Tiedon kuljetus

S-38.188 Tietoliikenneverkot
29.10.1997

Luennon aiheet

- IP-osoitearitmetiikka
- Päästä-päähän yhteys
- Internetin kuljetuskerroksen protokollat
  - TCP
  - UDP
- Internetin sovellusprotokollat
- Etäsuoritus (RPC)
- Datan esitysmuodot
  - pakkaus

IP-osoitearitmetiikka

- Aliverkkopeite kertoo
  - verkko-osan
  - koneosan
- Ilmaistaan
  - peitteen arvona (255.255.255.192)
  - ykkösbittien määränä (26)
- Määrittää
  - suoraan kytketyn verkon
    - » käytettävä verkkoliitäntä
  - käytettävän reitittimen
    - » seuraava reititin

	130	233	161	35
	10000010	11101001	10100001	00100011
AND	255	255	252	0
	11111111	11111111	11111100	00000000
	130	233	160	0
	10000010	11101001	10100000	00000000

	130	233	163	254
	10000010	11101001	10100011	11111110
AND	255	255	252	0
	11111111	11111111	11111100	00000000
	130	233	160	0
	10000010	11101001	10100000	00000000

verkko: 130.233.160.0/22

verkko: 130.233.160.0/255.255.252.0

Osoitteistus päätelaitteessa

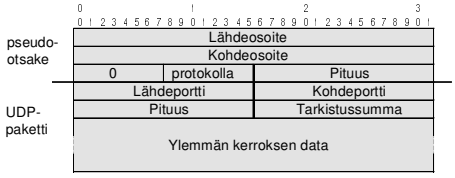
- Ongelma: miten ohjata oikealle sovellukselle
- Tulevan datan perusteella
  - puhelin/modeemi/fax-kytkimet
  - ei läpinäkyvä
- Aliosoitteen (porttinumero) perusteella
  - kullakin palvelulla oma tunniste: “tunnettu portti”
  - rajallinen määrä vaihtoehtoja => törmäyksiä
- Tunnisteen perustella
  - suurempi avaruus: tietokanta suoríttaa muunnoksen oikeaan porttinumeroon
  - vaatii ylimääräisen yhteydenoton

User Datagram Protocol (UDP)

- Tarjoaa yhteydettömän tietosähkeliikenteen
- Ei juurikaan lisää toiminnallisuutta verrattuna IP:hen
  - paketti osottetaan halutulle ohjelmalle
    - » multiplexaus
  - helppo toteuttaa pieniinkin laitteisiin
  - ei vaadi paljoa prosessointia laitteelta
- tietosähkeitä voi hukkua => varmistus ylemmillä tasoilla (jos tarpeen)
- ongelmallinen suurissa verkoissa, koska ruuka vaihtelee verkon eri osissa
  - ei vuonohjausta eikä ruuhkanhallintaa

UDP - paketti

- Tarkistussumma valinnainen (=0)
  - pseudo-otsake ja data tarkistussumman laskennassa



UDP:aa käyttävät protokollat

- Simple Network Management Protocol
  - verkonhallinta
- Bootstrap Protocol
  - käynnistyksen yhteydessä kone selvittää tietoja
    - » osoite, nimi, verkkomaski, levitysosoite, yhdyskäytävät, kirjottimet, käynnistystiedosto...
  - käytettään yleensä mikroissa ja levyttömissä (työasemat, X-päätteet) koneissa
- Trivial File Transfer Protocol
  - yksinkertainen tiedostojensiirtoprotokolla
  - ei tarjoa tunnistusta
  - käytetään levyttömien (työasemat, X-päätteet) koneiden käyttöjärjestelmän lataamiseen

UDP:aa käyttävät protokollat...

- Remote Procedure Call
  - portmapper mahdollistaa porttien tehokkaan käytön
  - voi toimia myös TCP:n päällä
  - mukana Exchange Data Presentative Protocol - esitystapa
  - Network File System
- Domain Name Server (myös TCP)
  - nimipalvelu
  - hierarkkinen rakenne, tietueilla elinaika
- Network Time Protocol
  - koneiden pitäminen ajassa

Vuonohjaus ja ruuhkanhallinta

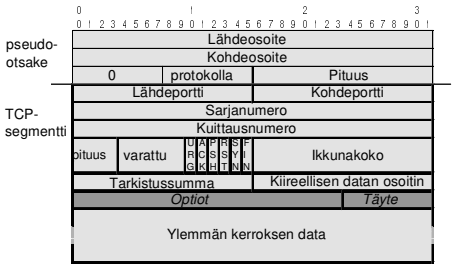
- Vuonohjaus: ei ylitetä vastaanottajan kapasiteettia
  - tarvitaan jokaisella yhteydellä
- Ruuhkanhallinta: ei lähetetä verkkoon liikaa dataa
  - tarvitaan aina kun muu kuin p-p-linkki
  - erilainen tilanne verkon eri osissa
  - verkon käytettävissä siirtokapasiteetti voi vaihdella nopeasti

Transmission Control Protocol (TCP)

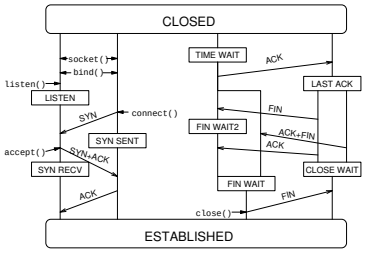
- OSI:n siirto- ja yhteysjaksokerroksen tehtävät
- yhteyspohjainen
  - <lähdeosoite,lähdeportti, kohdeosoite,kohdeportti>
- tarjoaa luotettavan datavirran päästä päähän
- erinomainen vuonohjaus ja ruuhkanhallinta
- => udp: 700 ccl vs tcp: 4500 ccl [tcp_input(): 1000 ccl]
- suurin osa sovelluksista tcp:n päällä

<130.233.161.48, *1025*, 128.241.54.32, *80*>
<130.233.161.48, *1026*, 128.241.54.32, *80*>
<130.233.161.47, *1025*, 128.241.54.32, *80*>

TCP - segmentti



TCP tilakone



Vuonohjaus

- Käyttää liukuvan ikkunan algoritmia
  - vastaanottaja ilmoittaa, kuinka paljon se pystyy ottamaan vastaan
  - lähettävä voi lähettää korkeintaan ikkunan koon verran odottamatta kuittausta

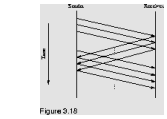


Figure 3.18

Figure 3.19

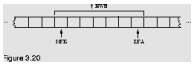


Figure 3.20

Ruuhkanhallinta

- Kiertoaikaviiveen arviointi
  - arvio liian lyhyt => tarpeettomia uudelleenlähetyksiä
  - arvio liian pitkä => tarpeetonta odotusta
- Alkuperäinen
  - väärä RTT_{Sample} uudellenlähetyksissä
  - ei huomioi varianssia

$$1 = \alpha + \beta$$

- Karn/Partridge
  - RTT_{Est} ei lasketa uudellenlähetyksistä
  - Uudelleenlähetysaika kaksinkertaistuu jokaisella uudelleenlähetyksellä
  - » exponentiaalinen peräytyminen

Ruuhkanhallinta

- Jacobson/Karels
  - verkoissa ei bittivirheitä => kadonnut paketti osoitus ruuhkasta
  - liian tiheät uudelleenlähetykset pahentavat ruuhkaa
  - varianssi määrä kuinka tarkasti uudellenlähetysaika voidaan määrittää arvioidusta ajasta

$$Diff = RTT_{Sample} - RTT_{Est}$$
$$RTT_{Est} = RTT_{Est} + \delta \times Diff \qquad 0 \le \delta \le 1$$
$$Dev = Dev + \delta \times (Diff - Dev)$$
$$T_{Out} = \mu \times RTT_{Est} + \phi \times Dev$$

TCP LFP-verkoissa

Tekniikka	Nopeus	Ikkuna	Sarjanumero
ARPANET	56kbps	9,4 s	3.13:13:03
DS1	1,5Mbps	0,35 s	0.03:10:53
Ethernet	10Mbps	52 ms	0.00:28:38
DS3	45Mbps	12 ms	0.00:06:22
FDDI	100Mbps	5,2 ms	0.00:02:52
gigabit	1Gbps	0,5 ms	0.00:00:17

- Suorituskyky
  - ikkunankoko 64kB liian pieni suuri viive*kaistanleveys -verkoissa
    - » skaalausoptio (<= 14 bittiä)
  - yksittäisiä segmenttejä katoaa
    - » osittainen kuittausoptio
  - kiertoviiveen arviointi tärkeää
    - » aikaleimaoptiot (1ms … 1s tarkkuus)
- Luotettavuus
  - sarjanumeron pyörähdys
    - » aikaleiman hyödyntäminen
  - vanhat yhteydet

TCP:aa käyttävät protokollat

- useat “selväkielisiä”
- File Transfer Protocol
- Virtual Terminal (Telnet)
- Simple Mail Transfer Protocol
- X Window System (X11R6)
- RUNIX
  - lpr - kirjoittinprotokolla
  - rcp - remote copy: tiedostojen kopiointi, rlogin - remote login: etäkäyttö, rsh - remote shell: etäkomento, rexec - remote execution: etäsuoritus
- Hypertext Transfer Protocol (World Wide Web)

HTTP

```
GET / HTTP/1.0
Accept: text/html

HTTP/1.0 200 OK
Date: Tue, 05 Nov 1996 07:09:47 GMT
Server: Apache/1.1.1
Content-type: text/html

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML 3.2//EN">
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Teletekniikan laboratorio</TITLE>
...
</BODY>
</HTML>
Connection closed by foreign host.
```

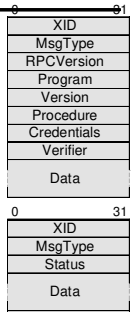
```
GET /engl.html HTTP/1.0
Accept: text/html

HTTP/1.0 302 Found
Date: Tue, 05 Nov 1996 07:10:13 GMT
Server: Apache/1.1.1
Location: http://keskus.hut.fi/engl.shtml
Content-type: text/html

<HEAD><TITLE>Document moved</TITLE></HEAD>
<BODY><H1>Document moved</H1>
The document has moved <A
HREF="http://keskus.hut.fi/engl.shtml">here</A>.<P>
</BODY>
Connection closed by foreign host.
```

Etäsuoritus

- Useat sovellukset kysely/vastaus-kommunikointiin perustuvia
- Oikean toiminnan varmistaminen
  - media ja laitteet epäluotettavia: katoaako
    - » pyyntö matkalla palvelimelle
    - » pyyntö sen ollessa suorituksessa
      - suoritus voi kestää määräämättömän ajan
    - » vastaus matkalla asiakkaalle
  - “zero-or-more times” vs. “at-most-once”
  - toteutetaan tunnisteilla

SunRPC / ONC RPC

- Kukin ohjelma eri (UDP) portissa
  - Port Mapper (111) tietää
- Osoitetaan tetyn ohjelman tiettyä aliohjelmaa
- Ei takaa *at-most-one*-toimintaa
  - käytännössä kuitenkin riittävästi
    - » uusintapyyntö ja vastaus verkossa samaan aikaan (suunniteltu LAN-käyttöön)



Esitystapa

- Datan erilainen esitystapa erilainen eri laitteissa
  - kokonaisluvut (big/little-endian, VAX)
  - liukuluvut (ieee754, laitekohtainen)
  - merkistöt (ASCII, EBDIC, ISO8859-X, Unicode)
- Koodatava joko:
  - yhteisesti sovittuun muotoon
    - » mahdollinen tehohukka
    - » verkkoprotokollissa ainoa mahdollinen (IP,…)
  - vastaanottaja dekoodaa
    - » vastaanottajan tunnettava kaikki mahdolliset muodot

Esitystavat

- External Data Representation (ONC RPC)
  - big-endian (32-bit kokonaisluvut)
  - <pituus (4 tavun moninkertoina) - arvo>
- Abstract Syntax Notation.1
  - <tyyppi - pituus - arvo>
  - ei välttämättä tasatavuissa (sanoissa)
- Network Data Representation (DCE / OSF)
  - vastaanottaja muuttaa (mikäli tarvetta)
  - arkkitehtuuritunniste (kokonaisluku, merkistö, liukuluku,…)

Tiedon pakkaus

- Häviötön
  - perustuu toistojen koodaamiseen (Run Length Encoding)
  - erotuksen koodaukseen (Differential Pulse Code Modulat.)
  - toistuvien merkkijonojen tunnistaminen (Lempel-Ziv)
  - ei aiheuta virhettä
  - 1:1-4:1
- Häviöllinen
  - “merkityksetön” ja toistuva tieto poistetaan
    - » loppu häviöttömällä koodauksella
  - sovelutuu (valo)kuvalle (JPEG), videolle (MPEG) ja äänelle
  - still-kuvat: 30:1, video 50-100:1, ääni 10-20:1

Yhteenveto

- Eri tarkoituksiin eri kuljetusprotokollat
  - TCP
    - » luotettava, virheenkorjaava
  - UDP
    - » sähkepalvelu
- Etäsuoritus (RPC)
  - kysely-vastaus
- Datan esitysmuodot
  - yhtenäinen esitystapa
  - vastaanottaja konvertoi
  - pakkaus on eräs esitystapa