

Šta je QoS?

- Metod sa diferenciranje saobraćaja i obezbeđivanje željenog servisa
- Uvođenje konzistentnosti i predvidivosti u best effort mreži
- Pružanje garancija ili grubih granica za različite performanse mreže
- Nuđenje resursa visokoprioritetnim klasama saobraćaja na račun niskoprioritetnih
- Dodjela mrežnih resursa prema potrebama aplikacija
 - Dostupna propusnost za tokove
 - Granice kašnjenje
 - Mala varijacija kašnjenja (jitter)
 - Vjerovatnoća gubitka paket
- Ponovo aktuelan!

Granularnost QoS



- Nivo paketa
 - Baferovanje i raspoređivanje u mrežnim čvorištima
 - Određuje relativne performanse koje su nude paketima u kratkim vremenski intervalima (μ s)
 - IP
- Nivo toka
 - Upravljanje tokovima i dodjela resursa radi obezbjeđivanja QoS (ms do s)
 - Uparivanje saobraćajnih tokova i dostupnih resursa
 - IntServ, RSVP
- Nivo agregiranih tokova
 - Rutiranje agregiranih tokova preko mreže radi efikasnog iskorišćenja resursa i poztizanje zahtijevanih nivoa servisa
 - “Inžinjering saobraćaja” (min – dani)
 - Diffserv, MPLS

QoS ciljevi servis provajdera



- Pružanje garancija ili grubih granica za različite performanse mreže
- Saobraćajne korisničke klase sa različitim cijenima
 - Dobija posebni SLA (Service Level Agreement) za propusnost, kašnjenje,...
 - Košta više
- SLA definiše garantovanu brzinu, maksimalnu brzinu, prioritete,...
- Kontrola ko namjerava da koristi mrežu (admission control)
 - Može, a ne mora

Zašto se pravi novi model servisa?



- Šta je osnovni cilj mrežnog dizajna?
 - Maksimalna ukupna propusnost mreže.
 - Minimalno kašnjenje
 - Maksimalno zadovoljstvo korisnika (ukupna korist koju dobija korisnik)
- Kako se operator mora odnositi prema korisnosti i propusnosti
 - Stalno moraju rasti
 - Oblici zavise od aplikacija

Današnje aplikacije



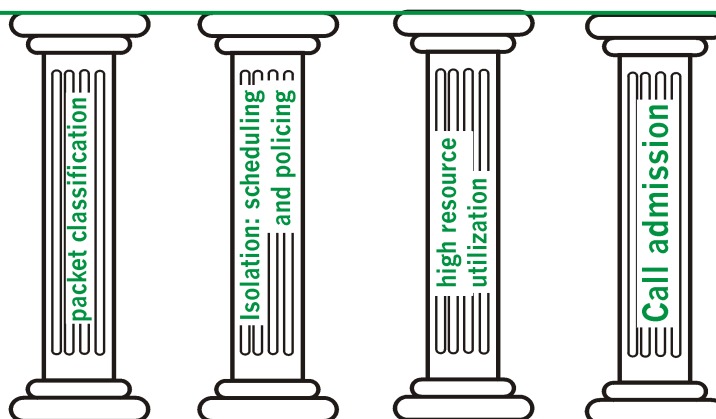
- Internet danas dominantno nudi jednu klasu servisa
 - Best effort
 - Bez garancija dostave
 - Web, mail
- Najzanimljivije su “elastične” aplikacije
 - Tolerišu kašnjenje i gubitke
 - Mogu se adaptirati na zagušenje
 - Streaming
- Aplikacije u realnom vremenu su “neelastične”
 - Govor
 - Video
 - Kontrola

“Neelastične” aplikacije



- Kontinualne multimedijalne aplikacije
 - Gornja i donja granica prihvatljivih performansi
 - Propusnost ispod koje video i audio nisu prihvatljivog kvaliteta
 - IP telefonija, telekonferencija sa visokim kašnjenjem (200-300ms) nijesu adekvatne očekivanjima korisnika
- Striktne aplikacije u realnom vremenu
 - Striktne granice performansi
 - Kontrolne aplikacije
- Ove aplikacije slabo reaguju na zagušenje

QoS for networked applications



Komponente



- Klasifikacija saobraćaja
- Scheduling
 - Aktivni menadžment bafera
 - Prioritet, FQ, WFQ
- Oblikovanje saobraćaja
 - Leaky Bucket
 - Token Bucket
- Alokacija resursa
 - RSVP
 - Scheduling
- Admission Control

Scheduling: Ruteri pomažu!

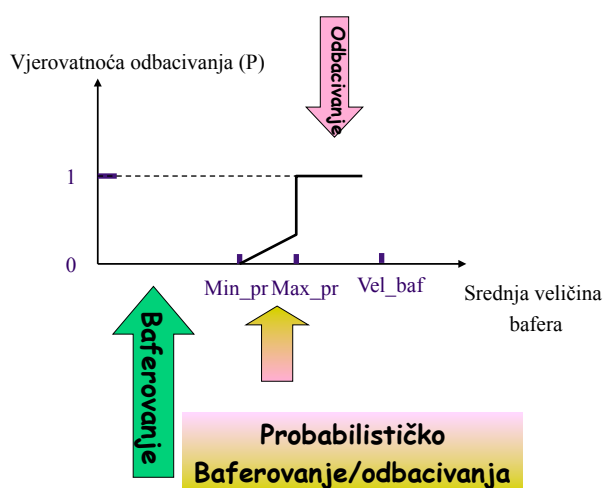


- Scheduling: izbor narednog paketa za slanje
 - FIFO/Prioritet
 - Round Robin/ DRR
 - Weighted Fair Queuing
- Odbacivanje paketa:
 - Kada je bafer pun
 - Ne samo kada je bafer pun
 - Aktivni menadžment bafera
- Signalizacija zagušenja
 - Explicit Congestion Notification (ECN)

Veličina bafera

- Zašto ne koristiti beskonačno velike baferne?
 - Nema odbacivanja paketa!
- Mali baferi:
 - Često odbacuju pakete zbog pojave burstova
 - Unose malo kašnjenje
- Veliki baferi:
 - Smanjuju odbacivanje paketa
 - Povećavaju kašnjenje
- Kompromis je RED (Random Early Detection)
 - Može biti uparen sa ECN

RED



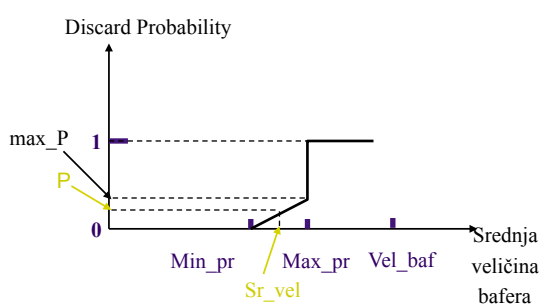
QoS

#12

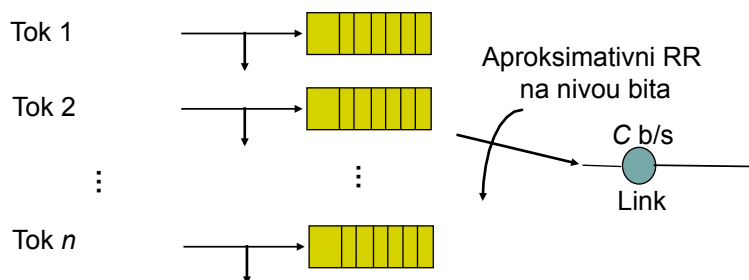
RED

- Podešavanje vjerovatnoće P:

$$P = \max_P \frac{Sr_vel - Min_pr}{Max_pr - Min_pr}$$

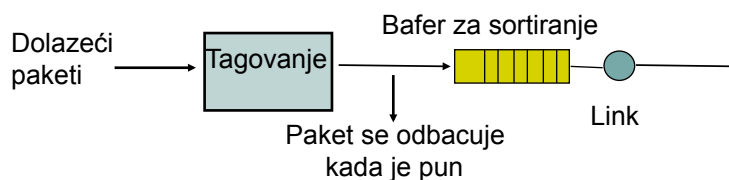


Fair Queueing / Generalized Processor Sharing



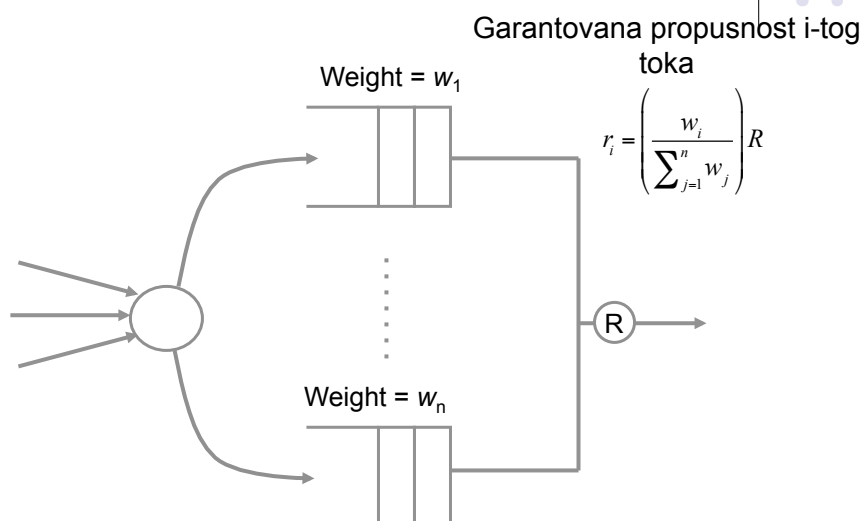
- Svaki tok ima svoj logički bafer:
- C b/s se alocira nepraznim baferima
 - Brzina prenosa = $C / n(t)$, gdje je $n(t)$ broj nepraznih bafera
- Idealizovani sistem podrazumijeva fluidni tok u baferima
- Implementacija zahtijeva apriksimaciju: simuliranje fluidnog sistema; sortiranje paketa prema vremenu završetka idealnog sistema

Paketizovani GPS/WFQ



- Izračunava vrijeme završetka slanja paketa idealnog sistema
 - Dodaje tag paketu
 - Sortira pakete prema tagovima
 - Poslužuje HOL paket
 - w_i težinski faktor i-tog toka

Weighted Prioriteti



16

Značaj WFQ



- WFQ može omogućiti granice kašnjenja od kraja do kraja
- WFQ nudi i ferost i garancije performansi
- Granice veće bez obzira na ponašanje ostalog saobraćaja
- Može biti generalizovan za mreže gdje su scheduleri varijante WFQ i gdje brzine prenosa variraju u vremenu
- Ne ograničava jitter

Oblikovanje saobraćaja



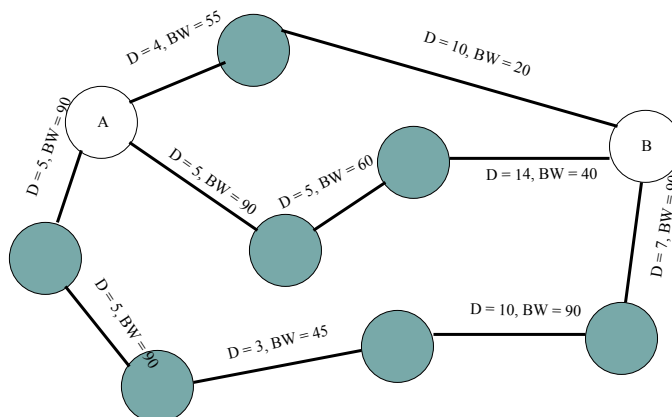
- Kontroliraju brzinu kojom se šalju podaci
 - ATM
 - Integrated Services mreže.
- Prilikom uspostavljanja konekcije korisnik i mreža dogovaraju parametre (oblik) saobraćaja
- Dva poznata algoritma:
 - Leaky Bucket
 - Token Bucket

QoS rutiranje



- Zahtjev definiše željeni **QoS**
 - propusnost, kašnjenje, jitter, gubici, pouzdanost
- Tri glavna tipa ograničenja:
 - Aditivno: kašnjenje
 - Multiplikativno: vjerovatnoća gubitaka
 - Max(ili Min): propusnost
- Zadatak
 - Naći putanju sa minimalnim težinskim faktorom koji zadovoljava ograničenja
 - Ako nema putanje odbija se tok
 - Generalno, više ograničenja su "HARD computationally".
- Jednostavan slučaj:
 - Propusnost i kašnjenje

Primjer QoS rutiranja



Ograničenja: Delay (D) < 25, Available Bandwidth (BW) > 30

QoS pristupi



Integrirani servisi

- Učešće cijele mreže
- Admission Control
- Absolutne garancije
- Oblikovanje saobraćaja
- Reservacije
 - RSVP

Diferencirani servisi

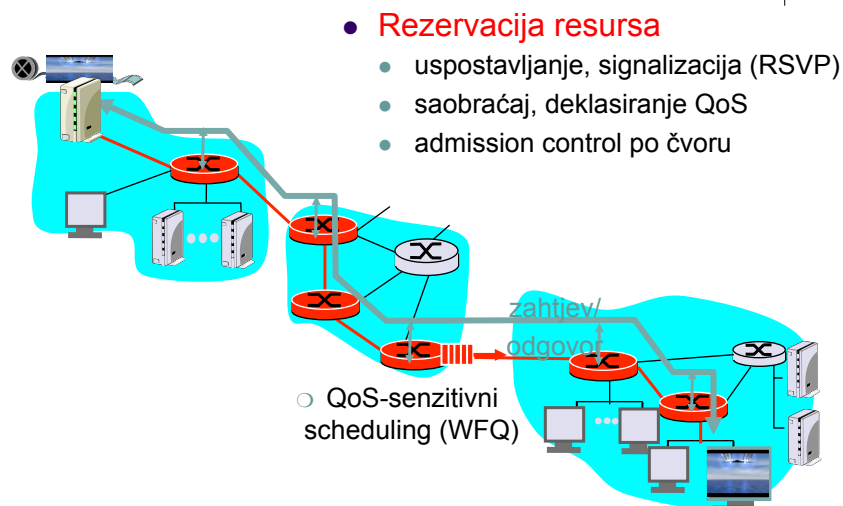
- Kontrola na nivou rutera
 - Hop by hop
- Razrešava probleme
 - Hot spots
- Relativne garancije
- Traffic policing
 - Na ulazu u mrežu

IETF Integrirani servisi



- Arhitektura za obezbjeđivanje QoS garancija u IP mrežama za pojedinačne sesije
- Rezervacija resursa: ruter alociraju resurse prema traženom QoS
- Prihvata/odbija nove zahtjeve

Intserv: QoS scenario



IETF diferencirani servisi

Problemi Intserv:

- Skalabilnost: signalizacija, stanje rutera, veliki broj tokova
- Fleksibilni servisni modeli: Intserv ima samo dvije klase.

Diffserv pristup:

- Jednostavne funkcije na okosnici, složene na ivičnim ruterima ili hostovima
- Ne definiše klase, pruža funkcionalne komponente za pravljenje klasa.

Diffserv Arhitektura

Edge router: 

- Upravljanje saobraćaja po toku
- Markiranje paketa

Core router: 

- Upravljanje paketa po klasama
- Baferovanje i scheduling saglasno markiranju
- Prednost se daje paketima koji odgovaraju profilu

