Elektrotehnički fakultet univerziteta u Beogradu *20. avgust 2009.*
Katedra za Računarsku tehniku i informatiku

Performanse računarskih sistema

1. **(18)** Posmatra se sistem sa 2 statičke particije, što znači da je korisnički deo operativne memorije podeljen na dva dela fiksne veličine, pri čemu je jedna particija dva puta veća od druge. Algoritam koji se primenjuje pri smeštanju u memoriju je *best-fit* algoritam. Odrediti srednje iskorišćenje memorije kod ovog sistema. Smatrati da je trajanje svakog procesa konstantno i da su veličine poslova uniformno raspodeljene (do maksimalne veličine programa, tj. veličine veće particije).

2. **(22)** Data je zatvorena mreža sa ***k*** servisnih centara i ***n*** procesa. Poznate su verovatnoće prelaska iz jednog u drugi server, kao i prosečne brzine opsluživanja svakog servera. Primenom *Gordon-Newell*-ovog metoda, **izvesti** izraze za:

- ***a)*** **(5)** verovatnoću da u servisnom centru *j* boravi najmanje *m* procesa
- ***b)*** **(5)** iskorišćenje *j*-og servisnog centra
- ***c)*** **(12)** prosečan broj poslova u *j*-om servisnom centru.

3. **(20)** Hard disk jednog monogprogramskog računarskog sistema rotira brzinom 7200rpm. Na ovoj mašini se izvršava program koji u petlji od 5000 iteracija računa celobrojne izraze tipa ***f=a+b+c***, gde je ***f*** podatak smešten na slučajnoj poziciji prve datoteke, a ***a***, ***b*** i ***c*** slučajni podaci iz druge datoteke. Datoteka D1 okupira cilindre 100-200, a datoteka D2 okupira cilindre 400-800. Vreme kretanja glave diska u zavisnosti od broja pređenih cilindara ***x*** dato je funkcijom $t_{am}(x) = \mathbf{0.5} \cdot \sqrt{x}[ms]$. Izračunati očekivano trajanje ovog programa.

4. **(23)** Posmatra se jedan stari interaktivni jednoprocesorski sistem koji opslužuje 4 identična terminala sa prosečnim vremenom razmišljanja 30ms. Kritičan broj terminala za ovaj sistem iznosi 7. Sva vremena imaju ekponencijalnu raspodelu. Projektant razmatra rešenje da umesto sistema sa jednim procesorom ugadi dva procesora (iste brzine kao i stari) koji predstavljaju ekvivalentne paralelne servere

a) **(8)** Odrediti koliko bi bilo iskorišćenje procesora u novom sistemu.

b) **(8)** Odrediti koliko bi bilo srednje vreme odziva u novom sistemu.

c) **(7)** Pored interaktivnih zahteva, stari sistem obrađuje i grupu niskoprioritetnih procesa koji zahtevaju isključivo procesor. Ukoliko celokupna niskoprioritetna procesorska obrada traje 1min 4sec u starom sistemu, koliko bi trajala ista procesorska obrada u novom sistemu?

5) **(19)** Multiprogramski računarski sistem se sastoji od procesora i dva diska, D1 i D2 povezanih u zatvorenu mrežu. Posle procesorske obrade u 30% slučajeva pristupa se disku D1, a u ostalim slučajevima prstupa se disku D2. Posle pristupa disku D1 u 1/6 slučajeva se pristupa disku D2, a u ostalim slučajevima proces se vraća u procesorski red (kao i posle svakog pristupa disku D2). Procesorska obrada traje u proseku 10ms, a pristupi diskovima D1 i D2 traju u proseku 25ms i 40ms, respektivno Sva vremena imaju eksponencijalnu raspodelu. U sistemu se izvršavaju četiri identična korisnička programa.

a) **(6)** Šematski prikazati dati sistem. Napisati *Gordon-Newell*-ove jednačine i rešiti ih.

b) **(8)** Izračunati iskorišćenja svih resursa, protoke kroz sve resurse, vreme odziva sistema i usko grlo sistema korišćenjem Buzenove metode. Pod vremenom odziva podrazumeva se vreme proteklo od kada proces zatraži procesor, dok ga ne zatraži naredni put.

c) **(5)** Odrediti sve potrebne parametre za primenu MVA analize.

Ispit traje 180 minuta.
Na ispitu se može osvojiti maksimalno 100 poena. Ukupan broj poena se računa kao: ***max(I, 0.7I+D),*** *gde je* ***I*** *broj poena osvojenih na ovom ispitu, a* ***D*** *broj poena na osvojenih na domaćem zadatku.*
Studenti koji su branili domaći zadatak treba na vežbanci da naznače u kom roku su ga branili.

Elektrotehnički fakultet univerziteta u Beogradu *20.avgust 2009.*
Katedra za Računarsku tehniku i informatiku

Performanse računarskih sistema

1. Ako je veličina memorije M, tada je veličina veće particije 2M/3, a manje M/3. Moguća stanja i srednje veličine programa u pojedinačnim particijama i ukupno relativno iskorišćenje prikazani su u tabeli.

Stanje	Događaj	Veća particija (P1)		Manja particija (P2)		ukupno relativno iskorišćenje	Verovatnoća stanja
		sadržaj	Prosečna veličina programa u P1	sadržaj	Prosečna veličina programa u P2		
10	BB	S_i> M/3	(M/3+2M/3)/2= M/2	0 (S_{i+1}>x)	0	1/2	P_{10}
12	BS	S_i> M/3	(M/3+2M/3)/2= M/2	$S_{i+1} \le x$	(0+ M/3)/2=M/6	2/3	P_{12}
	SB	S_{i+1}> M/3	(M/3+2M/3)/2= M/2	$S_i \le x$	(0+ M/3)/2=M/6	2/3	
22	SS	$S_{i+1} \le$ M/3	(0+ M/3)/2=M/6	$S_i \le x$	(0+ M/3)/2=M/6	1/3	P_{22}

Obeležimo verovatnoću da je veličina nekog posla (s) veća od M/3 sa q_1 (veliki posao, ***Big***), a da je manja od M/3 sa q_2 (mali posao, ***Small***). Tada je, s obzirom da je raspodela veličine posla uniformna:
$q_1 = P(0<s<M/3) = P(M/3<s<2M/3) = q_2 = 1/2$
Verovatnoće prelazaka između stanja prikazane su u narednoj tabeli.

u stanje / iz stanja	10	12	22
10	$q_1 = 1/2$	$q_2 = 1/2$	0
12	$q_1^2 = 1/4$	$2 \cdot q_1 \cdot q_2 = 1/2$	$q_2^2 = 1/4$
22	$q_1^2 = 1/4$	$2 \cdot q_1 \cdot q_2 = 1/2$	$q_2^2 = 1/4$

Odgovarajući sistem jednačina je:
$p_{10}=1/2 \cdot p_{10}+1/4 \cdot p_{12}+1/4 \cdot p_{22}$
$p_{12}=1/2 \cdot p_{10}+1/2 \cdot p_{12}+1/2 \cdot p_{22}$
$p_{22}=0 \cdot p_{10}+1/4 \cdot p_{12}+1/4 \cdot p_{22}$
$p_{10}+ p_{12}+ p_{13}=1$
Rešenje sistema je:

$$p_{10}=\frac{1}{3}, \quad p_{12}=\frac{1}{2}, \quad p_{22}=\frac{1}{6}$$

Kako je $U_{10}=1/2$, $U_{12}=2/3$, $U_{22}= 1/3$, to je ukupno srednje iskorišćenje memorije:

$$\overline{U} = U_{10} \cdot p_{10} + U_{12} \cdot p_{12} + U_{22} \cdot p_{22} = \frac{5}{9} \approx 0.5556$$

2. Videti predavanja.

3. $\overline{T} = 5000\cdot\left(\overline{T_{am}} + 4\cdot\overline{T_{rd}}\right) = 5000\cdot\left(\overline{t_{12}}+\overline{t_{22}}+\overline{t_{22}}+\overline{t_{21}}+4\cdot\overline{T_{rd}}\right) = 5000\cdot\left(2\overline{t_{12}}+2\overline{t_{22}}+2\cdot T_{rev}\right)$

$$\overline{t_{12}} = \frac{1}{400}\int_{300}^{700}\left(\frac{1}{100}\int_{0}^{100} 0.5\cdot\sqrt{z-x}\cdot dx\right)\cdot dz = \frac{1}{80000}\int_{300}^{700}\left(\int_{0}^{100}\sqrt{z-x}\cdot dx\right)\cdot dz,\quad \text{smena: u=z-x, dx=-du}$$

$$\int_{0}^{100}\sqrt{z-x}\cdot dx = \int_{z}^{z-100}\sqrt{u}\cdot(-du) = \int_{z-100}^{z}\sqrt{u}\cdot du = \left(\frac{2}{3}\cdot u^{3/2}\right)\Big|_{z-100}^{z} =$$

$$=\frac{2}{3}\cdot\left(z^{3/2}-(z-100)^{3/2}\right)$$

$$\overline{t_{12}} = \frac{1}{80000}\int_{300}^{700}\frac{2}{3}\cdot\left(z^{3/2}-(z-100)^{3/2}\right)\cdot dz = \frac{1}{120000}\left(\int_{300}^{700} z^{3/2}\cdot dz - \int_{300}^{700}(z-100)^{3/2}\cdot dz\right) =$$

$$=\frac{1}{300000}\cdot\left(z^{5/2}-(z-100)^{5/2}\right)\Big|_{300}^{700} = \frac{1}{300000}\left(700^{5/2}-300^{5/2}-600^{5/2}+200^{5/2}\right) =$$

$$\frac{1}{3}\left(7^{5/2}-3^{5/2}-6^{5/2}+2^{5/2}\right) = \frac{1}{3}\cdot\left(49\sqrt{7}-9\sqrt{3}-36\sqrt{6}+4\sqrt{2}\right) = 10.5095\text{ms}$$

$$t_{22} = \frac{2}{400^2}\cdot\int_{0}^{400}(400-x)\cdot t_{am}(x)\cdot dx = \frac{1}{400^2}\cdot\int_{0}^{400}(400-x)\cdot\sqrt{x}\cdot dx =$$

$$\frac{1}{400^2}\cdot\left(\int_{0}^{400}400\cdot\sqrt{x}\cdot dx - \int_{0}^{400}x\cdot\sqrt{x}\cdot dx\right) = \frac{1}{400^2}\cdot\left(400\cdot\frac{x^{3/2}}{3/2}-\frac{x^{5/2}}{5/2}\right)\Big|_{0}^{400} = \frac{16}{3}\approx 5.33\text{ms}$$

$$\overline{T} = 5000\cdot\left(2\overline{t_{12}}+2\overline{t_{22}}+\frac{120}{N_{rev}}\right)\approx 241.758\text{s}\approx 4\min 2\text{s}$$

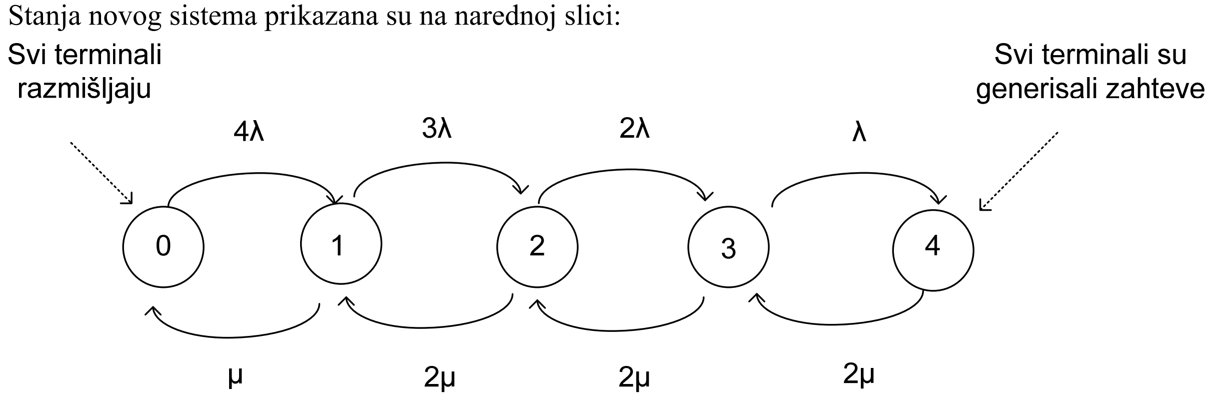
4.

Kako je kritičan broj terminala za stari sistem 7, to je

$\overline{\theta} = (n^*-1)\cdot\overline{s},\ \overline{s} = \dfrac{1}{\mu},\ \overline{\theta} = \dfrac{1}{\lambda}.$

$\dfrac{\overline{s}}{\overline{\theta}} = \dfrac{1}{n^*-1} = \dfrac{1}{6} \rightarrow \overline{s} = \dfrac{1}{6}\cdot\overline{\theta} = 5ms$

Stanja novog sistema prikazana su na narednoj slici:



Neka je $\dfrac{\lambda}{\mu} = \rho = \dfrac{1}{6}$.

a) Balansne jednačine za ovaj sistem su:

$$p_0 \cdot 4\lambda = p_1 \cdot \mu \rightarrow p_1 = 4 \cdot \rho \cdot p_0$$
$$p_1 \cdot 3\lambda = p_2 \cdot 2\mu \rightarrow p_2 = 3/2 \cdot \rho \cdot p_1 = 6 \cdot \rho^2 \cdot p_0$$
$$p_2 \cdot 2\lambda = p_3 \cdot 2\mu \rightarrow p_3 = \rho \cdot p_2 = 6 \cdot \rho^3 \cdot p_0$$
$$p_3 \cdot \lambda = p_4 \cdot 2\mu \rightarrow p_4 = 1/2 \cdot \rho \cdot p_3 = 3\rho^4 \cdot p_0$$
$$p_0 \cdot \left(1 + 4 \cdot \rho + 6 \cdot \rho^2 + 6 \cdot \rho^3 + 3\rho^4\right) = 1$$
$$p_0 = \frac{1}{1 + 4 \cdot \rho + 6 \cdot \rho^2 + 6 \cdot \rho^3 + 3\rho^4} = \frac{432}{805}$$
$$p_1 = 4 \cdot \rho \cdot p_0 = \frac{288}{805}$$
$$U = 1 - p_0 - \frac{1}{2} \cdot p_1 = \frac{229}{805} \approx 28.45\%$$

b)

$$\left(\overline{\theta} + \overline{r}\right) \cdot U = \frac{n \cdot \overline{s}}{2} \rightarrow \overline{r} = \frac{n \cdot \overline{s}}{2U} - \overline{\theta} \approx 5.15ms$$

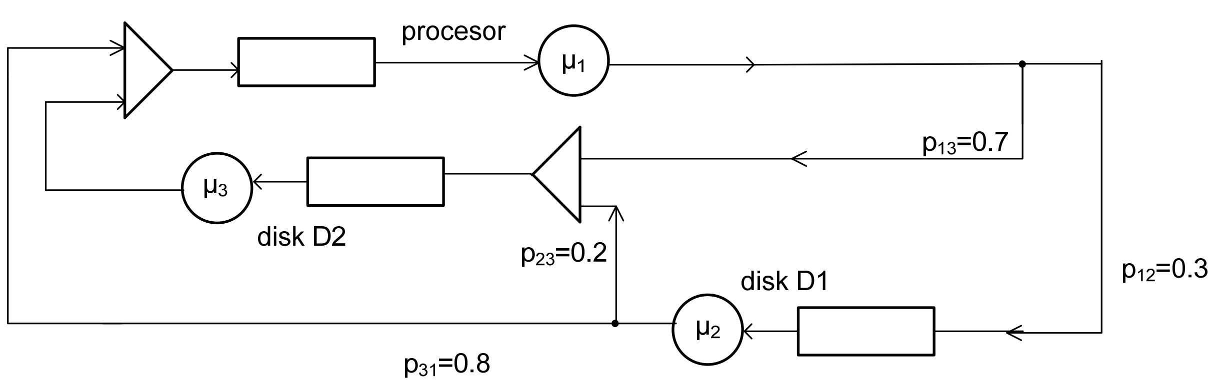
Primećujemo da novi sistem jako brzo odgovara. Srednje vreme odziva iznosi oko 5.15ms, a samo izvršavanje zahteva na procesoru traje 5ms, što znači da interaktivni zahtevi jako malo čekaju.

c) Odredimo prvo iskorišćenje procesora u starom sistemu. Za stari sistem važi:

$$\frac{1}{p_0} = 1 + n \cdot \rho + n \cdot (n-1)\rho^2 + ... + n! \cdot \rho^n = 1 + 4 \cdot \rho + 12\rho^2 + 24 \cdot \rho^3 + 24 \cdot \rho^4 = \frac{115}{54}$$
$$U_{old} = 1 - p_0$$
$$T_{old} \cdot (1 - U_{old}) = 2 \cdot T_{new} \cdot (1 - U_{new})$$
$$T_{new} = T_{old} \cdot \frac{p_0}{2 \cdot \left(1 - U_{new}\right)} = 21\sec$$

5.

a) Sistem je prikazan na narednoj slici:



$$\mu_1 = \frac{1}{s_p} = 100\sec^{-1} \; \mu_2 = \frac{1}{s_{D1}} = 40\sec^{-1} \; \mu_1 = \frac{1}{s_{D2}} = 25\sec^{-1}$$

Gordon-Newellove jednačine za ovaj sistem:

$$-\left(1-p_{11}\right)\mu_1 x_1+p_{21}\mu_2 x_2+p_{31}\mu_3 x_3=0$$

$$p_{12}\mu_1 x_1-\left(1-p_{22}\right)\mu_2 x_2+p_{32}\mu_3 x_3=0$$

$$p_{13}\mu_1 x_1+p_{23}\mu_2 x_2-\left(1-p_{33}\right)\mu_3 x_3=0$$

Usvajajući da je x_1=1, dobijamo sistem:

$$-100+\frac{5}{6}\cdot 40\cdot x_2+25\cdot x_3=0$$

$$0.3\cdot 100-40\cdot x_2=0$$

$$0.7\cdot 100+\frac{1}{6}\cdot 40\cdot x_2-25\cdot x_3=0$$

Rešenja su: $x_1=1,\ \ x_2=0.75,\ \ x_3=3$

b)

#	X1=1	X2=0.75	X3=3
0	1	1	**1 = G(0)**
1	1	1.75	4.75 **= G(1)**
2	1	2.3125	16.5625 **= G(2)**
3	1	2.734375	52.421875 **= G(3)**
4	1	3.05078125	160.31640625 = **G(4)**

$$g=\frac{G(3)}{G(4)}=0.32699$$

Iskoriscenje procesora: $Up=g\cdot x1=g=0.32699$

Iskoriscenje diska 1: $U_{D1}=g\cdot x_2=0.2452$

Iskoriscenje diska 2: $U_{D3}=g\cdot x_3=0.98097$

Protok kroz procesor: $Xp=\dfrac{Up}{s_p}=32.699$ posl/sec

Protok kroz disk 1: $X_{D1}=\dfrac{U_{D1}}{s_{D1}}=9.8097$posl/sec

Protok kroz disk 2: $X_{D2}=\dfrac{U_{D2}}{s_{D2}}=$ 24.5242 posl/sec

Vreme odziva: $R=\dfrac{n}{X_p}=122.328ms$

Usko grlo sistema je drugi disk, jer ima najveće iskorišćenje.

c) s_1=10ms, s_2=25ms, s_3=40ms

$V_1=1$, $V_2=0.3\cdot V_1=0.3$, $V_3=0.7\cdot V_1+1/6\cdot V_2=0.75$

$D_1=V_1\cdot s_1=10$ms, $D_2=V_2\cdot s_2=7.5$ms, $D_3=V_3\cdot s_3=30$ms