

## 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

21.1.2002

61

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

21.1.2002

62

## Signaalin vahvistaminen

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

21.1.2002

63

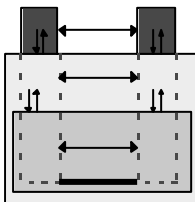
## 1.4. Tietoliikenneohjelmistot eli protokollat

- 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

21.1.2002

64

## Protokollien kerrosrakenne



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

21.1.2002

65

## Mitä monimutkaisuutta?

### kaksipisteyhteys

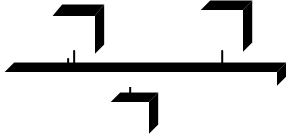
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## 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

21.1.2002

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
    - osoitteena puhelinnumero

21.1.2002

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

21.1.2002

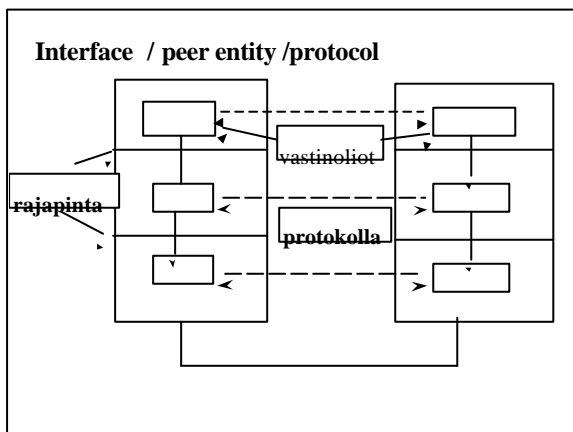
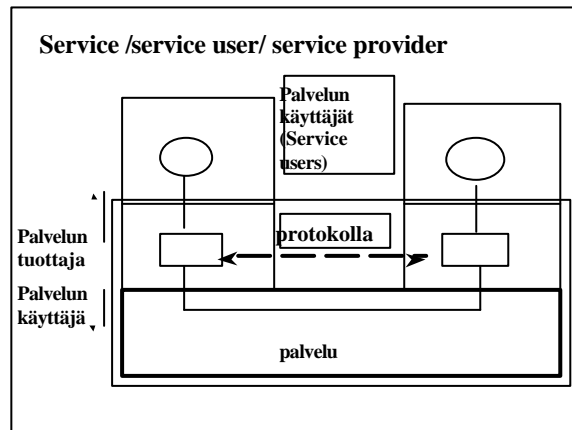
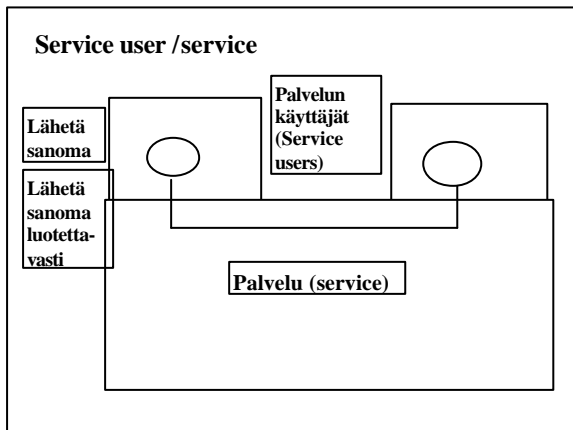
71

## Palvelu <=> 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

21.1.2002

72



### Yleisiä protokollakerroksen tehtäviä

**Kukin kerros voi suorittaa yhden tai useamman seuraavista tehtävistä**

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

21.1.2002 76

### Virhevalvonta (error control)

– kaikki sanomat virheettöminä ja oikeassa järjestyksessä

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

21.1.2002 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)?

21.1.2002 78

## Vuonvalvonta (flow control)

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



21.1.2002

79

## Ruuhkanvalvonta (congestion control)

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

21.1.2002

80

## Pohdittavaa!

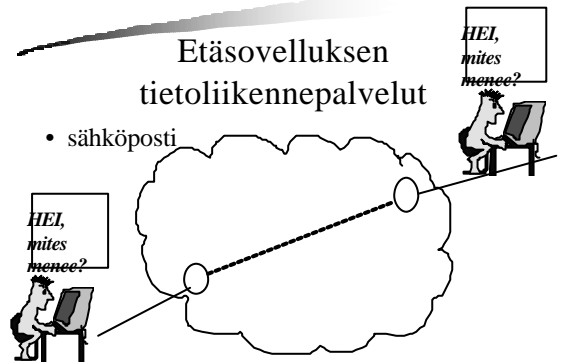
- Kun puskurit valuvat yli, olisiko parempi hävittää uudet juuri saapuvat sanomat vai ne, jotka ovat ensimmäisinä jonossa? Perustele vastauksesi.
- Onko ruuhkanvalvonta tarpeellista, jos mikään sovellus ei koskaan lähetä enempää sanomia kuin hitain reititin ehtii käsitellä?

21.1.2002

81

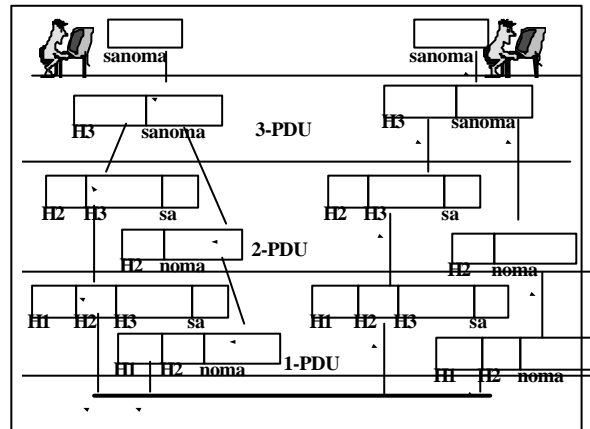
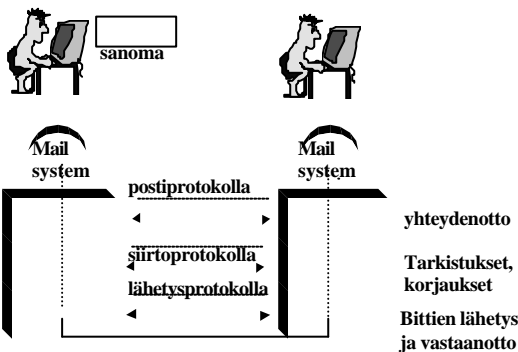
## Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti



21.1.2002

82



## 1.5 Viitemalleja

- **TCP/IP -viitemalli**  
(Transmission Control Protocol /Internet Protocol)
- **OSI-viitemalli**  
(Open Systems Interconnection)

21.1.2002

85

## TCP/IP -viitemalli

- Internet-protokollastandardi
  - ei niinkään viitemalli
- RFC-julkaisuja, standardeja
  - 1969 ->
- De facto -standardi

21.1.2002

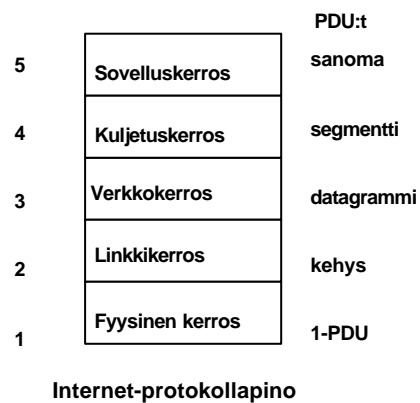
86

## TCP/IP -viitemalli

- Lähtökohdat
  - yhdistää monia hyvin erilaisia verkkoja
  - vikasietoisuus (DoD)
  - joustavuus
    - monia uusia sovelluksia
- Tulos
  - pakettikytkentäinen
  - yhteydetön verkko
- ensin tehtiin toimivat protokollat, sitten vasta 'viitemalli'

21.1.2002

87



## Internet-pinin kerrokset

- **Sovelluskerros**
  - Sovelluksen eri komponenttien väliseen viestintään
  - paljon erilaisia sovelluksia => paljon protokollia
  - **FTP, TELNET**
  - **DNS**
  - **SMTP**
  - **HTTP, ....**

21.1.2002

89

- **Kuljetuskerros**
  - sovelluskerroksen sanomat asiakkaalta palvelimelle ja päinvastoin
  - **TCP**-protokolla
    - luotettava yhteydellinen protokolla
  - **UDP**-protokolla
    - epäluotettava yhteydetön protokolla

21.1.2002

90

- Verkkokerros eli IP-kerros
  - reitittää datagrammit lähettävältä isäntäkoneelta vastaanottavalle isäntäkoneelle
  - **IP-protokolla**
    - eri verkot yhdistävä protokolla
    - kaikkien Internet-verkon komponenttien ymmärrettävä
  - useita reititysprotokollia
    - reititystä varten

21.1.2002

91

- Linkkikerros
  - kehyksen siirto yhden linkin yli
  - mitä tahansa linkkiprotokollia
    - esim. PPP, Ethernet, atm
- Fyysinen kerros
  - bittien siirto
  - riippuu käytetystä siirtomediasta

21.1.2002

92

## OSI-viitemalli

- käsitteellisesti ehjä malli
  - 1978 -> 1982 viitemalli
  - 1983 -> toiminnallisia standardeja
- kerrosmalli
  - 7 kerrosta
- ISO ==> kansainväl. standardeja
  - mutta ei paljoakaan käytössä

21.1.2002

93

## OSI-mallin kerrokset

- Sovelluskerros (Application layer)
- **Esitystapakerros** (Presentation layer)
- **Istuntokerros** (Session layer)
- Kuljetuskerros (Transport layer)
- Verkkokerros (Network layer)
- Siirtoyhteyshierarkia (Data link layer)
- Peruskerros (Physical layer)

21.1.2002

94

## Istuntokerros

- jäsentää ja tahdistaa tietojen vaihtoa
- istunnossa
  - kommunikointitapa
    - kaksisuuntainen / yksisuuntainen
    - lähetysvuoronsäätely yksisuuntaisessa kommunikoinnissa
  - vuoromerkki varmistaa, että vain toinen osapuoli tekee tietyn toiminnon
  - kommunikoinnin tahdistus tarkistuspisteiden avulla
    - esim tiedostonsiirrossa

21.1.2002

95

## Esitystapakerros

- huolehtii tiedon esitysmuodosta siirrettäessä tietoa kahden koneen välillä
  - tiedon esitystapa koneessa
  - abstraktisyntaksi
  - siirtosyntaksi
- sopii käytettävästä siirtosyntaksista
- muuttaa tiedon tarvittaessa siirtosyntaksin mukaiseksi
- salaus ja tiivistys haluttaessa

21.1.2002

96

- kukin kerros korjaa omat virheensä.
  - jos ei pysty, ilmoitus ylemmälle kerrokselle
- ==> virheen havaitsemista ja virheestä toipumista joka kerroksella

21.1.2002

97

## 1.6. Esimerkkejä verkoista

- Joitakin esimerkkejä käsitellään harjoituksissa
  - laitosten (osastojen) verkkoja
  - yliopistojen / yritysten verkkoja
  - FUNET, NORDUNET
  - puhelinverkko
- INTERNET

21.1.2002

98

## Internet

- 1969: 4 konetta (ARPANET)
- 1972: 30 konetta, 1. Sähköpostiohjelma
- 1979: 1988 konetta
- 1985: 2000 konetta (1983: TCP/IP)
- 1989: 160 000 konetta
- 1995: 6 miljoonaa konetta
- 1998: 37 miljoonaa konetta
- 2000: arviolta 142 miljoonaa käyttäjää
  - 2.4% maailman väestöstä

21.1.2002

99

## Pääsy Internetiin

- Modeemilla puhelinverkon yli
  - tiedonsiirtonopeus < 56 Kbps
- ISDN-teknologia käyttäen < 128 Kbps
- ADSL (asymmetric digital subscriber line)
  - kehittynyt modeemitekniologia
  - => 8 Mbps
- Kaapeli-TV
  - kaapelimodeemi, yleislähetys
- lähiverkosta
- langaton yhteys: GSM, WAP, GRPS, UMTS

21.1.2002

100

## Palvelut käyttäjän näkökulmasta

- Sovellukset
  - sähköposti
  - internetsivujen lukeminen
    - pankkipalvelut
    - sähköinen kaupankäynti
    - verkkoyliopisto
    - verkkokirjasto
    - ...

21.1.2002 ...

101