Võrgu struktuur

Motivatsioon

- Ressursside jagamine
  - Failide jagamine
  - Välisseadmete jagamine
  - Info töötlemine hajusandmebaasis
- Koormuse jagamine
- Arvutuste kiirendamine
- Töökindlus — ühe sõlme tõrge avastatakse, tööd tehakse edasi, hiljem võetakse sõlm uuesti käiku
- Sidevõimalused — süsteemis sees olev sidevõimalus tehakse kättesaadavaks kasutajale

Ülevaade

- Taust
- Võrkude tüübid
- Topoloogiad
- Side
- Kommunikatsiooni protokollid

Võrgu läbipaistvus

- Võrgu-eelsed opsüsteemid
  - Kolmanda osapoole võrgumoodulid
- Võrku arvestavad opsüsteemid
  - Võrgu funktsionaalsus on korralike ja läbimõeldud liideste abil kättesaadav
  - Enamasti kaasas ka hulk rakendusprogramme võrguga suhtlemiseks (telnet, ftp, www,. . .)
- Läbipaistvad võrguoperatsioonisüsteemid
  - Operatsioonisüsteemi enda teenused kasutavad võrguteenuseid
  - Läbipaistvus — kõik paistab lokaalne
  - Hajusoperatsioonisüsteemid
  - Andmete, arvutustöö, protsesside migreerimine

Võrgu tüübid

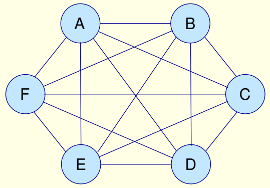
- Kohtvõrk (LAN) — väikeste geograafiliste piirkondade jaoks
  - Ühiskasutusega siin- või tähtvõrk
  - Kiirus enamasti 10–100 Mbps
  - Leviedastus (*broadcast*) on odav
  - Masinateks tüüpiliselt tööjaamad ja mõni server
- Laivõrk (WAN) — omavahel kaugeid punkte ühendav võrk
  - Punktist punkti ühendused pika maa taha (fiiber, telefonivõrgu alusvõrk)
  - Kiirus megabiti ringis (varieerub vastavalt rahakotile)
  - Leviedastus kallis (→ multiedastus)
  - Masinateks ruuterid ja serverid

Topoloogiad

- Erinevaid masinad saab paljudel viisidel kokku ühendada
- Erinevaid ühendamisviise saab võrrelda järgmiste kriteeriumite järgi:
  - Sidekulud (aeg)
  - Ülesseadmise maksumus
  - Töökindlus — kui üks sõlm või ühendus kaob, mis teistega juhtub?

Topoloogiad — täisgraaf

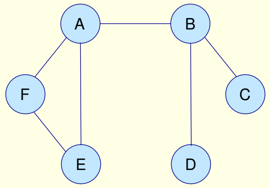
- Kõik tipud on otse ühendatud kõigi teiste tippudega



- Teadete vahetamine kiire; teade läheb otse ühest tipust teise
- Ühe tipu viga ei mõjuta tesite tippude vahelist kommunikatsiooni
- Väga kallis; eriti kui palju tippe

Topoloogiad — osaline graaf

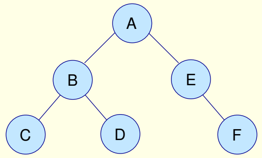
- Servad on osade, kuid mitte kõikide, tippude vahel



- Odavam, kuid vigade suhtes vähem tolerantne
- Üksik viga võib võrgu tükeldada
- Teate saatmine võib nõuda mitme tipu läbimist
  - Vaja kasutada ruutimist
- Tüüpiliselt kasutusel laivõrkudes

Topoloogiad — puu

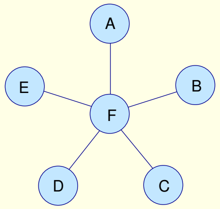
- Puu struktuuriga hierarhiline võrk



- Teadete vahetus otseste järglaste vahel kiire, kuid eri harus olevate tippude korral vaja minna läbi ühise vanema
- Kasutusel mõnedes korporatiiv-võrkudes, kuna vastab hierarhilisele maailmapildile . . .
- Viga ühes vahetipus tükeldab kogu võrgu

Topoloogiad — täht

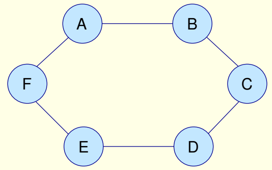
- Kõik tipud on ühendatud ühe keskse tipuga



- Kesktipp on reeglina pühendatud võrguliikluse juhtimisele
- Iga teate saatmine nõuab kaht hüpet
- Kesktipu vea korral on kogu võrk maas
- Odav; mõnikord kasutusel kohtvõrkudes

Topoloogiad — ring

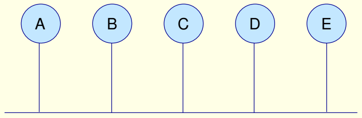
- Kõik tipud on ühendatud kahe naabertipuga



- Ühesuunaline ring — teadete saatmine ainult ühes suunas
  - Teadete vahetuseks vaja kuni $n-1$ hüpet
  - Odav, kuid üks vigane tipp tükeldab võrgu
- Kahesuunaline ring — teadete saatmine mõlemas suunas
  - Teadete vahetuseks vaja kuni $n/2$ hüpet
  - Saab hakkama ühe vigase tipuga, kuid kaks viga tükeldab võrgu
- Kasutusel kohtvõrkudes (*Token Ring*)

Topoloogiad — ühiskasutusega siin

- Tipud on ükteisega ühendatud otse läbi ühtse siini



- Võib olla nii lineaarne kui tsirkulaarne
- Odav ja vigade suhtes tolerantne
- Kasutusel kohtvõrkudes (*Ethernet*)

Side

- Sidevõrgu disainimisel tuleb lahendada neli olulist küsimust:
  - Nimetamine ja nimede lahendamine — kuidas kaks protsessi võrguarvutites teineteist leiavad?
  - Ruutimise strateegia — kuidas teateid läbi võrgu kohale juhtida?
  - Ühenduse strateegia — kuidas kaks protsessi saadavad teadete jada omavahel?
  - Ummistused — võrk on jagatud ressurss, mis teha, kui mitu masinat korraga suhelda tahavad?

Nimetamine ja nimede lahendamine

- Igal masinal unikaalne nimi ja identifikaator (*host-id*)
  - DNS (*domain name service*) — Interneti nimede hierarhiline süsteem
- Teadete saatmine toimub mingi masina konkreetsele protsessile
  - Loogiline aadress on paar (masina nimi, protsess)
  - Protsessile vastab mingi port (näit. 21 – ftp, 80 – www, ...)
- Nimede lahendamine
  - Staatiliselt tabelitega (/etc/hosts)
  - Dünaamiliselt (leviedastuse või nimeserverite abil)

Ruutimine

- Fikseeritud ruuting — tee kahe punkti A ja B vahel on määratakse eelnevalt staatiliselt ja ei muutu
  - Enamasti pannakse paika just lühim tee, seega sidekulud minimeeritud
  - Ühenduse algatuskulud ühekordsed iga tipupaari kohta
  - Teadete järjekord säilib
  - Ei suuda kohaneda koormuse muutustega
- Virtuaalne kanal — iga konkreetse ühenduse jaoks fikseeritakse tee ühenduse alguses
  - Ühenduse algatuskulud ühekordsed iga sessiooni kohta
  - Teadete järjekord säilib
  - Aitab veidi koormuse jagamisele

Ruutimine

- Dünaamiline ruutimine — iga teate jaoks määratakse eraldi, millist teed ta läheb
  - Kohaneb koormuse muutustega
  - Saab ise üle riistvara vigadest, kui leidub mitu teed
  - Ühenduse algatuskulud igal teatel eraldi
  - Teadete järjekord ei tarvitse säilida
- Segastrateegiad
  - Näit. staatiline ruutimine kohtvõrgus gateway-ni ning sealt edasi dünaamiline ruutimine

Ühenduse strateegiad

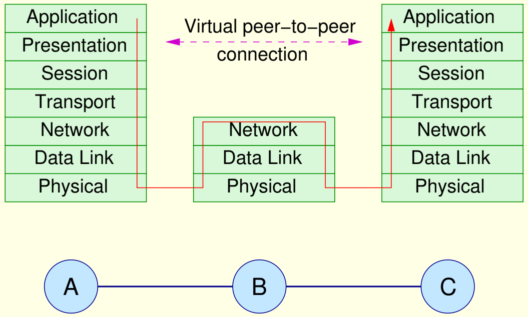
- Kanalkommutatsioon (*circuit switching*) — ühenduse ajaks eraldakse permanentne füüsiline kanal (näiteks telefonivõrk)
- Teadekommutatsioon (*message switching*) — terve teate edastamise ajaks luuakse ajutine ühendus
- Pakettkommutatsioon (*packet switching*) — Suvalise pikkusega teated jagatakse piiratud pikkusega pakettideks. Iga paketi jaoks valitakse tee sõltumatult. Saabunud pakettidest pannakse kokku esialgne teade (järjekorranumbrid!)
- Kanalkommutatsioon vajab ressursse ühenduse loomisel ja lõpetamisel, aga iga teatega on seotud vähem lisakulu ning riba on garanteeritud
- Teade- ja pakettkommutatsiooni puhul kulub ühenduse loomisele vähem vaeva, aga iga konkreetse paketi edastamisele rohkem

Ummistused

- Mitu masinat võivad tahta korraga saata infot läbi sama kanali — tekiks põrge (kollisioon)
- Tehnikad kollisioonidest jagu saamiseks:
  - CSMA/CD (*Carrier Sense with Multiple Access and Collision Detection*) — kui keegi ei räägi, hakata rääkima; kui seetõttu tuli kollisioon, siis oodata ja proovida natukese aja pärast uuesti (*Ethernet*)
  - Loatähe edastamine (*token passing*) — süsteemis ringleb loatäht. Kellele see parajasti kuulub, võib edastada (*Token Ring*, *Token Bus*)
  - Teadetepesad (*message slots*) — ringi peal võib korraga edastada mitut teadet. Ringlevad teatepesad, tühja pesasse võib oma teate panna saatmiseks

Kommunikatsiooni protokollid

- ISO/OSI protokollivirn (*Open Systems Interconnect*)
  - Võrguprotokollide standartne baasmudel
  - 7 kihiline arhidektuur
  - Loob üldise raamistiku spetsiifilistele protokollidele



Kommunikatsiooni protokollid

1. Füüsiline kiht
   - Bitijada füüsilise edastamise mehhaanilised ja elektrilised detailid
   - Realiseeritud riistvaraliselt
2. Andmelülikiht
   - Kanalis edastatava informatsiooni jaotamine fikseeritud suurusega kaadriteks, nende edastamine ja kättesaamist kinnitavate vastuste saatmise organiseerimine
   - Madala taseme veatöötlus
   - Realiseeritud kas riistvaraliselt või tarkvaraliselt (PPP)
3. Võrgukiht
   - Aadressite lahendamine ja ruutimine
   - Reeglina realiseeritud opsüsteemis

Kommunikatsiooni protokollid

4. Transpordikiht
   - Töökindla ühenduse tagamine, vookontroll, pakettideks tükeldamine
   - Realiseeritud opsüsteemis
5. Sessioonikiht
   - Kommunikatsioonistrateegia realiseerimine (audentimine, dialoogi kontroll, sünkroniseerimine, . . .)
   - Realiseeritud teekide tasemel
6. Esituskiht
   - Andmeformaatide tõlkimine (baidijärjestus, kooditabel, . . .)
7. Rakenduskiht
   - Rakendusespetsiifilised protokollid

Kommunikatsiooni protokollid

- Internet — praktikas kõige enamlevinud kommunikatsiooni protokollide kogum
  - Arenenud välja ARPAnet-ist
  - Jälgib üldjoontes ISO/OSI mudelt, kuid efektiivsuse huvides kasutab vähem tasemeid

layer 5 – 7	FTP telnet http SMTP NSP	
layer 4	TCP	UDP
layer 1 – 3	IP	
	IEEE802.X/X.25	

- TCP (*Transmission Control Protocol*)
- UDP (*User Datagram Protocol*)

Paketid

- Iga teade on tükeldatud pakettideks
- Pakett sisaldab kogu originaalteate taastamiseks vaja minevat informatsiooni
- Etherneti pakett

7	1	6	6	2	46–1500	4
preamble	SF	dest. addr.	src. addr.	len.	data	FCS

- Andmesegment sisaldab lisaks reaalsetele andmetele ka kõigi kasutatud protokollitasemete päised