Strežna mreža:

- poljubna vezava poljubnega št. Strežnih enot

μ - intenzivnost strežbe [št. Zahtev/sec]

w – povprečni čakalni čas v vrsti

$\frac{1}{\mu} = \bar{x}$ - povprečni strežni čas

λ - intenzivnost prihajanja zahtev [št. Zahtev/sec]

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ - uporabnostni faktor [$0 \leq \rho \leq 1$]

Ne sme biti $\mu > \lambda$...pomeni da sis. ni zmožen sprocesirat toliko zahtev

Strežni sistem:

KENDALOVA NOTACIJA
A/B/m/K/M/Q
A – porazdelitev medprihodnih časov
B – porazdelitev strežnih časov:
m – število strežnikov
K – kapaciteta sistema K= št. strežnikov + vsota čakalnih vrst, neskončna
M – velikost populacije zahtev: končna, neskončna
Q – čakalna disciplina: fifo, lifo, rnd, priority, time sharing

velja za A in B:
D – determinitična porazdelitev (konstantna)
M - eksponentna porazdelitev (naključna)
E - erlangova porazdelitev
G - splošna porazdelitev (mediana ?)

Numerične značilnosti strežnih sis.

N – povprčno št, zahtev v sis.
T – povprečen čas bivanja zahteve v sis.
$T_k = W_k + \overline{x_k}$ – čas bivanja k-te zahteve v sis. (čas v vrstah + čas za strežbo)
$P_k(t)$ - verjetnost k – zahtev v sis. v času t

LITTLEOV TEOREM:

$N = T \cdot \lambda$

$N_q = W \cdot \lambda$ - povprečno št. zahtev v vrsti

$N_s = \bar{x} \cdot \lambda = \frac{\lambda}{\mu} = \rho$ - povprečno število zahtev v strežnikih

Povprečno število zahtev v sistemu je odvisno od časa prebivanja zahteve v sistemu in intenzitete prihajanj zahtev v sistem.

<u>Zakon o ohranitvi pretoka:</u>
A – število prispelih zahtev
B – število postreženih zahtev
zakon → A=B
intenziteta prihajajočih zahtev (A) je enaka intenziteti postreženih zahtev
če je A>B pride do explozije sis. (ρ > 1)
A<B to pa ni možno ker sistem ne generera zahtev

<u>POISSONOVI PROCESI:</u>

- velika vstopajoča populacija ekvivalentnih zahtev
- A (porazdelitev medprihodnih časov) in B (porazdelitev strežnih časov) je eksponenten - naključen
- lahko si jih predstavljamo, kot proces štetja nakjučno se porajajočih točk na časovnem int. [0,t]

$P(x(0)=0)=1$ sistem je na začetku prazen (pred pogoj)

$P(x(t)=k)=\dfrac{\lambda^k \cdot t^k}{k!}e^{-\lambda \cdot t}$ verjetnost da je v času t v sis. vstopilo k zahtev

<u>Lastnosti POISSONOVIH procesov:</u>
Superpozicija: ob predpostavki, da združimo k neodvisnih Poissonovih proc., bo tudi nov proc. Poissonov proces

*brez pomnenja:*vsaka novoporojena zahteva se je porodila brez vednosti, kdaj se je rodila njena predhodnica

<u>Stohastični procesi:</u>

- je proces, kjer je dinamika oz. del dinamike pogojena verjetnostno

Stohatični proc. definiramo na podlagi treh zakonitosti:

1. prostor stanj (če je končna mn. stanj, pomeni da so stanja diskretna(stohatične verige), če ni končna mn. stanj. pa pomeni da so stanja na intervalih na zvezni osi(proces z zveznimi stanji))
2. indeksni parameter (uporaba zveznega časa(proces z zveznim časom), uporaba diskretnega časa(stohastično zaporedje))
3. statistična odvisnost (vsaj del dinamike mora biti verjetnostno pogojen)

	Diskretni prostor	Zvezni prostor
Diskretni čas	Diskretno časovne stohastične verige	Diskretno časovni stohastični proces
Zvezni čas	Zvezno časovne stohastične verige	Zvezno časovni stohastični proces

Markovski proces:

- je stohatični proces, brez pomnenja

Poznamo zvezno časovne in diskretne časovne M.P.

Markovske verige (diskretni časovni markovski procesi):

Imamo opravka s stohastičnostjo, diskretnim časom in brez pomnenja ob menjavi stanj.(metanje kovanca – končna množica stanj)
Prehajalne verjetnosti so lahko odvisne od časa(se pravi se spreminjajo) ali neodvisne od časa(stacionarne prehajalne verj. ...verjetnosti so vedno enake). Če so vse prehajalne verjetnosti stacionarne, govorimo o *homogeni* markovski verigi.

$\Pi^{(k)} = \Pi^{(0)} \cdot M^k$

$\Pi^{(k)}$ - vektor verjetnosti za k-to stanje (k=0 vektor verjetnosti za začetno stanje)
M – matrika verjetnosti prehajanja stanj (matrika je n*n n=št. stanj)

Lastnosti diskretnih časovnih M.V.:

1. *Stacionarnost:* obstajajo limitne vrednosti verjetnosti stanj, ki niso odvisne od začetne porazdelitve verjetnosti. Izgubijo časovne indekse od nekega velikega k-ja naprej. Prehajalne verjetnosti so vedno enake – neodvisne od časa.
2. *Reducibilnost:* je nereducibilna, če je vsako stanje dosegljivo iz vseh ostalih stanj v končnem št. korakov. Je reducibilna, če vsebuje več kot eno izolirano podmnožico stanj. Podmnožica je izolirana kadar s poljubnega stanja t podmnožice ni mogoče priti v stanje, ki ni v tej podmnožici in ko v nobeno podmnožico ne vodi povezava iz ostalih stanj sistema
3. *Peroidičnost:* sistem M.V. je periodičen s periodo t, če se po t*n korakih vrača v isto stanje M.V.
4. *Povrnljivost (rekurenčnost):* povrnljivo stanje j je tiso, pri katerem je verjetnost nahajanja v stanju j pri zelo velikem številu korakov (lim→neskončno) večja od 0. $\lim_{k \to \infty} \Pi_j^{(k)} > 0$

Rojstno smrtni proces:

- posebna oblika M.V.
- prehodi so možni le v sosednja stanja

Petrijeve mreže:

So logična struktura. Glavni cilj je postavljanje modelov in proženje simulacij. Petrijeve mreže izpostavijo pomankljivosti kot so: deadlock (čakanje drug na drugega), ozka grla, neželjena stanja sistema.

Definicija P.M. C=(P,T,I,O,o)
P – places oz. Pogoji
T – tranzitions oz. Akcije
o – začetna postavitev žetonov v pogojih
I – matrika vhodne funkcije
O – matrika izhodne funkcije

Za I in O velja da je št. stolpcev = št. pogojev in št. vrstic = št. akcij
P,T,I,O - so časovno nespremenljivi
o - se skozi čas spreminja
Je usmerjen graf, povezave vodijo iz pogoja v akcijo, in obratno. Žetoni se zadržujejo večji čas samo v pogojah. Prehod skozi akcijo je hipen.

Omogočenost akcije t_j :
Akcija t_j je omogočena če velja: $o(t) \geq e[j] \cdot I$
o(t) – postavitev žetonov v času t
e[j] – enotski vektor (na j-tem mestu je 1 [0,1,0])

Posledica proženja akcije t_j :
$o(t+1) = o(t) + e[j] \cdot (O - I)$
o(t+1) – postavitev žetonov po proženju akcije t_j.
e[j] – enotski vektor (na j-tem mestu je 1 [0,1,0])

Lastnosti Petijevih mrež:
<u>Varnost P.M.</u>
Pogoj je varen, če se v času simulacije št. žetonov v njem ne povzpne nad 1. P.M. je varna, če so v njej varni vsi pogoji.

<u>Omejenost P.M.</u>
Pogoj je k-omejen, če se št. žetonov med simulacijo v njem ne povzpne nad k, ga pa doseže. P.M. je k-omejena, če je k=pogoju, ki ima največji k.

<u>Konzervativnost P.M.</u>
V P.M. skušamo zadrževati enako št. žetonov. P.M. je striktno konzervativna, če za vsako označitev, velja, da ima enako št. žetonov kot v začetni označitvi.

M/M/1 vstop/strežba/število strežnikov
Poissonov proces. Disciplina vrste je FIFO (default).
V banki ena vrsta. Vstopni čas in čas strežbe je eksponenten.

M/M/1/S
S je dolžina vrste

M/M/m
M je število strežnikov

Simprocess

- aktivnosti
    1. resursno orientirani
    2. entitetno orientirani
- atributi
    1. sistemski

2. definiramo sami

- resursi
  1. obrabljivi
  2. neobrabljivi
  3. cena
  4. čas razpoložljivosti