

## NAČRTOVANJE, MODELIRANJE IN VODENJE TELEKOMUNIKACIJSKIH OMREŽIJ

### 1. Opiši strežni sistem M/M/1 in njegovo uporabo.

Predpostavke za sistem M/M/1:

- en sam strežnik,
- neskončen pomnilnik in neskončna populacija,
- proces prihodov: Poissonov s številom zahtevkov  $\lambda$ ,
- proces strežbe: eksponenten s parametrom  $\mu$ ,  $\mu = 1/T_s$ ,
- naključni prihodi in strežba,
- stabilno stanje:  $\lambda < \mu$ ,
- časi med prihodi in strežbo so porazdeljeni po eksponentni porazdelitvi,
- časi strežbe in intervali prihodov so med seboj neodvisni ter
- FIFO (First In First Out) način razvrščanja.

Uporabljamo ga, kadar je število zahtev veliko, kadar je vpliv posamezne zahteve na celoten sistem majhen ter kadar so vse zahteve med seboj neodvisne, kar pomeni, da je njihova odločitev za uporabo sistema neodvisna od ostalih zahtev. Gre za  $M/D/\infty$  sistem s konstantno zakasnitvijo.

Pasivno analiziranje prometa - prisluškujemo, gledamo, snifamo) → POSLUŠAMO. Zgolj zajemamo in analiziramo promet na povezavah in v realnih omrežjih.

Aktivno analiziranje prometa - promet sami generiramo in nato merimo → POŠILJAMO. V sistem pošiljamo sintetičen promet in analiziramo obnašanje. Problem nastopi, ko oddajamo promet in spreminjamo obremenitev prometa, saj »slika« ni več realna.

2. Razlika med Erlang B in Erlang C modelom? Na katerih področjih ju uporabljamo, katere parametre jima določamo? Za oba navedi praktičen primer.

Erlang B:

- omogoča izračun verjetnosti blokade – verjetnost, da so ob prihodu nove zahteve vsi strežniki zasedeni,
- v tem primeru se nova zahteva blokira (zavrže) in se je ne obravnava več ter
- predpostavlja eksponentne porazdelitve:

\* dohodnih časov novih zahtev ter

\* strežnih časov posameznih zahtev.

Parametri, ki mu jih določamo, so B – verjetnost blokade, S – število strežnikov ter A – ponujan promet (erlang).

Erlang B se uporablja, kadar je blokiran klic res blokiran – npr. ko nekdo pokliče neko telefonsko številko in dobi signal »zasedeno«.

Erlang C:

- omogoča izračun verjetnosti čakanja – verjetnost, da so ob prihodu nove zahteve vsi strežniki zasedeni,
- v tem primeru se nova zahteva postavi v čakalno vrsto in čaka na prosti strežnik ter
- enako kot Erlang B predpostavlja eksponentne porazdelitve dohodnih časov novih zahtev in strežnih časov posameznih zahtev.

Parametri, ki mu jih določamo, so S – število strežnikov, A – ponujan 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+ ter D2 – povprečni čas čakanja na prost strežnik dejansko zakasnenih zahtev \*s+.

Erlang C se uporablja, kadar je blokiran klic zakasnen (postavi se v čakalno vrsto) – npr. če nekdo pokliče klicni center in mora čakati na prostega operaterja, ki bo klic sprejel.

### 3. Kaj sta SNMP in SMTP?

SNMP:

- Simple Network Management Protocol,
- nastal zaradi interneta,
- prvotna standardizacija zelo enostavna,
- razvit in sprejet izjemno hitro,
- rast – velikosti in kompleksnosti protokola,
- trenutno – SNMP v3 ter
- *de facto* standard za upravljanje omrežij.

Ključni elementi SNMP-ja so Management information base (MIB) – porazdeljeno skladišče za informacije za upravljanje omrežja, Structure of Management Information (SMI) – jezik za definicijo podatkov za MIB objekte, SNMP protokol – prenos informacij in instrukcij med upravljalcem in upravljanimi objekti ter varnost, zmožnost administracije – nove zmožnosti v SNMP v3.

Prednosti/slabosti:

- + velika popularnost ter
- + fleksibilnost in razširljivost,
- kljub »Simple« je relativno kompliciran (SNMP-v2) ter
- ni učinkovit (velika količina redundantnih informacij).

SMTP:

SMTP (angleško *no*) je preprost protokol in hkrati standard za prenos elektronske pošte na internetu. S temi protokoli prenašamo elektronsko pošto med različnimi sistemi, povezanimi s TCP/IP. To so samo protokoli, ki so namenjeni za prenose elektronske pošte, medtem ko potrebujemo za sestavo pošte druge programe, ki jim pravimo uporabniški agenti (*user agents*).

### 4. Kaj je komutacija in katere vrste komutacij poznamo? Primerjaj jih s strani načrtovanja.

Komutacija je usmerjanje. Gre za dinamično/sprotno multipleksiranje v omrežju, ki temelji na vzpostavljanju povezav oz. sprotnem odločanju o tem, kam usmeriti določeno PDU. Možna sta statična/permanentna postavitev pravil komutacije ter dinamična/sprotna postavitev pravil komutacije. Pri slednji gre za ločenost za vsak PDU, sejo, zvezo, pri tem pa potrebujemo signalizacijo.

Poznamo tokokrogovno in paketno komutacijo. Pri prvi gre za fleksibilno postavljanje tokokrogovnih povezav, pri čemer smo priča statični ter dinamični topologiji. Pri drugi gre za to, da vsak paket (PDU) nosi vse podatke za usmerjanje skozi omrežje, paket je lahko spremenljive dolžine, izvor pa lahko oddaja toliko paketov, kot to dopušča celotno omrežje (ne pa le kapaciteta tokokrogovne povezave).

Prednosti in slabosti tokokrogovne komutacije:

- + stalno zagotovljeni viri v omrežju,
  - + ni medsebojnega vpliva povezav,
  - + predvidljive zakasnitve, majhno potresavanje zakasnitve ter
  - + kvaliteta,
  - lahko slabša izkoriščenost virov v omrežju (odvisno od tipa prometa!) ter
  - nujno je vzpostavlanje povezav.
- Prednosti in slabosti paketne komutacije:
- + možnost statističnega multipleksiranja,
  - + možnost podpore izbruhom prometa ter
  - + omejitve oddaje sporočil postavlja omrežje (ne tokokrogovna povezava),
  - zakasnitve pri prenosu niso nujno predvidljive,
  - v nepovezavnih omrežjih večja verjetnost napak, manjša zanesljivost,
  - medsebojni vpliv posameznih tokov sporočil ter
  - potrebna je obdelava vsakega posameznega paketa.
5. Kakšen je namen SS7?

SS7 je živčni sistem sodobnih TK sistemov. Skrbi za vzpostavlanje zvez ter za dodatne inteligentne storitve. SS7 sicer pomeni signalizacijo številka 7. Njegov protokolni sklad je zgrajen iz 7 nivojev – od spodaj navzgor: fizičnega, podatkovnega, omrežnega, transportnega, sejnega, prezentacijskega ter aplikacijskega. SS7 je zaprto omrežje, ki ne podpira varnostnih mehanizmov. Je dragocen vir informacij za nadzor, upravljanje in načrtovanje TK omrežij. Z nadzorne plati je vrednost SS7 zelo velika, saj skrbi za:

- odkrivanje in preprečevanje zlorab,
- odkrivanje preobremenitev, preden izbruhne problem,
- prometna poročila (statistika),
- kontrolno obračunavanje,
- odkrivanje napak (alarm management),
- analizo zmogljivosti (performance management),
- analizo prometa (traffic analysys),
- analizo protokola (protocol analysys),
- analizo klicev z nastavljivimi filtri (multicriterial filtering),
- kakovost storitev (QoS),
- sledenje klicem,
- stanje omrežja v realnem času ter
- promet v realnem času.

6. Kaj je načrtovanje, modeliranje in vodenje? Opiši na praktičnem primeru.

Načrtovanje omrežij:

Naloga načrtovalca omrežja je zgraditi TK omrežje: ki ustreza uporabnikom, ki je učinkovito ter napraviti to ekonomično.

Načrtovanje omrežij:

od začetka ter nadgradnja obstoječih sistemov.

Modeliranje:

Modeliranje je proces gradnje modela. Model je poenostavljena predstavitev sistema, ki analitiku omogoča razumevanje odziva na vhodne parametre. Model mora biti čimbolj podoben realnemu sistemu, upoštevati je potrebno ključne lastnosti in parametre sistema in mora biti čimbolj enostaven. Dober model je kompromis med realnostjo in enostavnostjo. Model moram biti čim bolj podoben realnemu sistemu, kjer je potrebno upoštevati ključne lastnosti in parametre in pomembno je da je enostaven. Navadno je sistem opisan matematično-matematični modeli (stohastični, deterministični dinamični, statični). Rezultati so matematično natančni, realno približni, v velikih omrežjih so neuporabni.

Vodenje/upravljanje omrežij:

Posamezne elemente telekomunikacijskih omrežij je potrebno voditi, nadzorovati in upravljati: centralno vodenje telekomunikacijskih omrežij ter razpršeno vodenje telekomunikacijskih omrežij.

Pristopi za upravljanje v telekomunikacijskih omrežjih:

SNMP,  
CORBA ter  
WWW + XML.

7. Razloži princip povezanosti ter njegovo povezanost s komutacijo.

Pri principu povezanosti gre za to, ali komunicirajoči osebki pred izmenjavo podatkov vzpostavijo zvezo/sejo ... ali ne ter za (ne)povezavne protokolov, omrežij oziroma komunikacij.

Prednosti in slabosti povezavne usmerjenosti:

- + možna večja zanesljivost prenosa, odprava napak ter
- + možnost nadzora pretoka količine sporočil, preprečevanje zasičenja,
- potrebujemo signalizacijo ter
- protokoli/omrežja so kompleksnejša.

Prednosti in slabosti nepovezavne naravnosti:

- + enostavnost ter
- nezmožnost zanesljivega prenosa, zagotavljanja vrstnega reda prenesenih sporočil.

Relacija povezanost-komutacija – tokokrogovna omrežja so vedno povezavno naravnana, saj povezanost zagotavlja že sam fizični tokokrog. Paketna omrežja/povezave so lahko povezavna ali nepovezavna, saj je (ne)povezanost odvisna od uporabljenih komunikacijskih protokolov.

Tokokrogovna komutacija s povezavno naravnano: ISDN, DTM (dinamična), PSTN in SDH/SONET (statična).

Tokokrogovna komutacija z nepovezavno naravnano: Ni možna.

Paketna komutacija s povezavno naravnano: ATM in MPLS.

Paketna komutacija z nepovezavno naravnano: Ethernet, G-Ethernet in IP.

8. Navedi in opiši orodja za simuliranje TK omrežij ter navedi področja, kjer jih uporabljamo.

Za simuliranje TK omrežij uporabljamo simulacijski orodji COMNET III ter NS2.

Lastnosti Comneta:

enostavnost,

celotno upravljanje z uporabo grafičnega uporabniškega vmesnika,

že zgrajeni modeli realnih (komercialno dostopnih) elementov (3Com stikala, ...),

vsebuje skoraj vse potrebne elemente, protokole, usmerjevalne algoritme ter

možnost prilagajanja aplikacijskih izvorov s kompleksnejšimi konstrukti.

Lastnosti NS2:

brezplačen,

popoln vpogled v izvorno kodo,

možnost spreminjanja/dodajanja poljubnih elementov,

neomejene možnosti pri simulacijah ter

potrebno veliko znanja in zelo podrobno poznavanje celotne izvorne kode simulatorja.

Orodji uporabljamo za:

telekomunikacijske sisteme in računalniška omrežja,

proizvodnjo,

promet (letalski, cestni promet),

strežbo (banke, trgovine),

zdravstvo,

ekologijo,

sociologijo,

epidemiologijo ter

ekonomijo in poslovne analize.

9. IntServ mehanizem – namen in opis delovanja?

Uporablja protokol za rezervacijo virov – RSVP. Signalizacija vzdolž celotne poti rezervira vire. Je lahko nepovezavno in povezavno orientiran. Vsi usmerjevalniki morajo podpirati RSVP ter ostale tehnologije. Na Ethernetu ni možno zagotoviti časovno omejene zakasnitve. Prisotni so kompleksnost usmerjevalnika, množica sej, več režije... Ni primeren za hrbenična omrežja. Za IntServ prometne razrede velja, da je kakovost storitve zagotovljena, da je obremenitev storitev nadzorovana ter da je v uporabi najboljši možen način (best effort).

10. DiffServ mehanizem – namen in opis delovanja?

(RFC 2474, RFC 2475):

Shranjevanje in obdelava sej sta popolnoma odpravljena. Tehnologija DiffServ ni računsko potratna, zato je priljubljena.

Osrednja ideja DiffServ je širok nabor prometnih razredov. Za DiffServ je značilna tudi boljša izraba bitov 3, 4 in 5, kar pomeni povečanje s 7 na 64 razredov. V uporabi so otoki omrežja z DiffServ (per hop behavior). Izkoriščamo vrsto storitve (RFC 791) in sicer ToS (Type of service) polje. Klasificiranje prometa v vrsto storitve ni natančno določeno, je prepuščeno operaterju. Deleži izgub niso natančno, temveč le relativno definirani.

11. Primerjaj DiffServ in IntServ, z vidika DiffServ-a.

DSCP polje pri DiffServu omogoča le omejen nabor storitvenih razredov. Količina informacij je prenosorazmerna številu storitvenih razredov. DiffServ je bolj razširljiv kot IntServ. Kompliciran postopek označevanja, razvrščanja in preoblikovanja se izvaja le na robnih usmerjevalnikih. Jedrni usmerjevalniki se ukvarjajo zgolj s po razredih agregiranim prometom.

DiffServ in IntServ sta sestavna dela mehanizma »kvalitete storitve« (QoS – Quality of Service).

12. Kaj pomeni „best-effort(s)“ ter kje se pojavlja?

„Best-effort“ je edini razred storitev, ki ga ponuja internet. Zanj je značilno, da ni zagotovila, da bodo datagrami dostavljeni pravočasno oziroma da sploh bodo dostavljeni.

13. Primerjaj Best-Efforts, DiffServ ter IntServ.

Best-Efforts	DiffServ	IntServ	
Storitev	Povezljivost Ni izolacije Nobenih zagotovil	Izolacija agregiranih tokov Zagotavljanje celotni agregaciji	Tokovna izolacija Zagotavljanje tokom
Doseg storitve	End-to-end	Domenski	End-to-end
Kompleksnost	Ni vzpostavitev	Dolgotrajna vzpostavitev	Vzpostavitev za tok
Razširljivost	Velika razširljivost (vozlišča skrbijo samo za stanje usmerjevalnikov)	Razširljivost (samo robni usmerjevalniki skrbijo za agregiran pretok, jedrni usmerjevalniki pa skrbijo	Ni razširljiv (vsak usmerjevalnik mora skrbeti za stanje nabora)