

7. Palvelun laatu (QoS) Internetissä

- ◆ Sovellus ei saa mitään takuita palvelun laadusta: IP tarjoaa tasapuolisen palvelun (best effort) kaikille)
 - joskus kaikki toimii hyvin, joskus ei
 - sovellus ei voi paljoa siihen vaikuttaa
- ◆ Tällainen palvelu ei sovi monille multimediasovelluksille!

- ◆ QoS-ajattelu myös Internetiin?
 - viive, viiveen vaihtelu
 - virheettömyys

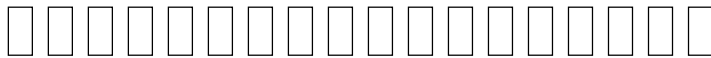
Tosiaikainen interaktiivinen lähetys

- ◆ viiveherkkä (delay-sensitive)
- ◆ huojuntaherkkä (jitter-sensitive): viiveen vaihtelu
- ◆ kohtalaisesti hävikkiä sietävä (loss-tolerant)
 - Internet-puhelin (viive 150-400 ms, hävikki 10-20 %)
 - videokonferenssi (viive muutama sata ms)

Internet-puhelin

Lähetetään vain puheryöppyjä ei taukoja:

- 20 ms välein 160 tavun lohkoja



Vastaanotossa viivettä, viiveen vaihtelua (=> huojuntaa) sekä **virheellisiä** tai **puuttuvia** lohkoja

10/21/2003

3

Datavirta (stream)

- ◆ video (tilausvideo, urheilukilpailun suora lähetys), audio (musiikin lataus, sinfoniaorkesterin konsertin suoralähetys)
- ◆ sietää jonkin verran sanomien katoamisia
 - FEC-korjaus, interpolointi, entisen toistaminen
- ◆ aikarajat, joita noudatettava
 - uudelleenlähetys ei yleensä toimi
- ◆ Tasainen, riittävän nopea lähetys
 - TCP:n ruuhkanhallinta haittaa
 - UDP-segmentit saapuvat epäjärjestyksessä ja voivat juuttua ruuhkaan

10/21/2003

4

RTP (Real-time Transport Protocol) (RFC 1889)

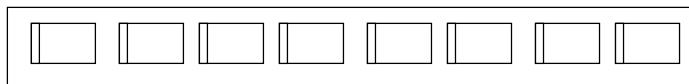
- ◆ välineet, joilla vastaanottaja huomaa puuttuvat sanomat ja pystyy rekonstruoimaan sanomien lähetysjärjestyksen
 - järjestysnumerot, aikaleimat
 - kuormatiedot (payload)
- ◆ ei takaa sanomien saapumista ajoissa eikä muuta palvelunlaatua (qos)
- ◆ yleensä toimii UDP-protokollan päällä
- ◆ ei täydellinen protokolla; ei omaa kerrosta, vaan osa sovellusta
 - » profiilimäärittely: eri sovelluksille tarpeelliset lisät
 - » kuoman muoto: miten tietty koodaus kuljetetaan RTP:ssä

10/21/2003

5

RTP: Datakanava ja kontrollikanava

- ◆ datakanavassa kulkee pieniä datapaketteja



» joihin on liitetty RTP-otsake

- ◆ kontrollikanavassa RTCP-sanomia (Real-time Transport Control Protocol)
 - lähettäjien ja vastaanottajien välillä
 - lähetys- ja vastaanottoraportteja

10/21/2003

6

RTP-datavirrat ja RTP-istunto

- ◆ videokonferenssi
 - neljä eri datavirtaa:
 - » kaksi äänelle; yksi kumpaankin suuntaan
 - » kaksi videokuvalle; yksi kumpaankin suuntaan
 - yksi yhdistetty, koodattu datavirta (esim. MPEG1 (Moving Picture Experts Group) ja MPEG2)
- ◆ myös monelta lähettäjältä monelle vastaanottajalle
 - lähettäjillä sama monilähetysryhmä
- ◆ RTP-istunto
 - yhteenkuuluvat datavirrat
 - » esim. videokonferenssin audio- ja videodatavirrat

10/21/2003

7

RTP-otsakkeen kentät

kuorma- tyyppi	järjestys- numero	aikaleima	lähteen tunniste	muita kenttiä
-------------------	----------------------	-----------	---------------------	------------------

7 bittiä

16 bittiä

32 bittiä

32 bittiä

Kuorman tyyppi audiolle tai videolle ilmoittaa äänen tai videokuvan koodaustavan (esim. PCM tai MPEG1); lähettäjä voi ilmoittaa koodauksen muuttumisesta myös lähetyksen keskellä!

Jokainen lähetetty paketti kasvattaa järjestysnumeroa yhdellä

10/21/2003

8

-
- ◆ aikaleima kertoo RTP-paketin 1. tavun otoshetken. Aikaleimakello käy, vaikka lähde ei lähetäkään.
 - ◆ lähteen tunnustekenttä
 - jokaisella datavirralla on satunnainen tunnustenumero; jos jo käytössä valitaan uusi
 - ◆ sekalaisia muita kenttiä

RTP:n toteuttava sovellus

- ◆ voidaan kirjoittaa käsin
 - RTP-kapselointi lähettäjän puolella ja purkaminen vastaanottajalla
- ◆ RTP-kirjastojen (C) ja valmiiden Java-luokkien avulla
 - Java Media Framework (JMF) sisältää täydellisen RTP-toteutukse

RTCP (Real-time Transport Control Protocol) (RFC 1889)

- ◆ kaikki RTP-istuntoon osallistuvat voivat lähettää RTCP-sanomia
 - yleensä käyttäen RTP-istunnon yhteistä monilähetysosoitetta
 - paketteja lähetetään ajoittain
 - niissä kerrotaan lähetyksiin liittyviä tilastoja (montako pakettia lähetetty, paljonko havaittu huojuntaa)
 - standardi ei määrittele, mitä sovelluksen pitää tälle datalle tehdä

RTCP (Real-time Transport Control Protocol) (RFC 1889)

- ◆ viisi erilaista sanomaa
 - **Sender report:**
 - » Aktiivisen lähettäjän tiedot tietyn aikavälin lähetyksistä ja vastaanotoista
 - » Absoluuttinen aikaleima (sekunteja 1.1.1970 lähtien), jotta pystytään yhdistämään audio- ja videovirrat
 - **Receiver report**
 - » Passiivinen vastaanottaja raportoi palvelunlaadusta ("miten suuri osa jäi saapumatta", "keskim. huojunta" jne)
 - **Source description message**
 - » Lähde kertoo itsestään: lähteen ja sen valvojan kontaktitietoja
 - **Bye message:** lähde ilmoittaa lopettavansa lähetyksen
 - **Application-specific message:** voi määritellä uusia sanomatyyppejä

RTCP:n skaalausongelma

- ◆ RTP-pakettien määrä ei kasva, vaikka vastaanottajien määrä kasvaa, mutta RTCP-pakettien määrä kasvaa
 - » kukin lähettäjä lähettää omat raporttinsa
- ◆ RTCP-liikenne korkeintaan 5% kaistan kapasiteetista
 - 75% vastaanottajille ja 25 % lähettäjäille
 - kukin vastaanottaja saa saman osuuden

UDP kuljettaa sekä RTP- että RTCP-sanomia

- ◆ tilapäinen porttinumero
 - RTP: parillinen numero
 - RTCP: seuraava parillinen numero
- ◆ UDP-segmentit kuljetetaan IP-datagrammeissa

Istunnon kontrolliprotokollat

- ◆ video- tai audioistunnon kontrollointi
 - yhteyden muodostus
 - yhteyden ylläpitäminen
 - yhteyden purkaminen
- ◆ Esim. Videokonferenssikokous
 - Sovittava käytetty koodaus ja kuljetusprotokolla
 - Tiedettävä osoitteet ja portit
 - Valvottava kokouksen aikana

10/21/2003

15

SIP (Session Initiation Protocol) (RFC 3261)

- ◆ IP-puheluiden soittamiseen ja vastaanottamiseen
 - vastaanottajan IP-osoitteen selvittäminen
 - » tilapäisiä osoitteita
 - » useita eri laitteita, joilla eri IP-osoite
 - puhelun aloittaminen , koodauksesta sopiminen ja puhelun päättäminen
 - puhelun hallinta
 - » uusien mediavirtojen lisääminen
 - » koodauksen muuttaminen
 - » uusien osallistujien mukaanottaminen
 - » call transfer, call holding
- ◆ myös videokonferenssit ja muut multimediatyhteydet
 - monen pelaajan pelit

10/21/2003

16

◆ puhelinnumerot esitetään SIP URL:eina

» sip: pekka@cs.helsinki.fi

» sip: maija@195.156.43.67

» sip: simo@358 0 19144240

◆ protokolla HTTP-tyyppinen tekstipohjainen

◆ INVITE, ACK, BYE, OPTIONS, CANCEL, REGISTER

◆ + paljon muita piirteitä

SIP-rekisteröijä

◆ on SIP-laitteessa

– kun käyttäjä käynnistää SIP-sovelluksen, sovellus ilmoittaa oman IP-osoitteensa rekisteröijälle

» 'käyttäjä on tavoitettavissa täältä'

– ilmoitus vahvistetaan tietyin väliajoin ja kun käyttäjä siirtyy uudelle laitteelle, laite ilmoittaa uuden osoitteen

– uudelleenohjaus toiseen rekisteriin, jos käyttäjä ei ole enää rekisteröitynyt

H.323 (Visual Telephone systems and Equipment for Local Area Networks Which Provide a Non-Quaranteed Quality of Service)

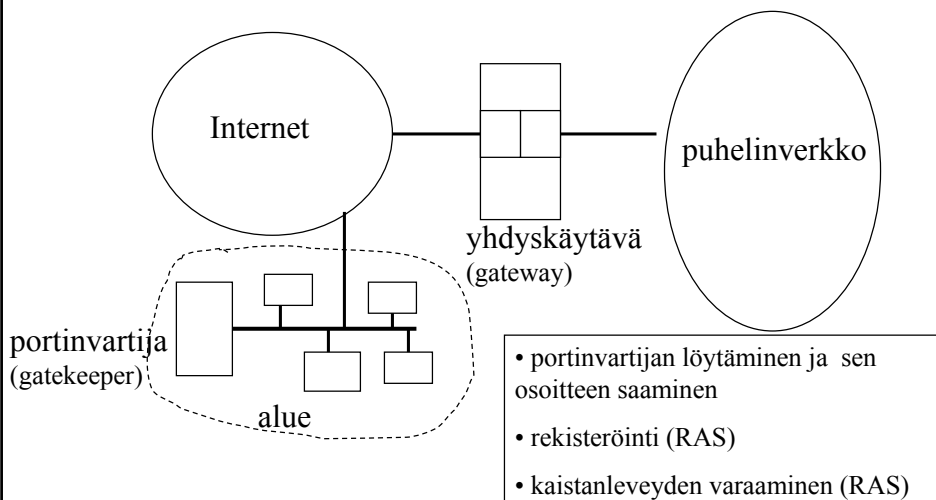
◆ arkkitehtuuri IP-puheluun ja videokonferenssiin tarvittavista standardeista

- ITU:n vaihtoehto SIP-protokollalle (*KISS; 250 sivua*)
- sisältää suuren joukon eri toimintoihin tarvittavia
 - » puheenkoodaus (PCM) ja tiivistys
 - » puhelunvalvonta
 - » puhelun signallointi
 - » rekisteröinti
 - » tiedonsiirto (RTP) ja sen valvonta (RTCP)
- monimutkainen ja laaja standardi (1400 sivua)
- Ensimmäisten Internet-puhelinjärjestelmien käyttämä

10/21/2003

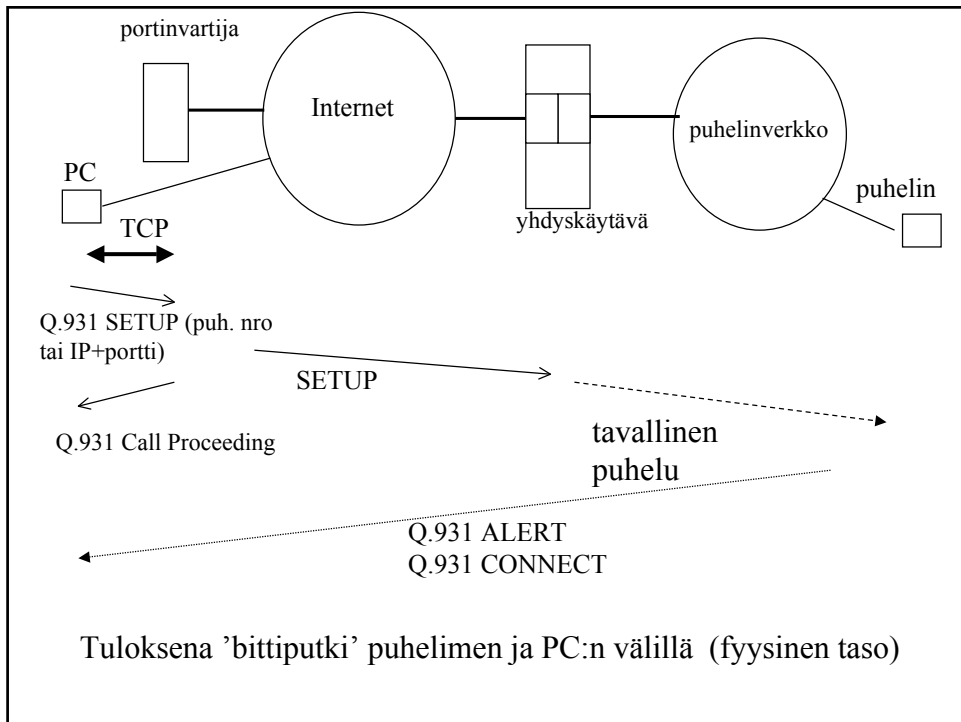
19

H.323:n Internet-puhelimen arkkitehtuuri



10/21/2003

20



- ◆ puhelun parametrit H.245-protokollan avulla (oma kanava)
 - mitä ominaisuuksia pystyy hoitamaan
- ◆ tämän jälkeen 2 datakanavaa, jossa RTP-protokollan viestit kulkevat
- ◆ + kontrollia varten RTCP-kanava
- ◆ puhelu puretaan Q.931-signallointikanavaa käyttäen

H.323-protokollapino

Puhe	Kontrolli			
G.7xx	RTCP	H.225 (RAS)	Q.931 (call signalling)	H.245 Call control)
RTP				
UDP			TCP	
IP				
linkkikerros				
fyysinen kerros				

G.7XX äänen koodaus; G711 = PCM + muita koodausstandardeja

RAS (registration/admission/status): liittyminen, kaistan pyytäminen yms

10/21/2003

23

(Musiikki)mediapalvelimen tehtävät

- ◆ käyttäjäliitännä
 - stereoliitännän kaltainen, usein räätälöitävissä
- ◆ siirtovirheet
 - parittomat ja parilliset näytteet eri paketeissa (a' 5 ms)
 - interpolointi
- ◆ musiikin purkaminen
- ◆ huojunnan estäminen
 - puskurin avulla

Huom. MP3 esitys on noin 4 MB, 56 kbps linjalla sen siirtäminen kestää noin 10 minuuttia. => lähetysvirta palvelimelta

10/21/2003

24

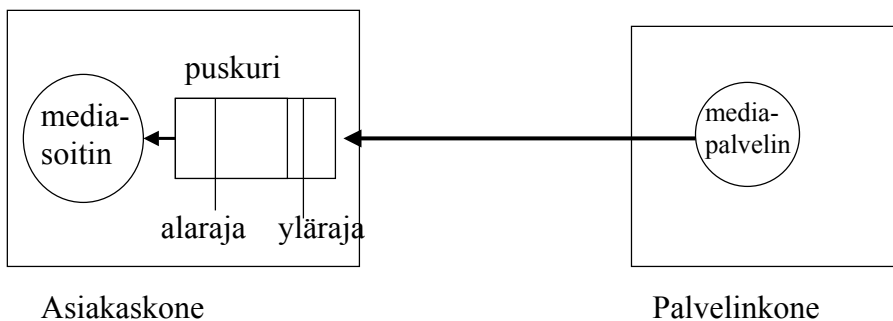
RTSP (Real-time Streaming Protocol) (RFC 2326)

- ◆ lähetysvirran esittämisen kontrollia ('kaukosäädin' soittimen ja mediapalvelimen välissä)
 - esittäminen (play) ja pysäyttäminen (pause)
 - yhteyden muodostaminen palvelimeen (setup) ja sen purkaminen (teardown)
 - tallentaminen (record)
 - mediaparametrien listaus (describe)

10/21/2003

25

Puskurointi tarpeen (10 –15 ms)



Kun puskurin yläraja ylittyy, niin mediasoitin pyytää mediapalvelinta keskeyttämään lähetyksen, kun alaraja alittuu, niin mediasoitin pyytää mediapalvelinta lähettämään lisää.

10/21/2003

26

7.2 Paremmat takeet palvelun laadulle

◆ **Integrated Services (IntServ)**

- sovelluksilla erilaisia datavoita, joilla erilaiset tarpeet
- varataan etukäteen resurssit, jotta eri datavoiden vaatimukset voidaan täyttää

◆ **Differentiated Services (DiffServ)**

- erilaisia paketteja, joilla erilaiset tarpeet
- reititin kohtelee näitä paketteja eri tavoin
 - ◆ esim. omat ulosmenojonot tärkeille paketeille

Palvelunlaadun varmistaminen

◆ Mitä vaaditaan, jotta qos mahdollista

- reitittimen on pystyttävä erottamaan eri prioriteetin paketit ja datavirrat
- erilainen käsittely reitittimissä eri prioriteetin paketeille
- 'väärinkäyttäytyvät' datavirrat eivät saa häiritä toisia
- kapasiteetin varaaminen
- tehokkuus ei saa kärsiä

Reitittimen jonot

- ◆ FIFO-jono: ei erottele prioriteettejä
- ◆ prioriteettijonot: kullekin prioriteetille omansa
- ◆ vuorotellen (round robin)
- ◆ painotettu vuorotellen: kullakin prioriteetilla oman painotus (eri aikamäärä)

10/21/2003

29

IntServ eli Integroidut palvelut (Intergrated Services)

- ◆ Integrointi eli palvelun laatuajattelun liittäminen Internetiin
- ◆ Käyttäjä voi valita erilaisia palveluluokkia ja yhteyden laatutasoja
 - » kullekin sovellukselle palveluja sen tarpeiden mukaan
 - » laadusta joutuu yleensä maksamaan
- ◆ yhteysajattelu (liikennevuo)
 - sovitaan ensin yhteydellä käytettävän palvelun laadusta
 - verkko (= reitittimet) huolehtivat siitä, että sovellus saa tarvitsemansa palvelunlaadun

10/21/2003

30

Takuu perustuu resurssien varaamiseen

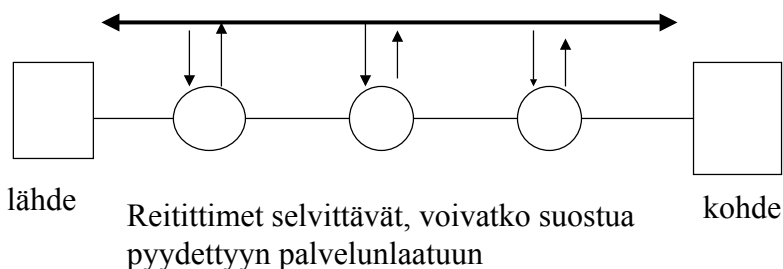
- ◆ Jokainen reititin yhteyden reitillä päättää, pystyykö se antamaan yhteydelle sen haluaman palvelun
- ◆ yhteyden muodostusvaiheessa (Call Setup) kunkin reitittimen on
 - tunnettava yhteyttä haluavan sovelluksen liikennevuo
 - tiedettävä millaista palvelua sovellus tälle liikennvuolle haluaa
 - tiedettävä oma tilansa eli pystyykö täyttämään vaatimukset
 - ◆ miten paljon resursseja on vielä jäljellä
 - ◆ miten paljon resursseja on jo varattu

10/21/2003

31

Yhteyden muodostusvaihe

‘Signallointi’ yhteyden muodostamiseksi



10/21/2003

32

Yhteyden muodostuksessa tarvitaan

- ◆ Liikennekuvaus (traffic characterization)
 - Tspec (RFC 2210)
- ◆ Halutun palvelunlaadun määrittely (specification of the desired QoS)
 - Rspec (RFC 2215)
- ◆ Yhteydenmuodostuksessa käytetty protokolla (signaalointiprotokolla)
 - kuljettaa liikennekuvauksen ja palvelumäärittelyn reitin reittimeltä toiselle
 - valittu protokolla **RSVP** (Resource reSerVation Protocol) (RFC 2205)

10/21/2003

33

Tspec: Token_Bucket_Tspec

1	
127	
Token Bucket Rate	
Token Bucket Size	
Peak Rate	
Minimum Policed Unit	
Maximum Packet Size	

31

0

10/21/2003

34

Liikenteen tasoitus (traffic shaping)

- ◆ liikenne tyypillisesti porscheista
 - » aiheuttaa ruuhkaisuutta
- ◆ tasoitetaan liikennevirtaa puskurilla
 - » puskurit toimii jonona
 - vuotava ämpäri
 - vuoromerkkiämpäri
- ◆ liikennevirran määrittely
 - määrittelee asiakkaan oikeudet ja velvollisuudet

10/21/2003

35

Vuotava ämpäri (leaky bucket)

- ◆ porscheisuutta tasoittaa iso puskurit, josta liikenne valuu tasaisesti
 - » 'vuotava ämpäri'
 - » yksi tavu / yksi paketti lähtee jossain aikayksikössä, **jos on lähetettävää**
- ◆ jos datapurske mahtuu puskurin, se aikanaan pääsee matkaan
 - » äärellinen jono
 - » yläraja saapumistiheydelle
 - » jos saapumistiheys liian suuri, niin dataa katoaa

10/21/2003

36

Vuoromerkkiämpäri (Token bucket)

- ◆ lähettäminen vaatii vuoromerkin
- ◆ vuoromerkkejä generoituu tasaisella nopeudella
- ◆ jos ei lähetettävää, merkkejä jää säästöön
 - » korkeintaan niin paljon kuin ämpäriin mahtuu
 - » => sallii rajoitetut 'minipurskeet', maksimissaan ämpäriin kokoiset
- ◆ joustavampi kuin vuotava ämpäri
 - » purskeet voivat aiheuttaa ruuhkaa => vuotava ämpäri vuoromerkkiämpäriin perään

10/21/2003

37

Kahdenlaista palvelua

- ◆ **Taattu palvelu** (guaranteed service) (RFC 2212)
 - takaa rajat jonotusviiveille reitittimen jonoissa
 - » kokonaissiirtoviive riippuu käytetystä reitistä ja linkkien nopeuksista
- ◆ **Valvotun kuorman palvelu** (controlled-load service) (RFC 2211)
 - “vastaava palvelunlaatu, jonka sama vuo suunnilleen saisi kuormittamattomalta reitittimeltä”

10/21/2003

» hyvä laatu, ilman takuita

38

Taatun palvelun perusidea:

- ◆ Liikenne kuvataan vuoromerkkiämpärin avulla
 - lähetyslupien määrä sekunnissa = r
 - vuoromerkkiämpärin koko = b lähetyslupaa
- ◆ palvelu haluttuna siirtonopeutena R bps
- ◆ \Rightarrow maksimiviive reitittimessä on rajoitettu
 - Jotta puskuri ei vuotaisi yli lähettäjä saa lähettää t :n mittaisena aikana t korkeintaan $r \cdot t + b$ bittiä
 - Jos siirtonopeus jonosta on vähintään $R (>r)$, niin maksimiviive on korkeintaan b/R

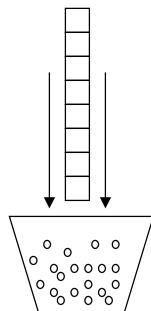
10/21/2003

39

Oletetaan
alkutilanteeksi
ämpäri täynnä
lupia.

$R' > r$

Maksimissaan voi
tulla b :n paketin
kokoinen ryöppy



Ryöpyyn kaikki b
pakettia siirtyvät
reitittimen
ulosmenojonoon

Esim. $b = 20$ lupaa
 $r = 2$ lupaa/s

Yhdellä luvalla saa
lähettää yhden paketin

Jos paketeille on luvattu
siirtonopeus R' pakettia /s,
niin jonon purkaminen
kestää b/R' sekuntia eli
viimeisenkin paketin viive
on rajoitettu.

Todellisuus on hieman
monimutkaisempi!

Valvotun kuorman palvelu

- ◆ Hyvä ‘best-effort’-palvelu:
 - lähes kaikki paketit ehjinä perille
 - jonotusviive reitittimissä on lähes olematon
- ◆ sovellus ilmoittaa Tspec:insä ja kukin reititin varmistuu siitä, että sillä on tarpeeksi resursseja
 - ◆ kaistanleveyttä , puskuritilaa ja käsittelykapasiteettia
 - jos resurssit eivät riitä, niin ei hyväksytä
- ◆ sovellus ei voi esittää mitään erityisiä vaatimuksia virheettömyydelle tai viipeelle₄₁

10/21/2003

-
- ◆ Yksinkertainen tapa toteuttaa monien nykyisten sovellusten tarpeet
 - sovellukset toimivat periaatteessa hyvin nykyisessä Internetissä, mutta eivät kestä verkon ruuhkautumista
 - esim. monet tosiaikaiset multimediasovellukset
 - » ‘joustavat’ sovellukset

10/21/2003

42

RSVP (Resource reSerVation Protocol)

- ◆ Sovellukset voivat varata itselleen resursseja Internetistä
 - tietovuot, monilähetykset, multimediasovellukset
 - ◆ esim. videolähetyks usealla vastaanottajalle
 - resurssi ~ kaistanleveys, (puskuritila)
- ◆ vastaanottaja huolehtii varauksista
- ◆ resurssit varataan monilähetyksissä

10/21/2003

43

-
- ◆ Protokolla kaistanleveyden varaamiseen
 - ei varausten toteuttamiseen verkossa
 - » on reitittimien asia huolehtia siitä, että tietovuot todella saavat niille varatun kaistanleveyden
 - ◆ skedulointi
 - ei myöskään määrää, mille linkeille varaukset tehdään
 - » reititysprotokollat huolehtivat reittien valitsemisesta
 - ‘signaalointiprotokolla’
 - ◆ isäntäkoneet voivat varata siirtokapasiteettia tietovuolle

10/21/2003

44

Heterogeenisyys

- ◆ Tietovuon vastaanottajat voivat olla hyvin heterogeenisiä
 - pystyvät vastaanottamaan eri nopeudella
 - ◆ Videota voidaan vastaanottaa nopeudella 28.8 Kbps, 128 Kbps tai 10 Mbps
 - ◆ koodataan video useana eri kerroksena
 - lähettäjän tarvitsee tietää vain vastaanottajajoukon korkein siirtonopeus

10/21/2003

45

Esimerkki: videolähetys urheilukilpailusta

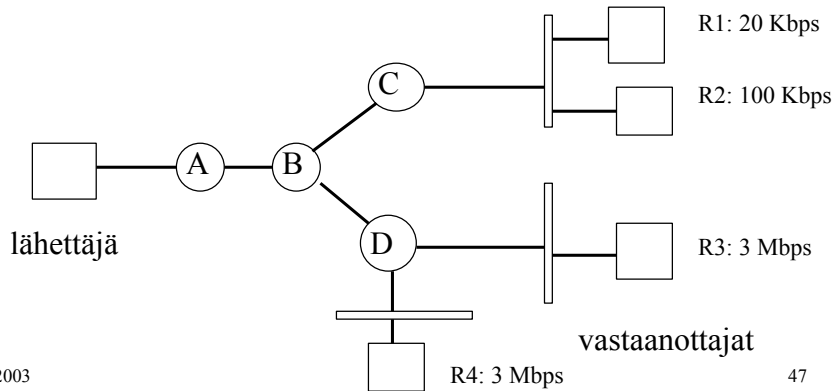
- ◆ ‘sessio’ (istunto, Session)
 - useita monilähetysdatavoita
 - useita lähettäjiä
 - joka vuolla sama monilähetysosoite
 - reitittimet tunnistavat paketeista, mihin sessioon ja mihin vuohon ne kuuluvat
 - ◆ esim. Monilähetysosoite => sessio
 - ◆ IPv6:n vuonimiö => vuo
 - lähettäjä lähettää usealle vastaanottajalle videokuvaa kilpailusta

10/21/2003

◆ joka paketissa monilähetysosoite => vastaanottajat

46

- ◆ Monilähetysprotokolla on muodostanut monilähetyspuun lähettäjältä vastaanottajille



- ◆ Jokainen vastaanottaja lähettää varaussanomian

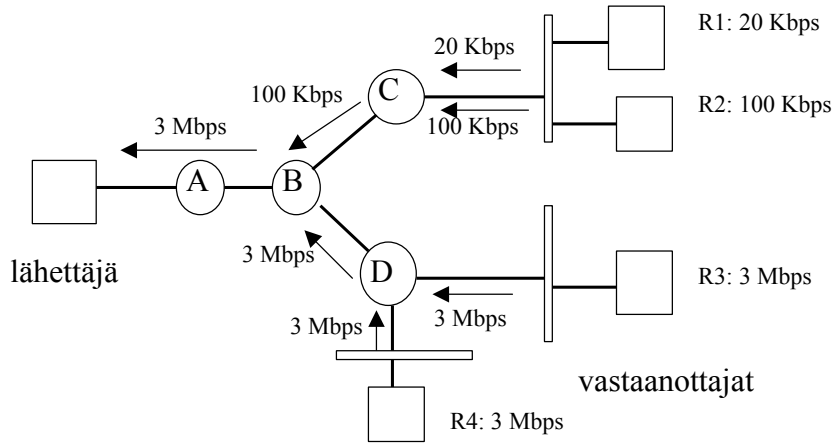
- ◆ käyttäen esim. reverse path forwarding algoritmia
- ◆ kertoo millä nopeudella haluaa vastaanottaa lähettäjältä

- ◆ sanoman saanut reititin varautuu antamaan pyydetyn kapasiteetin

- ◆ pakettien skeduloija

- ◆ reititin lähettää eteenpäin vain suurimman saamistaan varauksista

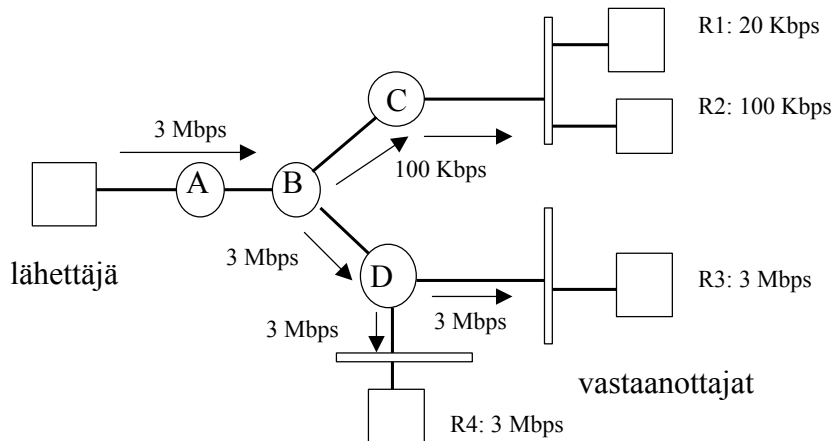
Varaussionomat



10/21/2003

49

Tehdyt varaukset

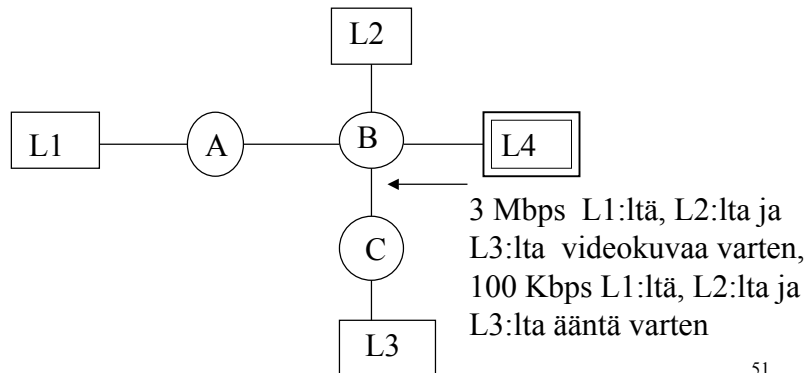


10/21/2003

50

Videokonferenssi, jossa 4 osallistujaa

- ◆ kullakin videokuva- ja audioyhteys muihin
 - videokuva tarvitsee 3 Mbps ja audioyhteys 100 Kbps

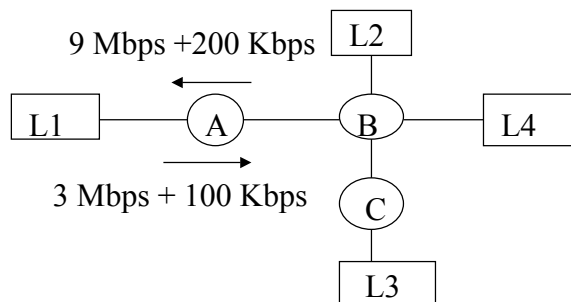


10/21/2003

51

Reitittimet varaavat seuraavasti:

- ◆ videokuvaa varten kullekin tulee $3 * 3$ Mbps eli 9 Mbps ja kullakin lähtee 3 Mbps
- ◆ audioyhteyksiä varten riittää $2 * 100$ Kbps (korkeintaan kaksi samanaikaista ääniyhteyttä) tulevaan ja 100 Kbps lähtevään audiovirtaan



10/21/2003

52

◆ Pääsytesti (admission test)

- testaa, voidaanko varaus hyväksyä
- jos ei => hylkäys
- RSVP ei määrää millainen testin pitää olla

◆ Polkusanomat (path messages)

- lähettäjät ilmoittavat, mitä reittiä varaukset tulee lähettää
- kulkevat monilähetyspuuta
- reititin A kertoo IP-osoitteensa ja lähetyksensä

10/21/2003

◆ Tspec:in

53

Varaustyylejä

◆ Tyyli ilmoittaa

- saako varauksia yhdistää
- keiltä lähettäjiltä halutaan vastaanottaa

◆ kolme eri varaustyyliä

- kaikilta lähettäjiltä ja varattu kaista on kaikkien lähetyksen yhteiskäyttöön
- listan lähettäjiltä, kullekin ilmoitettu oma kaistaleveys
- listan lähettäjiltä, kaista kaikkien yhteiskäytössä

◆ pakettiradio /videokonferenssi

10/21/2003 ◆ vain samalla tyyllillä varattuja saa yhdistää

54

Intservin ongelmia

- ◆ Intservissä QoS on vuokohtainen
 - ◆ resurssit varataan koko vuolle päästä päähän
 - ◆ palvelunlaatu on vuokohtainen
- ◆ resurssivaraukset ja kirjanpito jokaisesta reitittimen kautta kulkevasta vuosta
 - ◆ OC-3-linkillä noin 256 000 yhteyttä yhdessä minuutissa runkoreitittimellä!
- ◆ Joukko ennalta määriteltyjä palveluluokkia, ei näiden keskinäisiä eroja
 - » ensimmäinen luokka <=> turistiluokka
 - » platinakortti > kultakortti > standardiluottokortti

10/21/2003

55

Diffserv eli eriytyneet palvelut (Differentiated Services)

- ◆ Internetiin skaalautuva ja joustava palvelun eriyttäminen
 - » verkossa pystytään käsittelemään eri liikennettä eri tavoin
 - » uusia palveluluokkia voi syntyä ja vanhoja poistua
- ◆ ei määritellä eri palveluita eikä palveluluokkia
 - vaan toiminnalliset komponentit, joilla tällaiset palvelut voidaan toteuttaa

10/21/2003

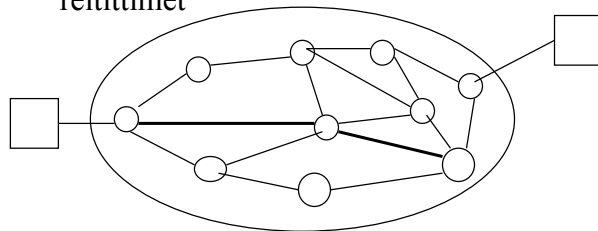
56

Diffserv-arkkitehtuurin kulmakivet

◆ Kahdenlaisia toimintoja

– reunatoiminnot (edge functions)

- » isäntäkoneet tai ensimmäiset diffserv-taitoiset reitittimet



– ydintoiminnot (core functions)

- » muut reitittimet

10/21/2003

57

Reunatoiminnot

◆ Pakettien luokittelu

– merkitsee saapuneet paketit

- » DS-kenttä (differentiated service) saa tietyn arvon
- » merkintä kertoo, mihin liikenneluokkaan paketti kuuluu
 - ◆ “behavior aggregate”
- » eri merkinnöin varustetut paketit saavat eri palvelun verkon reitittimissä

◆ Liikenteen valvonta (traffic conditioning)

- merkitty paketti joko lähetetään heti verkkoon, sitä viivästetään tai se jopa hävitetään

10/21/2003

58

Ydintoiminnot

◆ Pakettien eteenpäin reitittäminen

– kun merkitty paketti saapuu diffserv-kykyiseen reitittimeen, se ohjataan eteenpäin paketin luokan mukaisesti kohdeltuna (per-hop behavior)

- ◆ miten paketti saa käyttöönsä linjakapasiteettia
- ◆ miten sitä kohdellaan puskureissa

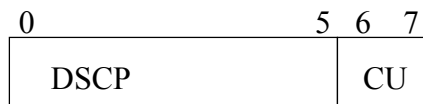
» paketin kohtelu riippuu **vain** sen merkinnästä, ei sen kohteesta tai lähteestä

- ◆ ei tarvita tilatietoja eri yhteyksistä!

DS-kenttä

◆ IPv4: TOS-kenttä (Type of Service)

◆ IPv6: liikenneluokkakenttä (Traffic Class Field)

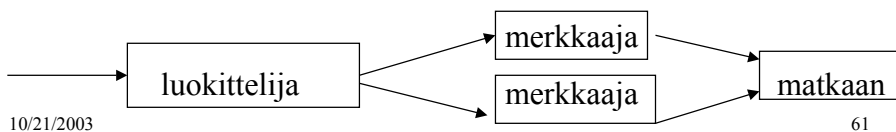


- DSCP (Differentiated service code point)
- CU (currently unused) ei toistaiseksi käytössä

◆ DS-kenttä määrää paketin kohtelun muissa reitittimissä

Pakettien luokittelu ja merkkkaus

- ◆ Luokittelija lajittelee paketit jonkin kentän perusteella
 - » lähde- tai kohdekone,
 - » lähde- tai kohdeportti
 - » protokolla, jne
- ◆ ja lähettää ne kyseisen luokan merkkaajalle, joka laittaa DS-kenttään sopivan arvon



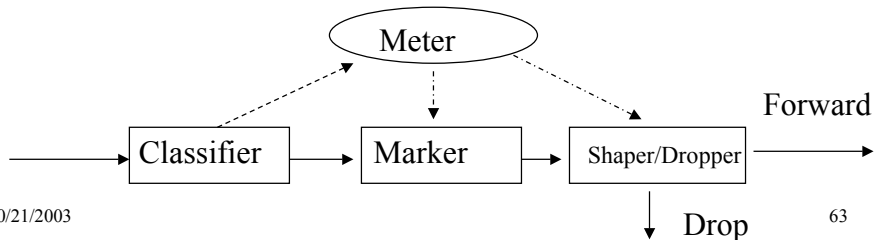
Liikenneprofiili ja liikenteen valvonta

- ◆ Lähettäjä voi myös sopia käytetystä liikenneprofiilista
 - » huippunopeus
 - » purskeisuus
- ◆ jos lähetys poikkeaa sovitusta , niin
 - » ne voidaan meritä eri tavoin
 - » niitä voidaan viivyttää
 - » tai ne voidaan hävittää

Liikenteen mittaus

- ◆ Liikenteenmittaaja vertaa pakettivuota sovittuun ja päättelee onko se sovituksen mukaista

» Diffserv-arkkitehtuuri ei määrittele mitä poikkeavan vuon paketeille tapahtuu



Ydintoiminnot (Per-Hop Behaviors)

- ◆ Ulkoisesti havaittava eri käsittely eri luokan paketeille
 - eri luokan paketeille eri suorituskyky
 - ◆ mitattavissa oleva ominaisuus
 - ◆ Voidaan toteuttaa eri menetelmin
 - ◆ etuilla puskurijonoissa
 - ◆ taataan tietty prosentti linkkikapasiteetista
 - nopeutettu edelleenlähetyks
 - ◆ aina vähintään tietyllä nopeudella eteenpäin
 - taattu edelleenlähetyks
 - ◆ eri luokkia, joista kullekin vähintään tietty määrä puskurikapasiteettia ja kaistanleveyttä
 - ◆ luokkien sisällä kolme eri 'pudotusluokkaa'
- 10/21/2003 64

Diffserv-kritiikkiä

- ◆ vuosien varrella useita yrityksiä tuoda QoS pakettiverkkoon
 - atm-verkko
 - TCP + RSVP
- ◆ Diffserv usean teleoperaattorin välillä
 - yhteistyö tarpeen
- ◆ Laskutus, tarkistukset, rangaistukset
- ◆ Onko palveluiden välillä oikeasti eroa?