

Načrtovanje omrežij (naloge)

zgraditi TK omrežje, ki:

- ustreza uporabnikom
- je učinkovito
- in napraviti to ekonomično

Način vodenja TK omrežij:

centralno vodenje TK omrežij
razpršeno vodenje TK omrežij

Orodja za upravljanje:

SNMP
Corba
WWW+XML

Merjenje omogoča natančen zajem podatkov o parametrih omrežij. Lahko poteka v realnem času, ponavadi je zahteven in drag pristop.

Modeliranje je proces gradnje modela TK sistema. Model sistema je poenostavljena predstavitev sistema, ki analitiku omogoča razumevanje odziva na vhodne parametre.

- model mora biti čimbolj podoben realnemu sistemu
- mora biti čim bolj enostaven
- mora biti dober kompromis med realnostjo in enostavnostjo

Rezultati ki ji dobimo so matematično natančni, realno približno zaradi poenostavitve.

Simulacije

Uporabimo model TK sistema. Simulacije izvajamo s pomočjo simulacijskih programov.

Poznamo:

- zvezne simulacije
- diskretne simulacije

Orodja za izvajanje simulacij

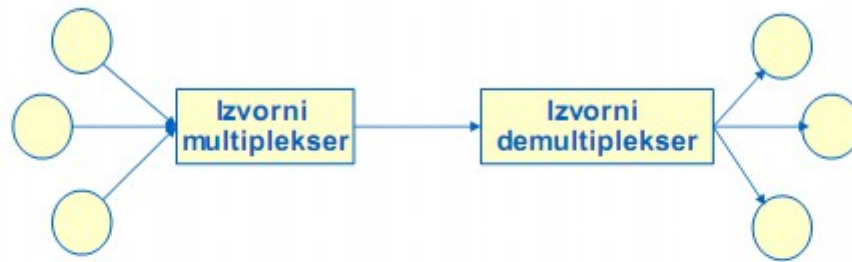
Ns2
ComNet

Naloga omrežja je prenos podatkov od izvora do ponora med oddaljenima entitetama.

Sporočila na prenosnih poteh združujemo/prepletamo/kombiniramo/povezujemo s pomočjo:

- multipleksiranja
- komutacije (usmerjanje)

■ Multipleksiranje



■ Komutacija



Komutacije

Tokokrogovna komutacija (stalno zagotovljeni viri, ni medsebojnega vpliva povezav, kvaliteta, predvidljive zakasnitve, slabša izkoriščenost virov, nujno vzpostavljanje povezav).

Paketna komutacija (možnost statičnega multipleksiranja, možnost podpore izbruhom prometa, zakasnitve pri prenosu niso nujno predvidljive, v nepovezavnih omrežjih je večja verjetnost napak, manjša zanesljivost, medsebojni vpliv posameznih tokov sporočil).

Prenosni sistem (bakreno omrežje, brezžično omrežje, optično omrežje)

Podatke lahko prenašamo v obliki zaključenih sporočil (email, sms) ali v obliki toka podatkov (stream: telefonski pogovor, videokonferenca).

Princip povezanosti

Tokokrogovna omrežja so vedno povezavno orientirana (povezavnost zagotavlja fizični tokokrog).

Paketna omrežja so lahko povezavna ali nepovezavna.

Lastnosti:

Povezavno orientirane - prednosti

- možna večja zanesljivost prenosa, odprava napak
- možnost nadzora pretoka, preprečevanje zasičenja

Nepovezavno orientirane - prednosti

- enostavnost

Povezavno orientirane - slabosti

-potrebujemo signalizacijo, protokoli omrežja so kompleksnejši

Nepovezavno orientirane - slabosti

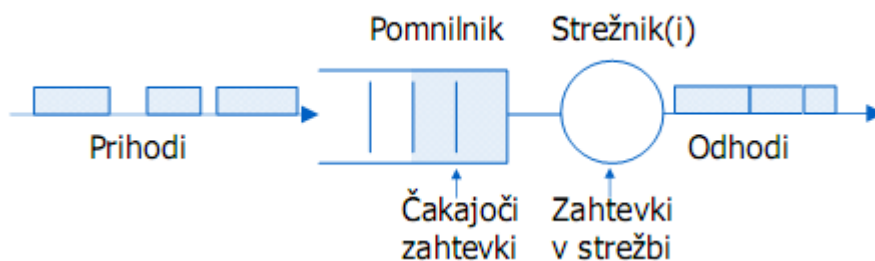
-nezmožnost zanesljivega prenosa (best-effort)

Primeri:

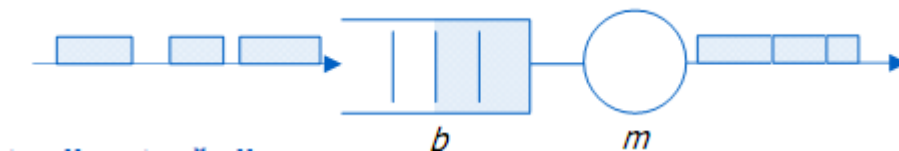
Povezavno orientirana komutacija: (ISDN, PSTN-tokokrogovna), (ATM, MPLS-paketna)

Nepovezavno orientirana komutacija: Ethernet, IP (lahko je samo paketna komutacija)

Strežni sistem s čakalno vrsto



Strežni sistem vsebuje enega ali več strežnikov. Zahtevki prihajajo po določeno storitev, tisti zahtevki, ki pridejo v sistem in ne prejmejo storitev takoj so razporejeni v čakalno vrsto (pomnilnik).



m – število strežnikov

b – velikost pomnilnika

Razvrščanje: FIFO, LIFO, PS, proces prihodov, proces strežbe

Razlogi za zakasnitve v omrežju: čas procesiranja, čas čakanja v vrsti, čas prenosa po povezavi. Največkrat pride za zakasnitev zaradi čakanja v vrsti.

Označevanje strežnih sistemov

Kendall-Lee A/B/c:(XXXX/m/n)

A določa proces prihodov, **B** določa proces strežbe, **c** določa število strežnikov(kanalov)

XXXX določa način strežbe (FIFO, LFIO, SIRO), **m** določa največje možno število uporabnikov v sistemu, **n** določa največje število populacije

Parametri zmogljivosti sistema

- povprečen čas čakanja
- povprečna zakasnitev pri prehodu zahteve preko sistema
- povprečno število čakajočih zahtev

Izkoriščenost sistema (utilizaiton)

$$\rho = \lambda / \mu$$

λ - povprečno število zahtevkov, ki vstopijo v sistem v časovni enoti

μ - število zahtev (hitrost strežbe), ki jih strežnik lahko postreže v časovni enoti

Verjetnost, da je v sistemu n zahtev

$$P_n = \rho^n (1 - \rho)$$

Povprečno število zahtev v sistemu

$$L = \rho(1 - \rho) \frac{1}{(1 - \rho)^2} = \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Pogoj za stabilnost sistema M/M/1: $\rho < 1$

Littleov teorem

Povprečni čas čakanja zahteve v sistemu

$$W = \text{ploščina} / N$$

Povprečno število zahtev v sistemu

$$L = \text{ploščina} / T$$

ali

$$L = \lambda * W$$

$$\lambda = N / T$$

L – povprečno število zahtev v sistemu

λ – povprečno število prihodov zahtev

W – povprečni čas, ki ga zahteve porabijo na sistemu

Z upoštevanjem teorema lahko zapišemo povprečen čas zadrževanju zahteve v sistemu:

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\lambda} \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\rho}{\lambda(1 - \rho)}$$

- Ta čas je vsota časa čakanja v vrsti in časa strežbe

Povprečno število v strežbi ni 1, lahko ga izračunamo:

$$E(\text{v str}) = 0P_0 + 1P(> 0)$$

$$E(\text{v str}) = 0P_0 + 1(1 - P_0) = 1 - P_0 = \rho$$

Iz česar sledi povprečno število zahtev v vrsti:

$$L_q = E(n) - \rho = \frac{\rho}{1 - \rho} - \rho = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

Povprečen čas, ki ga zahteva porabi, preden opravi storitev.
Od povprečnega časa zadrževanja odštejemo čas strežbe:

$$W_q = W - \frac{1}{\mu} = \frac{\rho^2}{\lambda(1 - \rho)}$$

Do istega rezultata lahko pridemo z uporabo Littleovega teorema:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

Modeliranje prometa

Načrtovanje sistema se nanaša v času največje obremenitve.

Erlang je enota za merjenje prometa.

a = čas uporabe strežnika/celoten čas

Primer: imamo 31 vodov. Na vsakem vodu komunicirajo po 30min.

Čas uporabe je $30\text{min} * 31 = 930\text{min}$

Celoten čas čas 60min

Promet je torej $a = \text{čas uporabe/celoten čas} = 930\text{min} / 60\text{min} = 15.5\text{erl}$

Primer: ponujen promet

N – število uporabnikov

a – promet, ki ga generira en uporabnik

A – ponujen promet: $A = N * a$ (npr. če je število uporabnikov $N=100$,
 $a=0.05\text{erl}$ je torej ponujen promet $A = N*a=100*0.05\text{erl}=5\text{erl}$)

Verjetnost blokade:

podaja verjetnost, da bo uporabnik zavrnjen ob dostopu do strežnika. Izračuni se nanašajo na najbolj prometno uro.

Da zmanjšamo verjetnost blokade:

dodamo več strežnikov, prerazporedimo promet

Izračun verjetnosti blokade ERLANG B

B – verjetnost blokade

S – število strežnikov

A – ponujam promet

$$B = E_1(S, A) = \frac{\frac{A^S}{S!}}{\sum_{i=0}^S \frac{A^i}{i!}}$$

Izračun verjetnosti čakanja, verjetnost da so ob prihodu nove zahteve vsi strežniki zasedeni **ERLANG C**

Parametri:

S - število strežnikov

A - ponujen promet [Erlang]

T1 - sprejemljivi čas čakanja na prost strežnik [s]

T2 - povprečni čas zadrževanja v strežniku [s]

$P(>0)$ - verjetnost čakanja na prost strežnik

$P(>t)$ - verjetnost da čakamo na strežnik več kot T1 sekund

D1 - povprečni čas čakanja na prost strežnik [s]

D2 - povprečni čas čakanja na prost strežnik dejansko zakasnenih

zahtev [s]

Primer uporabe: klicni center

Merjenje prometa IP

Čemu meritve:

- spremljanje delovanja omrežja
- upravljanje z omrežjem
- vzdrževanje omrežja
- ugotavljanje izkoriščenosti omrežja
- preprečevanje zamašitev
- odpravljanje napak

Merjenje prometa vključuje zajem prometa in analizo prometa.

Podatki ki jih zajemamo: podatki iz glave mrežnega nivoja IP in transportnega nivoja in časovni žig.

Iz podatkov analiziramo:

- štetje datagramov v nekem časovnem intervalu
- število paketov na sekundo
- čas med prihodi paketov, obremenitev stikal, usmerjevalnikov (interarrival rate)
- merjenje obhodnega časa
- merjenje enosmernih zakasnitev
- merjenje avtokoleracijske funkcije
- analiza samopodobnosti (hurst parameter)
- analiza naslovov omrežnega nivoja
- analiza življenjskega časa paketa TTL time to live
- analiza protokola
- analiza transportnega nivoja
- analiza tokov

Merjenje z vzorčenjem – omogoča izvajanje analize parametrov z uporabo bistveno krajših zajetih sledi.

Tehnike vzorčenja:

- deterministično dogodkovno proženo vzorčenje
- vzorčenje več zaporednih dogodkov v določenem razmiku
- vzorčenje zaporednih parov
- naključno vzorčenjem
- hitra metoda vzorčenja FastCARS



Orodja

Pasivna (snmp agenti, tcpdump, netflow)
 Aktivna (ping, traceroute)
 sistemi (IPMON, Tstat, Ipmon)

QoS v omrežju IP

Elastične aplikacije

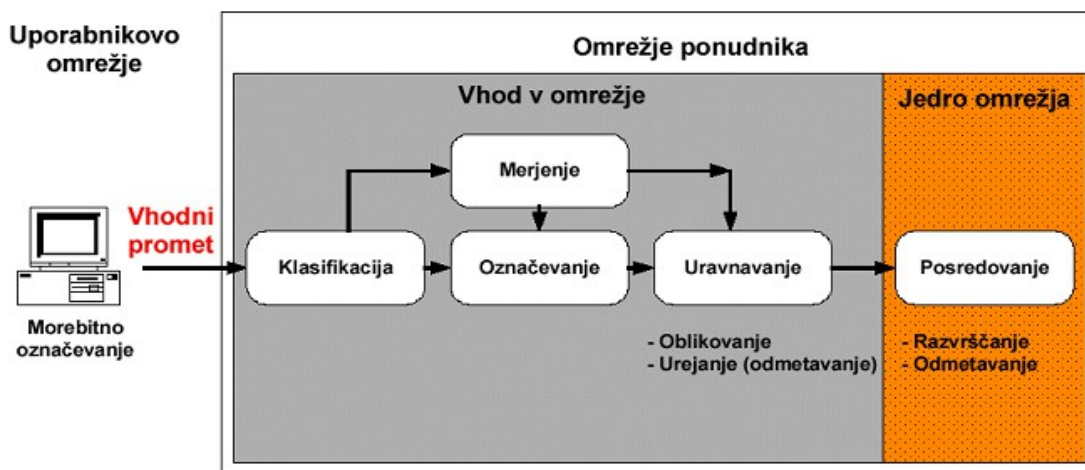
dopuščanje zakasnitve in izgube datagramov (http,ftp,smtp)
 prilagajanje trenutnim zamašitvam v omrežju

Neelastične aplikacije

zahtevajo prenos podatkov v realnem času
 izguba datagramov ali njihova zakasnitev pomeni prekinitev delovanja

Mehanizmi za izvajanje QoS storitev

1. **Nadzor dostopa:** sprejema oziroma zavraca nove zahteve v skladu z zmogljivostjo omrežja – izogib preobremenitvam
2. **Oblikovanje, vodenje in označevanje datagramov:** razvrščanje v razrede – implicitno in eksplicitno (FIFO, prioritetno, round robin, WFQ)
3. **Ločevanje razredov med seboj**
4. **Delitev zmogljivosti virov**



IntServ

Za svoje delovanje uporablja protokol za rezervacijo virov RSVP. Ta s signalizacijo rezervira želeno zmogljivost na vseh usmerjevalnikih vzdolž celotne poti med izvorom in ponorom podatkovnega pretoka storitve. Pri tem mehanizmu se mora usmerjevalnik zapomniti celotno sejo med izvorom in ponorom. IntServ pozna 3 različne razrede storitev:

1. Zagotovljena kakovost storitve je namenjena aplikacijam z strogo omejenimi zakasnitvami.
2. Storitve z nadzorovano obremenitvijo se uporabljajo v primerih, ko aplikacije nimajo postavljenih strogih kriterijev, kot je to v prvem razredu (glej prejšnjo točko).
3. Storitev najboljši možen način – best effort predstavlja kakovost, ki jo nudi običajni internet.

Intserv ni primeren za hrbtenična omrežja, zaradi ogromnega števila sej, ki bi jih moral vzpostavljati in se jih zapomniti med izvori in ponori. Dodatna slabost je tudi, da je potrebno dodatno prenašati tudi signalizacija med usmerjevalnikih.

DiffServ

Klasificira vstopni promet glede na politiko zagotavljanja kakovosti storitev. Diffserv za klasifikacijo uporablja polje ToS (type of service) v glavi IP paketa katerega lahko imenujemo tudi polje DS (differentiated services). Polje ToS vsebuje 8 bitov, prvi 4 biti predstavljajo prioriteto IP paketov.

Biti 3 in 4 se uporabljata za bolj precizno razdelitev prometa v prioritete razrede. Sistem najprej razvrsti promet glede na razred nato pa na delež zgub. Diffserv pa ne določa natančen delež izgub ampak za to poskrbi upravljalec omrežja.

Vsak usmerjevalnik znotraj omrežja z DiffServ odčita polje DS-ToS in paket razvrsti v različne čakalne vrste glede na razred prometa.

Je eden od mehanizmov za izvajanje QoS. Ni zmogljivostno in pomnilniško potraten. Ima popolnoma odpravljeno shranjevanje in obdelavo sej. Omogoča več razredov storitev (premium, assured, olympic service).