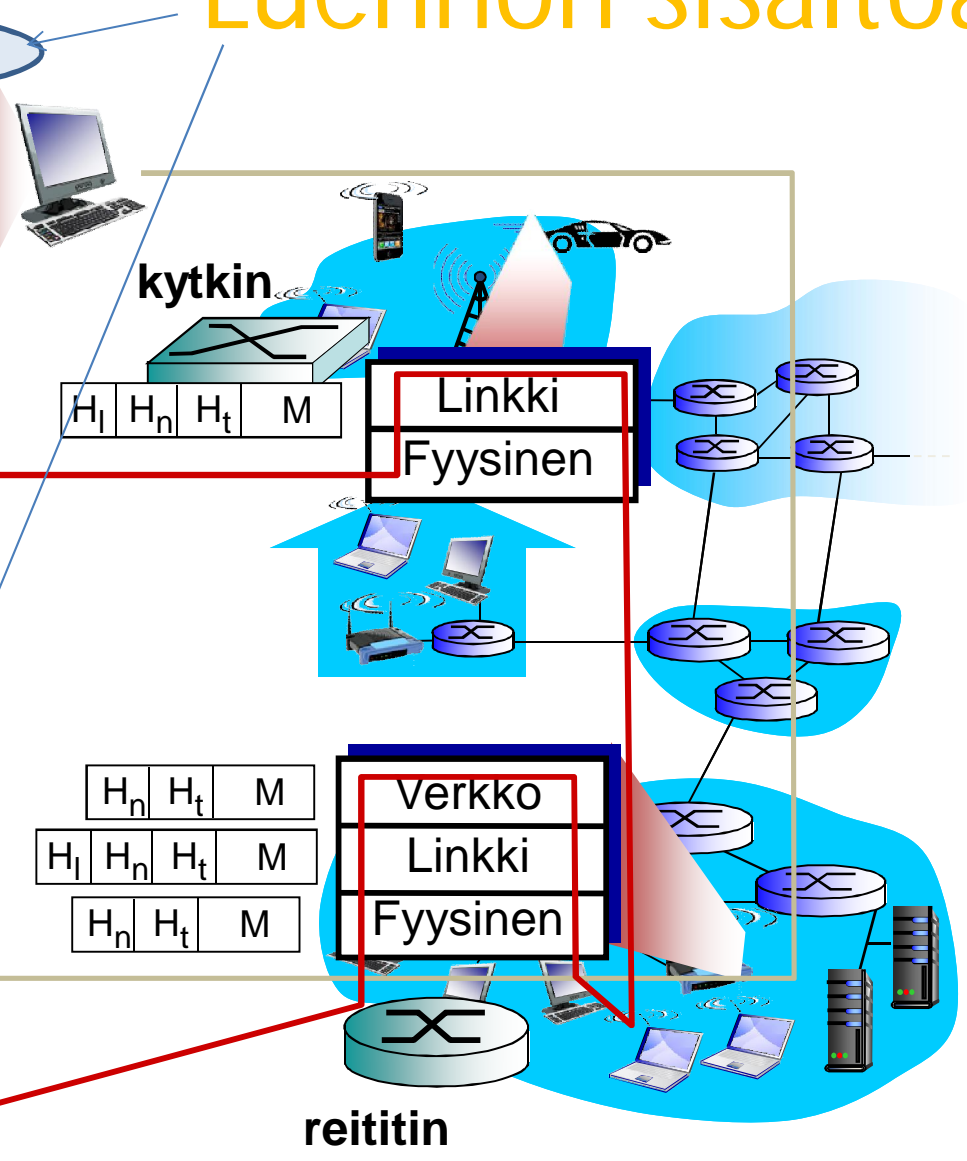
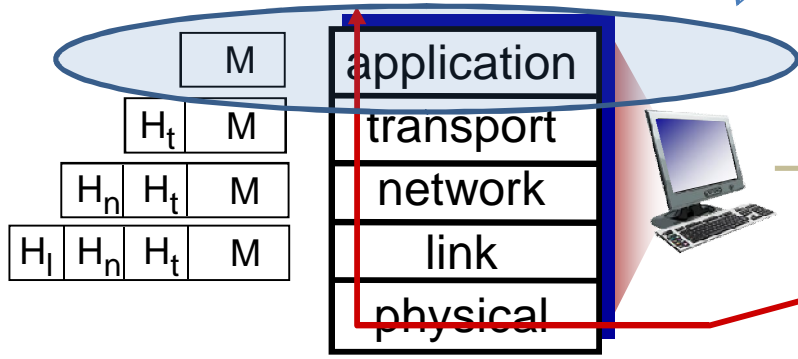


Fig 1.24 [KR12]

Vastaanottaja (recipient)





Verkkosovellusten periaatteet
World Wide Web ja HTTP
Pistoke ja sen käyttö

Nimipalvelu ja DNS
Tiedostonsiirto ja FTP
Sähköposti ja SMTP, IMAP,
POP3
Vertaistoimijat (peer-to-peer)

Oppimistavoitteet:

- Osaa selittää asiakaspalvelija–malliin perustuvien verkkosovellusten toimintaperiaatteet
- Tuntee sovellusprotokollien syntaksia ja semantiikkaa
- Osaa selittää www:n ja sähköpostin toimintaideat





Verkkosovelluksia, sovellusprotokollia

Verkkosovellusten periaatteet



Verkkosovellus

Fig 2.1 [KR12]

Sovelluksen ohjelmat eri isäntäkoneissa

esim. www-selain ja www-palvelin

Sovellusprotokolla kuvaa näiden sanomanvälityksen

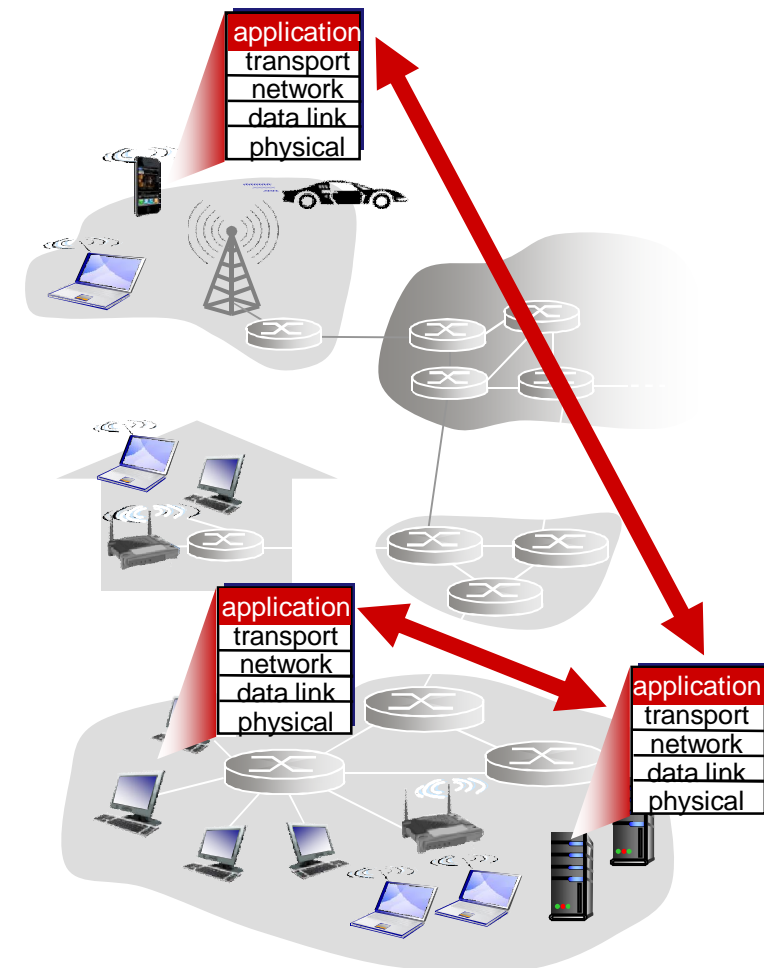
- Syntaksi, semantiikka, järjestys

Sanomat välitetään käyttäen verkon tarjoamaa kuljetuspalvelua

osa järjestelmän perusrakennetta

sovelluksista riippumatonta

Reititys tapahtuu vasta verkkotasolla, mutta **sovellustasolla tiedettävä osoite**





Sovellusarkkitehtuuri

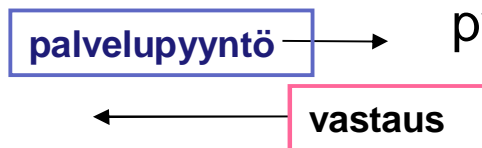


Google, e-Bay,
Facebook,
YouTube,
Amazon, ..

Asiakas-palvelija-malli (esim. selain ja www-palvelin)

Aina toiminnassa oleva palvelinohjelma, jolla kiinteä,
tunnettu IP-osoite

Asiakasohjelmat ottavat yhteyttä palvelimeen ja
pyytävät siltä palvelua



Vertaistoimijamalli (esim. BitTorrent, eMule, Skype)

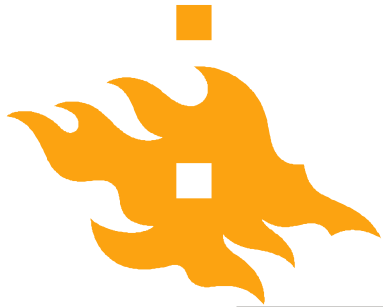
Vertaisisännät kommunikoivat suoraan keskenään

Ei tarvitse olla aina toiminnassa, IP-osoite voi muuttua

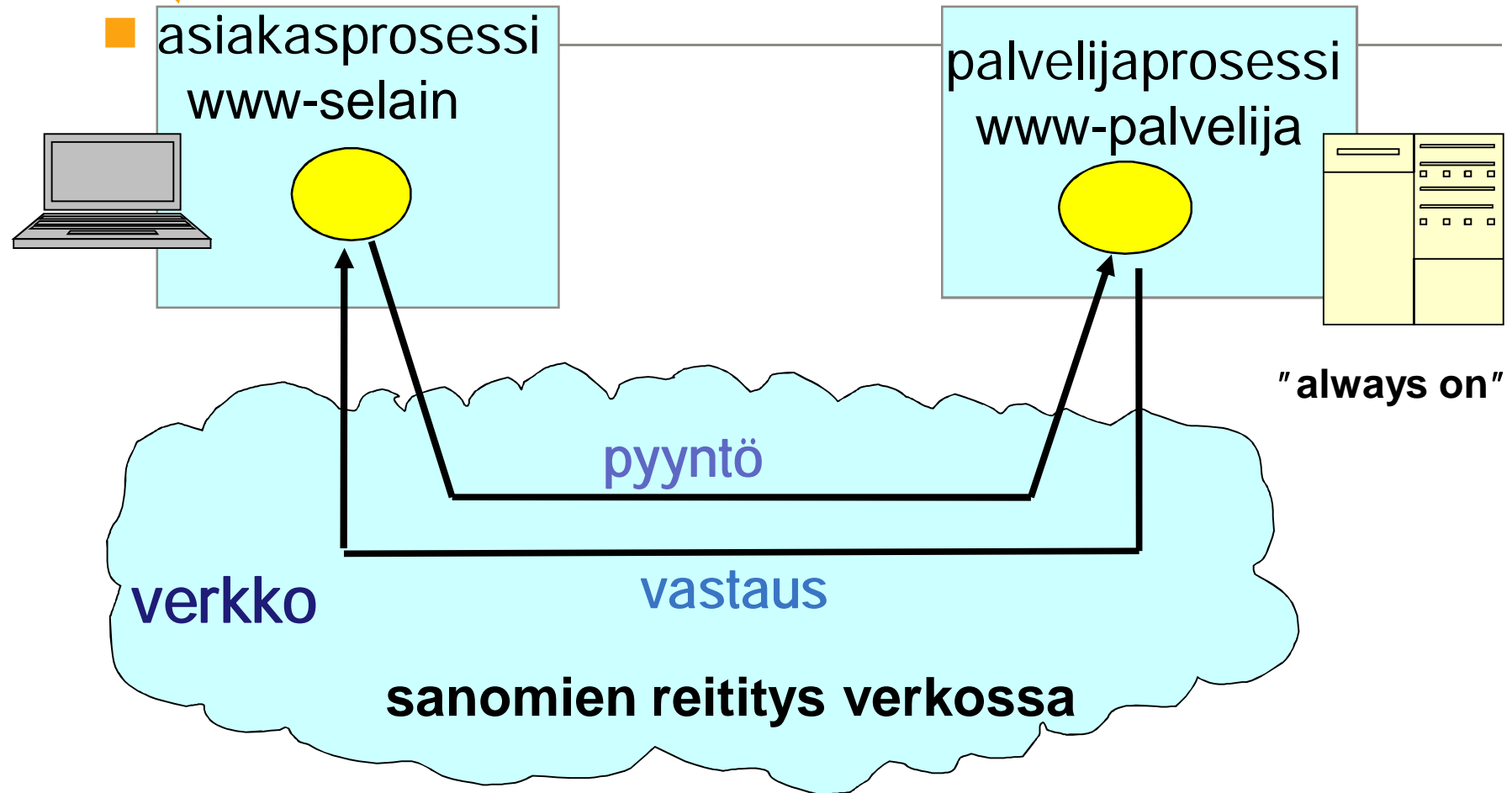
Jokainen toimii sekä palvelijana että asiakkaana



Hybridimalli (esim. Napster, pikaviestimet)



Asiakas-palvelija-malli





Vertaisverkko, (peer-peer, P2P)

Fig 2.2b [KR12]

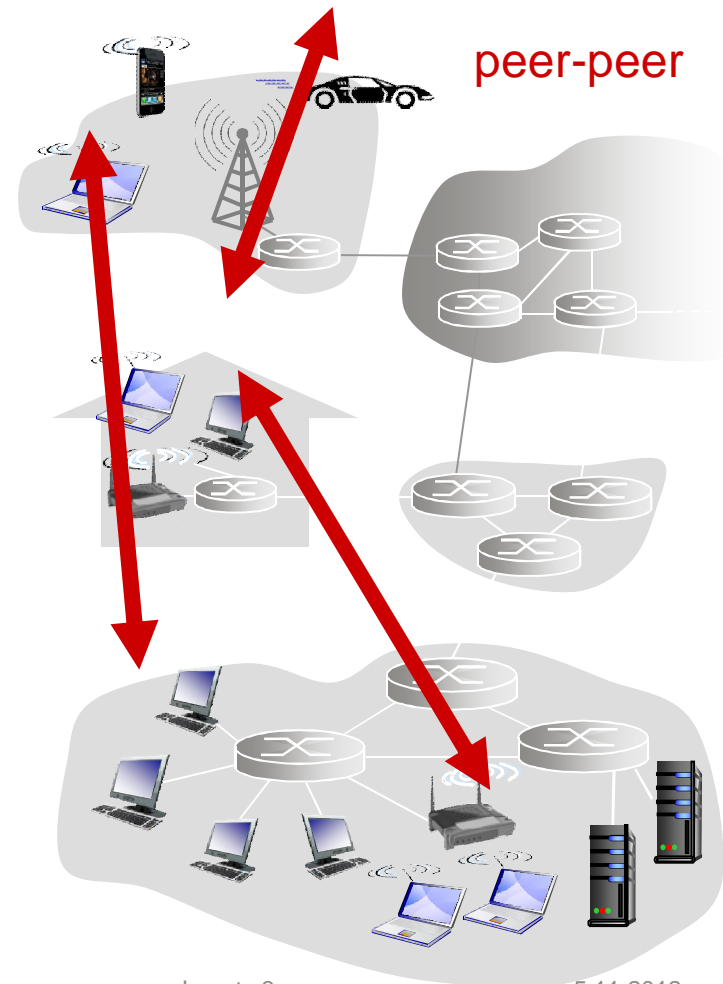
Ei keskitettyä palvelinta

Vertaisisännät kommunikoivat suoraan keskenään: pyytävät palvelua ja tarjoavat palvelua

Skaalautuu automaattisesti – uudet vertaisisännät tuovat sekä uutta palvelukysyntää että uutta palvelukapasiteettia

Vertaisisäntiä liittyy ja poistuu, IP-osoitekin voi vaihtua

Verkon hallinta on monimutkaista



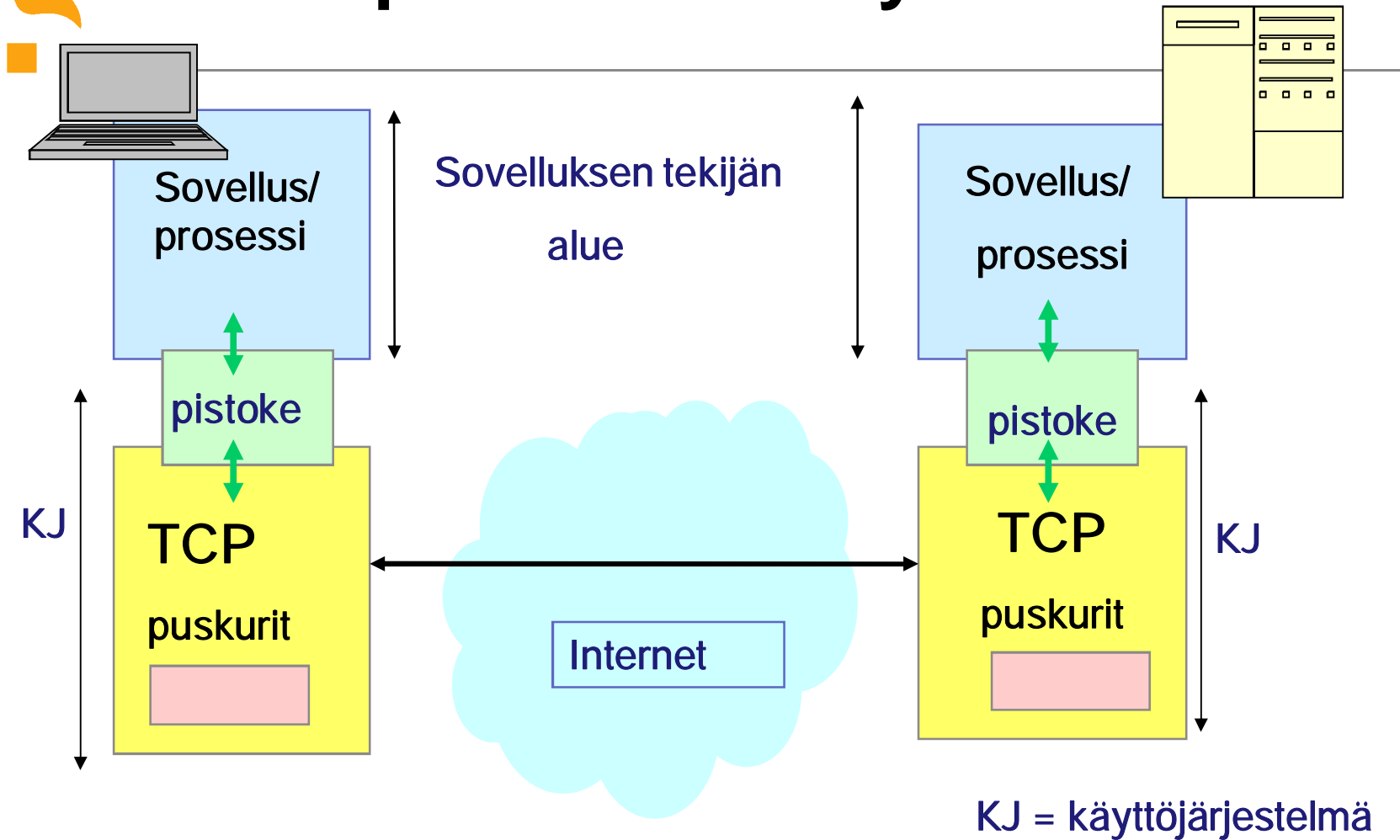


Sovelluksen rajapinta tietoliikenteeseen: Pistoke (socket)

- **Pistoke (socket)** (verkkosovelluksen ohjelmointirajapinta, API)
 - yhteyden muodostaminen; lue /kirjoita sanoma
 - prosessi kirjoittaa verkkoon ja lukee verkosta lähes samalla tavoin kuin kirjoittaa tiedostoon ja lukee tiedostosta
 - 'luukku' tai 'ovi', josta dataa sisään /ulos
- **Lähetys (send)**: anna sanoma KJ:lle
- **Vastaanotto (receive)**: ota sanoma KJ:ltä.
 - Sovellus odottaa, jos sanoma ei ole vielä saapunut
- Ohjelmoija valitsee käyttääkö KJ kuljetuskerroksella yhteydellistä vai yhteydetöntä palvelua!



Prosessien kommunikointi TCP-pistokkeita käyttäen





KJ:n rajapinta laitteistoon

KJ:n kannalta tietoliikenne normaalia siirräntää (I/O:ta)

Lähtevä liikenne:

- **Prosessi pyytää** kuljetuspalvelua KJ:n palvelupyynnöllä send
- Kuljetuskerros hoitaa omat tehtävänsä ja kutsuu verkkokerroksen rutiinia
- Verkkokerros tekee hommansa ja kutsuu laiteajurin rutiinia
- **Laiteajuri** vie datan ja komennot verkkokortin ohjaimen rekistereihin
- **Verkkokortti** siirtää bitit linkille (linkkikerros ja fyysinen siirto)

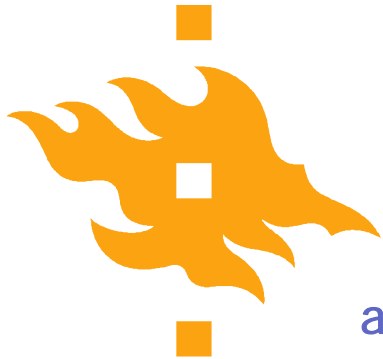
Tuleva liikenne:

- **Verkkokortti** ottaa vastaa linkiltä tulevat bitit (fyysinen siirto ja linkkikerros)
- ja aiheuttaa keskeytyksen.
- KJ:n **laiteajuri** siirtää bitit verkkokortilta keskusmuistiin
- Ajuri kutsuu verkkokerroksen rutiinia, joka suorittaa omat toimintonsa
- Verkkokerros kutsuu kuljetuskerroksen rutiinia, joka tekee omat toimensa
- Sanoma **prosessille** vasta, kun se sitä pyytää palvelupyynnöllä receive



Osoittaminen

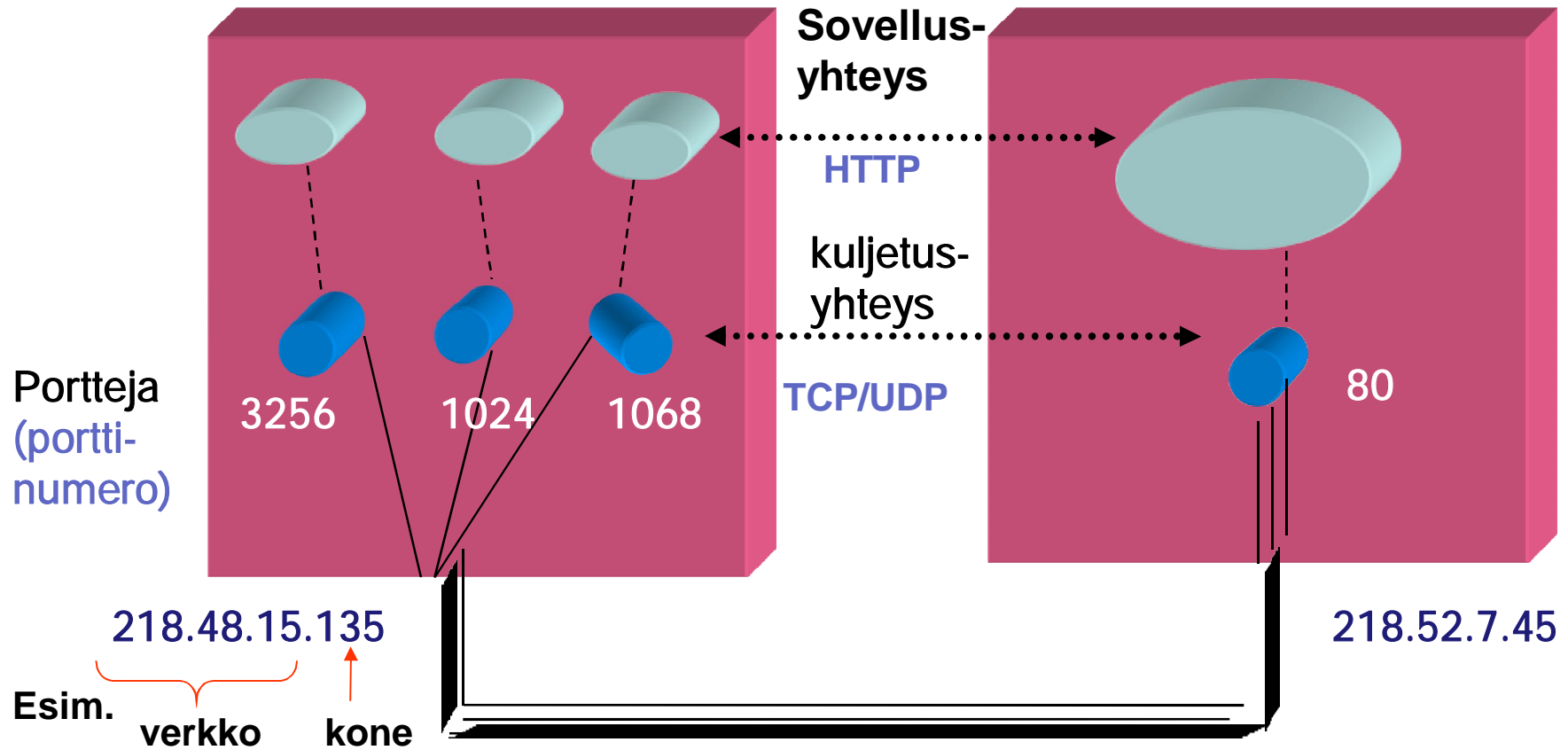
- Sanomissa oltava lähettäjän ja vastaanottajan IP-osoite ja porttinumero
- **IP-osoite** → **oikea kone** www.iana.org
 - koneen (verkkokortin) yksilöivä 32-bittinen tunniste
 - osoitteen verkko-osa yksilöi verkon
 - osoitteen koneosa yksilöi koneen verkossa
- **Porttinumero** → **oikea prosessi**
 - Yleisillä palveluilla standardoidut tunnetut porttinumerot:
 - www-palvelin kuuntelee porttia 80,
 - Postipalvelin kuuntelee porttia 25
 - KJ osaa liittää porttinumeron prosessiin



looginen 'päästä-päähän' yhteys

asiakas-prosesseja

palvelinprosessi





Kuljetuskerroksen palveluja sovelluksille

Tiedon eheys (data integrity)

- Jotkut sovellukset tarvitsevat täysin luotettavan tiedon siirron (kuten www, sähköposti, tiedostojensiirto)
- Jotkut taas sietävät häviöitä tiedonsiirrossa (audio)

Ajoitukset (timing)

- Jotkut sovellukset vaativat lyhyitä siirtoviipeitä (IP-puhelut, verkkopelit)

Suoritusteho (throughput)

- Jotkut sovellukset tarvitsevat tietyn minimikapasiteetin toimiakseen (multimedia)
- Jotkut sopeutuvat siihen kapasiteettiin, jonka saavat

Turvallisuus (security)

- Tiedon suojaus, salaus, eheys ...



Kuljetuspalvelun laatuvaatimuksia

Fig 2.4 [KR12]

Application	Data Loss	Bandwidth	Time-Sensitive
File transfer	No loss	Elastic	No
E-mail	No loss	Elastic	No
Web documents	No loss	Elastic (few kbps)	No
Real-time audio/video	Loss-tolerant	Audio: few kbps–1 Mbps Video: 10 kbps–5 Mbps	Yes: 100s of msec
Stored audio/video	Loss-tolerant	Same as above	Yes: few seconds
Interactive games	Loss-tolerant	Few kbps–10 kbps	Yes: 100s of msec
Instant messaging	No loss	Elastic	Yes and no

Figure 2.4 ♦ Requirements of selected network applications



Kuljetusprotokollat: TCP

(Transmission Control Protocol) [RFC 793]

- **Yhteydellinen palvelu** (connection-oriented)
 - Yhteyden muodostus ennen datan siirtoa (handshaking)
 - Kaksisuuntainen TCP-yhteys (full-duplex)
 - Yhteyden purku (shutdown)
- **Luotettava kuljetuspalvelu**
 - Järjestyksen säilyttävä tavuvirta sovellukselle
 - segmenttinumerot, kuittaukset, uudelleenlähetykset
- **Vuonvalvonta** (flow control)
 - Lähettäjä hiljentää vauhtia, jos **vastaanottaja** ei ehdi käsitellä
- **Ruuhkanvalvonta** (congestion control)
 - Lähettäjä hiljentää vauhtia, jos **reitittimet** eivät ehdi käsitellä



Kuljetusprotokollat: UDP

(User Datagram Protocol) [RFC768]

- Kevyt kuljetuspalvelu, pieni yleisrasite
- Ei yhteyden muodostusta eikä purkua
- Ei takuita sanoman perillemenosta
 - Sanoman segmentit vain lähetetään verkkoon
 - Sanoman segmenttejä voi puuttua ja ne voivat saapua epäjärjestyksessä, virheelliset yleensä hylätään
- Ei vuonvalvontaa, ei ruuhkanvalvontaa
 - UDP voi lähettää niin paljon kuin haluaa

Huom! **TCP ja UDP ei takuita siirtonopeudelle eikä viipeelle => ei mitään aikatakuita** (ns. 'best effort' -palvelu)

Ei myöskään datan salakirjoitusta => SSL (Secure Socket Layer)



Kumpi?

Applications	Application-Layer Protocol	Underlying Transport Protocol
Electronic mail	SMTP [RFC 2821]	TCP
Remote terminal access	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
File transfer	FTP [RFC 959]	TCP
Remote file server	NFS [McKusik 1996]]	UDP or TCP
Streaming multimedia	Often proprietary (e.g., Real Networks)	UDP or TCP
Internet telephony	Often proprietary (e.g., Net2phone)	Typically UDP

Figure 2.5 ♦ Popular Internet applications, their application-layer protocols, and their underlying transport protocols



Verkkosovelluksia, sovellusprotokollia

World Wide Web
HTTP



WWW ja HTML

(Hyper Text Markup Language)

- WWW-sivu, WWW-dokumentti
 - HTML-tekstiä, jossa viittauksia muihin objekteihin
 - muu HTML-tiedosto, kuva- tai äänitiedosto, Java applet, ...
 - Sivun muodostuu usean tiedoston sisällöstä, jotka noudetaan palvelijalta
- Viittaus URL-osoitteella (Uniform Resource Locator)

<http://www.someschool.edu/someDept/pic.gif>

koneen nimi

Viitatus objektin
polkunimi



HTML (HyperText Markup Language)

- Standardi siitä, kuinka sivun rakenne kuvataan
 - Muotoilut, eri osien sijoittelu sivuille
 - Viittaukset muihin objekteihin
- SGML (Standard Generalized Markup Language)
 - yleinen merkkauskieli
 - kertoo, kuinka dokumentit muotoillaan ~ladontamerkinnyt
- XML (Extensible Markup Language)
 - rakenteellinen tietosisällön kuvaus, myös merkitys kuvattu
- Näistä enemmän kurssilla:

582304 XML-metakieli (4 op)

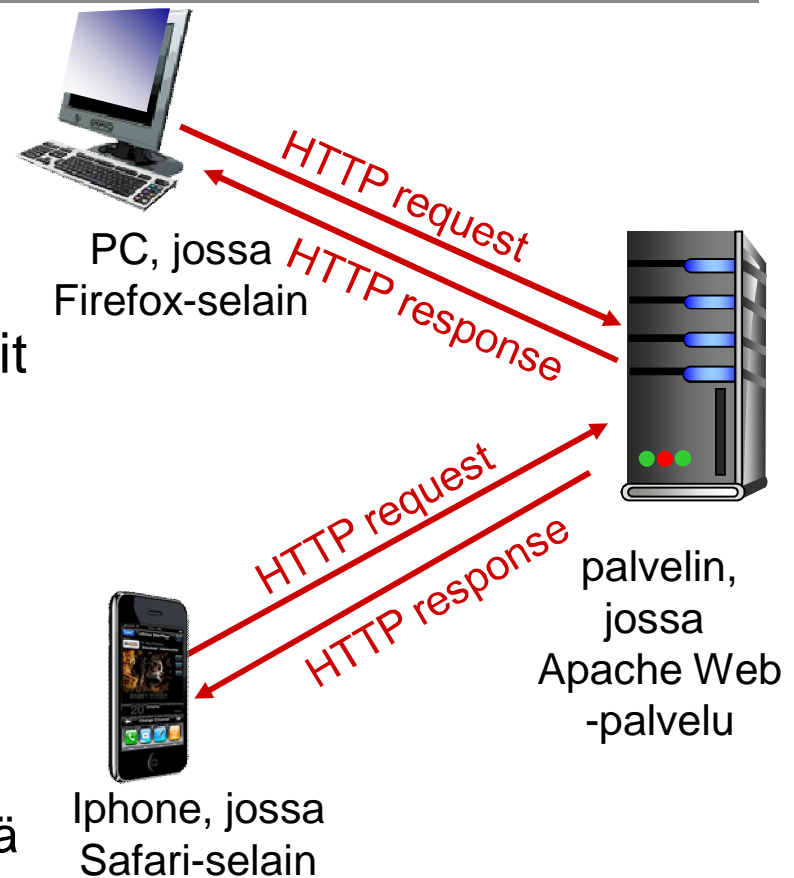


HTTP (HyperText Transfer Protocol)

[RFC 1945, RFC 2616]

Fig 2.6 [KR12]

- WWW:n sovellusprotokolla
 - Tekstimuotoiset sanomat
 - pyyntö – vastaus
- Asiakas = joku selain
 - pyytää, noutaa ja näyttää objektit
- Palvelija = joku web-palvelu
 - etsii objektin (tiedoston) koneen hakemistosta
 - ja lähettää sen vastauksena asiakkaalle
- Tilaton protokolla
 - Palvelija ei muista mitään edellisistä pyynnöistä





Selaimen toiminta

Kun käyttäjä kirjoittaa/klikkaa url-linkkiä tai siihen on viitattu sivulla:

- Muodosta TCP-yhteys palvelinkoneeseen
 - Yhteyspyyntö porttiin 80, odota hyväksymisvastaus
- Laita HTTP-pyyntö TCP-yhteyteen liitettyyn pistokkeeseen
 - Ota pistokkeesta palvelimen lähettämä HTTP-vastaus
 - [Palvelin sulkee TCP-yhteyden (nonpersistent connection)]
- Tutki sivu
 - Etsi uudet viitteet ja hae ne samalla tavalla
- Näytä sivu käyttäjälle
 - Lopullinen ulkoasu on kiinni selaimen kyvyistä



Vastausaika (response time)

Fig 2.7 [KR12]

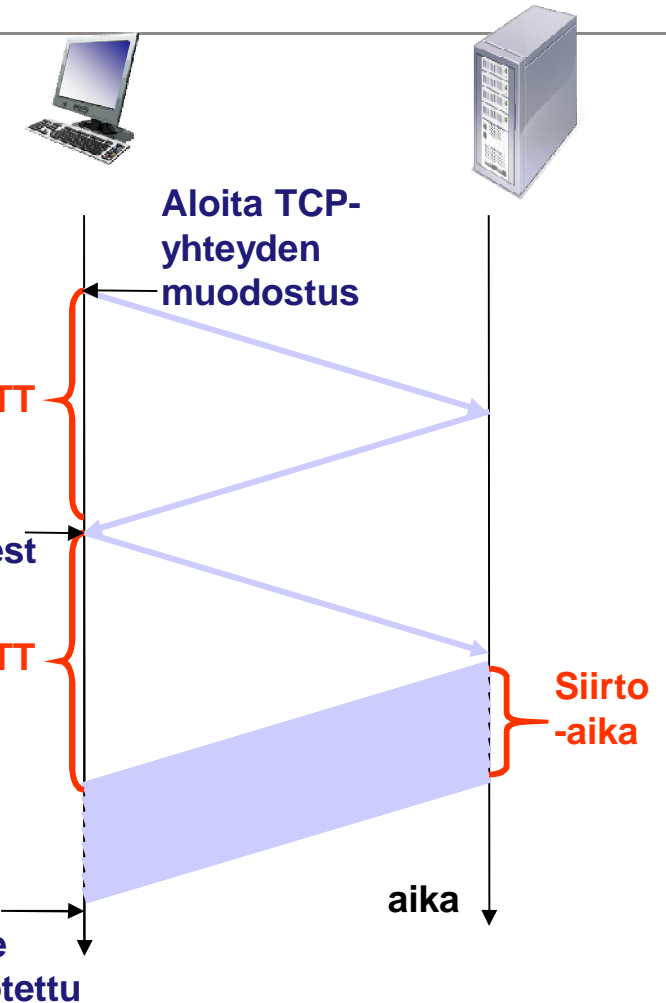
Kiertoviive (Round-trip time, RTT):

aika, joka kuluu pikkupaketin
siirtoon palvelimelle ja takaisin

**Vastausaika = 2 RTT
+ siirtoaika**

1 RTT TCP-yhteyden muodostus
1 RTT pyyntö + ensimmäisten
vastausbittien saapuminen

Tiedoston siirtoaika





Suorituskyky?

- Jos sivulla viitataan 10 objektiin
 - 11 peräkkäistä TCP-yhteyden muodostusta ja purkua?
 - KJ varaa ja vapauttaa puskuritilaa; muodostukseen kuluu kaikkiaan 22 RTT
 - Avataan useita rinnakkaisia yhteyksiä? Puskuritilat yhteyksille
- Käytetään säilyvää TCP-yhteyttä (persistent)
 - Oletus uusimmissa standardeissa: Palvelin jättää yhteyden (toistaiseksi) sulkematta. Ajastin on säädettävissä.
 - Seuraavat samalle palvelimelle kuuluvat pyynnöt ja vastaukset käyttävät samaa yhteyttä
- Liukuhihnoitettu (pipelining) / liukuhihnoittamaton:
 - Seuraava pyyntö lähtee jo ennenkuin edelliseen on saatu vastaus / ei lähde.

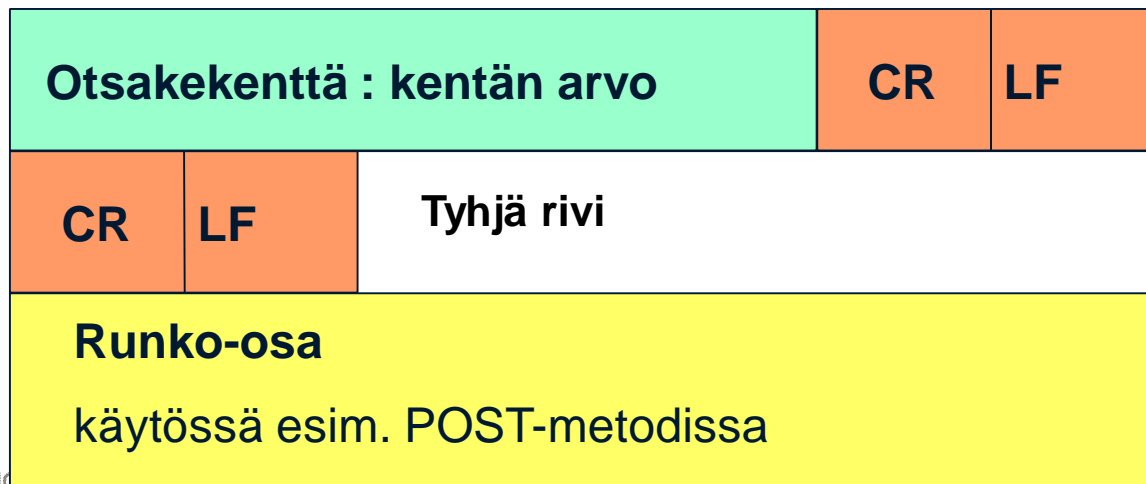


HTTP-pyyntö: yleinen rakenne

■ **GET /jokuhakemisto/sivu.html HTTP/1.1**



... **Lisää otsakerivejä**



SP=' space' eli välilyönti

CR + LF = rivin päättäminen
13 ja 10 (desim.) historia tulostimen ohjauksessa



Esimerkki: HTTP-pyyntö

Pyyntörivi: GET/ POST/ HEAD –metodi

GET /somedir/page.html
HTTP/1.1

otsakerivit

Host: www.someschool.edu

User-Agent: Mozilla/4.0

Connection: close

Yksi tyhjä rivi merkinä
sanoman loppumisesta

Accept-language: fr

(Ylimääräinen carriage return, line feed)

Otsakeriveillä välitetään parametritietoja



HTTP-pyyntömetodeja

(HTTP/1.1:

<http://www.w3.org/protocols/rfc2616/rfc2616.html>)

GET Nouda objekti (download),

nouda objekti vain jos annettu ehto pätee (conditional GET):

If-Modified-Since, If-Unmodified-Since,

If-Match, If-None-Match, or If-Range

HEAD Nouda vain otsaketiedot

POST Voidaan myös lähettää tietoa (esim.lomakkeen täyttö)

- olemassa olevien dokumenttien kommentointi
- sanomien lähettäminen uutisryhmiin tai ilmoitustauluille

PUT Talleta objekti palvelimelle (upload)

- polkunimi pyyntörivillä, talletettava tieto runko-osassa

DELETE Poista objekti palvelimelta

Web-julkaisu -
työkalut käyttävät



Otsakerivit

Otsakekenttä : kentän arvo

CR

LF

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

Connection: **close** sulje yhteys lähetyksen jälkeen

User-agent: **Mozilla/4.0** selaimen tyyppi

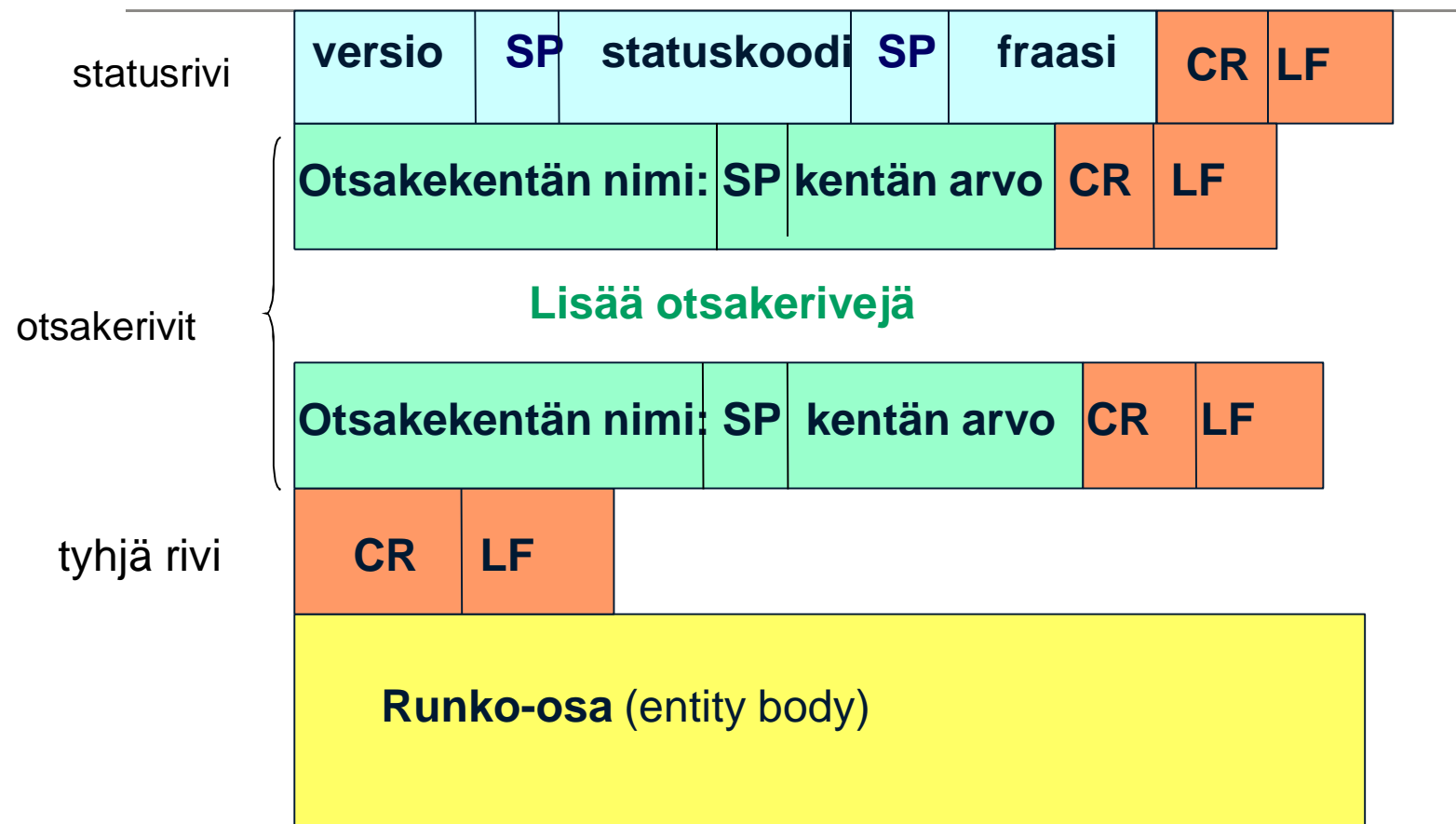
Accept-language: **fi** dokumentin kieli

Lisätietoja:

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_HTTP_headers



HTTP-vastaus: yleinen rakenne





Esimerkki: HTTP-vastaus

Statusrivi

HTTP/1.1 200 OK

Vastauksen
aikaleima

Connection: close

Date: Thu, 22 Feb 2007 12:00:15 GMT

otsakerivejä

Server: Apache/1.3.0 (Unix)

Last-Modified: Mon, 29 Jan 2007 09:23:24 GMT

Content-Length: 6821

Content-Type: text/html

Datan
aikaleima

Pydyetty data,
esim. HTML-
tiedosto

data data data data data ...



HTTP: statuskoodeja ja fraaseja

Vastaussanomien 1. rivillä esim.:

200 OK Pyyntö onnistui, pyydetty objekti mukana vastauksessa

301 Moved Permanently: Objekti on siirretty, uusi URL on mukana vastauksen otsakekentässä **Location**. Asiakas tekee uuden noudon uudesta URL:sta

302 Moved Temporarily Siirretty tilapäisesti

400 Bad Request Palvelija ei ymmärtänyt pyyntöä

403 Forbidden Ei ole oikeutta lukea pyydettyä tiedostoa

404 Not Found Pyydettyä objektia ei löydetty

500 Internal Server Error Virhe palvelimessa

505 HTTP Version Not Supported Palvelija ei tue asiakkaan käyttämää

HTTP-versiota. Syntaksissa on jotain liian uutta tai liian vanhaa.



Kokeile itse (=leiki selainta)

1. Telnet yhteys kiinnostavaan www-palvelimeen:

```
telnet cis.poly.edu 80
```

avaa TCP yhteyden koneeseen cis.poly.edu (HTTP:n oletusporttiin) 80.

Kaikki mitä kirjoitat siirtyy yhteyttä pitkiin ko. koneeseen ja porttiin

2. Kirjoita GET HTTP pyyntö:

```
GET /~ross/ HTTP/1.1  
Host: cis.poly.edu
```

Tämä on minimaalinen (mutta kelvollinen) GET pyyntö palvelimelle.

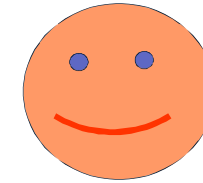
Ethän unohda tyhjä riviä viestin lopusta (kaksi rivinvaihtoa.)

3. Tutki saamaasi HTTP vastausta www-palvelimelta!

(vaihtoehto telnetille: Wireshark, kirjan maksullisilla tukisivuilla)



Evästeet (cookies)



HTTP on tilaton protokolla

- Palvelija ei talleta mitään istuntoon liittyvää

Selain (eli asiakas!)

- Tallettaa asiakaskoneelle (tiedostoon) palvelimen pyynnöstä ja sen tarpeita varten käyttäjäkohtaista tietoa (= evästeen)
- Lähettää tiedot palvelijalle joka pyynnön yhteydessä.
- Eväste voi olla sidottu tiettyyn verkkotunnisteeseen tai polkuun

Evästeiden talletus ja lähetys

- HTTP-vastauksessa otsakerivi: Set-cookie: "tieto"
- HTTP-pyynnössä otsakerivi: Cookie: "tieto"

Palvelin

- Ylläpitää tietokantaa käyttäjistä (back-end database)
- yksikäsitteiset käyttäjätunnisteet (tav. numero)



Mihin evästeitä käytetään?

Käyttäjien tunnistamiseen

- Palveluntarjoaja muistaa käyttäjän edellisestä sanomasta
- Ensimmäisellä käyttökerralla tietojen kyselyä
- Jatkossa **tunnistuseväste mukana sanomissa**

Istunnon vaiheen tallentamiseksi

- Autentikointi vain kertaalleen esim. www-postinlukuohjelman yhteydessä

Ostoskorina

- Selaile palveluntarjoajan sivuilla ja kerää ostokset koriin.
- Lähetä lopuksi tilaus

- Väärinkäyttö? Mainosposti?
- Yksityisyys?
 - Palveluntarjoaja saa koottua tietoa käyttäjästä
 - Hakukoneilla voi kerätä lisää.

<http://www.cookiecentral.com>



Evästeet: esimerkki

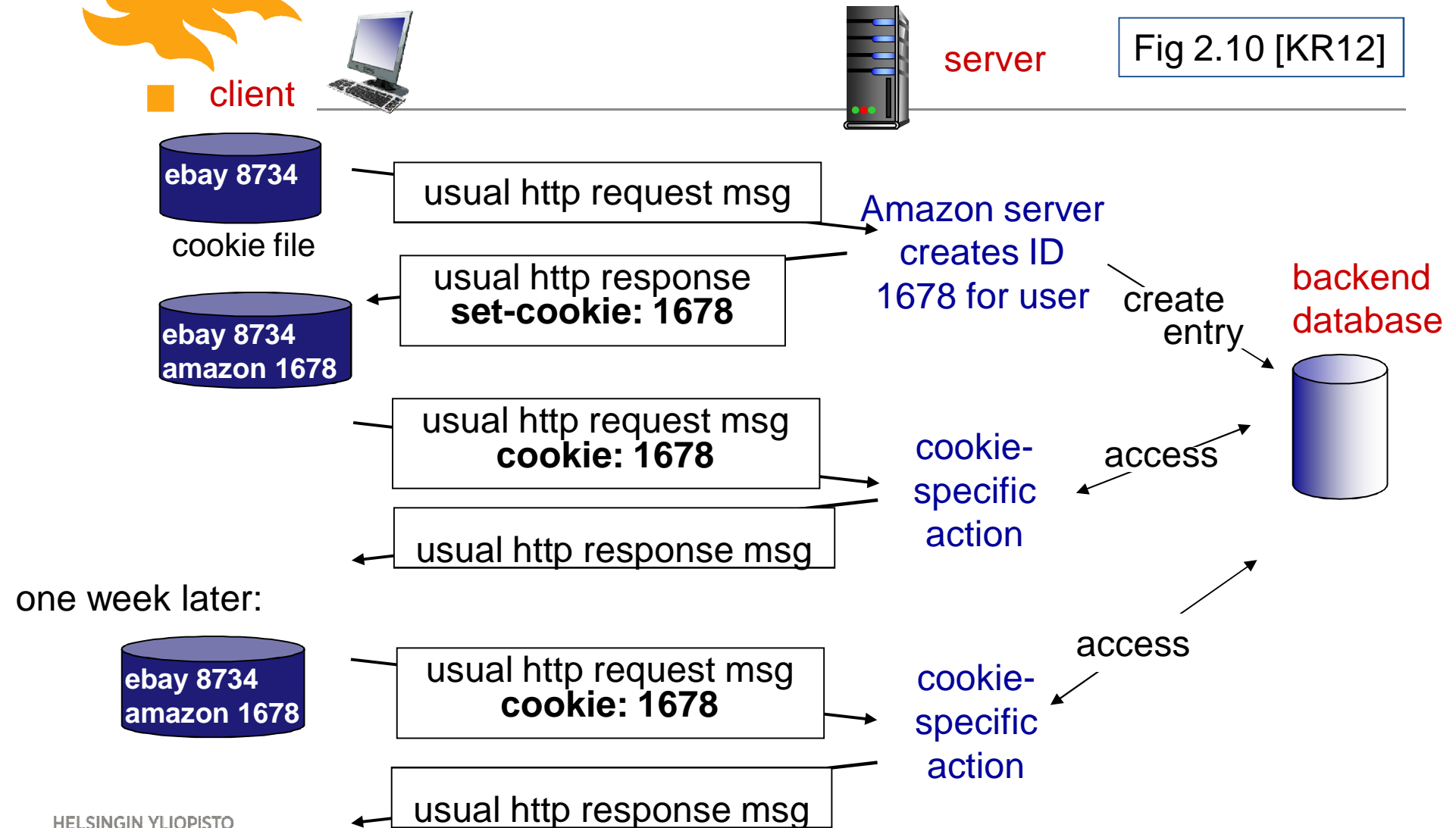


Fig 2.10 [KR12]

one week later:



Proxy-palvelin eli verkkovälimuisti

Fig 2.11 [KR12]

Säilyttää kopioita haetuista objekteista

Pyyntö ohjautuu

ensin välimuistiin

haetaan verkon yli vasta,
jos ei löydy välimuistista

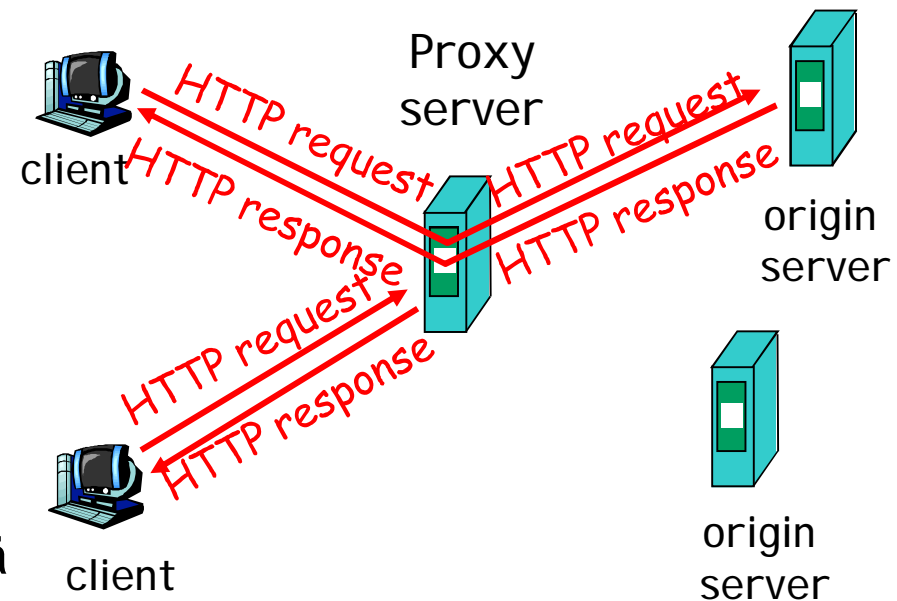
Etuja

lyhentää vastausaikaa

vähentää verkkoliikennettä

vähentää palvelimen kuormaa

[Myös asiakaskone voi ylläpitää välimuistia!]





Proxy-palvelimen käytöstä

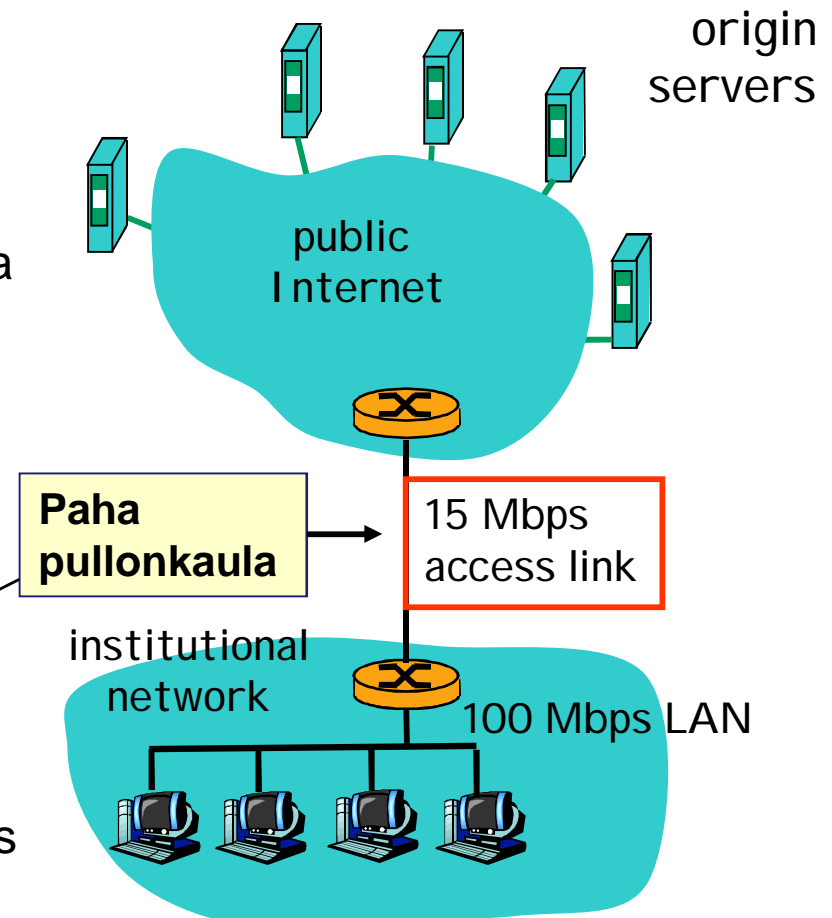
Fig 2.12 [KR12]

Oletetaan

- Haettavan objektin koko on 1 Mb
- 15 pyyntöä/sek => 15 Mbps
- Viive Internetin reitittimeltä palvelimelle ja takaisin = 2 sec

Tällöin

- paikallisverkon käyttöaste = 15%
- ei ruuhkautunut => siirtoaika muutamia kymmeniä ms
- Reititinlinkin käyttöaste = **100%**
- Saantiaika = Internet delay + Access delay + LAN delay = 2 sec + mins + msec





Proxy-palvelimen käytöstä

Fig 2.12 [KR12]

Parannus?

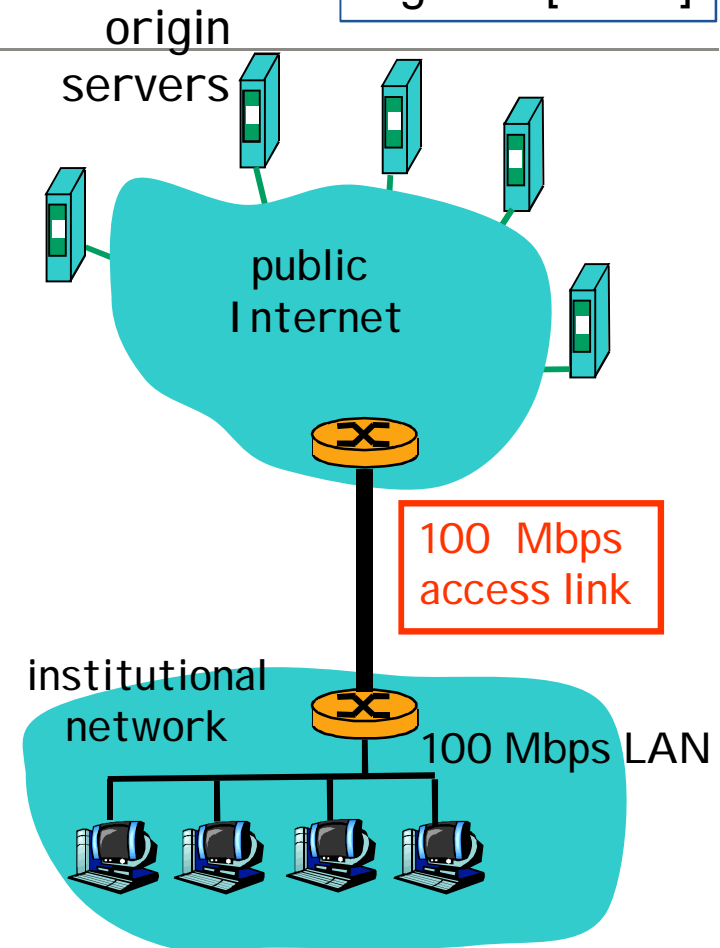
- Hankitaan nopeampi yhteys, esim. 100 Mbps

Tällöin

- Paikallisverkon käyttöaste = 15%
- Reititinlinkin käyttöaste = 15%
- Saantiaika = Internet delay + Access delay + LAN delay = 2 sec + msec + msec

Mitähän nopeampi linkki maksaa?

- Voi olla kallis ratkaisu!





Proxy-palvelimen käytöstä

Parannus? Asennetaan proxy-palvelin

Oletetaan,

- osumatodennäköisyys (hit rate)= 0,4.
- (tyypillisesti välillä 0,2-0,7)

Tällöin 40% pyynnöistä löytyy heti läheltä

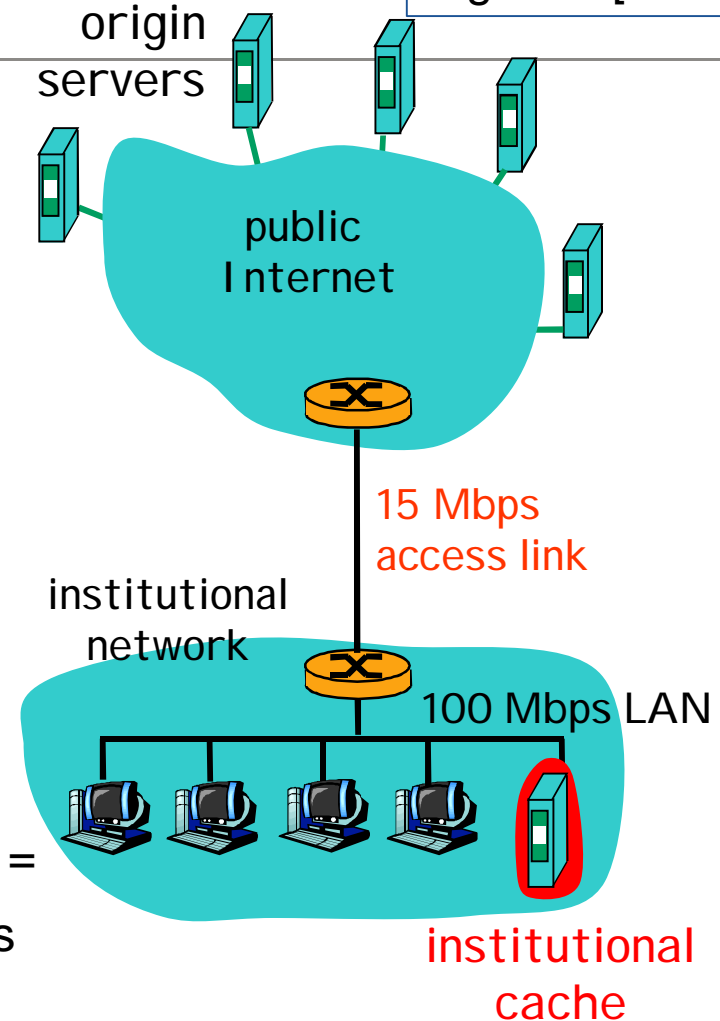
- Reititinlinkin käyttöaste putoaa 60%:iin
- ei jonotusviipeitä, saantiaika ~10 ms

60% pyynnöistä palvelimelta saakka

- Saantiaika =

$$\text{Internet delay} + \text{Access delay} + \text{LAN delay} = 0.6 * (2 + 0,01) \text{ sec} + 0,4 * 0,01 \text{ sec} = 1,2 \text{ secs}$$

Fig 2.13 [KR12]





Conditional GET



Tavoite: Palvelin lähettää objektin uudelleen vain jos välimuistin kopio on vanhentunut (stale)

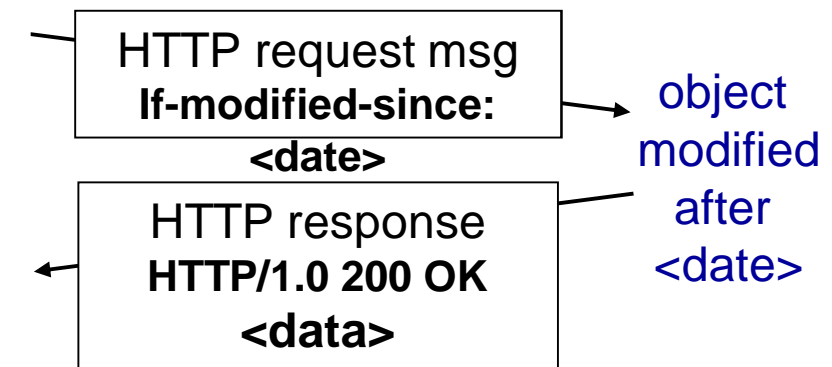
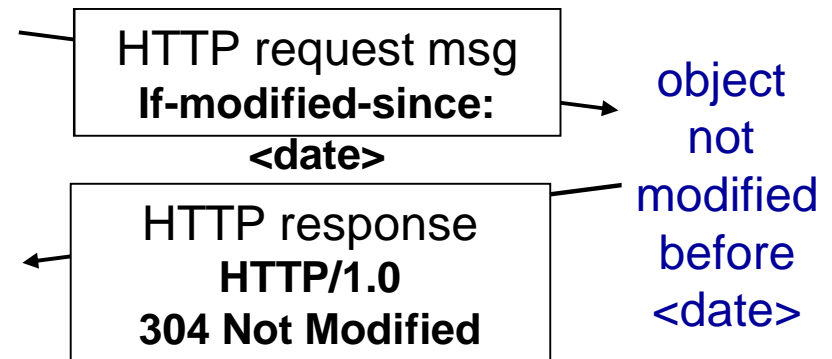
vain vähän siirrettävää tietoa
pienempi linkin käyttöaste

välimuisti: kerro tallennetun kopion aikaleima osana HTTP GET pyyntöä

`If-modified-since: <date>`

palvelin: HTTP vastauksessa ei oliota, jos kopio on ajantasalla:

`HTTP/1.0 304 Not Modified`





Muita URL-osoitteita

file:///C:/webs/html/mottle.gif

Avaa paikallinen tiedosto (asiakkaan tiedostojärjestelmässä)

Selain ei generoi HTTP - pyyntöä, KJ huolehtii

ftp://usc.edu/pubs/myfile.doc

Hae tiedosto ftp-protokollaa käyttäen

news:hy.opiskelu.tkt.tili

Avaa uutistenlukuohjelman käyttöliittymä ja muodosta yhteys uutispalvelimeen

mailto:oskari.olematon@cs.helsinki.fi

Avaa postiohjelman käyttöliittymä, välitä sähköposti postipalvelimelle

mms:video.avi

Avaa multimediasoitin

Nouda MultiMedia Streaming - protokollaa käyttäen



Verkkosovelluksia, sovellusprotokollia

Pistoke Verkkosovelluksen ohjelmointia



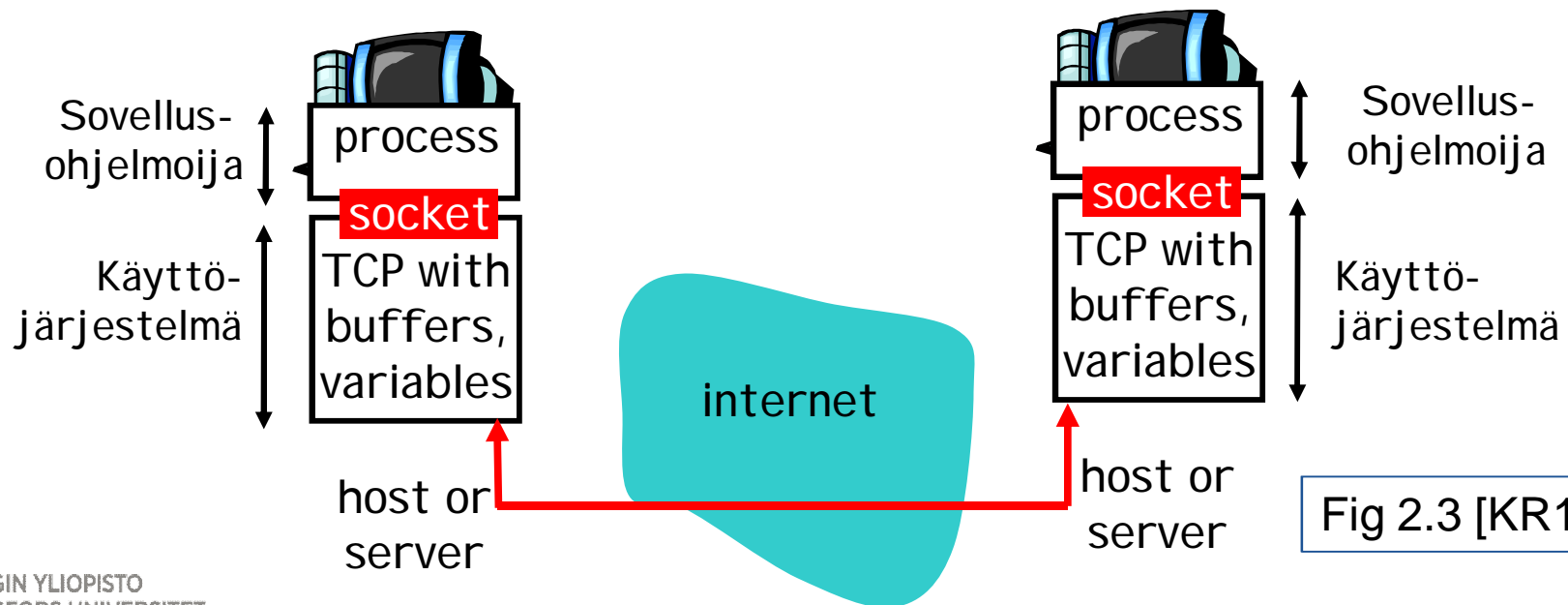
Pistoke (socket)

Kuljetuspalvelun ja sitä käyttävän sovelluksen **rajapinta isäntäkoneessa**

Sovelluksen tietoliikenne = KJ:n palvelupyyntöjä

Pistoke on "palveluluukku"

Alunperin Berkeley UNIXin (BSD) mukana





Pistoke

- Sovellus luo pistokkeen ja liittää sen porttiin tai KJ voi valita porttinumeron
 - Yksi pistoke per porttinumero
 - Palvelimella on pysyvä (standardi)portti ja kutakin asiakasyhteyttä varten luotu tilapäinen portti (yhteysportti)
 - Asiakasohjelmalle tilapäinen KJ:n valitsema
- Kaksisuuntainen (full duplex)
 - Samaan pistokkeeseen sekä kirjoitetaan että siitä luetaan
- Lähetys (send)
 - Kirjoita pistokkeeseen
- Vastaanotto (receive)
 - Lue pistokkeesta



TCP- kuljetuspalvelu

Yhteyspyyntö palvelun porttiin

Palvelija luo yhteyttä varten
uuden portin

Voi palvella useita yhteyspyyntöjä

Tavallisesti palvelija luo yhteyttä
varten myös oman prosessin

Lue /kirjoita tavuja

Welcoming socket = vastaanottopistoke?
Connection socket = yhteyspistoke?

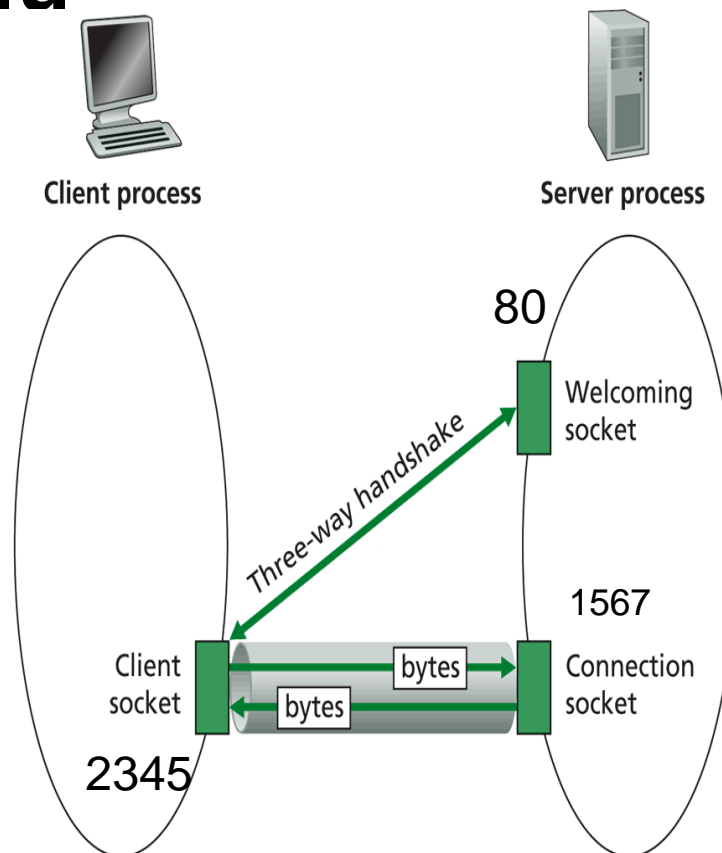
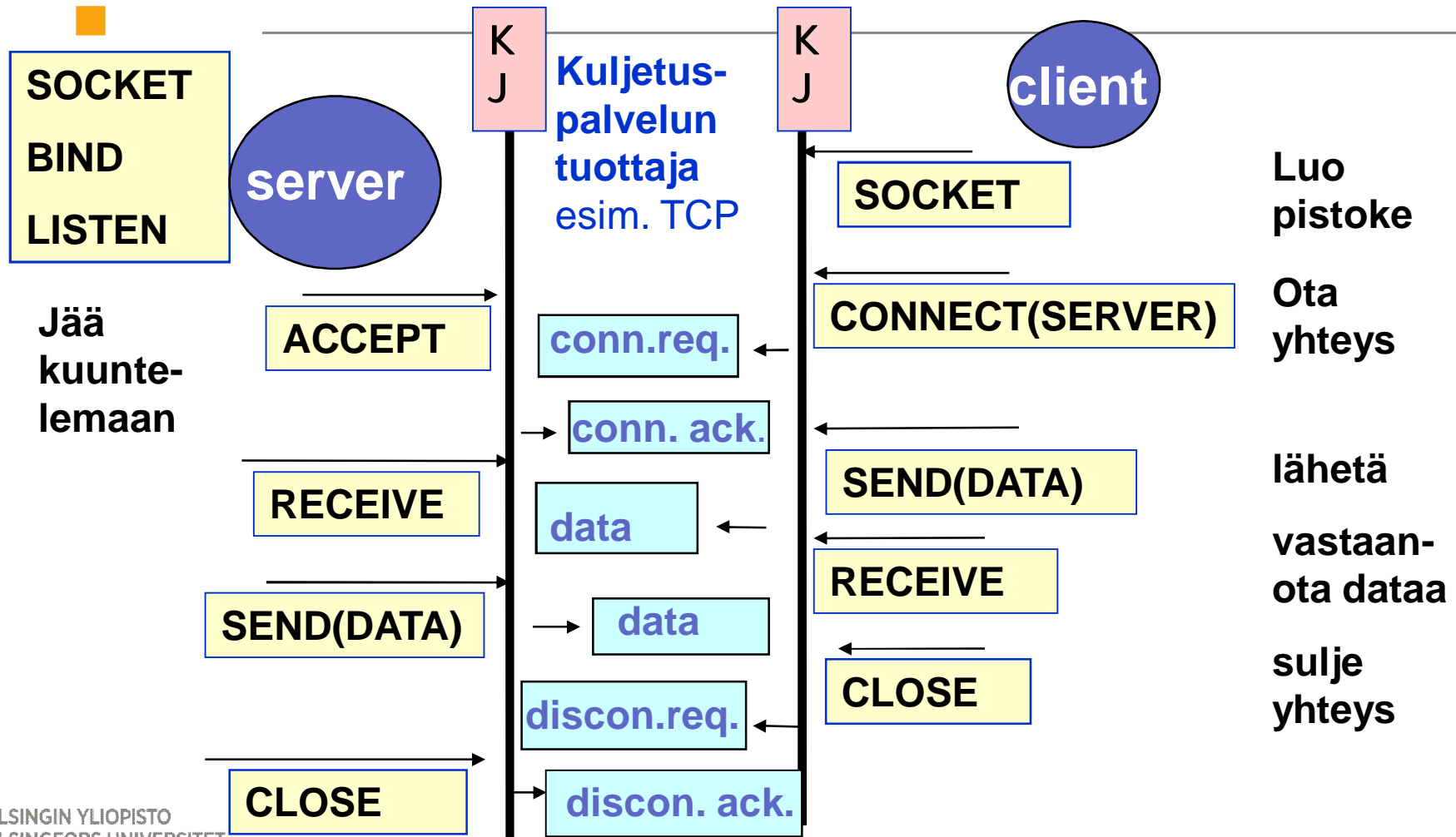


Figure 2.29: Client socket, welcoming socket, and connection socket

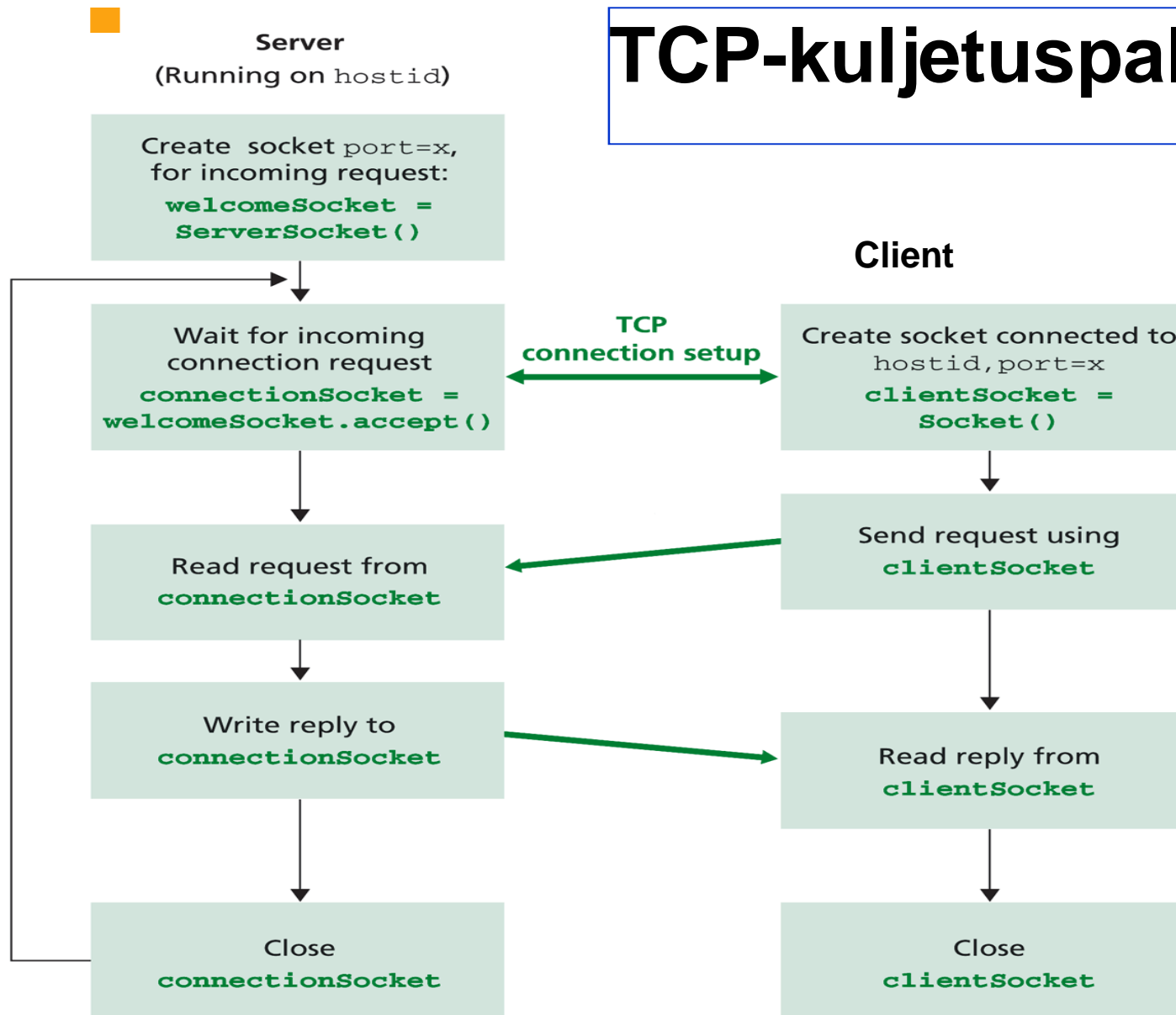


TCP-kuljetuspalvelu

Luo 'pysyvä' pistoke



TCP-kuljetuspalvelu



Yhteydellinen
Luotettava
Tavuvirta

Figure 2.30 ♦ The client-server application, using connection-oriented transport services



Esimerkkisovellus: TCP-asiakas

Python TCPClient

Pythonin pistoke-kirjasto



```
from socket import *
```

Luo TCP-pistoke
palvelimen servername
porttiin 12000



```
serverName = 'servername'
```

```
serverPort = 12000
```

```
clientSocket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM)
```

Lue käyttäjän näppäilemä
syöte



```
clientSocket.connect((serverName,serverPort))
```

```
sentence = raw_input('Input lowercase sentence:')
```

Lähetä viesti palvelimelle.
Lähetyksessä ei enää
tietoa vastaanottajasta.



```
clientSocket.send(sentence)
```

```
modifiedSentence = clientSocket.recv(1024)
```

```
print 'From Server:', modifiedSentence
```

Sulje pistoke



```
clientSocket.close()
```



Esimerkkisovellus: TCP-palvelija

Luo TCP vastaanottopistoke

Palvelin aloittaa saapuvien TCP-
pyyntöjen odottamisen

Ikuinen silmukka

Palvelin odottaa accept()-
kutsussa saapuvia pyyntöjä,
kutsu palauttaa uuden
pistokkeen kullekin yhteydelle

Lukee tavuja pistokkeesta
(ei osoitetta kuten UDP)

Sulkee vain yhteyden pistokkeen
(ei vastaanottopistoketta)

Python TCP Server

```
from socket import *
serverPort = 12000
serverSocket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM)
serverSocket.bind(('', serverPort))
serverSocket.listen(1)
print 'The server is ready to receive'
while 1:
    connectionSocket, addr = serverSocket.accept()
    sentence = connectionSocket.recv(1024)
    capitalizedSentence = sentence.upper()
    connectionSocket.send(capitalizedSentence)
    connectionSocket.close()
```



Vastaava TCP-asiakas Javalla

```
import java.io.*; import java.net.*;
class TCPClient {
    public static void main(String argv[]) throws Exception {
        String sentence;
        String modifiedSentence;
        BufferedReader inFromUser =
            new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
        Socket clientSocket = new Socket("hostname", 12000); yhteyspyyntö
        DataOutputStream outToServer =
            new DataOutputStream(clientSocket.getOutputStream());
        BufferedReader inFromServer =
            new BufferedReader(new InputStreamReader(
                clientSocket.getInputStream()));
        sentence = inFromUser.readLine();
        outToServer.writeBytes(sentence + '\n');
        modifiedSentence = inFromServer.readLine();
        System.out.println("FROM SERVER: " + modifiedSentence);
        clientSocket.close(); Sulkee myös TCP-
        }
    }
```



Vastaava TCP-palvelija Javalla

```
import java.io.*; import java.net.*;
class TCPServer {
    public static void main(String argv[]) throws Exception {
        String clientSentence;
        String capitalizedSentence;
        ServerSocket welcomeSocket = new ServerSocket(12000);
        while(true) {
            Socket connectionSocket = welcomeSocket.accept();
            BufferedReader inFromClient = new BufferedReader(
                new InputStreamReader(connectionSocket.getInputStream()));
            DataOutputStream outToClient =
                new DataOutputStream(connectionSocket.getOutputStream());
            clientSentence = inFromClient.readLine();
            capitalizedSentence = clientSentence.toUpperCase() + '\n';
            outToClient.writeBytes(capitalizedSentence);
        }
    }
}
```

Yhteyspistokkeen
luonti

Palvelijan toiminta
pyynnön ja
vastauksen välissä



UDP-kuljetuspalvelu

Ei kättelyä, ei yhteydenmuodostusta /purkua

Epäluotettava

Sovellusprosessi lukee ja kirjoittaa kokonaisia yksittäisiä sanomia

Lähettäjä kertoo KJ:lle sanoman lisäksi kohteen IP-osoitteen ja portin

POSIX: `send(sockfd, msg[], msg_len, flags, addr[], addr_len)`

Vastaanottaja saa KJ:ltä mahdollista vastausta varten lähettäjän IP-osoitteen ja portin

POSIX: `recvfrom(sockfd, msg[], msg_len, flags, addr[], *addr_len)`

UDP-kuljetuspalvelu

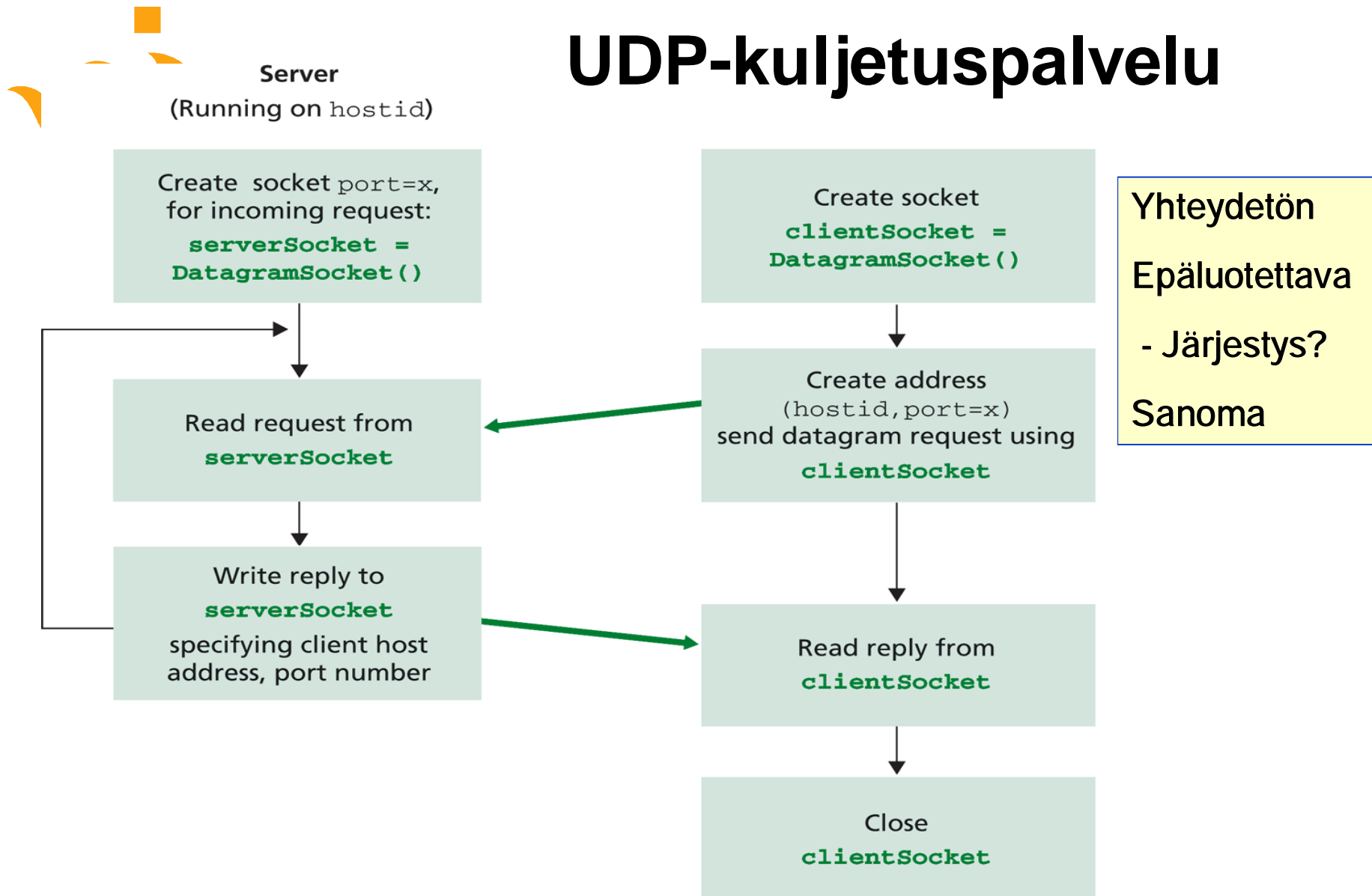
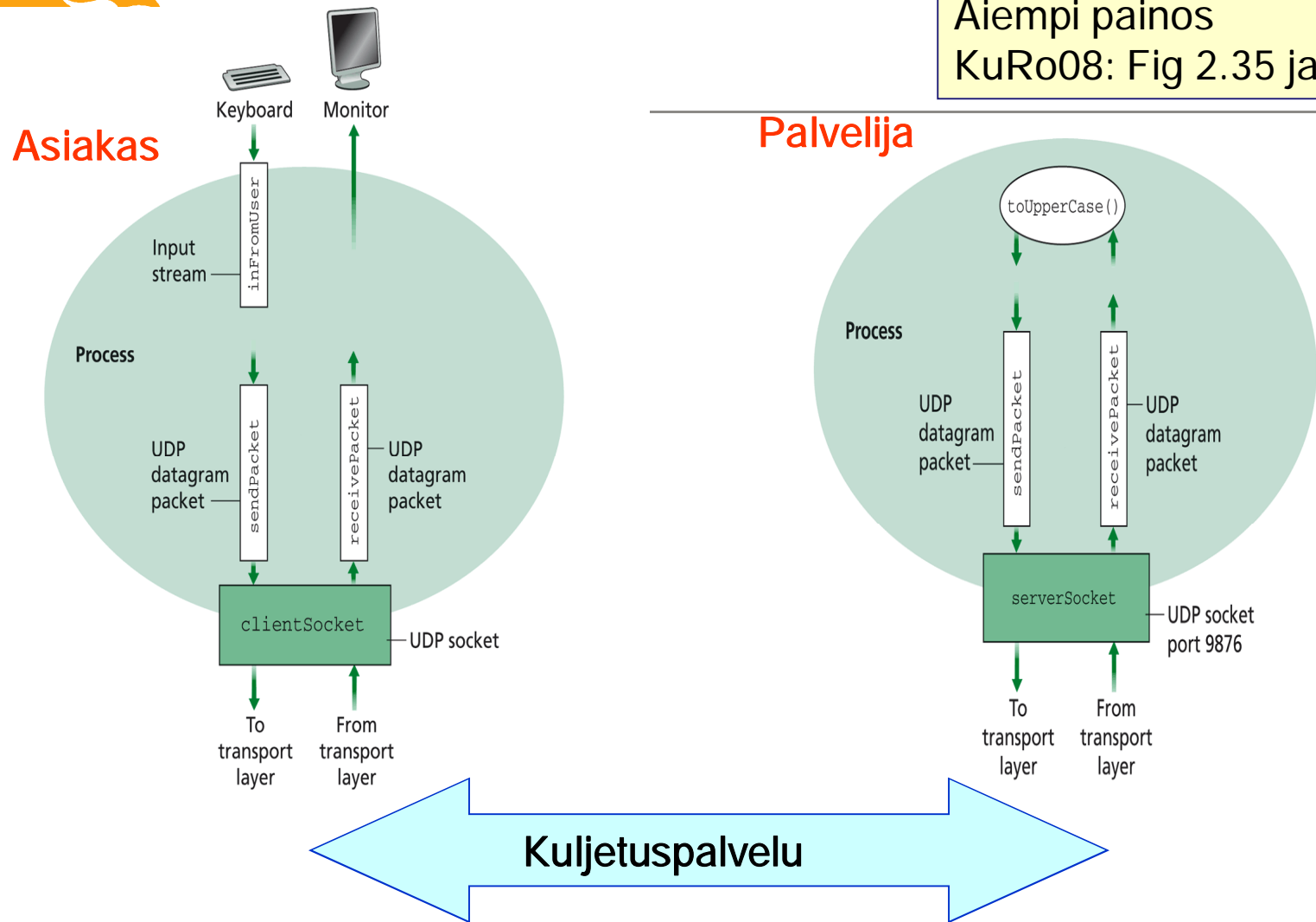


Figure 2.28 ♦ The client-server application, using connectionless transport services



UDP-esimerkki

Aiempi painos
KuRo08: Fig 2.35 ja 2.36





Esimerkkisovellus: UDP-asiakas

Python UDPClient

```
from socket import *
serverName = 'hostname'
serverPort = 9876
clientSocket = socket(socket.AF_INET,
                       socket.SOCK_DGRAM)
message = raw_input('Input lowercase sentence:')
clientSocket.sendto(message,(serverName, serverPort))
modifiedMessage, serverAddress =
                       clientSocket.recvfrom(2048)

print modifiedMessage
clientSocket.close()
```

Luo UDP-pistoke palvelimen
hostname porttiin 9876

Liitä pistokkeeseen
palvelimen nimi ja portti;
lähetä merkkijono

Lue vastaus pistokkeesta

Tulosta vastaus ja
sulje pistoke



Esimerkkisovellus: UDP-palvelija

Python UDPServer

Luo UDP-pistoke



Sido pistoke paikalliseen
porttiin numero 9876



Ikuinen silmukka



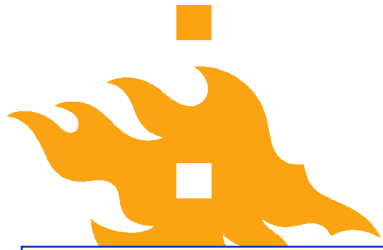
Lue sanoma UDP-pistokkeesta,
sanomassa on mukana
asiakkaan IP ja porttinumero



Lähetä muokattu merkkijono
(takaisin) asiakkaalle



```
from socket import *
serverPort = 9876
serverSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM)
serverSocket.bind(('', serverPort))
print "The server is ready to receive"
while 1:
    message, clientAddress =
serverSocket.recvfrom(2048)
    modifiedMessage = message.upper()
    serverSocket.sendto(modifiedMessage, clientAddress)
```



Vastaava UDP-asiakas Javalla

```
import java.io.*; import java.net.*;
class UDPClient {
    public static void main(String args[ ]) throws Exception {
        BufferedReader inFromUser =
            new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
        DatagramSocket clientSocket = new DatagramSocket();
        InetAddress IPAddress = InetAddress.getByName("hostname");
        byte[ ] sendData = new byte[1024];
        byte[ ] receiveData = new byte[1024];
        String sentence = inFromUser.readLine();
        sendData = sentence.getBytes();

        DatagramPacket sendPacket =
            new DatagramPacket(sendData, sendData.length, IPAddress, 9876);
        clientSocket.send(sendPacket);

        DatagramPacket receivePacket = new DatagramPacket(receiveData, receiveData.length);
        clientSocket.receive(receivePacket);
        String modifiedSentence = new String(receivePacket.getData());
        System.out.println("FROM SERVER:" + modifiedSentence);
        clientSocket.close();
    }
}
```

IP-osoitteen
selvittäminen!

Vapauttaa pistokkeen



Vastaava UDP-palvelija Javalla

```
import java.io.*; import java.net.*;
class UDPServer {
    public static void main(String args[]) throws Exception {
        DatagramSocket serverSocket = new DatagramSocket(9876);
        byte[] receiveData = new byte[1024];
        byte[] sendData = new byte[1024];
        while(true) {
            DatagramPacket receivePacket =
                new DatagramPacket(receiveData, receiveData.length);
            serverSocket.receive(receivePacket);
            String sentence = new String(receivePacket.getData());
            InetAddress IPAddress = receivePacket.getAddress();
            int port = receivePacket.getPort();
            String capitalizedSentence = sentence.toUpperCase();
            sendData = capitalizedSentence.getBytes();
            DatagramPacket sendPacket =
                new DatagramPacket(sendData, sendData.length, IPAddress, port);
            serverSocket.send(sendPacket);
        }
    }
}
```

**Pura paketti:
data, IP-osoite
ja portti**

Lähetä muokattu data.