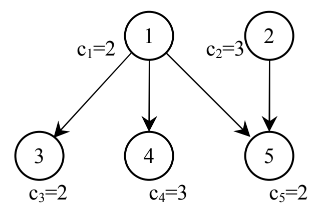
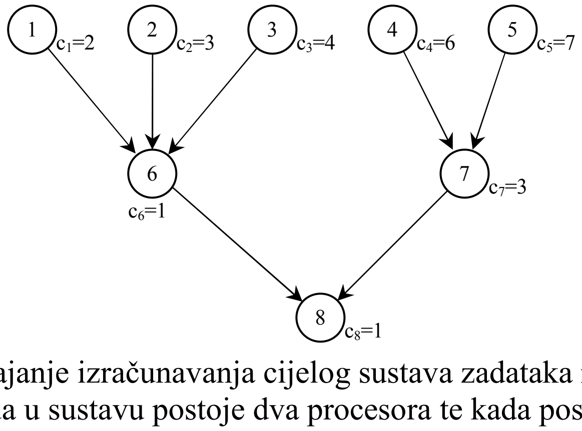
Drugi međuispit iz predmeta *SUSTAVI ZA RAD U STVARNOM VREMENU* 15.5.2009.

Zadan je sustav zadataka S_1: τ_1: $T_1=10$, $c_1=1$
τ_2: $T_2=15$, $c_2=5$
τ_3: $T_3=20$, $c_3=5$
τ_4: $T_4=25$, $c_4=5$

1. Za raspoređivanje sustava S_1 koristi se RMPA.
   a) (1) Što možemo zaključiti o rasporedivosti sustava S_1 korištenjem lub(U) kriterija?
   b) (1) Koliko bi minimalno trebala biti snaga procesora uz koji bi sustav sigurno bio rasporediv prema lub kriteriju (u odnosu na zadani procesor, $k=p_{novi}/p_{zadani}=?$)?
   c) (3) Provjeriti rasporedivost korištenjem općeg ili alternativnog kriterija rasporedivosti (ispitati jednom ili drugom metodom samo za τ_4).
2. (3) Ako se za raspoređivanje sustava zadataka S_1 koristi metoda prema trenucima krajnjih završetaka (*deadline driven scheduling* - DDS), je li sustav rasporediv? Grafički prikazati rad DDS-a nad S_1.
3. (1) Navesti najveću prednost i najveći nedostatak RMPA u odnosu na DDS.
4. U sustavu S_2 se nalazi pet periodičkih zadataka: τ_1 do τ_5. Raspoređivanje zadataka se obavlja po prioritetu (s dozvoljenim prekidanjem zadataka), a prioriteti su pridijeljeni statički: τ_1 ima najveći, a τ_5 najmanji prioritet. Vremena izvođenja zadataka su ista za sve zadatke i iznose: $c_i = 5$. Zadaci τ_1 i τ_5 u svom izvođenju trebaju sredstvo X (koriste ga u kritičnom odsječku zaštićenom istim semaforom), ali samo za vrijeme $c_x=1$ (od ukupnog $c_i = 5$ vremena računanja u jednom pojavljivanju). Svi se zadaci periodički javljaju u sustav s periodom T=100, ali ne nužno sinkronizirano, ne nužno svi u isto vrijeme.
   a) (2) Odrediti najveće moguće odgađanje završetka izvođenja zadatka τ_1 zbog problema inverzije prioriteta (u najgorem slučaju).
   b) (1) Ako bi se koristio protokol stropnog prioriteta ili protokol nasljeđivanja prioriteta, koliko bi tada iznosilo najveće odgađanje završetka (zbog problema inverzije prioriteta)?
5. a) (3) Korištenjem općeg raspoređivanja (GS) napraviti raspored sustava zadataka S_3 (slika desno) koji je zadan necikličkim računalnim grafom. Raspoređivanje napraviti za dva procesora.
   b) (2) Prikazati mogući raspored zadataka po procesorima korištenjem rezultata općeg raspoređivanja (napraviti PS - *preemptive scheduling*).



6. a) (2) Sustav zadataka S_4 zadan je usmjerenim grafom (slika ispod). Korištenjem postupka raspoređivanja sa stablenom strukturom (*rooted computation tree*) izgraditi računalno stablo. Na stablu naznačiti visine (h).



   b) (1) Izračunati trajanje izračunavanja cijelog sustava zadataka raspoređenog ovom metodom za slučajeve kada u sustavu postoje dva procesora te kada postoje četiri procesora.

ARUSU

(1)

a) $lub(U) \le n\left(2^{\frac{1}{n}}-1\right) =$

$$U = \frac{1}{10} + \frac{5}{15} + \frac{5}{20} + \frac{5}{25} = 0{,}88\bar{3}$$

$$n\left(2^{\frac{1}{4}}-1\right) = 4 \cdot \left(\sqrt[4]{2}-1\right) = 0{,}757$$

$U > n\left(2^{\frac{1}{4}}-1\right)$

↳ lub ne daje potvrdu o raspoređivosti!

b) $$lub(U') = \frac{1}{k} \cdot lub(U) \le n\left(2^{\frac{1}{4}}-1\right)$$

$$k \ge \frac{lub(U)}{n\left(2^{\frac{1}{4}}-1\right)} = \frac{0{,}88\bar{3}}{0{,}757} = 1{,}1667$$

c) 1°) opći kriterij raspoređivosti

(i) $$D_i + \sum_{j=1}^{i-1}\left(\lceil T_i/T_j\rceil - \lceil D_i/T_j\rceil\right) C_j \ge T_i$$

(ii) $$\sum_{j=1}^{i} \lceil D_i/T_j\rceil C_j \le D_i$$

za τ_4 točke raspoređivanja 10, 15, 20, 25

$D_i = 10 \qquad i = 4$

(i) $$D_4 + \left(\left\lceil\frac{T_4}{T_1}\right\rceil - \left\lceil\frac{D_4}{T_1}\right\rceil\right)\cdot C_1 + \left(\left\lceil\frac{T_4}{T_2}\right\rceil - \left\lceil\frac{D_4}{T_2}\right\rceil\right)C_2 + \left(\left\lceil\frac{T_4}{T_3}\right\rceil - \left\lceil\frac{D_4}{T_3}\right\rceil\right)C_3 \ge T_4$$

(ii) $$\lceil D_4/T_1\rceil\cdot C_1 + \lceil D_4/T_2\rceil\cdot C_2 + \lceil D_4/T_2\rceil\cdot C_3 + \lceil D_4/T_4\rceil\cdot C_4 \le D_4$$

$D_i = 10$: (i) $10 + (3-1)\cdot 1 + (2-1)\cdot 5 + (2-1)\cdot 5 = 10+2+5+5 = 22 \ngeq 25$ ne

$D_i = 15$: (i) $15 + (3-2)\cdot 1 + (2-1)\cdot 5 + (2-1)\cdot 5 = 15+1+5+5 = 26 \ge 25$ da

(ii) $2\cdot 1 + 1\cdot 5 + 1\cdot 5 + 1\cdot 5 = 17 \le 15$ ne

$D_i = 20$: (i) $20 + (3-2)\cdot 1 + (2-2)\cdot 5 + (2-1)\cdot 5 = 20+1+0+5 = 26 \ge 25$ ne

$D_i = 25$: (i) $25 + (3-3)\cdot 1 + (2-2)\cdot 5 + (2-2)\cdot 5 = 25 \ge 25$ da

(ii) $3\cdot 1 + 2\cdot 5 + 2\cdot 5 + 1\cdot 5 = 3+10+10+5 = 28 \le 25$ ne

sustav NIJE raspoređiv prema RMPA metodi

c) 2° alternativni kriterij raspoređivosti

$\tau_4 \Rightarrow i = 4$

$R_4 = \{(k,l) \mid k \in \{1,2,3,4\} \wedge l = 1..\lfloor T_4 / T_k \rfloor\}$

$R_4 = \{(1,1), (1,2), (2,1), (3,1), (4,1)\}$

$(1,1) \Rightarrow \frac{1}{T_1}\left(C_1 \cdot \lceil \frac{T_1}{T_1} \rceil + C_2 \lceil \frac{T_1}{T_2} \rceil + C_3 \lceil \frac{T_1}{T_3} \rceil + C_4 \lceil \frac{T_1}{T_4} \rceil\right)$

$\frac{1}{10}(1 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) = \frac{16}{10} > 1$ ×

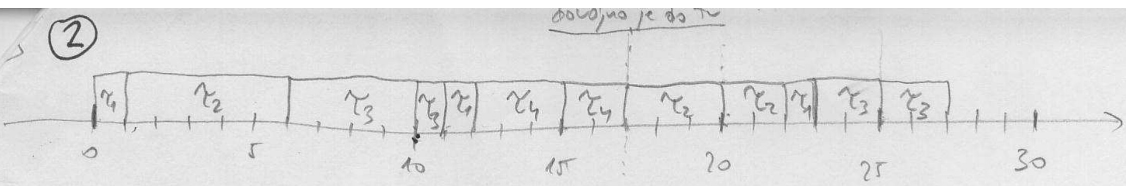
$(1,2) \Rightarrow \frac{1}{2 \cdot 10}(1 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) = \frac{21}{20} > 1$ ×

$(2,1) \Rightarrow \frac{1}{15}(1 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) = \frac{17}{15} > 1$ ×

$(3,1) \Rightarrow \frac{1}{20} \dots = \frac{21}{20} > 1$ ×

$(4,1) \Rightarrow \frac{1}{25}(1 \cdot 3 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 1) = \frac{28}{25} > 1$ × $\Rightarrow$ sustav NIJE raspoređiv

②



$t=0$ τ_1 $\boxed{\Delta_1=10}$
τ_2 $\Delta_2=15$.
τ_3 $\Delta_3=20$
τ_4 $\Delta_4=25$.

$t=1 \rightarrow \tau_2$

$t=6 \Rightarrow \tau_3$

$t=10$ $\tau_1 \rightarrow \Delta_1=20$.
$\boxed{\tau_3\ \Delta_3=20}$
τ_4 $\Delta_4=25$

$t=11 \Rightarrow \tau_1$

$t=12 \Rightarrow \tau_4$

$t=15$ τ_2 $\Delta_2=30$
$\boxed{\tau_4\ \Delta_4=25}$

$t=17$ τ_2

$t=20$ τ_1 $\Delta_1=30$
τ_2 $\Delta_2=30$
τ_3 $\Delta_3=40$

$t=21$ τ_1

$t=25$ τ_3 $\Delta_3=40$
τ_4 $\Delta_4=5$

itd.

sustav je rasporediv

[3.] prednost RMPA → jednostavniji, statički rasp.

nedostatak RMPA ⇒ DDS – DDS bolje raspoređuje, dovoljno je da je $U \leq 1$

[4)] τ_i
$C_i = 5$
$C_x = 1$
$T = 100$

najgori slučaj: τ_5 krene

a) $t = t_x$ τ_5 zauzme x

$t = t_x + \frac{1}{2}$ τ_1 krene < τ_2, τ_3, τ_4 se pojave

t_y τ_1 traži x

↳ τ_1 se blokira

τ_2 radi 5

τ_3 radi 5

τ_4 radi 5

τ_5 radi 1 i oslob. x

τ_1 radi

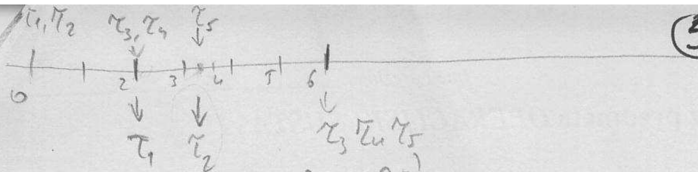
→ $\boxed{16}$

b) stropni ⇒ odgađanje najviše za $C_x = 1$

npr. τ_5 krene i zauzme x ⇒ odmah mu se poveća prioritet iznad razine τ_1

ako τ_1 krene u istom trenutku (odnosno odmah nakon), najviše će C_x čekati na sredstvo x

5.



$\underline{t=0}$

τ_1, τ_2 na 2. proc.

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$

pof. $\tau_\sigma = \tau_2' + \tau_5$

$c_\sigma = 1 + 2 = 3$

$\underline{t=2}$

τ_2', τ_3, τ_4

$c_2' = 1$

$c_3 = 2$

$c_4 = 3$

$\tau_\sigma \quad c_\sigma = 3$

$\tau_3 \quad c_3 = 2$

$\tau_4 \quad c_4 = 3$

T-trajanje $= \dfrac{3+2+3}{2} = \dfrac{8}{2} = 4$

$\alpha_\sigma = \dfrac{c_\sigma}{T} = \dfrac{3}{4} \Rightarrow \alpha_2' = \dfrac{3}{4} \Rightarrow t_1 = \dfrac{c_2'}{\alpha_2'} = \dfrac{1}{3/4} =$

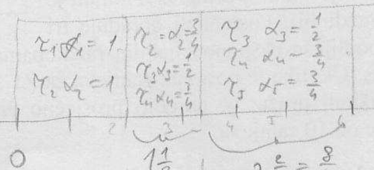
$\alpha_3 = \dfrac{2}{4}$

$\alpha_4 = \dfrac{3}{4}$

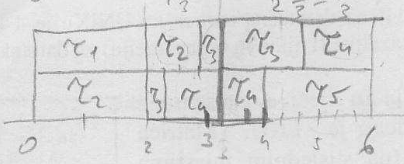
$t = 3\frac{1}{3}$

τ_3, τ_4, τ_5

a)



b)



$t = 2 \quad c_2' = \dfrac{4}{3} \cdot \dfrac{3}{4} = 1$

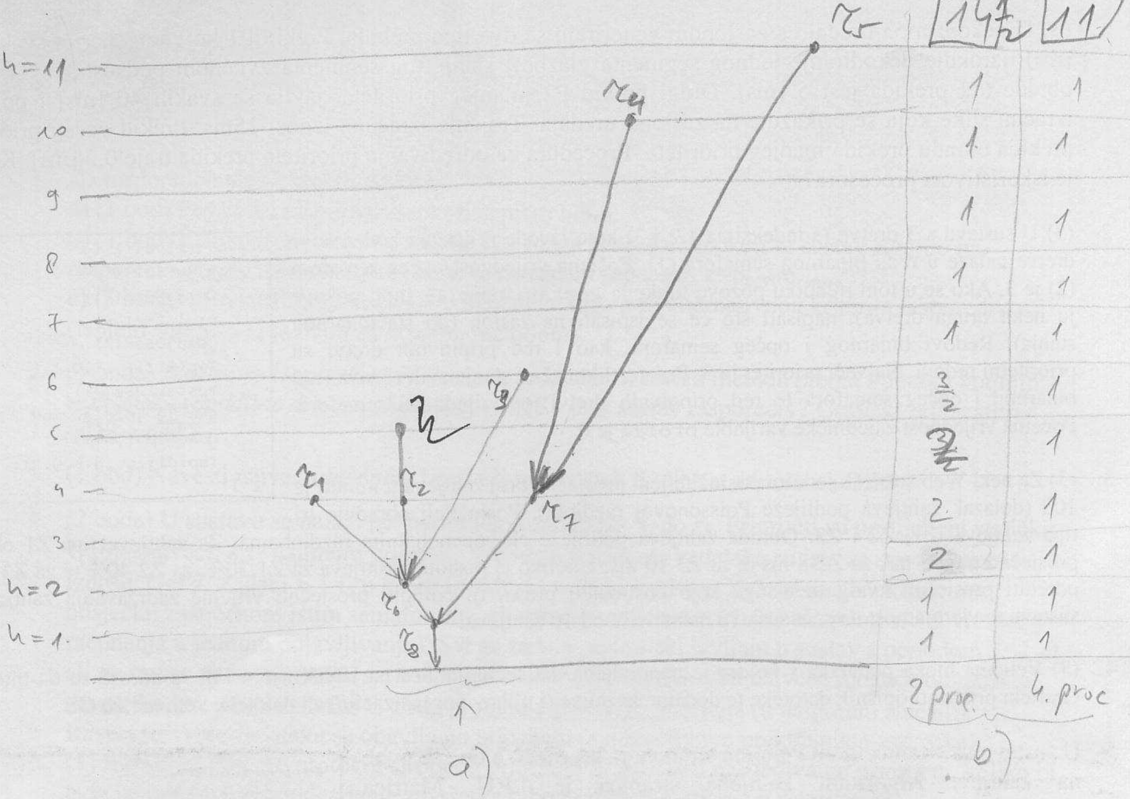
$c_3 = \dfrac{4}{3} \cdot \dfrac{2}{4} = \dfrac{2}{3}$

$c_4 = \dfrac{4}{3} \cdot \dfrac{3}{4} = 1$

$t = 2\frac{2}{3} \quad c_3' = \dfrac{8}{3} \cdot \dfrac{2}{4} = \dfrac{4}{3}$

$c_4' = \dfrac{8}{3} \cdot \dfrac{3}{4} = 2$

$c_5 = \dfrac{8}{3} \cdot \dfrac{3}{4} = 2$


h=11
10
9
8
7
6
5
4
3
h=2
h=1.
r1
r2
r3
r4
r5
r6
r7
r8
Z
14 1/2
11
2 proc.
4. proc
a)
b)