

VISOKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA ZA INFORMACIONE TEHNOLOGIJE



RAČUNARSKE MREŽE

QOS SISTEMI

Predmetni nastavnik:
dr. Slavko Pokorni, dipl.ing.

Student:
Saša Homanov 38/08
Datum 13.06.2010.

SADRŽAJ

REZIME	3
KLJUČNE REČI	3
UVOD	4
1. ŠTA JE QoS?	5
1.1 GUBLJENJE PAKETA	5
1.2 KAŠNJENJE	5
1.3 VARIJACIJE KAŠNJENJA – JITTER	5
2. QoS ZAHTEVI ZA MULTIMEDIJALNI SAOBRAĆAJ	6
3. QoS ZAHTEVI ZA OSTALI MREŽNI SAOBRAĆAJ	7
4. IETF QoS REŠENJA	7
4.1 INTEGRATED SERVICES (Int-Serv)	7
4.2 DIFERENCIRANE USLUGE (Diff-Serv)	7
4.3 MPLS (Multiprotocol Label Switching)	8
5. MODEL UPRAVLJANJA IP QoS I VEZA SA TMN (Telecommunication Management Network) ARHITEKTUROM	8
ZAKLJUČAK	10
LITERATURA	11

REZIME

U radu je opisan kvalitet servisa (QoS) i zahtevi za istim od strane raznih aplikacija. Poseban akcent je stavljen na multimedijalne aplikacije, koje su i naj zahtevnije u tom smislu. Pored multimedijalnih pomenuta je i implementacija QoS u ostale mrežne aplikacije, koje imaju sve veće zahteve za kvalitetom servisa. Objasnjeno je šta je QoS kao i njegova nezaobilazna uloga u projektovanju i realizaciji modernih računarskih mreža danas.

KLJUČNE REČI

Kvalitet servisa, mreža, aplikacija, multimedija, paket, saobraćaj.

UVOD

Upravljanje kvalitetom servisa predstavlja složen zadatak kako za proizvođače mrežne opreme, tako i za mrežne operatore. Naime, imajući sve strožije zahteve za kvalitetom usluge, mrežne aplikacije još uvek šalju nepredvidive količine saobraćaja u naletima. Tako na primer, model ponašanja web, email ili *file transfer* aplikacija nemoguće je predvideti, ali mrežni administratori ipak moraju da osiguraju kvalitet usluge kritičnim aplikacijama čak i u periodima naj većeg opterećenja.

QoS tehnologije omogućavaju mrežnim administratorima da predvide vremena odziva za različite mrežne servise, da pruže odgovarajuću tretman aplikacijama koje su osetljive na *jitter* (varijacija kašnjenja), kao što su aplikacije za prenos audio i video saadržaja, stvore uslove za kvalitetan prenos govora u realnom vremenu, kontrolišu gubitke paketa u trenucima neizbežnih povremenih zagušenja usled naleta saobraćaja, uspostave prioritete saobraćaja u mreži, pruže garancije propusnog opsega koja se stavlja na raspolaganje određenoj mrežnoj aplikaciji, izbegavaju, odnosno upravljaju zagušenjima u mreži.

U ranim fazama razvoja računarskih mreža fokus je bio na uspostavljanju konektivnosti.

Podaci su u mrežu ulazili različitim brzinama formirajući karakteristične nalete saobraćaja (*burst*). Pristup mrežnim resursima je bio je ravnopravan: resursi su zauzamani po vremenu dolaska saobraćaja (tzv. *first-in-first-out* princip). Kao rezultat takve raspodele resursa mrežni protokoli su morali da adaptiraju brzinu prenosa podataka uslovima na mreži. Razvijeni su protokoli koji se prilagođavaju čak i kratkotrajnim prekidima u komunikaciji. Na primer, kod tipične aplikacije za čitanje elektronske pošte, kašnjenja u prenosu od nekoliko sekundi često neće biti čak ni primećena od strane korisnika. Kašnjenja od nekoliko minuta su neprijatna, ali ne onemogućavaju servis.

1. ŠTA JE QoS?

QoS je skup mehanizama koji omogućavaju računarskim mrežama da pružaju bolji servis (uslugu) za izabrani mrežni saobraćaj preko različitih osnovnih tehnologija uključujući Frame Relay, ATM, Ethernet i 802.3 mreže, SONET i IP-rutirane mreže.

QoS osobine pružaju poboljšane i predvidive mrežne servise:

- Rezervisani propusni opseg (brzina prenosa, *bandwidth*)
- Minimiziranje gubitka paketa
- Oblikovanja saobraćaja
- Prioritiziranja saobraćaja
- Upravljanja i izbegavanja zagušenja

Osnovne karakteristike kojima se definiše kvalitet prenosa su:

- Gubljenje paketa
- Kašnjenje (u isporuci)
- Varijacije kašnjenja – *jitter*

1.1 GUBLJENJE PAKETA

Gubitak paketa se odnosi na procenat paketa koji ne stignu na odredište. Gubitak paketa nastaje usled grešaka u mreži, oštećenih paketa ili najčešće zbog zagušenja mreže. U dobro optimizovanim mrežama neki paketi se namerno uklanjaju od strane mrežnih uređaja da ne bi došlo do zagušenja. Za mnoge TCP/IP bazirane saobraćajne tokove, kao što su servisi vezani za udaljeno štampanje i udaljeni pristup datotekama, insistiranje na malom procentu gubitaka paketa nema smisla, jer će TCP/IP mehanizam retransmisije obezbediti stizanje paketa kad-tad, ali kod UDP saobraćaja koji se koristi za real time aplikacije retransmisija nije ostvarljiva pa se gubitak teže toleriše. Iz ovog razloga mreža sa visokom raspoloživošću treba da ima manje od jedan procenat gubitaka paketa.

1.2 KAŠNJENJE

Kašnjenje se definiše kao vreme koje je potrebno da paket doputuje od izvorišta do odredišta. Postoje dve kategorije kašnjenja:

- fiksno kašnjenje - uključuje komponente kao što su serijalizacija, kodovanje i dekodovanje i propagaciona kašnjenja
- Promenljivo kašnjenje - najčešće posledica zagušenja i uključuje pre svega vreme koje paketi provode u mrežnim baferima (prihvatnicima) dok čekaju na pristup prenosnom mediju.

Naj veće probleme kašnjenje pravi u govornim komunikacijama (dvosmernim) gde ono prouzrokuje istovremeni govor oba učesnika. Takođe su primer za loš uticaj kašnjenja i telnet sesije (pristup udaljenom hostu) gde se kašnjenje ogleda u sporom prihvatanju unetih slova korisnika.

Pravilno projektovane mreže bi trebalo da imaju kašnjenje manje od 150ms za žične zemaljske komunikacije i 250-300ms za satelitske komunikacije.

1.3 VARIJACIJE KAŠNJENJA – JITTER

Jitter ili varijacije kašnjenja, u tehničkim uslovima, je odstupanje ili pomeranje nekih aspekta impulsa u visoko-frekventnim digitalnim signalima. Kao što ime sugeriše, džiter se može posmatrati kao nesiguran impuls. Odstupanje može biti u smislu amplitude, faze vreme, ili širine impulsa signala.

Druga definicija je da je jitter "period izmeštanja frekvencija signala od idealnog mesta". Među uzrocima podrhtavanja su elektromagnetska interferencija (EMI) i preslušavanja sa drugim signalima.

Jitter može izazvati da ekran monitora treperi, utiče na sposobnost procesora u personalnom računaru, uvodi krckanje ili druge neželjene efekte u audio signale, kao i gubitak poslatih podataka između mrežnih uređaja. Iznos dozvoljenih podrhtavanja umnogome zavisi od

aplikacije, kod govornih aplikacija jitter ne sme da prelazi 30ms a kod video aplikacija visok jitter može dovesti do gubitka kvaliteta slike i video signala.

2. QoS ZAHTEVI ZA MULTIMEDIJALNI SAOBRAĆAJ

Različite vrste korisničkih aplikacije će imati različite zahtjeve za uspostavljanje QoS i za praćenje i vođenje stvarnog QoS: na primer, QoS zahtevi za video potoke su obično vrlo različite od onih za baze podataka. Različiti skupovi zahteva od korisnika ili aplikacija zovu se QoS kategorije, i one vode do odabira određenog QoS skupa svojstvenog tim aplikacijama.

Razlike između multimedijalnog saobraćaja i saobraćaja u tradicionalnim mrežama prvenstveno se odnose na (tabela 1):

- zahteve za prenos kontinualnih medija (audio i video prenos) u realnom vremenu;
- znatno veće protoke pojedinih medija;
- distribuirano-orjentisane aplikacije.

KARAKTERISTIKE	SAOBRAĆAJ U TRADICIONALNIM MREŽAMA	MULTIMEDIJALNI SAOBRAĆAJ
brzina prenosa	mala	velika
osobine saobraćaja	"naletni"	izrazito "naletni"
zahtevi za pouzdanost prenosa	bez gubitaka	mali gubici
zahtjevi za latentno kašnjenje	nema	malo, npr. 20 ms
način komunikacije	tačka-tačka	multipoint
vremenska zavisnost prenosa	nema	sinhronizovan prenos

Tabela 1. Poređenje karakteristika multimedijalnog saobraćaja i saobraćaja u tradicionalnim mrežama

Multimedijalne aplikacije u realnom vremenu ne tolerišu velike varijacije u pogledu kašnjenja i propusnog opsega. Stalni porast broja multimedijalnih aplikacija zahtevao je modifikaciju postojećih mrežnih protokola da bi se obezbedili *kvantitativni* QoS parametri. Kao rezultat, započeto je nekoliko projekata koji su imali za cilj poboljšanje postojećih mrežnih protokola sa mogućnošću QoS upravljanja, tj. verifikacije i održavanja željenog nivoa kvaliteta koje zahteva svaka pojedina aplikacija. U ATM mrežnom okruženju, kada se uspostavi određeni put prenosa, mreža uzima u obzir karakteristike saobraćaja, zahtjevani QoS, kao i trenutno stanje u mreži, kako bi donela odluku da li da prihvati određeni zahtev za vezom. Ukoliko se ovaj zahtev prihvati, obezbjeđuje se zahtevani QoS. U *frame relay* mrežama takođe je omogućen izbor određene klase usluge pridružene frame relay logičkom linku. Multimedijalne aplikacije u realnom vremenu imaju karakteristike koje se u značajnoj meri razlikuju od karakteristika standardnih mrežnih aplikacija:

- Veća osjetljivost u pogledu QoS parametara u poređenju sa klasičnim aplikacijama. Multimedijalne aplikacije u realnom vremenu su osjetljive na kašnjenje i gubitak određenih segmenata poruke. To je razlog što ove aplikacije ne mogu koristiti standardne tehnike zaštite od izobličenja i grešaka u prenosu.
- Veliki broj multimedijalnih aplikacija u realnom vremenu generiše kontinualan saobraćaj u dužem vremenskom periodu, tako da mreža mora obezbijediti potrebne resurse na kontinualnoj bazi.

Karakteristike multimedijalnog saobraćaja, tj. njegova "naletnost" i nepredvidivost otežavaju proces dodele potrebnih resursa. U slučaju VBR saobraćaja, dodela resursa na bazi prosečne

brzine ne može obezbijediti zahtjeve u pogledu QoS-a, dok dodela resursa na bazi maksimalnih brzina rezultuje smanjenom efikasnošću mreže.

3. QoS ZAHTEVI ZA OSTALI MREŽNI SAOBRAĆAJ

Takođe, i ostale mrežne aplikacije postaju sve zahtevnije u pogledu garancije kvaliteta, pouzdanosti i vremenskih garancija. Upravljanje kvalitetom servisa predstavlja složen zadatak kako za proizvođače mrežne opreme, tako i za mrežne operatore. Naime, imajući sve strožije zahteve za kvalitetom usluge, mrežne aplikacije još uvek šalju nepredvidive količine saobraćaja u naletima. Tako na primer, model ponašanja web, email ili *file transfer* aplikacija nemoguće je predvideti, ali mrežni administratori ipak moraju da osiguraju kvalitet usluge kritičnim aplikacijama čak i u periodima vršnog opterećenja. QoS tehnologije omogućavaju mrežnim administratorima da:

- Predvide vremena odziva za različite mrežne servise;
- Pruže odgovarajuću tretman aplikacijama koje su osetljive na *jitter*, kao što su aplikacije za prenos audio i video sadržaja;
- Stvore uslove za kvalitetan prenos govora u realnom vremenu;
- Kontrolišu gubitke paketa u trenucima nezbežnih povremenih zagušenja usled naleta saobraćaja;
- Uspostave prioritete saobraćaja u mreži;
- Pruže garancije propusnog opsega koja se stavlja na raspolaganje određenoj mrežnoj aplikaciji;
- Izbegavaju, odnosno upravljaju zagušenjima u mreži.

4. IETF QoS REŠENJA

IETF (**Internet Engineering Task Force**) je radio na definisanju internet QoS modela mnogo godina. Zadatak nije bio lak, jer se moralo preći preko mnogo mreža i provajdera, i ne samo da su se svi morali složiti kako će se QoS – om upravljati nego i kako će se plaćati za isti. Primarne QoS tehnike razvijene od strane IETF su: Int-Serv (Integrated Services), Diff-Serv (diferencirane usluge), i MPLS (Multiprotocol Label Switching). Svaka od njih je objašnjena pod svojim naslovom u daljem tekstu.

4.1 INTEGRATED SERVICES (Int-Serv)

Integrated Services (Int-Serv) je model za pružanje QoS na Internetu i intranetu. Namera Int-Serv dizajnerima je bila da izdvoje neki deo propusnosti mreže u prometu, kao što su real-time glasa i videa, koja je zahtevala malo kašnjenje, malo podrhtavanje (varijabla kašnjenja), i garantovan protok. Int-Serv Radne grupe razvile su RSVP (protokol za rezervaciju resursa), signalni mehanizam za određivanje QoS zahteva preko mreže. Int-Serv ima problem skalabilnosti i bilo bi previše teško da se implementira na internetu. Međutim, RSVP se koristi u poslovnim mrežama, a kontrolni mehanizam za postavljanje propusnosti preko mreže se koristi na nov način sa MPLS (Multiprotocol Label Switching).

4.2 DIFERENCIRANE USLUGE (Diff-Serv)

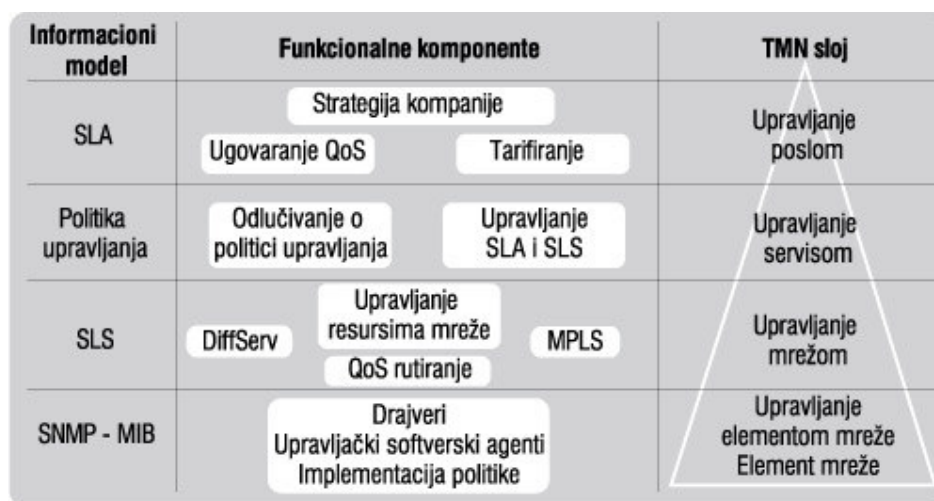
Diferencirane usluge (Diff-Serv) klasifikuje i označava pakete, tako da oni primaju određene per-hop (preporučene vrednosti DSCP polja za različite namene, koje definišu nivo QoS servisa u DiffServ modelu koji se dodeljuje svakom ruteru) i prosljeđuju mrežnim uređajima duž rute. Važano je da Diff-Serv obavlja posao na rubu mreže tako da mrežni uređaj treba da se uključi u proces čekanja u redu i prosledi dodeljen paket. Diff-Serv je možda najbolji izbor za signalizaciju QoS nivoa dostupan danas.

4.3 MPLS (Multiprotocol Label Switching)

MPLS (Multiprotocol Label Switching) je Internet Engineering Task Force (IETF) standard koji donosi inovativni princip prosleđivanja paketa obeleženih labelama. Labele označavaju kako same putanje kroz mrežu tako i servisne atribute. Na ulazu u mrežu procesiraju se dolazni paketi i selektuju, odnosno primejuju odgovarajuće labele. Mreža nadalje primenjuje odgovarajuće usluge i prosleđuje pakete na osnovu informacije sadržane u labeli. Procesor – intenzivne operacije, analize, klasifikacije i filtriranja obavljaju se samo jednom - na ulazu u mrežu. Na izlazu iz mreže, labele se uklanjaju i paketi se prosleđuju do konačne destinacije. MPLS predstavlja novu generaciju backbone tehnologija za primenu u mrežama servis provajdera. MPLS je ključna tehnologija koja otvara vrata za primenu virtuelnih privatnih mreža (VPN) nove generacije koja obezbeđuje istu privatnost kao kod primene Frame Relay ili ATM virtuelnih kola (VC). MPLS tehnologija omogućava razdvajanje saobraćaja i garanciju privatnosti i bez "tuneliranja" i enkripcije, na osnovu informacija o mrežnim adresama, slično kao što FR i ATM mreže saobraćaj razdvajaju na osnovu konekcija. Tabele prosleđivanja MPLS rutera ili switch-eva sadrže posebne VPN-IP adrese, sastavljene od originalnih IP adresa kojima se pridružuje jedinstveni VPN identifikator.

5. MODEL UPRAVLJANJA IP QoS I VEZA SA TMN (Telecommunication Management Network) ARHITEKTUROM

Osnovna ideja pristupa upravljanju IP QoS zasniva se na uspostavljanju relacija između arhitekture i funkcija upravljanja DiffServ mrežom i ITU-T (International Telecommunication Union) TMN arhitekture . U takvom kontekstu, je predložen hijerarhijski funkcionalni i informacioni model upravljanja, strukturiran kao što jeprikazano na Slici 1.



Slika 1. Hijerarhijski model upravljanja IP QoS i veza sa TMN arhitekturom
([http://www.telekomunikacije.rs/arhiva_brojeva/drugi_broj/mr_s_bostjancic_rakas_dr_m_stojanovic_prof_dr_n_gospic:_automatizacija_upravljanja_ip_mredjama_\(kopija\).195.html](http://www.telekomunikacije.rs/arhiva_brojeva/drugi_broj/mr_s_bostjancic_rakas_dr_m_stojanovic_prof_dr_n_gospic:_automatizacija_upravljanja_ip_mredjama_(kopija).195.html))

Najvišem TMN sloju (sloju posla) odgovaraju informacioni model SLA i funkcionalne komponente koje se odnose na strategiju kompanije, ugovaranje kvaliteta servisa, tarifiranje i obračune, kao i interakcije sa sistemima upravljanja drugih operatora ili kompanija.

- Sloj upravljanja servisom je odgovoran za ugovorene aspekte kvaliteta raznorodnih servisa koji se pružaju korisnicima. Informacioni model pridružen ovom sloju definiše politiku upravljanja kvalitetom servisa. Politika upravljanja može obuhvatati: pravila klasifikacije servisa, pravila kondicioniranja ulaznog saobraćaja i konfigurisanja

- mehanizama za opsluživanje paketa i upravljanje redovima za različite klase QoS, pravila konfigurisanja parametara i tabela rutiranja i dr. Funkcionalne komponente obuhvataju odlučivanje o politici upravljanja i upravljanje sporazumima o nivou servisa i specifikacijama nivoa servisa.
- Sloj upravljanja mrežom je odgovoran za upravljanje svim elementima mreže – pojedinačno i u celini. Informacioni model pridružen ovom sloju opisuje tehničke aspekte SLA, odnosno specifikaciju nivoa servisa (*SLS, Service Level Specification*). Funkcionalne komponente na ovom sloju obuhvataju arhitekturu QoS, upravljanje resursima mreže, QoS rutiranje i dr.
 - Sloj upravljanja elementom mreže bavi se procesima u pojedinačnim uređajima u mreži (serverima, ruterima, gejtvejima). Sloj elemenata predstavlja raznovrsne uređaje koji zajednički konstituišu mrežu. Informacioni model opisuje se bazom upravljačkih informacija (*MIB, Management Information Base*) u elementu mreže, u kojoj se čuvaju relevantni podaci za nadzor i upravljanje, kao što su konfiguracija, rezultati dijagnostičkih testova, rezultati merenja performansi, alarmni događaji i dr. Komunikacija elementa mreže sa centrom za nadzor i upravljanje obavlja se posredstvom SNMP protokola.

ZAKLJUČAK

Obezbeđivanje QoS-a u savremenim telekomunikacionim mrežama predstavlja jedan od dominantnih zahteva prilikom planiranja i projektovanja mreže. Primena poboljšanih tehnologija digitalne obrade signala i algoritama kompresije govora daje optimalne rezultate samo uz implementaciju efikasnog mehanizma (protokola, algoritma) za realizovanje željenog QoS-a. Pri tome, funkcionisanje ovakvog mehanizma mora biti nezavisno od načina implementacije backbone infrastrukture (ATM, IP, Frame Relay, ISDN, itd.). Imajući u vidu širinu ove teme, pokušao sam da se bavim samom suštinom kvaliteta servisa, a da ipak malo više pažnje posvetim zahtevima za QoS u multimedijalnim aplikacijama i naravno u danas najrasprostranjenijem IP mrežnom okruženju.

LITERATURA

1. <http://www2.etf.unssa.rs.ba/infoteh2001/4%20gordana%20gardasevic.doc>
Posećen 10.06.2010
2. <http://www.linktionary.com/q/qos.html> Posećen 10.06.2010.
3. <http://sr.wikipedia.org/sr-el/MPLS> Posećen 10.06.2010.
4. <http://www.mds.rs/mps.html> Posećen 10.06.2010
5. dr. Gajin S. i mr. Vuletić P. Kvalitet servisa Quality of Service – QoS Materijal sa predavanja ETF, Katedra za računarsku tehniku i informatiku