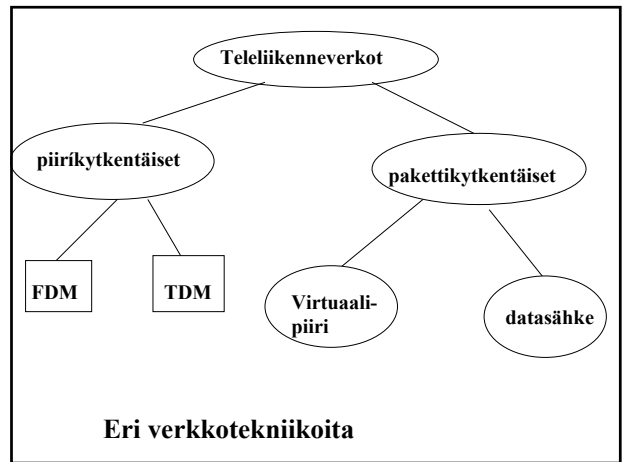


## Virtuaalipiirin muunnostaulukko

Sisääntulo	tuleva VC	lähtevä VC	ulosmeno
1	12	34	3
1	97	56	2
2	42	101	3
2	10	78	1
3	12	65	2

Taulukkoa päivitettävä aina kun uusi yhteys on muodostettu tai vanha purettu!

Miksi ei käytetä koko yhteydellä samaa VP-numeroa?



## 1.3. Siirtomedia

- **Siirtomedian tehtävä**
  - siirtää bittivirtaa koneelta toiselle
- **käytettävissä erilaisia siirtovälineitä**
  - johdollinen
    - kuparijohto, optinen kuitu, kaapeli
  - johdoton
    - radio, satelliitti, matkapuhelin
    - magneettinauha, cd-levy

1/16/2003

45

## Magneettinen ja optinen media

- **'talleta, kannaa ja lataa'**
- **suuri siirtonopeus**
  - hyvin suuria tietomääriä siirtyy kohtalaisella nopeudella
    - rekallinen cd-levyjä
- **pitkä viive**
  - ensimmäisen bitin saapuminen kestää pitkään
- **edullinen**



1/16/2003

46

## Kierretty pari johto (twisted pair)

- **kaksi eristettyä kuparijohtoa kierretty yhteen** (vähentää häiriöitä)
  - yleensä useita kaapelissa
- **yleisesti käytetty**
  - puhelinverkko (jo yli 100 vuotta), paikallisilmukka, rakennusten sisällä
- **hintaan nähden hyvä suorituskyky**
  - useita kilometrejä ilman vahvistinta
  - useita Mbps parin kilometrin matkalla
  - analoginen tai digitaalinen siirto

1/16/2003

47

- **Suojattu / suojaamaton**

– UTP (Unshielded twisted pair) yleisesti käytetty LAN:eissa (10 Mbps -1 Gbps)

- **eri luokkia (category)**
  - luokka 3: puhelinyhteydet, LAN => 16 Mbps
    - kotiyhteydet verkkoon: ISDN (128 Kbps), ADSL (6 Mbps)
  - luokka 5: uusiin toimistoihin => 100 Mbps
    - enemmän kierteitä ja teflon-eriste

1/16/2003

48

## Koaksiaalikaapeli

- paremmin suojattu häiriöiltä
  - suuret nopeudet
    - 1-2 Gbps, 1-2 km -kaapelilla
  - pitkät etäisyydet
    - tarvitaan vahvistimia ja nopeus laskee
  - käyttö
    - TV-kaapelit, lähiverkot

1/16/2003

49

## Koaksiaalikaapelin käyttötavat

- **kantataajuusmoodi** (Baseband)
  - 50-ohmin kaapeli, käytössä lähiverkoissa
    - kaapelissa vain yksi bittivirta (signaali)
    - nopea tiedonsiirto ~10 Mbps,
    - digitaalinen signaali (voltagepulsseja)
- **laajakaistamoodi** (Broadband)
  - 75-ohmin kaapeli, käytössä kaapeliTV:ssä
    - kaista jaetaan kanaviin, 6 MHz
      - rinnan TV-kuvaa, CD-tason ääntä ja digitaalista bittivirtaa
    - useita signaaleja samaan aikaan
    - analoginen signaali

1/16/2003

50

## Valokaapeli

- erittäin puhdasta kvartssia
  - 1 km kuitua vaimentaa valoa vähemmän kuin 3 mm ikkunalasi
- lasersäteitä
- ei sähkömagneettisia häiriöitä
- jopa 100 Gbps 30 km kaapelilla
- Internetin runkoverkko, puhelinverkot

1/16/2003

51

## Valokaapelin rakenne

- lähetin
  - muuttaa sähköpulssetit valoksi
    - LED, laserdiodi
- vastaanotto fotodiodi
  - muuttaa valopulssetit sähköpulsseiksi
  - vasteaika ~ 1 ns => ~1 Gbps
  - kohina haittaa => riittävän voimakas säde
- valokuitu
  - ensisuoja suoja mekaanisilta vaurioilta
  - toisosuoja yhdistää useita kuituja

1/16/2003

52

## Valokuitutyypit

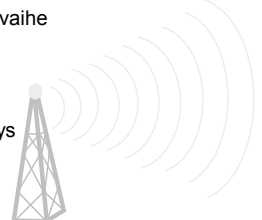
- monimuoto (multimode)
  - valo hajaantuu (dispersion)
  - halpa, ei kovin nopea
  - paikallisverkoissa
- yksimuotokuitu (monomode)
  - kuidun paksuus vain muutama valon aallonpituus (8-10 mikronia, hius ~50 mikronia) => valo etenee kuidussa suoraan
  - kallein, nopein (~30 Gbps)
  - pitkän matkan puhelinlinjoissa (~30 km, jopa 100 km mahdollista)

1/16/2003

53

## Langaton tiedonsiirto

- sähkömagneettinen aaltoliike
  - käytössä laaja spektri
  - aaltoliikkeeseen koodattavissa tietoa
    - amplitudi, taajuus vaihe
  - rajoituksia
    - generoitavuus
    - moduloitavuus
    - kuuluvuus/näkyvyys
    - tunkeutuvuus
    - vaarallisuus



1/16/2003

54

## Radioaallot

- helppo generoida
- etenevät pitkiä matkoja
- tunkeutuvat kaikkialle
- etenevät kaikkiin suuntiin
- rajallinen resurssi
  - niukkuutta
  - käyttö säänneltyä



1/16/2003

55

## Mikroaallot (> 100 MHz -> 10 GHz)

- etenee suoraan
  - sietää hyvin häiriöitä
  - antenni suunnattava
- tunkeutuvuus pienempi
  - heijastuksia (kiinteät esteet, sääilmiöt)
  - vesisade
- pulaa ilmatilasta => luvanvaraista
  - NMT: 450 MHz, GSM: 900 MHz, 1800 MHz
- verkkojen perustaminen 'halpaa'

1/16/2003

56

## Infrapuna & millimetriaallot

- etenee suoraan
- tunkeutuvaisuus 'olematon'
- heijastuksia
- halpa
- käytetään
  - kauko-ohjaimet
  - langattomat lähiverkot (wireless LAN)

1/16/2003

57

## Satelliitit

- Satelliitti
  - LEO (Low Earth Orbit)
    - 150-1500 km korkeudessa
  - MEO (Middle Earth Orbit)
    - 1500- km korkeudessa
  - GEO ( Geosynchronous Earth Orbit)
    - geostationaarinen
    - noin 36000 km korkeudessa
- maa-asema

1/16/2003

58

## Häiriöt siirtotiellä

- Lähetetty signaali (aalto tai pulssi) vaimenee ja vääristyy kulkiessaan siirtomediassa
  - **vaimeneminen** (attenuation)
    - eri taajuudet heikkenevät eri tavoin; suuret taajuudet vaimenevat enemmän
    - => **signaali paitsi vaimenee, myös vääristyy**
  - **viivevääristyminen** (delay distortion)
    - signaalin eri taajuuksiset komponentit etenevät hieman eri nopeuksilla ja saapuvat vastaanottajalle eri aikaan
    - => **signaali vääristyy**

1/16/2003

59

## Kohina (Noise)

- Signaalia häiritsee kohina
  - aina taustalla esiintyvää sähkömagneettista aaltoliikettä
  - **terminen kohina**
    - elektronien liikkeestä johtuva,
  - **ylikuuluminen**
    - johdin sieppaa viereisen johtimen signaalin
  - **impulssikohina**
    - salamat, vanhat puhelinkeskukset

1/16/2003

60

- kahdenlaisia tiedonsiirtokanavia
- digitaalinen
  - bittiputki, energiapulssi
- analoginen
  - jatkuvaa aaltomuotoista signaalia
  - digitaalinen kanava toteutetaan usein analogisen avulla

1/16/2003

61

## Signaalin vahvistaminen

- vahvistimet ja toistimet
  - eri komponentteja vahvistettava eri tavoin
  - puhelininsinöörien tehtäviä
- analoginen signaali
  - vääristyy joka kerralla yhä enemmän ja enemmän
- digitaalinen signaali
  - vahvistus uudistaa signaalin

1/16/2003

62

## Pääsy Internetiin

- Modeemilla puhelinverkon yli
  - tiedonsiirtonopeus < 56 Kbps
- ISDN-tekniikka käyttäen < 128 Kbps
- ADSL (asymmetric digital subscriber line)
  - kehittynyt modeemitekniikka => 8 Mbps
- Kaapeli-TV
  - kaapelimodeemi, yleislähetys
- lähiverkosta (Ethernet)
- langaton yhteys:
  - WLAN (wireless LAN)
  - WAP, imode, GSM, GRPS, 3G (UMTS)

1/16/2003

63

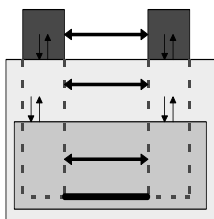
## 1.4. Tietoliikenneohjelmistot eli protokollat

- Protokolla eli yhteyskäytäntö
  - Mitä sanomia lähetetään ja missä järjestyksessä
  - Missä tilanteessa sanoma lähetetään
  - Miten saatuihin sanomiin reagoidaan
- tietoliikenteessä on hyvin paljon erilaisia protokollia
  - Internet: TCP-, UDP- ja IP-protokolla
  - verkkosamoilu: http-protokolla

1/16/2003

64

## Protokollien kerrosrakenne



- monimutkaisuuden hallinta =>
  - jaetaan kerroksiin (layer)
- kerros ~ abstrakti kone
- tietokoneverkot <=> verkkoprotokollat

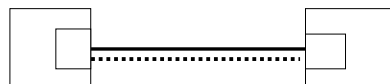
1/16/2003

65

## Mitä monimutkaisuutta?

### kaksipisteisyys

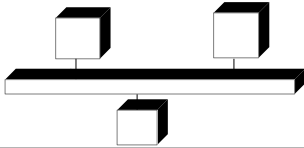
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## Mitä monimutkaisuutta?

### yleislähetys

- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- **datan lähetys: lähetysvuorot**
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## Entä tietoliikenneverkko?

- miten pystytään sanoma/paketit kuljettamaan lähettäjältä vastaanottajalle?
  - yhden verkon sisällä
  - monen verkon kautta
- verkon ruuhkautumisongelmat?
- sanoman virheettömyys?
- liikenteen kapasiteetti ja nopeus, tehokkuus
- laitteiden määrä ja heterogeenisyys

## Protokolla (yhteyskäytäntö)

- **protokolla**
  - määrää kerroksen keskustelusäännöt ja -tavan
  - protokollapino
    - verkkoarkkitehtuuri
- **palvelu** (service)
  - alemman kerroksen palvelut ylemmän käytössä
  - palvelun käyttäjä / palvelun tuottaja

1/16/2003

69

## Rajapinta

(interface)

- samassa koneessa, vierekkäisten kerrosten välillä
- määrittelee operaatiot, joilla ylemmän kerroksen **olio** (entity) voi käyttää alemman palveluja
- **SAP** (Service Access Point)
  - "palveluluukku"
  - yksikäsitteinen osoite
  - esim. puhelinverkossa
    - puhelinpistoke

1/16/2003 • osoitteena puhelinnumero

70

## Palvelu

- **yhteydellinen palvelu** (connection-oriented)
  - esim. puhelin
- **yhteydetön palvelu** (connectionless)
  - esim. posti
- kumpi valitaan?
  - vaadittu **palvelutaso** (QoS)
  - kustannus
- Valinta voi olla erilainen eri kerroksilla

1/16/2003

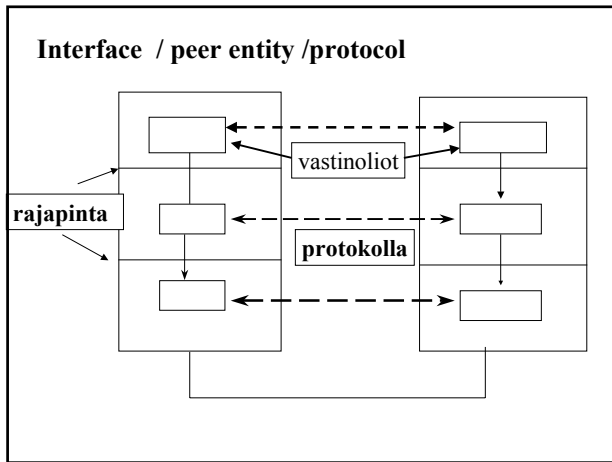
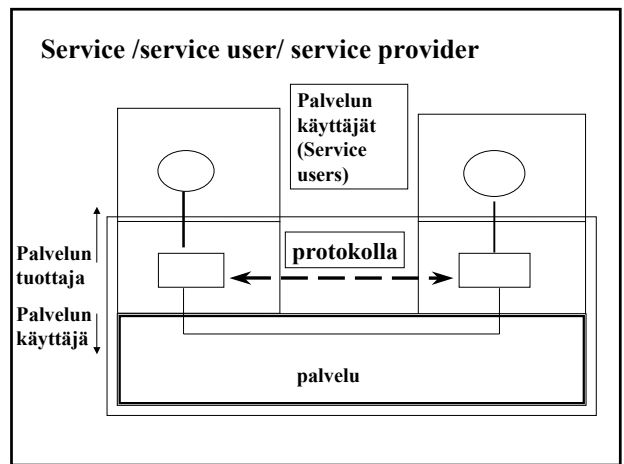
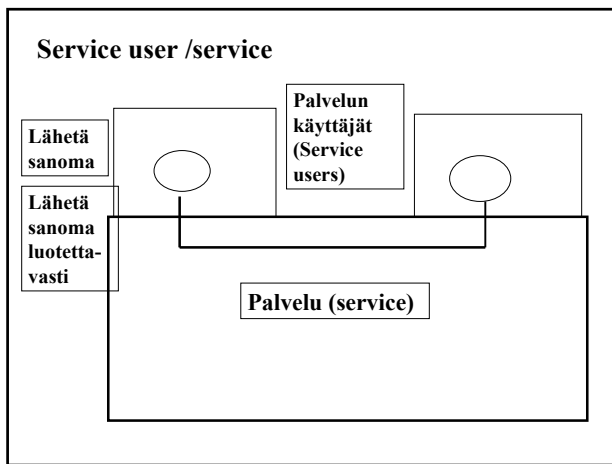
71

## Palvelu $\Leftrightarrow$ protokolla

- **palvelu**
  - joukko toimintoja (primitiivejä), jotka ylemmän kerroksen käytettävissä
    - ~ abstrakti datatyyppi, olio
- **protokolla**
  - joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)
    - ~ palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle

1/16/2003

72



## Yleisiä protokollakerroksen tehtäviä

Kukin kerros voi suorittaa yhden tai useamman seuraavista tehtävistä

- virhevalvonta
- vuonvalvonta
- sanoman paloittelu ja kokoaminen
- ruuhkanvalvonta
- kanavointi (multiplexing)
- yhteydenmuodostus

1/16/2003 76

## Virhevalvonta (error control)

– kaikki sanomat virheettöminä ja oikeassa järjestyksessä

- luotettava tiedonsiirto (reliable data transfer)
- esim. kuitataan saadut sanomat ja tarvittaessa lähetetään uudelleen

1/16/2003 77

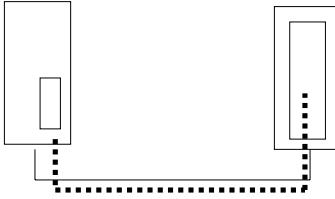
## Pohdittavaa!

- Mistä vastaanottaja voi tietää onko sanoma virheellinen vai ei?
- Entä, jos sanoma tai sen kuitaus katoaa kokonaan eikä lähettäjä saa mitään vastausta lähettämäänsä sanomaan. Miten tällöin lähettäjän tulisi toimia?
- Missä tilanteissa on mahdollista, että vastaanottaja saa useaan kertaan saman sanoma (kaksoiskappale eli duplikaatti)?

1/16/2003 78

## Vuonvalvonta (flow control)

- Lähtettäjä ei saa lähettää enemmän tai nopeammin paketteja kuin vastaanottaja ehtii niitä käsitellä.



1/16/2003

79

## Ruuhkanvalvonta (congestion control)

- Ruuhkatilanteessa verkkoon tulee liian paljon sanomia lähettäjiä.
- Reitittimet eivät ehdi käsitellä sanomia riittävän nopeasti. Niiden puskurit puskurit täyttyvät, jolloin sanomia häviää.
- Lähtäjät täytyy saada hiljentämään lähettämistään.
  - Internetissä TCP huomaa ruuhkan siitä, ettei se saa kiitauksia sanomiinsa

1/16/2003

80

## Pohdittavaa!

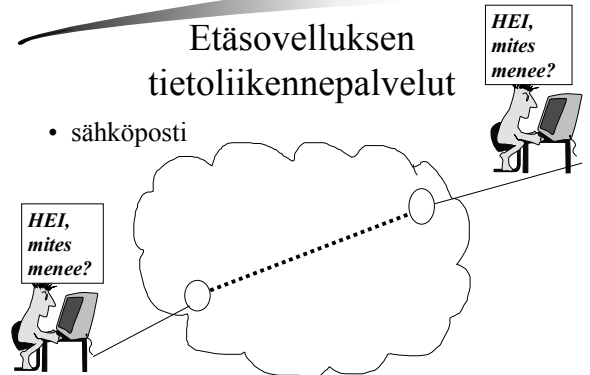
- Kun puskurit valuvat yli, olisiko parempi hävittää uudet juuri saapuvat sanomat vai ne, jotka ovat ensimmäisinä jonossa? Perustelee vastauksesi.
- Onko ruuhkanvalvonta tarpeellista, jos mikään sovellus ei koskaan lähetä enempää sanomia kuin hitain reititin ehtii käsitellä?

1/16/2003

81

## Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti



1/16/2003

82

