

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 paljoo siihen vaikuttaa
- ◆ Tällainen palvelu ei sovi monille multimediasovelluksille!
- ◆ QoS-ajattelu myös Internetiin?
 - viive, viiveen vaihtelu
 - virheettömyys

10/23/2003

1

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)

10/23/2003

2

Internet-puhelin

Lähetetään vain puheryöppyjä ei taukoja:

- 20 ms välein 160 tavun lohkoja



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

10/23/2003

3

Datavirta (stream)

- ◆ video (tilausvideo, urheilukilpailun suora lähetys), audio (musiikin lataus, sinfoniaorkesterin konsertin suorälähetys)
- ◆ sietää jonkin verran sanomien katoamista
 - 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

10/23/2003

4

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

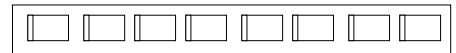
- ◆ välineet, joilla vastaanottaja huomaa puuttuvat sanomat ja pystyy rekonstruoimaan sanomien lähetyjärjestyksen
 - järjestysnumerot, aikaleimat
 - kuormatiedot (payload)
- ◆ ei takaa sanomien saapumista ajoissa eikä muuta palvelunlaatua (qos)
- ◆ yleensä toimii UDP-protokollan päällä
- ◆ ei täydellinen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

10/23/2003

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
 - lähetyksen ja vastaanottoraportteja

10/23/2003

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

10/23/2003

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

10/23/2003

8

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

10/23/2003

9

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

10/23/2003

10

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

10/23/2003

11

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 sanomatyyppjä

10/23/2003

12

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

10/23/2003

13

UDP kuljettaa sekä RTP- että RTCP-sanomia

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

10/23/2003

14

Istunnon kontrolliprotokollat

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

10/23/2003

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 multimediatyhteudet
 - monen pelaajan pelit

10/23/2003

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

10/23/2003

17

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

10/23/2003

18

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

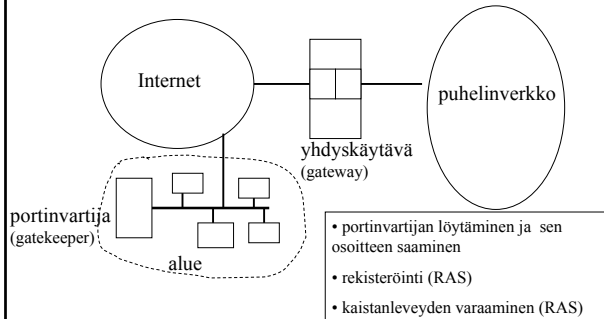
◆ arkkitehtuuri IP-puheluun ja videokonferenssiin tarvittavista standardeista

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

10/23/2003

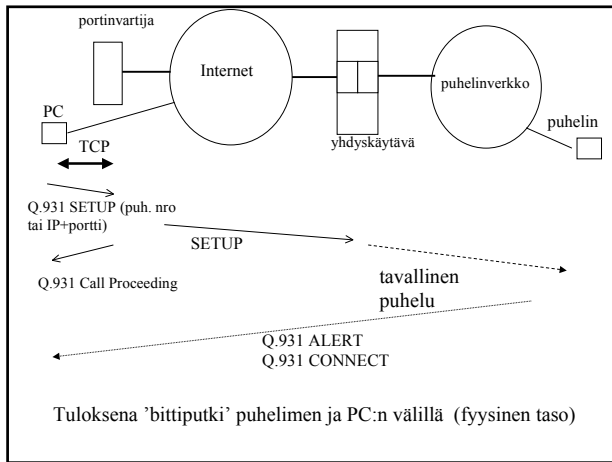
19

H.323:n Internet-puhelimen arkkitehtuuri



10/23/2003

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-signaalintikanavaa käyttäen

10/23/2003

22

H.323-protokollapino

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

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

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

10/23/2003

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. => lähetyvirta palvelimelta

10/23/2003

24

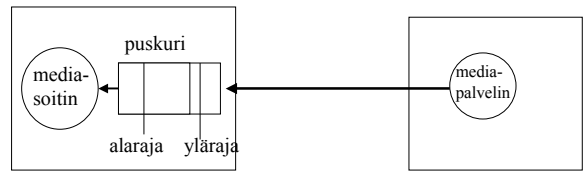
RTSP (Real-time Streaming Protocol) (RFC 2326)

- ◆ lähetyksen 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)

10/23/2003

25

Puskurointi tarpeen (10–15 ms)



Asiakaskone

Palvelinkone

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

10/23/2003

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

10/23/2003

27

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

10/23/2003

28

Reitittimen jonot

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

10/23/2003

29

IntServ eli Integroidut palvelut (Integrated Services)

- ◆ Integrointi eli palvelun laatuajattelun liittäminen Internetiin
- ◆ Käyttäjä voi valita erilaisia palveluluokkia ja yhteyden laatusoja
 - » 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

10/23/2003

30

Takuu perustuu resurssien varaamiseen

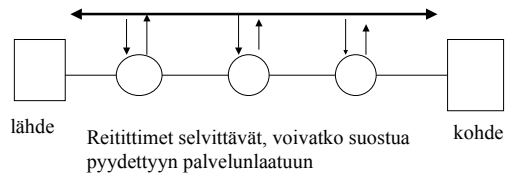
- ◆ Jokainen reititin yhteyden reitillä päättää, pystyykö se antamaan yhteydelle sen haluaman palvelun
- ◆ yhteyden muodostusvaiheessa (Call Setup) kunkin reitittimen on
 - tunnettava yhteyttä haluavan sovelluksen liikennevuo
 - tiedettävä millaista palvelua sovellus tälle liikennvuolle haluaa
 - tiedettävä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

10/23/2003

31

Yhteyden muodostusvaihe

'Signalointi' yhteyden muodostamiseksi



10/23/2003

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)

10/23/2003

33

Tspec: Token_Bucket_Tspec

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

31

0

10/23/2003

34

Liikenteen tasoitus (traffic shaping)

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

10/23/2003

35

Vuotava ämpäri (leaky bucket)

- ◆ purskeisuutta 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

10/23/2003

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

10/23/2003

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”
 - » hyvä laatu, ilman takuita

10/23/2003

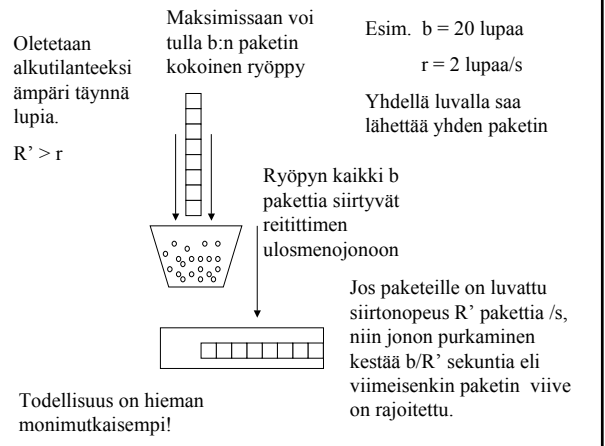
38

Taatus palvelun perusidea:

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

10/23/2003

39



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 viiveelle₄₁

10/23/2003

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

10/23/2003

42

RSVP (Resource reSerVation Protocol)

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

10/23/2003

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

10/23/2003

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

10/23/2003

45

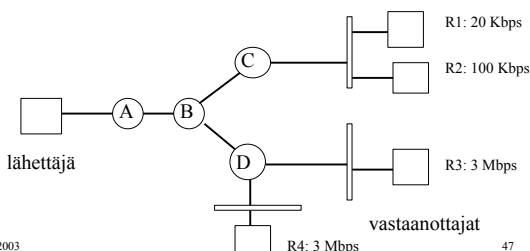
Esimerkki: videolähetys urheilukilpailusta

- ◆ ‘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 videokuva kilpailusta
 - ◆ joka paketissa monilähetysosoite => vastaanottajat

10/23/2003

46

- ◆ Monilähetysprotokolla on muodostanut monilähetyspuun lähettäjältä vastaanottajille



10/23/2003

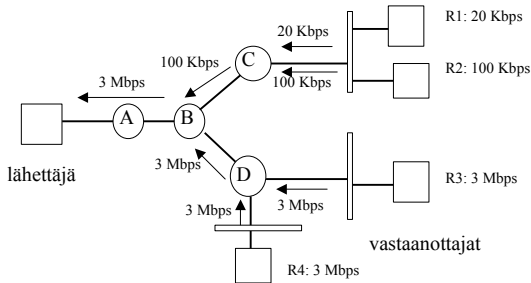
47

- ◆ Jokainen vastaanottaja lähettää varaussanomaa
 - ◆ käyttäen esim. reverse path forwarding algoritmia
 - ◆ kertoo millä nopeudella haluaa vastaanottaa lähettäjältä
- ◆ sanoman saanut reititin varautuu antamaan pyydetyn kapasiteetin
 - ◆ pakettien skedulointia
- ◆ reititin lähettää eteenpäin vain suurimman saamistaan varauksista

10/23/2003

48

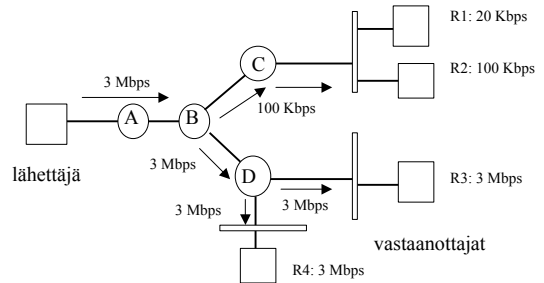
Varausanomat



10/23/2003

49

Tehdyt varaukset

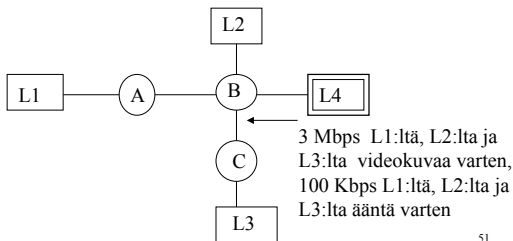


10/23/2003

50

Videokonferenssi, jossa 4 osallistujaa

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

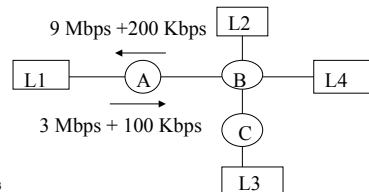


10/23/2003

51

Reitittimet varaavat seuraavasti:

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



10/23/2003

52

- ◆ Pääsytesti (admission test)
 - testaa, voidaanko varaus hyväksyä
 - jos ei => hylkäys
 - RSVP ei määrää millainen testin pitää olla
- ◆ Polkusanomat (path messages)
 - lähettäjät ilmoittavat, mitä reittejä varaukset tulee lähettää
 - kulkevat monilähetykspuuta
 - reititin A kertoo IP-osoitteensa ja lähetyksensä

10/23/2003

◆ Tspec:in

53

Varaustyyliä

- ◆ Tyylil 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
 - ◆ vain samalla tyylillä varattuja saa yhdistää

10/23/2003

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

10/23/2003

55

Diffserv eli eriytyneet palvelut (Differentiated Services)

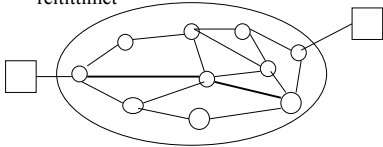
- ◆ Internetiin skaalautuva ja joustava palvelun eriyttäminen
 - » verkossa pystytään käsittelemään eri liikennettä eri tavoin
 - » uusia palveluluokkia voi syntyä ja vanhoja poistaa
- ◆ ei määritellä eri palveluita eikä palveluluokkia
 - vaan toiminnalliset komponentit, joilla tällaiset palvelut voidaan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

10/23/2003

56

Diffserv-arkkitehtuurin kulmakivet

- ◆ Kahdenlaisia toimintoja
 - reunatoiminnot (edge functions)
 - » isäntäkoneet tai ensimmäiset diffserv-taitoiset reitittimet
 - ydintoiminnot (core functions)
 - » muut reitittimet



10/23/2003

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

10/23/2003

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!

10/23/2003

59

DS-kenttä

- ◆ IPv4: TOS-kenttä (Type of Service)
 - ◆ IPv6: liikenneluokkakenttä (Traffic Class Field)
- | | | | |
|------|---|----|---|
| 0 | 5 | 6 | 7 |
| DSCP | | CU | |
- DSCP (Differentiated service code point)
 - CU (currently unused) ei toistaiseksi käytössä
 - ◆ DS-kenttä määrää paketin kohtelun muissa reitittimissä

10/23/2003

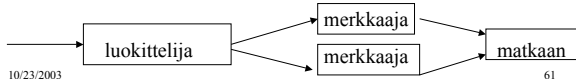
60

Pakettien luokittelu ja merkkkaus

- ◆ Luokittelija lajittelee paketit jonkin kentän perusteella

- » lähde- tai kohdekone,
- » lähde- tai kohdeportti
- » protokolla, jne

- ◆ ja lähettää ne kyseisen luokan merkkajaalle, 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 merkitä eri tavoin
- » niitä voidaan viivyttaa
- » tai ne voidaan hävittää

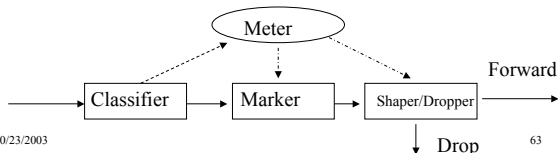
10/23/2003

62

Liikenteen mittaus

- ◆ Liikenteenmittaaja vertaa pakettivuota sovitettuun ja päättää, onko se sovitun 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

- ◆ etuulua puskurijonoissa
- ◆ taataan tietty prosentti linkkikapasiteetista

- nopeutettu edelleenlähetys

- ◆ aina vähintään tietyllä nopeudella eteenpäin

- taattu edelleenlähetys

- ◆ eri luokkia, joista kullekin vähintään tietty määrä puskurikapasiteettia ja kaistanleveyttä
- ◆ luokkien sisällä kolme eri 'pudotusluokkaa'

10/23/2003

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?

10/23/2003

65

MPLS (Multiprotocol Label Switching)

- ◆ reititinvalmistajat kehittivät nopeuttamaan pakettien reititystä

- ◆ paketeissa on nimiö (label), jonka perusteella reititetään

- ~ piirikytkentäisen verkon virtuaaliipiirin numero
- mutta ei varsinaista virtuaaliipiirin muodostusvaihetta
- useita eri datavoita voidaan yhdistää antamalla niille sama nimiö
 - » viime pätkän reititys kohdeosoitteen avulla

- ◆ sekä IP- että atm-pakettien reitittämiseen

- ◆ useita eri tason nimiöitä

- ◆ Useita RFC:itä jo laadittu ja monta tekeillä

10/23/2003

66



QOS = palveluluokka

S = nimiön taso

TTL = elinaika

10/23/2003

67

