—

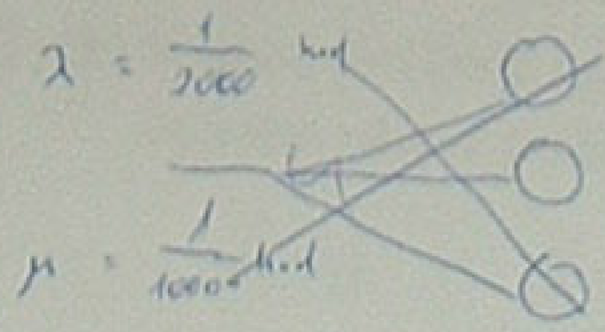
Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, Jméno: VSP *Body:* 16

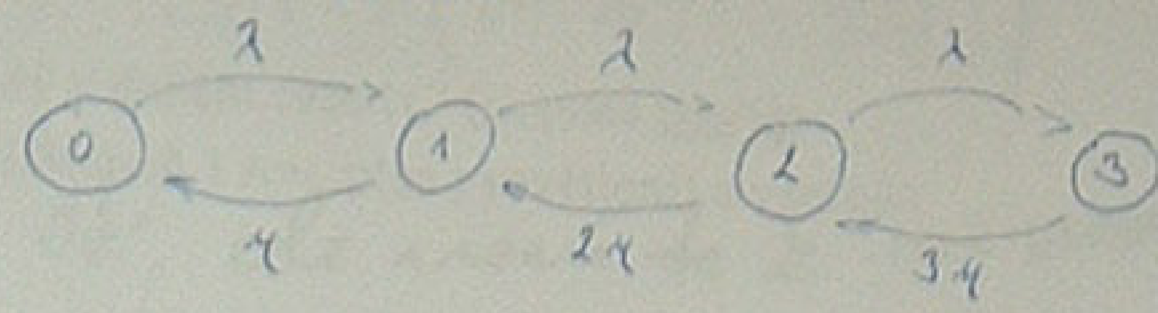
Část A (celkem 25 bodů) Σ 15

1. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/3 a má frontu FIFO s délkou omezenou na 1 požadavek. Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 2000 pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední frekvencí 1000 pož/hod.

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.

2





b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

systém nezatížen – 0 – nepracuje žádný kanál λ -> příchozí požadavek
1 – pracuje jeden
2 – pracují dva μ – 1 zpracovaný požadavek
3 – pracují všechny

1

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

0 nevidím žádné číslo! $\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$???

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu.

0 $L_q = \frac{\rho}{1-\rho}$ $\rho = \sum p_i \cdot \rho_i$ M/M/1/FIFO/∞

→ jde i pro frontu

e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

~~$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1000}{2000} = \frac{1}{2}$~~ spočtu limitní pravděpodob. stavů $P_0\ P_1\ P_2\ P_3$

1,5

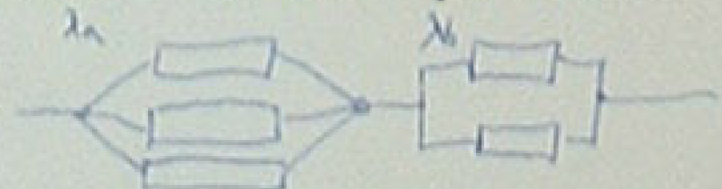
celkové zatížení pak bude zatížení vyjadřují stavy 1,2,3
vyjádřeno jak $\rho = 1 - P_0$ jen ve stavu 0 je systém nezatížen

ale ρ_i se liší!

2. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze tří prvků typu A a dvou prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako horká záloha - tj. jsou stále zapnuté. Známe intenzity poruch obou typů prvků (*lambda_a*, *lambda_b*).

a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění)

1 můžeme
jde o statický spolehlivostní model



b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?)

ANO ~~NE~~

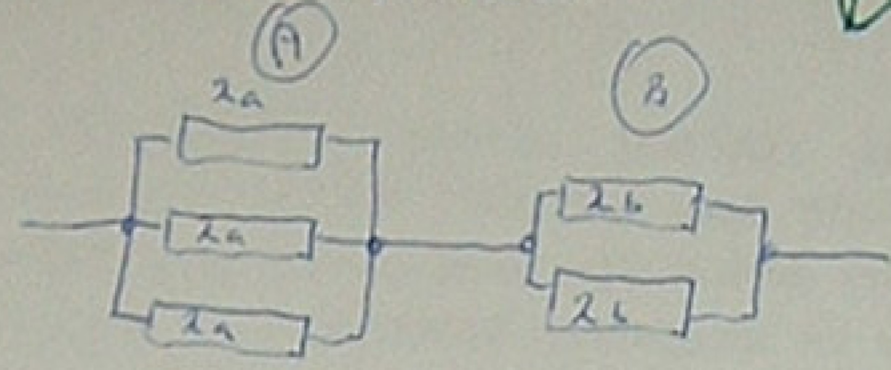
~~...~~ – základní předpoklad je stacionární režim

1

1 to není mark. mod.

c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.

1



pokud vypadne jeden prvek B nebo i 2 prvky A nic se neděje systém běží dál

$$Q(t) = 1 - \left(\left(1-(Q_A)^3\right)\left(1-(Q_B)^2\right) \right)$$

d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište postup výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

1

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

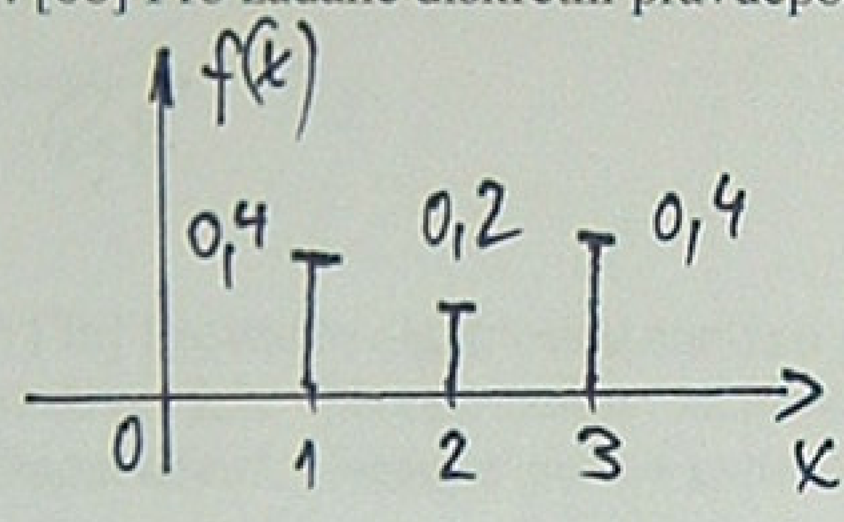
OK, ale není to z m-modelu

$Q = Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3$

– spočtu pravděpod poruch pro dvě paralelní části (každou zvlášť) a pak je vynásobím resp vynásobím (sériově) $R = 1 - Q$ poté opět převedu na pravděp poruchy Q

3. [6b] Pro zadané diskrétní pravděpodobnostní rozdělení:

6

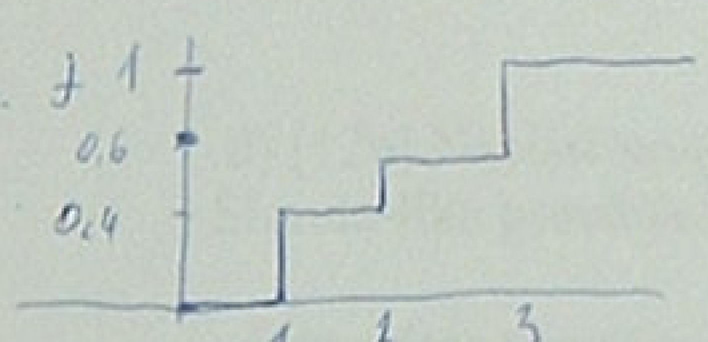


[1b] - určete číselně střední hodnotu
[2b] - určete číselně rozptyl
[1b] - nakreslete distribuční funkci
[1b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 2.5
[1b] - napište nějaký reprezentativní vzorek posloupnosti náh. čísel

střední hodnota $E = \sum_{i=1}^{4} x_i p_i = 1 \cdot 0{,}4 + 2 \cdot 0{,}2 + 3 \cdot 0{,}4 = 0{,}4 + 0{,}4 + 1{,}2 = 2$ ✓

Rozptyl $D = \sum_{i=1}^{n} (E - x_i)^2 p_i = 1^2 \cdot 0{,}4 + 0 \cdot 0{,}2 + (-1)^2 \cdot 0{,}4 = 0{,}4 + 0{,}4 = 0{,}8$ ✓

Distr. f



Vzorek čísel (10): 1, 3, 1, 2, 3, 2, 1, 3, 1, 3 ✓

X bude větší než 2,5 s $p = 0{,}4$ ✓

4. [3b] Jaké testy byste provedli pro ověření správné funkce generátoru rozdělení z předchozího bodu 3? (slovní vysvětlení plus případně vzorečky)

– program – generátor náh čísel – generovaná čísla by se pohybovala v daném rozsahu

?? to je hodně nepřesné

(třeba by mohlo vyjít 2,5)

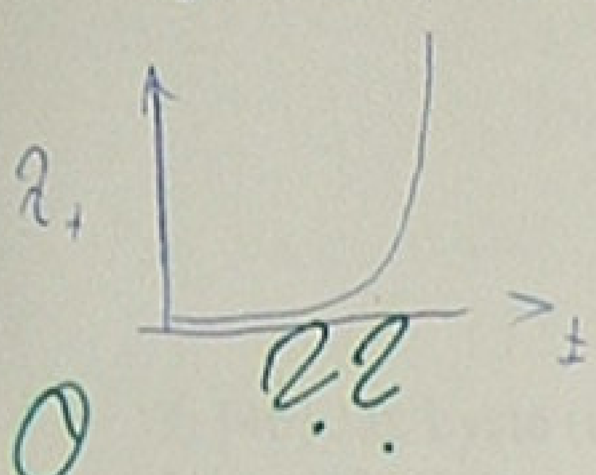
Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů)

5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda.* Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

0,5 doba obsluhy je NEnáhodná nemá exp. rozd.

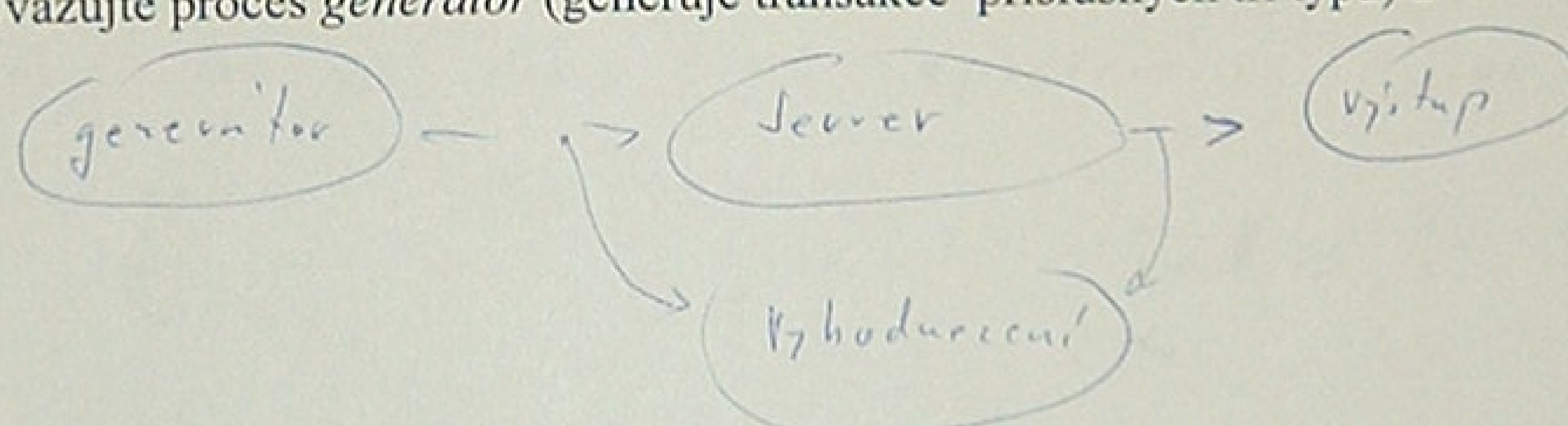
b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).



0

i=1;
i = rand(10) % i

c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku.
Doporučení: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*.



d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim) .

Generátor transakcí:

```
//rovnoměrné rozložení na intervalu <1,3>
double r_rand (double a, double b) {
    return (a + (double)rand / (double)max) * (b-a));
}
```

to není proces!
(= vlákno)

```
counter_trans = 0;
            t = 0;
Server:  while (end){
  // generátor typu T = rozdel();
    if transakce T==1 { # zpracuje T1 }   (celk. čas t = t + T1)
    if   "       T==2 {   zpracuje T2 }
    if trans     T==3 {   zpracuje T3 }   (celk. čas t = t + T3)
    counter_trans++
  }
  :
  střední doba  t/counter_trans;
```

0

není proces (totální neznalost principu diskr. sim.)

e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

- volil bych metodu „špion" a v nějakých náhodných intervalech zjišťoval počet zastoupení jednotlivých typů transakcí ~~podle toho~~ doba obsluhy jednotl. typů je známa T_1 T_2 T_3

0

ale to je přece zadané!

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)

- jednotlivé typy transakcí jsou rovnoměrně zastoupené ~~tu~~ => doby jejich zpracování jsou taky rovnoměrně zastoupené

$T_w \approx \frac{1}{3}T_1 + \frac{1}{3}T_2 + \frac{1}{3}T_3$

$T_q = T_w + T_s$ $\qquad T_s = \frac{1}{\lambda}$

0

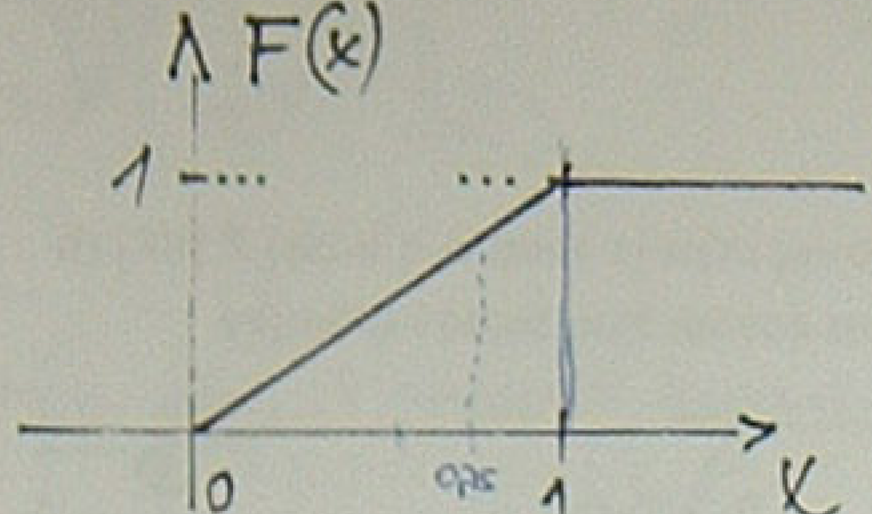
g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, Jméno: **VSP** *Body:* 12

Část A (celkem 25 bodů)

1. [6b] Pro zadané pravděpodobnostní rozdělení:

6

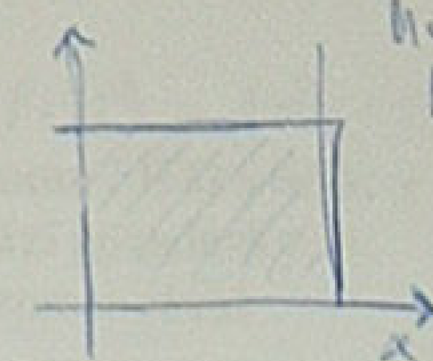


[1b] - určete číselně střední hodnotu
[2b] - určete číselně rozptyl
[1b] - nakreslete hustotu pravděpodobnosti
[1b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 0.75
[1b] - napište nějaký reprezentativní vzorek posloupnosti náh. čísel

$E(x) = \int_0^x x \cdot f(x)\,dx = \int_0^1 x\,dx \quad \frac{1}{2}$

$D(x) = \int_0^x (E(x)-x)^2 \cdot f(x)\,dx = \frac{1}{12}$

hustota pravděpodobnosti



$p_{x>0,75} = 0,25$

{0,33; 0,67; 0,2; 0,8; 0,4; 1; 0,6; 0, ...}

2. [3b] Jaké metody jdou principiálně použít pro generování náhodných čísel s rozdělením podle bodu 1 ? (slovní popis možností)

0

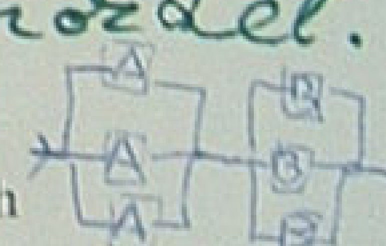
rovnoměrné rozdělení, gausovo (normální) rozdělení, transformační metodu

?

o to zde

ale ta, vychází právě z daného rozdel.

3. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze tří prvků typu A a tří prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako tzv studená záloha - zapínají se až po poruše pracujícího prvku. Známe intenzity poruch obou typů prvků (*lambda_a, lambda_b*).



a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění)

ne

může. 3 prvky A zapojíme paralelně a sériově za ně připojíme další 3 paralelně spojené bloky B

viz

pokud bude jeden blok A vyřazen, převezme jeho úlohu další blok. Při poruše 3 bloků A dojde k poruše systému (totožně pro B)

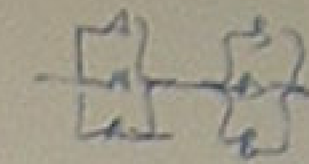
b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?)

?

zde záv. spol. chování

může

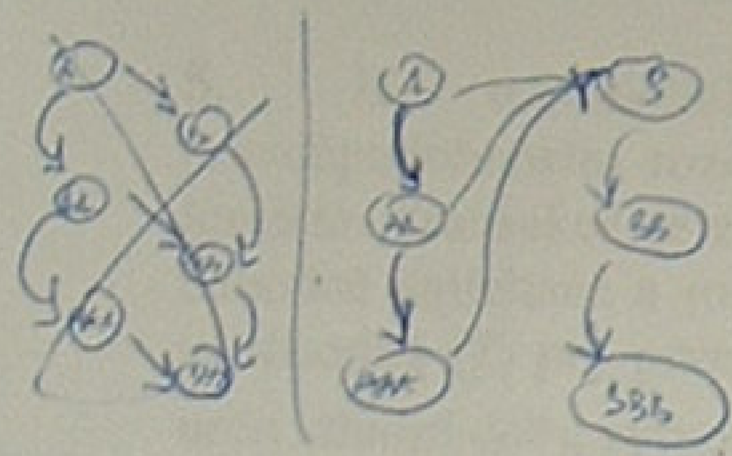
0



c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.

SÉRIOVÁ ČÁST
$R(t) = \prod_{i=1}^{n} R_i(t)$

PARALELNÍ
$Q(t) = \prod_{i=1}^{n} Q_i(t)$



? stavy ? přechody

d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište postup výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

.. napsat rovnici, 1 nahradit normalizační podmínkou. Pak dopočítat pravděpodobnost

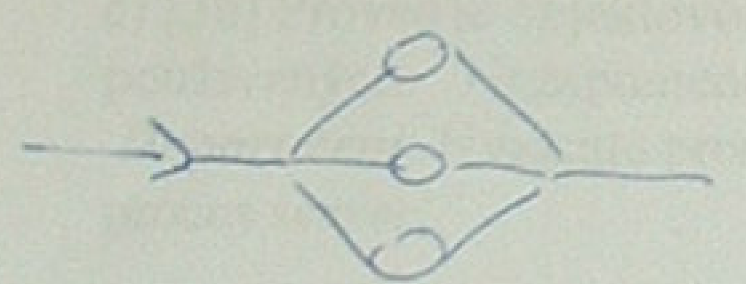
1. kterou 2 celé spletené

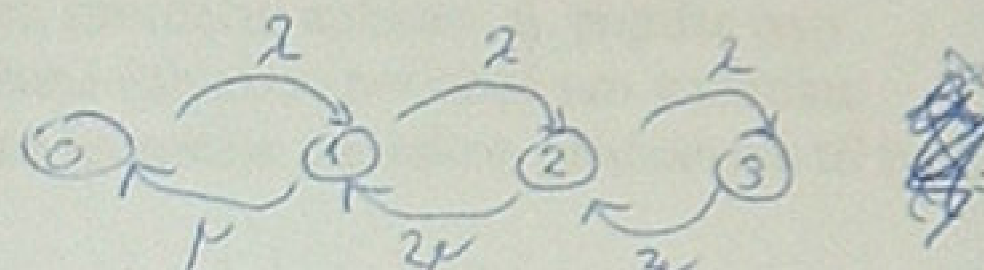
$p_i'(t) = -$ počet $\lambda_i p_i(t)$ do uzlu vstupujících $+$ počet $\lambda_i p_i(t)$ z uzlu vystupujících

4. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/3 a má frontu FIFO s délkou nula (tj. požadavky nemohou čekat na obsluhu). Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 1000 pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední frekvencí 500 pož/hod.

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.

2





b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

1

λ: do systému přišel nový požadavek; μ: zpracování požadavku.

⓪ .. právě je ve frontě 0 požadavků ③ .. 3 pož. ve frontě (max. stav)

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

1

$\lambda = 1000 \text{ pož/hod}^{-1}$

$\mu = 500 \text{ pož/hod}^{-1}$

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu.

~~$L_w = \frac{\rho^2}{(1-\rho)\cdot 2}(1+C_s^2)$~~ ~~$\rho$ .. zatížení kanálu; C_s .. koef. variace doby obsluhy~~

$L_g = \frac{\rho}{1-\rho}$ ⇓ $T_q = \frac{1}{\mu - \lambda}$

$L_q = L_w + L_s = L_w + \lambda/\mu$; $L_q = \lambda T_q$ $L_w = \lambda T_w$

e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

$\rho = \frac{1}{m}\frac{T_s}{T_a} = \frac{1}{m}\frac{\lambda}{\mu}$

lim. pravděp.

$p_0'(t) = -\lambda p_0(t) + \mu p_1(t)$

$p_1'(t) = \lambda p_0(t) - \lambda p_1(t) - \mu p_1(t) + 2\mu p_2(t)$

$p_2'(t) = \lambda p_1(t) - \lambda p_2(t) - 2\mu p_2(t) + 3\mu p_3(t)$

$p_3'(t) = \lambda p_2(t) - 3\mu p_3(t)$

asympt. hodnoty dle $t \to \infty$

$0 = -\lambda p_0 + \mu p_1$

$0 = \lambda p_0 - \lambda p_1 - \mu p_1 - 2\mu p_2$

$0 = \lambda p_1 - \lambda p_2 - 2\mu p_2 - 3\mu p_3$

$0 = \lambda p_2 - 3\mu p_3$

1

p_0, p_1, p_2, p_3

↓

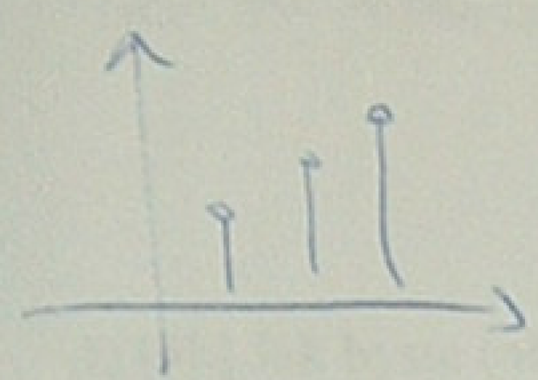
$\rho = \frac{1}{3}p_1 + \frac{2}{3}p_2 + p_3$

Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů)

5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda*. Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).



c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku.
Doporučení: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*.

d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim) .

Generátor transakcí:

e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

odečtení ~~[illegible]~~ koncového od počátečního času transakce

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)

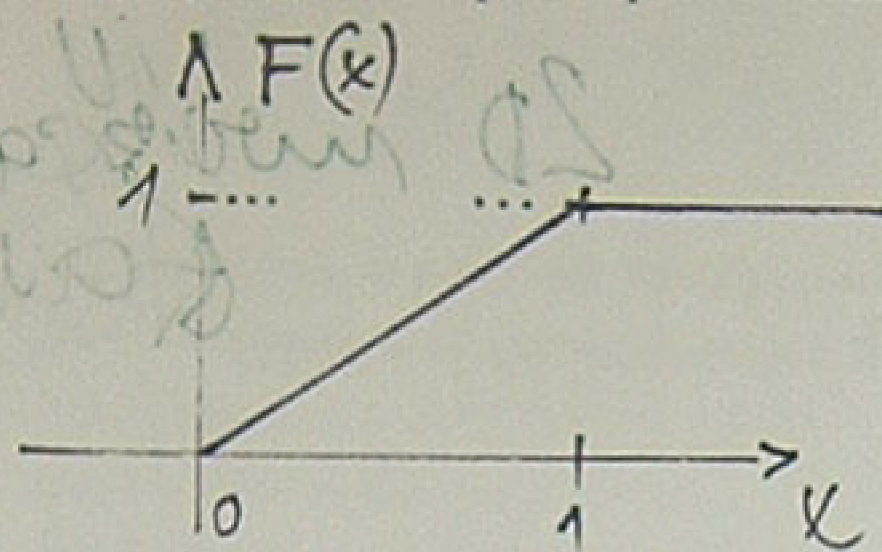
opakováním výpočtu (simulací

g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, Jméno: VSP *Body:* 50

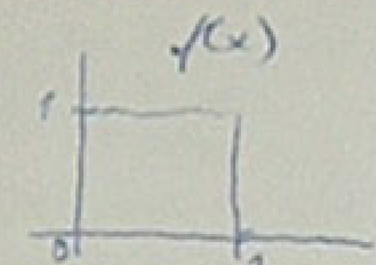
Část A (celkem 25 bodů) Σ 19

1. [6b] Pro zadané pravděpodobnostní rozdělení:



[1b] - určete číselně střední hodnotu
[2b] - určete číselně rozptyl
[1b] - nakreslete hustotu pravděpodobnosti
[1b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 0.75
[1b] - napište nějaký reprezentativní vzorek posloupnosti náh. čísel

E = 0,5
D = 1/12
$\frac{1}{12}$



P(x > 0,75) = 35% ← chad 25

{0,5 ; 0,3 ; 0,6 ; 0,1 ; 0,7 ; 0,2 ; 0,8 ; 0,4 ; 0,9}
=> čísla musí být rovnoměrně gen. z intervalu (0,1), každé se stejnou p-tí výskytu
např. z 10 čísel zastoupené každé 1

5

2. [3b] Jaké metody jdou principiálně použít pro generování náhodných čísel s rozdělením podle bodu 1 ? (slovní popis možností)

- principielně lze použít metody :
~~- transformační~~
~~- vylučovací~~
~~- kompoziční~~

: - jedná se o náhodné normalizované generování náhodných čísel (0,1)
deterministické (posloupnost čísel lze zopakovat) ... gen. pomocí matem. vzorců (např. y = (A + Bx) mod ...)
nedeterministické (opak) ... náhodné generov. změny různé zdroje jako např. (čas, teplota, atd...) => nelze nikdy zopakovat

např.
- v C ... rand()/RAND_MAX ;
- v Javě ... Math.random();

3

+ konverze

3. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze tří prvků typu A a tří prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako tzv studená záloha - zapínají se až po poruše pracujícího prvku. Známe intenzity poruch obou typů prvků (*lambda_a*, *lambda_b*).

a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění)

1

nemůže = nešlo by vyjádřit tzv. "studenou zálohu" => použí Mark. model

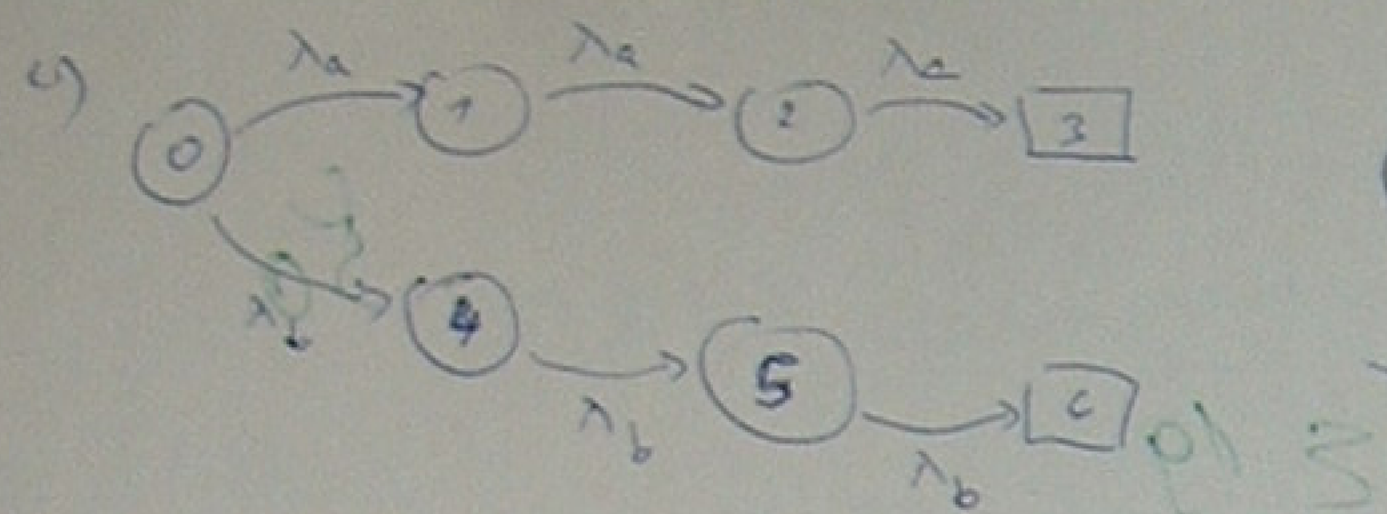
b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?)

ano můžeme => podmínkou je exp. podob. rozdělení intenzit

1

vyplývá ze konst. int. poruch

c)



rozdílné! na více stavů

to ne!

2D matice stavů

0 ... vše funguje
1 ... porucha se týká A
2 ... –||– A
3 ... –||– A => konec (není záloha)
4 ... –||– B
5 ... –||– B
6 ... –||– B => konec

d)

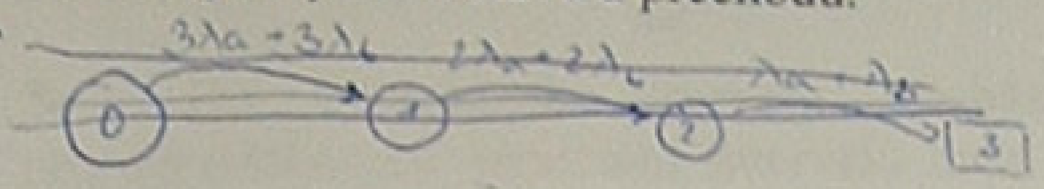
0: $p_0'(t) = -\lambda_a p_0 - \lambda_b p_0$
1: $p_1'(t) = \lambda_a p_0 - \lambda_a p_1$
2: $p_2'(t) = \lambda_a p_1 - \lambda_a p_2$
3: $p_3'(t) = \lambda_a p_2$
⋮
: obdobně pro zbytek

=> pravdp. že se systém porouchá v čase t_1

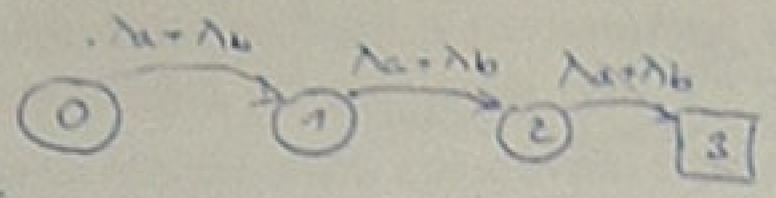
$p_3(t_1) + p_6(t_1) = \dots$

správně

c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.



0



viz ⇐ ! !!

správná myšlenka, kde kdo vezme!

0 ... oba systémy fungují – vše funguje
1 ... jeden z A se porouchal nebo B
2 ... druhý z A nebo B se porouchal
3 ... třetí z A nebo B se porouchal
=> nefunguje syst. jako celek

přechody: $\lambda_a + \lambda_b$ => součet p-tí poruch jednotliv. prvků

d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište postup výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

– řešení se p. rovnice: $\{p'(\infty)\ t \to \infty = p = 0\}$

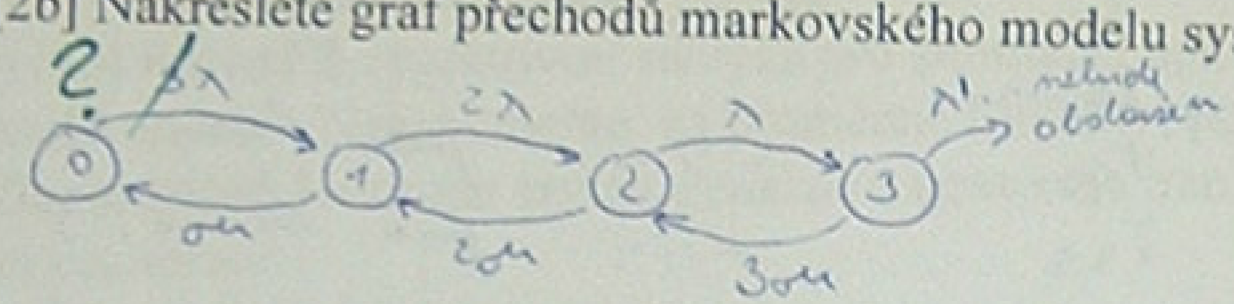
3

0: $p_0'(t) = -(\lambda_a + \lambda_b)p_0(t)$ => dopočítám se jednotlivé p-posti
1: $p_1'(t) = -(\lambda_a + \lambda_b)p_1 + (\lambda_a + \lambda_b)p_0(t)$ => ? $p_3(t_1) = ?$ ... dopočte se (stav 3, tedy pp-st, že systém bude porouchaný)
2: $p_2'(t) = -(\lambda_a + \lambda_b)p_2 + (\lambda_a + \lambda_b)p_1(t)$
3: $p_3'(t) = (\lambda_a + \lambda_b)p_2$
+ $1 = p_0 + p_1 + p_2 + p_3$

4. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/3 a má frontu FIFO s délkou nula (tj. požadavky nemohou čekat na obsluhu). Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 1000 pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední frekvencí 500 pož/hod.

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.

1,5



stav = počet požadavků v SHO
$\lambda = 1000$
$\mu = 500$

b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

1

stavy = počet požadavků v SHO
přechody: $\{\mu\}$ ... zpracování požadavku jedním kanálem
$\{\lambda\}$ ... frekvence příchodu požadavku do kanálu

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

0,5

$\lambda = 1000$
$\mu = 500$

jednotka!

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu. → v našem případě délka fronty = 0

1

obecně: $L_W = C p_0 + C p_1 + C p_2 + C p_3$

jednotlivé délky pro konkrétní stavy

např.: $L_{W_1} = p_0$

snad $C_1 = 0$

e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

$$S = 0p_0 + \frac{1}{3}p_1 + \frac{1}{2}p_2 + p_3$$

stav 0, stav 1, stav 2, stav 3

2

5c)

fronta ... typ HEAD
obslužný kanál ... typ PROCESS
požadavek ... LINK
generator ... PROCESS

<u>fronta</u> : ... typ odvozený od HEAD ... <u>Queue</u>
atributy : server ... odkaz na navazující server
+ standard (od HEAD)

<u>požadavek</u> : ... typ odvozený od LINK ... <u>Transaction</u>
atributy : timeOfCreation ... čas vytvoření požadavku
typ ... o jaký typ požadavku se jedná {1, 2, 3}
+ std. LINK

<u>generátor</u> : ... odvozený od PROCESS ... <u>Generator</u>
atributy : lambda ... intenzita toku požadavků (transakcí)
fronta ... odkaz na frontu, kam dá transakce
+ standard PROCESS

<u>obslužný kanál</u> : ... odvozený od PROCESS ... <u>SERVER</u>
atributy : T_{S1} ... střední doba obsluhy pro transakci 1.
~~[illegible]~~
T_{S2} ... –//– pro tran. 2
T_{S3} ... –//– pro tran. 3
fronta ... odkaz na frontu odkud čte data
counter ... počet ukončených požadavků
transTq ... součtová doba průchodů ukončených požadavků (trans.)

Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů) 31

5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda.* Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

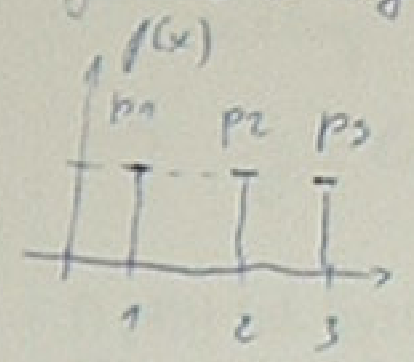
1

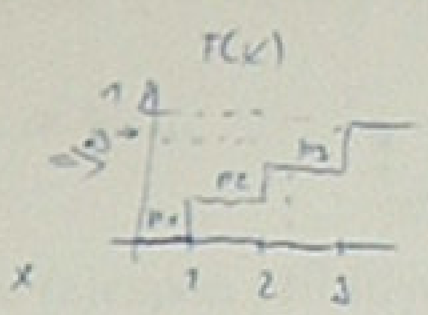
=> Mark. model lze použít jen pro systémy s exp. rozdělením (popsáním) (toků) což v tomto případě není u obsluhy zaručeno!

b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).

4

- jedná se o gen. náh. čísel s diskrét. rozdělením

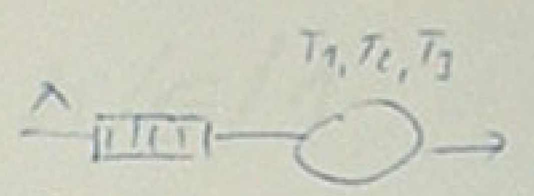




; kde $p_1 = p_2 = p_3 = 0{,}333 \frac{1}{3}$

```
- kód: float generuj() {
    float y = rand()/RAND_MAX;      //pro JAVA: Math.random
    if(y < p1) return p1;
    if(y >= p1 && y < p2+p1) return p2;
    if(y >= p1+p2 ) return p3;
}
```

c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku.
Doporučení: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*.



* viz předchozí stránka

3

d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim) .

Generátor transakcí:

12

```
class generator{
  life(){                                          // to co se bude provádět
    JSimLink link;
    while(true) {          // nekonečný cyklus
        transaction.timeOfCreation = aktuální čas;   // vytvoří se transakce a uloží, kdy se vytvořila
        transaction.typ = generuj();                 // určí se typ pomocí metody (v bodě b)
        new link(transaction);                       // založí se
        link.into(fronta);                           // vloží se transakce do fronty na konec
        if( fronta.getServer.isIdle()) {             // je server pasivní
            fronta.getServer.activate(time);         // pokud ano vzbuď ho
        }
        hold(JSimSystem.negExp(lambda));             // simulace... uspání na dobu lambda
    } // end while
  } // end life
} // end class
```

Server:

```
class Server {
  life() {
     oznTransaction  t;
        Link         link;
    while(true) {                                  // ve smyčce
        if (fronta.empty()) {                      // je fronta prázdná)
             passivate();                          // ano – uspi se
        }
        t=(link)= fronta.first();                  // nejmenší položku z fronty
        counter++;                                 // zvyš čítač ukončených požadavků
        transTq += aktuální čas – čas vytvoření    // zaznamenej čas Tq
        link.out();                                // odeber tran. z fronty
        if (t.typ == 1)  hold(Ts1);                // podle typu
        if (t.typ == 2)  hold(Ts2);                //   uspání na Ts;
        if (t.typ == 3)  hold(Ts3);
    }
  }
}
```

e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

- po ukončení běhu simulace získáme ze Serveru (každý server) celkový čas (TransTq) a počet ukončených požadavků (counter)

3 ⇒ výsledkem $Tq = \frac{TransTq}{counter}$

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)

vzorečky: $Lq = Lw + \rho$ — to ne, vzoreček pro M/G/1

$Lw = \frac{\rho^2}{1-\rho}$ (nemá smysl v našem případě ⇒ stálá doba Ts)

$Lq = \sum_i Lq_i$

0

$Tq = Lq \cdot \frac{1}{\lambda}$

$\rho = \frac{\lambda}{m}$

- v JSim jsou potřebné metody ve třídě HEAD. getTw() a getLw()
- ostatní (Tq) jsme získali (viz. předchozí)
- v našem případě se jedná o SHO typu M/D/1 ⇒ plynou různé úpravy pro vzorečky

g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

- použil bych tzv. "špiona"
- jednalo by se o nový objekt odvozený od PROCESS, který by měl za úkol sledovat v náhodných intervalech { hold(negexp(λ)) } stav délky fronty

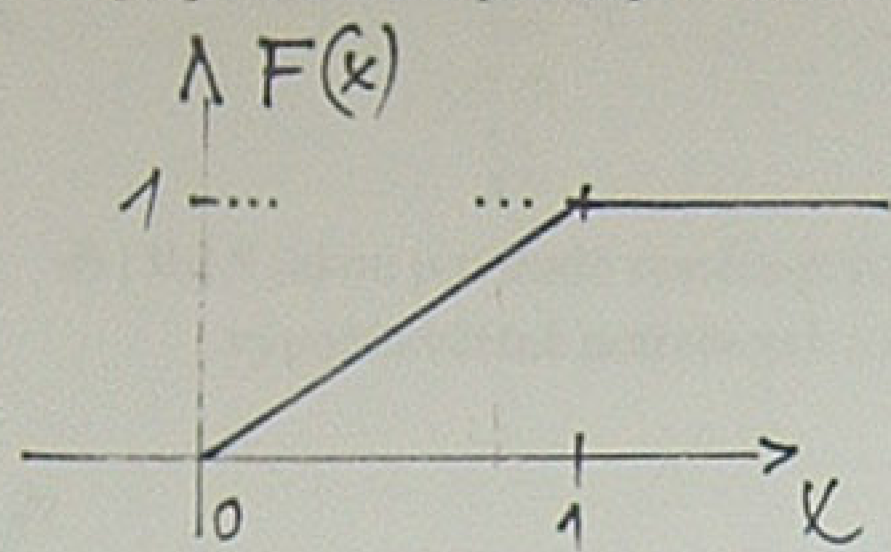
8

- atributy: fronta … odkaz na sledovanou frontu
  pole … pole jednotlivých p-ti možných hodnot délky fronty
  aktpocet … stav aktuálního počtu transakcí ve frontě
- cílem sledování:
  - zaznamenat v náhodných intervalech (hodnotu aktPocet)
  - porovnat ji s možnými hodnotami v poli
  - a příslušnou i-tou hodnotu pole inc. (~~ox~~ pole[i]++);
  - na konci bych měl údaje ~~o~~ – kolikrát během měření měla fronta danou hodnotu (délku) … údaje z pole

Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, Jméno: **VSP** *Body:* 40

Část A (celkem 25 bodů) Σ 15

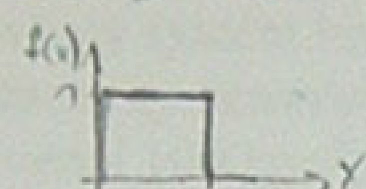
1. [6b] Pro zadané pravděpodobnostní rozdělení:



[1b] - určete číselně střední hodnotu
[2b] - určete číselně rozptyl
[1b] - nakreslete hustotu pravděpodobnosti
[1b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 0.75
[1b] - napište nějaký reprezentativní vzorek posloupnosti náh. čísel

5

a) $E\{x\} = 0{,}5$ ✓
b) $D\{x\} = 0{,}5$?
c)



✓

d) $p(x > 0{,}75) = \frac{1}{4}$ ✓

e) 0,1 ; 0,5; 0,7; 1; 0,5; 0,7; 0,2; 0,1 ; 0,2

⇒ všechna čísla se stejnou vahou, čísla od 0 do 1 možné

2. [3b] Jaké metody jdou principiálně použít pro generování náhodných čísel s rozdělením podle bodu 1 ? (slovní popis možností)

použít C funkce rand() - generuje čísla 0 .. RAND_MAX →
rand() / RANDMAX

hárat kostkou a pak normalizovat

2

ale toto dá vždy 0

3. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze tří prvků typu A a tří prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako tzv studená záloha - zapínají se až po poruše pracujícího prvku. Známe intenzity poruch obou typů prvků (*lambda_a*, *lambda_b*).

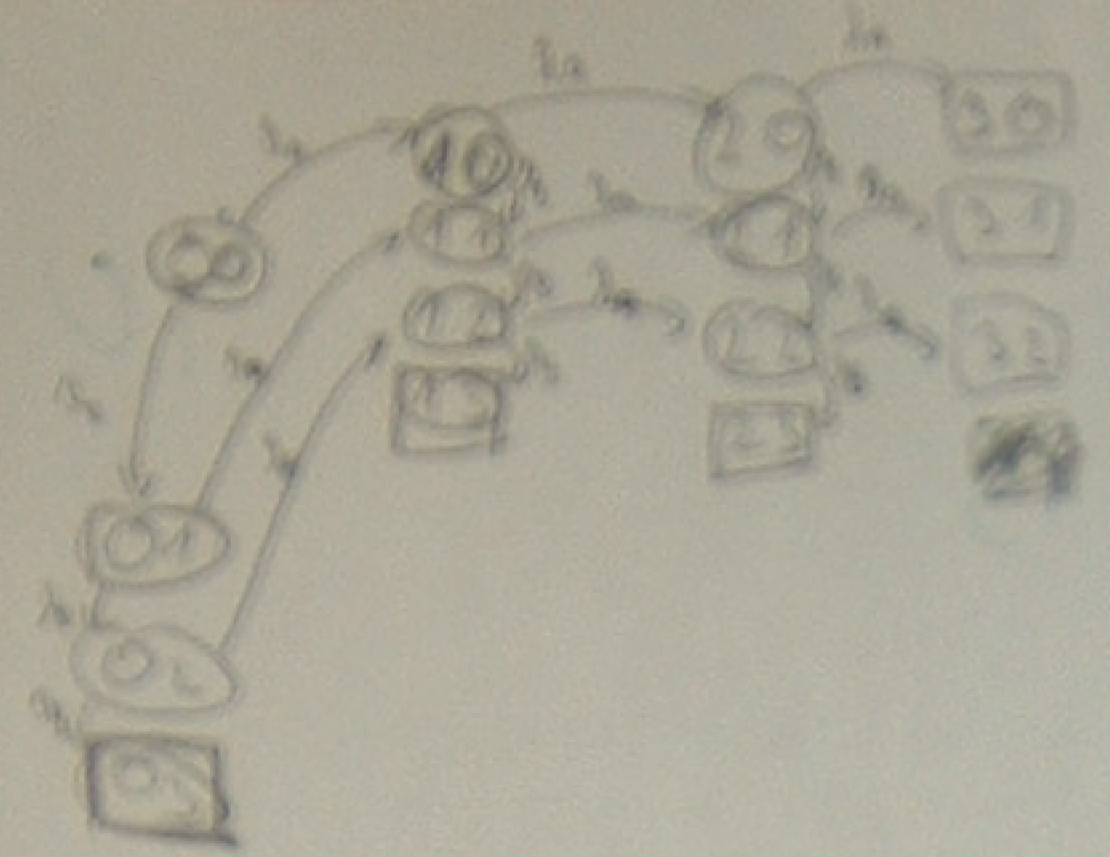
a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění)

0

b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?)

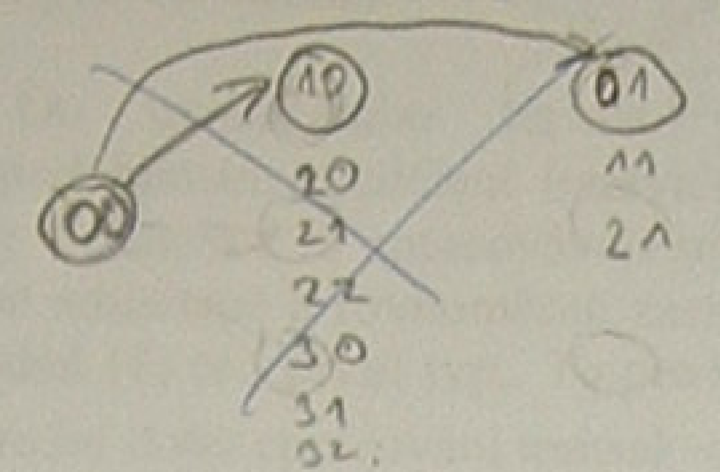
ano, můžeme, markovský model se nedá použít pro systémy s exponenciálním rozdělením vzorků a dob obsluh

1



c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.

1,3



stavy: počet nefunkčních uzlů
1. číslice - uzly typu A,
2. číslice uzly typu B

přechody: s intenzitou λ_a ... porucha uzlu A
λ_b ... porucha uzlu B

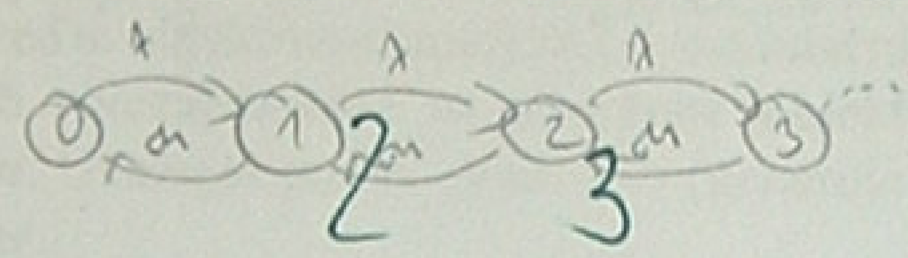
d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište postup výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

0

4. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/3 a má frontu FIFO s délkou nula (tj. požadavky nemohou čekat na obsluhu). Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 1000 pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední frekvencí 500 pož/hod.

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.

1



→ když hromada plná, vyhodnocuje požadavek, který byl „zahozen"

b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

1

stavy: podle označení kolik požadavků je v systému (popř. obsluhovaných procesy)

hrany: s ohodnocením λ ... příchod požadavku
μ ... požadavek dokončen (obsluha ukončena)

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

1

$\lambda = 1000\ h^{-1}$
$\mu = 500\ h^{-1}$

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu.

0

$$\frac{1}{\lambda \cdot [1 - (p_0 + p_1 + p_2 + p_3)]} = T_W$$

$$f_W = \lambda \cdot [1 - (p_0 + p_1 + p_2 + p_3)] \qquad L_W = \frac{T_W}{\lambda}$$

perioda vstupu do fronty (v naší pož. zahozen)

e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

$$\rho = \frac{1}{n} \frac{\lambda}{\mu}$$ ← pro ∞ fr.

n ... počet kanálů obsluhy
λ ... frekvence toku požadavků
μ ... frekvence obsluh

0

zde: $\rho = \frac{1}{3} \frac{1000}{500} = \frac{2}{3}$

Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů)

Z 25

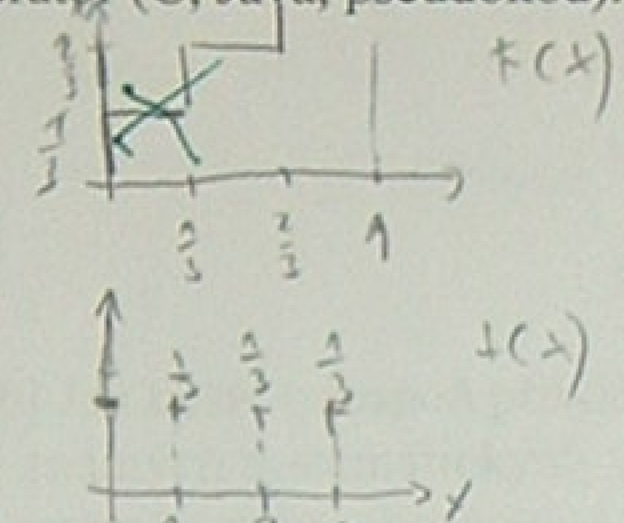
5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda.* Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

1 markovské modely lze použít pro příchody / doby náhodné s exp. rozdělením

b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).

2



```
cislo = rand();
if cislo < RAND_MAX/3 then
    transakce.typ = 1;
else
if cislo > 2/3 * RAND_MAX then
    transakce.typ = 3;
else transakce.typ = 2;
hold(negexp()/lambda)
```

proč je v gener. (fce) ne[illegible] hold()

c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku.
Doporučení: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*.

2

```
generator ... typ PROCESS (pod nich oddědit)   *
server ... typ PROCESS      (——— ' ( ———— )
fronta ... typ LINK
pozadavek ... typ HEAD + atribut typ ... typ pozadavku
                         atribut startCas ... čas vytvoření pozadavku
```

d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim) .

Generátor transakcí:

```
while true do
  ~~[illegible]~~ pozadavek = new(pozadavek)
  cislo = rand();
  if cislo < RAND_MAX/3 then pozadavek.typ = 1;
  else
    if cislo > 2/3 RAND_MAX pozadavek.typ = 3;
  else
    pozadavek.typ = 2;
  pozadavek.startCas = time();
  fronta.into(pozadavek);
  hold (negexp/lambda);
end;
```

Tady jsi ale měl volat gen. dle body b)

Server:

```
while true do
  pozadavek = fronta.first
  case pozadavek.typ of          1: hold(T1);
                                 2: hold(T2);
                                 3: hold(T3);
  end;
  pocetUkonc ++;
  delkaTransakci += time() - pozadavek.startCas;
  pozadavek.delete();
end
```

a co když je fr. prázdná? // vždy se konec transakce ?

26

e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

3

mám celkový čas ztrávený zpracováním všech transakcí a počet ukončených transakcí →

delkaTransakci / pocetUkonc

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)

pro „pravidelné" rozdělení doby obsluhy musel získat stř. hodnotu, rozptyl / směrodatnou odchylku) (vyslím dle kendallovy klasif.).

$E = \sum x_i \cdot P$

M/G/1

3

$$T_w = \frac{\rho^2}{2(1-\rho)}(1+c_s^2) \qquad c_s = \frac{\sigma}{E}$$

$$L_w = T_w / \lambda$$

jak se určí ?

g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

buď tabulka, nebo seznam ~~d~~ délek fronty,

program špion – hlídal by v čase počty požadavků ve frontě a ~~x~~ přidával by do příslušné skupiny

```
i = fronta.cardinal();
tabulka[i] ++;
hold(cas)
```

8

výsledek pro tabulku co velkou, musela by se ještě dodělat normování délky (indexu v tabulce)

čas … buď náhodný (pro tento případ nepříliš vhodné) nebo konstantní (asi lepší), volba s ~~[illegible]~~ časem $\min\{T_1, T_2, T_3\}/2$

Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, *Jméno:* VSP *Body:* 44

Σ 19

Část A (celkem 25 bodů)

1. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze dvou prvků typu A a tří prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako záloha (prvky A jako horká - tj. jsou stále zapnuté, prvky B jako studená - zapínají se až po poruše pracujícího prvku). Známe intenzity poruch obou prvků (*lambda_a*, *lambda_b*).

a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění)

1

Ne, musíme použít markovský model, protože dynamický systém nepopíšeme v čase ne námi studené zálohy

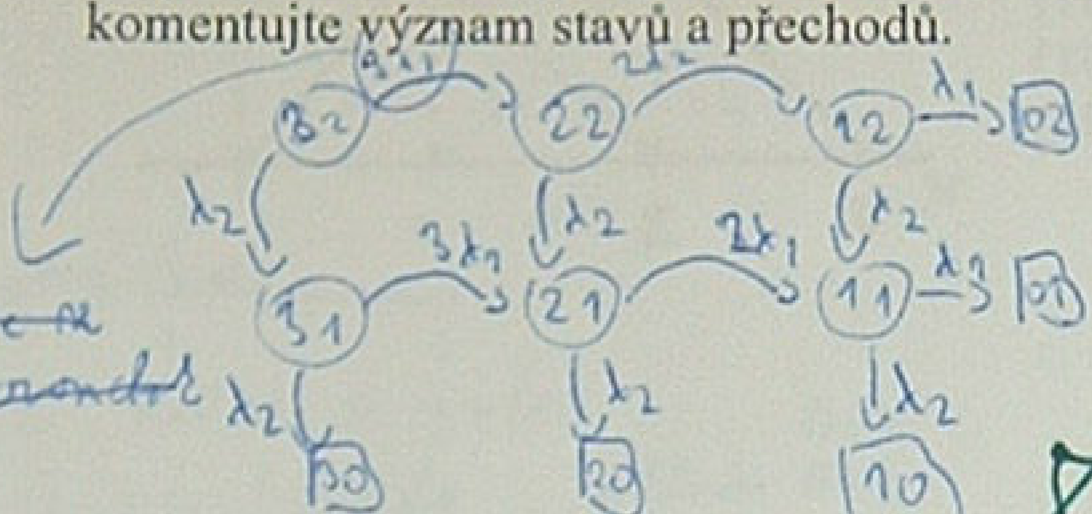
b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?) Ano, musíme ale použít intenzity doby poruch jsou nezávislé

0,5

to nestačí musí mít exp. rozdělení!

c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.

2



32 .. všechny fungují
22 .. porucha prvku typu A
11 .. – " – B

počet fungujících prvků typu A
prvků
– " – B

?? asi zaměněné A a B

!! lambda_a, -6

d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište postup výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

2

z modelu vyjádříme diferenciální rovnice, vstupující do stavu, ze stavu vystupující
- pro stav 22 => dostaneme $p'_{22} = p_{32}\cdot 3\lambda_1 - p_{22}\cdot\lambda_2 - 2p_{22}\lambda_2$
- vyřešíme soustavu => $p_{32}(t), p_{22}(t)$ .. – po jejich vyřešení stavů
=> $Q(t) = p_{30} + p_{20} + p_{10} + p_{01} + p_{02}$ ... součet pp. absorpčních stavů

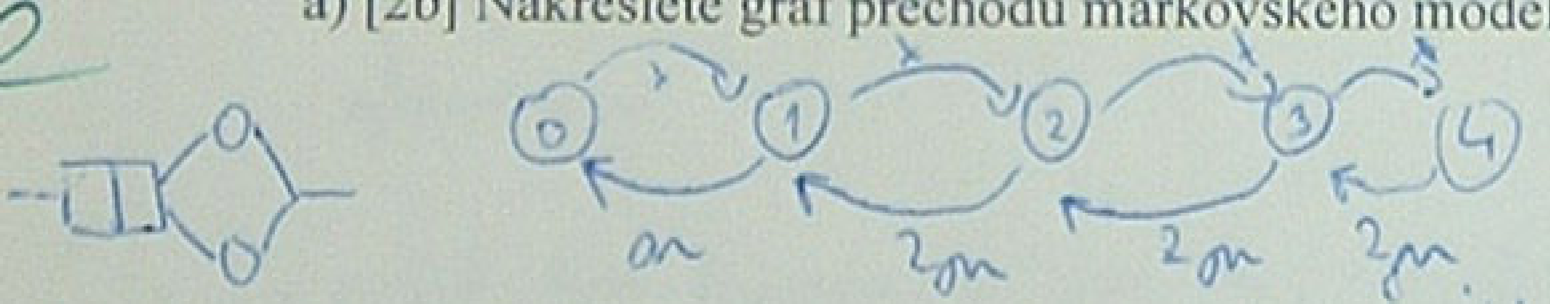
čas t_1 ?? 22 ..

2. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/2 a má frontu FIFO s délkou omezenou na 2 požadavky. Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 1000 pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední frekvencí 500 pož/hod.

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.

2

$\lambda = 1000$
$\mu = 500$ .. obsluha



.. systém může obsloužit 2 požadavky maximálně

b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

0,5

0 .. prázdný systém
1 .. 1 požadavek obsluhován
2 .. 2 – " –
3 .. 2 – " – a 1 ve frontě
4 .. – " – a 2 – " –

λ .. ~~do fronty~~ do SHO vstupují požadavky s frekvencí λ

přechod = událost (? jaká)

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

50%

0,5 $\lambda = 1000,\ \mu = 500$

jednotkce?

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu.

0

$L_q = \rho \cdot m = \rho \cdot \frac{1}{2}$

$L_w = L_q - \rho = \frac{\rho}{1-\rho} - \rho = \frac{\rho^2}{1-\rho}$

to je pro ∞ délku fr.

e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

2

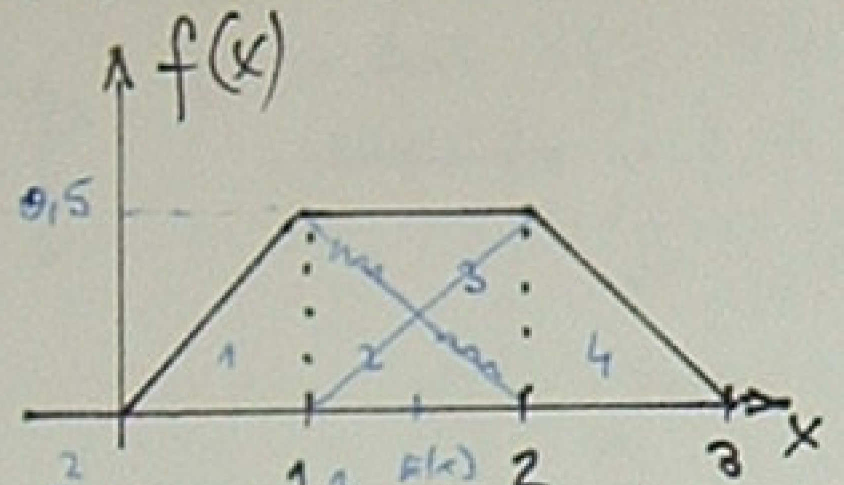
$\cancel{\rho = \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1000}{5000} = 4}$

$\rho = \frac{1}{2} p_1 + 1 p_2 + 1 p_3 + 1 p_4$

– úplně obsluhuje pouze 1 požadavek

3. [6b] Pro zadané pravděpodobnostní rozdělení:

6



[1b] - určete číselně střední hodnotu

[1b] - odhadněte číselně rozptyl

[1b] - odhadněte číselně koef.variance

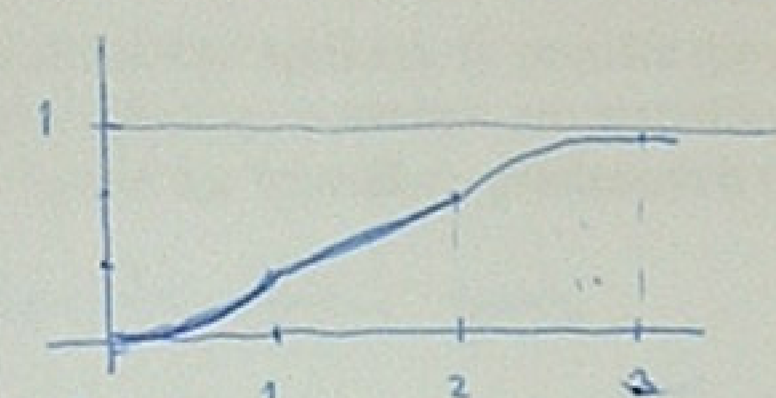
[1b] - nakreslete distribuční funkci

[2b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 2.0

$E(x) = \cancel{\int_0^1 x^2 + \int_1^2 0{,}5x + \int_2^3}$

$E(x) = 1{,}5$ ... vidět z grafu

$D(x) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - E(x))^2 f(x)\,dx$ ... odhad 0,7 ~~0,5~~



$C = \frac{\sigma(x)}{E(x)} = \frac{\sqrt{D(x)}}{1{,}5} = 0{,}5578$

$p(x > 2) =$ číslo v intervalu ⟨1,2) padne s ppstí 50%

$\Rightarrow p(x > 2) = 0{,}25$

f(x) rozdělím na 4 Δ, každý s ppstí 0,25

4. [3b] Jaké metody jdou principiálně použít pro generování náhodných čísel s rozdělením podle bodu? Kterou byste si vybrali pro realizaci generující funkce a proč?

- Kompoziční metoda
- ~~transformační – " – – lze zpětně vyjádřit inverzní fci~~ $F^{-1}(x)$
- vylučovací – " –

3

- použil bych kompoziční metodu, protože bych ppsti rozdělil na 3 části (intervaly) a na krajních intervalech vylučovací maximum a pak minimum
- transformační nelze s ppstí vyjádřit $F^{-1}(x)$ inverzní fci

Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů)   Σ 25

5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda*. Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

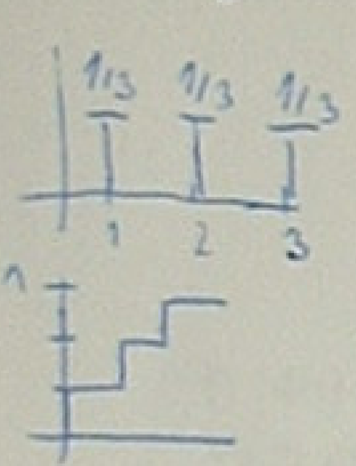
a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

1

doba obsluhy je nenáhodná

b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).

4




```
double p[] = {1/3; 2/3; 1}
int fce() {
double x = rand()/RAND_MAX;
int i=0
while (x > p[i]) i++;
return (i+1);
}
```

c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku.
Doporučení: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*.

2

generator: Transaction t, double lambda, Queue queue,

server: double min1, min2, min3, Transaction t; Queue queue,
double time, cas; int Counter;

typ fronta!
typ pořad!

public class Generator extends JSimProcess

d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim).

Generátor transakcí:

12

```
public Generator(String name, JSimSimulation sim, double l, Queue q)
protected void life(){
Transaction t;
try{
 while(true){
  t = new Transaction(myParent.getCurrentTime(), fce());
  t.into(queue);
  if(queue.getServer().isIdle()) queue.getServer().activate(myParent.getCurrentTime());
  hold(JSimSystem.negExp(lambda))
 }
}
}
```

```
public class Server extends JSimProcess {
public Server (String name, JSimSimulation sim, ~~double ser~~, ~~double~~ Queue queue,
              double m1, double m2, double m3
```

Server:
```
protected void life() {
  Transaction t; int poz; double time; int counter;

  try {
    while (true) {
      if (queue.empty()) passivate();
      else {
        time = myParent.getCurrentTime();
        t = (Transaction) queue.first();
        counter++;
        poz = t.getData;
        if (poz == 1) hold(m1);
          else (poz == 2) hold(m2);
            else (poz == 3) hold(m3)
              else return 0;
        t.out; t=null;
```

```
public int getCounter() {
  return counter;
}

public double getCas() {
  return cas;
}
```

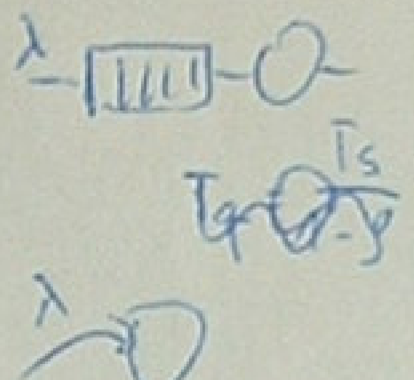
e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

```
      }
      cas += time myParent.getCurrentTime() - time;
      time = 0.0;
    }
  }
```

Součet dob průchodu přes server / počet průchodů

```
simulation.message("Doba" + server.getCas()/server.getCounter());
```

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)



$T_q = \frac{L_q}{\lambda}$ $\quad L_q = \frac{\rho}{1-\rho}$ $\quad m_1 = \frac{1}{T_1}$; $m_2 = \frac{1}{T_2}$; $m_3 = \frac{1}{T_3}$

$\rho = \frac{\lambda}{m} = \frac{\lambda}{m_1+m_2+m_3}$

celkový počet požadavků v celém sch.

2

ale jde užít M/G/1 přesně!

když tak ∅

g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

~~upraveném serveru:~~
```
int pocet1=0, pocet2=0, pocet3=0;
poz = t.getData();
if (poz == 1) { hold(m1);
                pocet1++;
}
else (poz == 2) { hold(m2);
                  pocet2++;
}
else (poz == 3) { hold(m3);
                  pocet3++
}
```

```
public int getPocet1() {
  return pocet1
}
```
to samé pro pocet 2, 3

viz PAPÍR

4

v hlavním programu
```
celk = server.getPocet1() + server.getPocet2()
       + server.getPocet3();
p1 = server.getPocet1()/celk;
p2 = -"-          2()/-"-
p3 = -"-          3()/-"-
```

—

Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, Jméno: **VSP** *Body:* 55

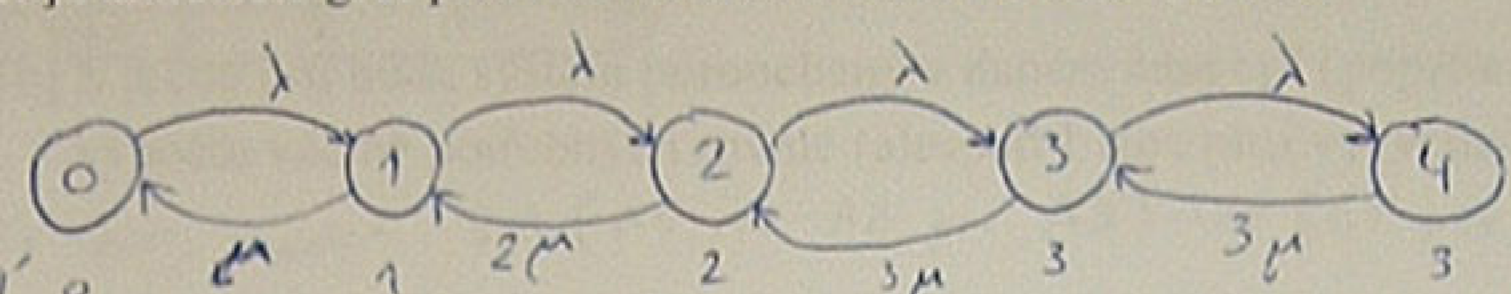
Část A (celkem 25 bodů) 9 25

1. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/3 a má frontu FIFO s délkou omezenou na 1 požadavek. Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 2000 pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední $= \lambda$

μ = frekvencí 1000 pož/hod.

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.

2



pracují	0	1	2	3	3
fronta	0	0	0	0	1

b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

1

~~stav~~ stav	počet pracujících procesů	počet pož. ve frontě
0	0	0
1	1	0
2	2	0
3	3	0
4	3	1

příchod ~~požad~~ požadavku

dokončení zpracování 1 požadavku

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

1

$\lambda = 2000\ h^{-1}$ $\quad 2\mu = 2000\ h^{-1}$

$\mu = 1000\ h^{-1}$ $\quad 3\mu = 3000\ h^{-1}$

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu.

2

$L_w = p_4$ (jen fronta, nepočítají se pož. v kanálech)

$L_q = \sum i p_i$ (včetně kanálů) $(i = 0 \ldots 4)$

e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

2

$\cancel{\rho = \frac{\lambda}{m\mu} = \frac{2000}{3 \cdot 1000} = \frac{2}{3}}$ $\quad \rho = \frac{1}{3} p_1 + \frac{2}{3} p_2 + \frac{3}{3} p_3 + \frac{3}{3} p_4$

2. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze tří prvků typu A a dvou prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako horká záloha - tj. jsou stále zapnuté. Známe intenzity poruch obou typů prvků (*lambda_a*, *lambda_b*).

a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění) Ano, jednotlivé prvky selhávají nezávisle a skupina funguje, když alespoň jeden prvek funguje.

1

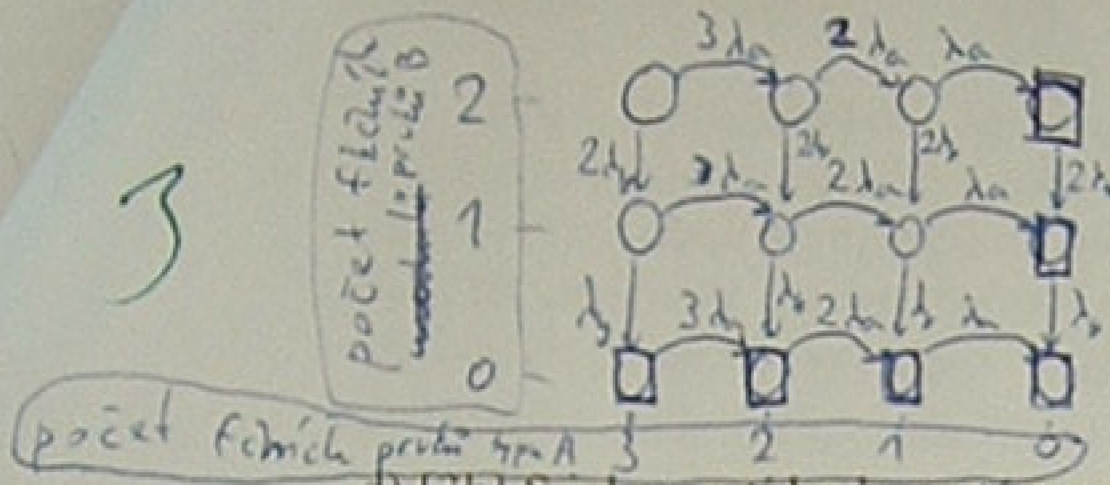
S = (A1 par A2 par A3) ser (B1 par B2)

b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?) Ano, intenzity poruch musí být konstantní (v daném stavu) v čase

1

c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.

3



○ funguje

□ nefunguje (všechny bychom mohli sloučit do 1)

→ selhání prvku typu A

↓ selhání prvku typu B

d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište postup výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

3

Použijeme sér-par. model S = (A1 par A2 par A3) ser (B1 par B2)

$Q_A = Q_{A0}^3$ $\quad R_A = 1 - Q_A$ $\quad Q_{A0} = 1 - R_{A0}$ $\quad R_{A0} = e^{-\lambda_A t_1}$

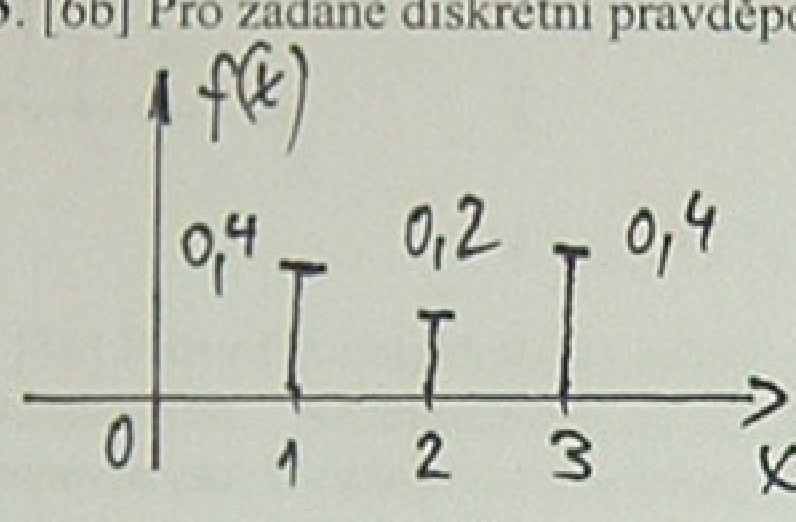
$R = R_A R_B$

$Q_B = Q_{B0}^2$ $\quad R_B = 1 - Q_B$ $\quad Q_{B0} = 1 - R_{B0}$ $\quad R_{B0} = e^{-\lambda_B t_1}$

$Q = 1 - R$ ← je pravděpodobnost, že nebude fungovat

3. [6b] Pro zadané diskrétní pravděpodobnostní rozdělení:

6



[1b] - určete číselně střední hodnotu $E\{x\} = 2$

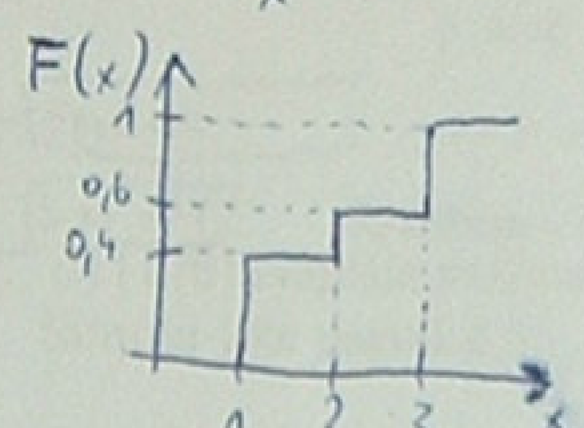
[2b] - určete číselně rozptyl $D\{x\} = 0{,}8$

[1b] - nakreslete distribuční funkci

[1b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 2.5 $P(x > 2{,}5) = 1 - F(2{,}5) = 0{,}4$

[1b] - napište nějaký reprezentativní vzorek posloupnosti náh. čísel $\{1, 2, 3, 1, 3, 2, 3, 1, 1, 3, 2\}$

$$D\{x\} = \sum_x f(x)\left(x - E\{x\}\right)^2 = 2 \cdot 0{,}4 \cdot 1 = 0{,}8$$



4. [3b] Jaké testy byste provedli pro ověření správné funkce generátoru rozdělení z předchozího bodu 3? (slovní vysvětlení plus případně vzorečky)

- Test střední hodnoty $E\{x\} = \frac{1}{n}\sum x_i$
- Test rozptylu $D\{x\} = \frac{1}{n-1}\sum\left(x_i - E\{x\}\right)^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum x_i^2 - \frac{1}{n}\left(\sum x_i\right)^2\right)$

3

- Histogram – pásma by odpovídala jednotlivým hodnotám $\{1, 2, 3\}$
  - mělo by se přibližně shodovat se zadaným $f(x)$
  - v tomto případě sám o sobě stačí
- Test nezávislosti několika po sobě jdoucích hodnot (výpočtem korelačního koeficientu)

Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů) Σ 30

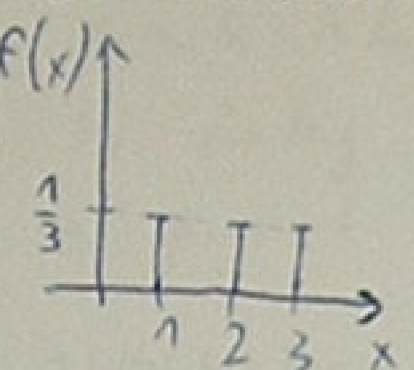
5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda*. Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

1 Pstní rozdělení dob obsluhy není exponenciální.

b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).

4




```
int next_type() {
   return (int)(frand() * 3) + 1;
}
```

frand() je generátor s rov. rozd. z intervalu <0;1)

c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku. ***Doporučení***: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*.

3

Process ◁— Generátor: ~~process~~ vytvoří požadavek, vloží ho do fronty, pokud ta byla prázdná, probudí Server, nakonec se uspí na náhodnou dobu.

Head ◁— Fronta: pasivní objekt

Process ◁— Server: Uspí se na dobu T(next_type()), vybere požadavek z fronty a updatuje statistiku, je-li ve frontě další, pokračuje, jinak se zablokuje

Link ◁— Požadavek: pasivní, ale pamatuje si čas vzniku

Statistika – zajišťuje výpočet střední hodnoty

d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim).

Generátor transakcí:

12

```
void Generator.life() {
 while(1) {
   new Pozadavek().into(fronta);
   if (fronta.length == 1)
      server.activateNow();
   hold(negexp(lambda));
 }
}
```

Server:

```
void Server.life() {
  while(1) {
    if (fronta.isEmpty()) passivate();
 (*) hold(T(next_type()));
    statistika.updateBy(fronta.first());
    fronta.first().out();
  }
}
```

tj. ??? poz. ??? explicitně v záznamu

e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

3

statistika sčítá doby zpracování jednotlivých transakcí, tj. doby života ~~???~~ transakcí v okamžiku volání updateBy(), a počet transakcí. Výsledek $= \frac{\text{celková doba}}{\text{počet}} \doteq T_q$

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)

OK, ale šlo přesně pro M/G/1

Budeme počítat jako M/M/1 – vyjde odhad "worst case"

– Můžeme udělat přibližnou korekci:

$L_w \doteq \frac{\rho^2}{(1-\rho)} \cdot \frac{(C_a^2 + C_s^2)}{2}$ $\quad C_a = 1$ $\quad \rho = \lambda \cdot T_s$

3

$T_s = \frac{1}{3}(T_1 + T_2 + T_3)$

$C_s = \frac{\sigma(\tau_s)}{T_s}$ $\quad \sigma(\tau_s) = \frac{1}{3}(T_1^2 + T_2^2 + T_3^3) - T_s^2$

$L_q = L_w + \rho$ $\quad \boxed{T_q = \frac{L_q}{\lambda}}$

g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

4

Jedná-li se o samotnou frontu (L_w), přidáme ještě jednu statistiku stejného typu, která se bude updatovat v místě označeném (*) (statistika2.updateBy(fronta.first());

Jedná-li se o celý systém (L_q) vystačíme s původní statistikou.

Výsledek: L_q nebo L_w $= \frac{\text{celková doba}}{\text{doba simulace}}$ ← z jedné nebo druhé statistiky, podle w/q

ale nic jiného jsme nechtěli

– Tím ale získáme jen stř. hodnoty. Pokud bychom chtěli histogram ~~???~~, musíme ~~???~~ k frontě přidat histogram, jehož pásma budeme inkrementovat při každé změně fronty o ~~???~~ čas od posledního updatu, Σ 51

Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, **Jméno:** VSP **Bodý:**

Σ 22

Část A (celkem 25 bodů)

Omlouvám se, ale v rychlosti jsem špatně přečetl zadání

3A - horká záloha

1. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze dvou prvků typu A a tří prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako záloha (prvky A jako horká - tj. jsou stále zapnuté, prvky B jako studená - zapínají se až po poruše pracujícího prvku). Známe intenzity poruch obou prvků (*lambda_a*, *lambda_b*).

2B studená záloha

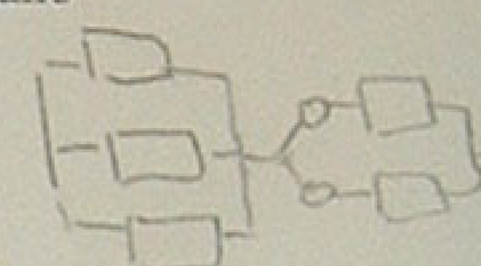
a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění)

1

Ne, musíme použít Markovský model - je to dynamický systém, zapojení se v průběhu času mění - studená záloha

b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?)

Ano, můžeme použít Mark. model



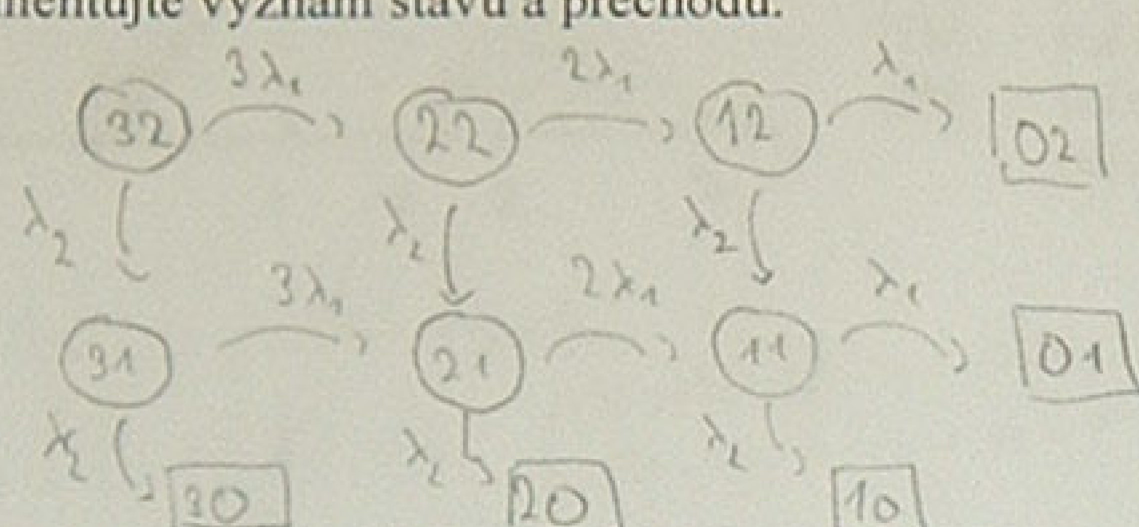
c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.

$\lambda_1 = \lambda_a$

$\lambda_2 = \lambda_b$

3

přechody mezi stavy



32 - všechno OK

22 - porouchal se prvek typu A

31 - porouchal se prvek typu B

□ absorpční stavy

XX počet fungujících prvků typu A, počet fungujících prvků typu B

d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište <u>postup</u> výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

3

Vyjádříme si diferenciální rovnice, konkrétně pro stav 22 $p'_{22} = p_{32} \cdot 3\lambda_1 - p_{22} \cdot 2\lambda_1 - p_{22}\lambda_2$

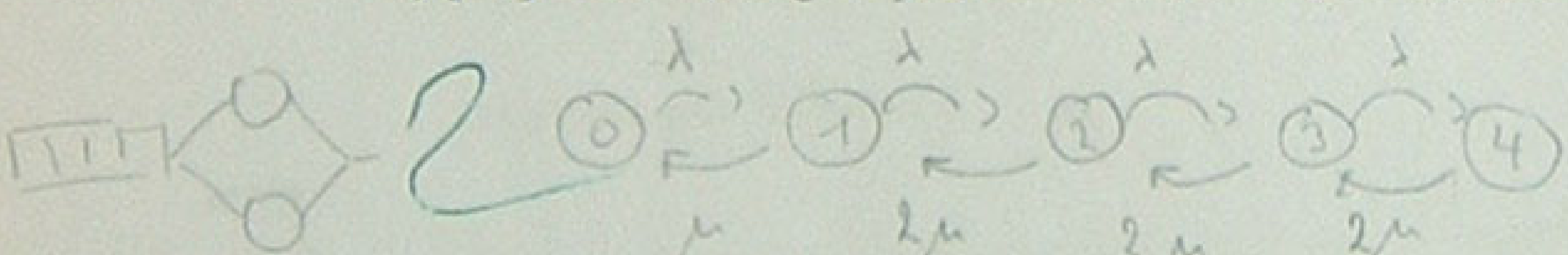
vypočítáme soustavu rovnic -> získáme $p_{32}(t), p_{22}(t), p_{12}(t)$ ... - psti stavů ve kterých se systém nachází

$Q(t) = p_{30} + p_{20} + p_{10} + p_{01} + p_{02}$ - součet pstí absorpčních stavů

2. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/2 a má frontu FIFO s délkou omezenou na 2 požadavky. Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 1000 pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední frekvencí 500 pož/hod.

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.

2



λ = 1000

μ = 500

b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

1

stavy

0 ... systém je prázdný

1 ... jeden požadavek je obsluhovaný

2 ... dva požadavky jsou obsluhované

3 ... dva požadavky jsou obsluhované, 1 čeká ve frontě

4 ... dva požadavky jsou obsluhované, 2 čekají ve frontě

přechody

λ - střední frekvence s kterou požadavky přicházejí

μ - střední frekvence se kterou jsou požadavky obsluhovány

0,5

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

$\lambda = 1000$ $\mu = 500$ ← ale jednotka ! fce.

0

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu.

$L_w = L_q - \rho$ ⇐ pro ∞ fronty

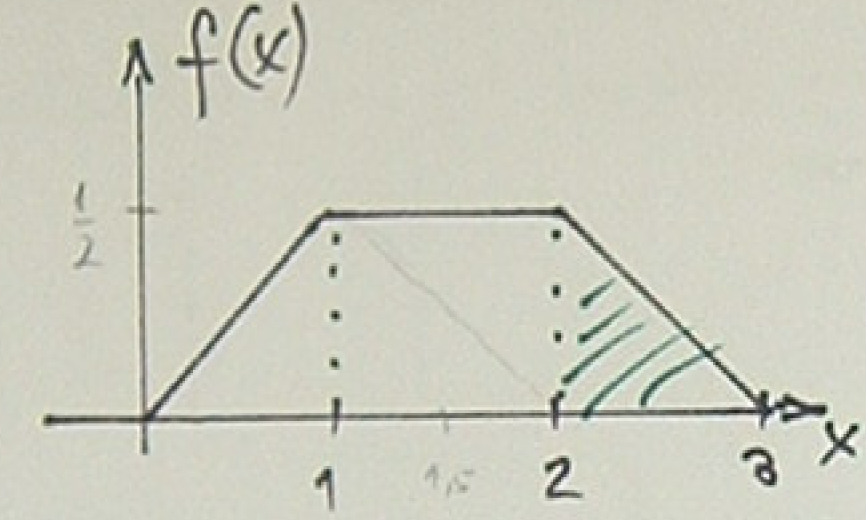
2

e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

$\rho = \frac{1}{2} p_1 + 1 p_2 + 1 p_3 + 1 p_4$

systém je zatížen z jedné poloviny

3. [6b] Pro zadané pravděpodobnostní rozdělení:



[1b] - určete číselně střední hodnotu
[1b] - odhadněte číselně rozptyl
[1b] - odhadněte číselně koef.variance
[1b] - nakreslete distribuční funkci
[2b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 2.0

5

$E = 1{,}5$ to je vidět z grafu

$D = \int_0^3 (x - E)^2 f(x)\, dx$ k odhadu rozptylu bych použil vzorec pro rovnoměrné rozdělení $D = \frac{(b-a)^2}{12}$

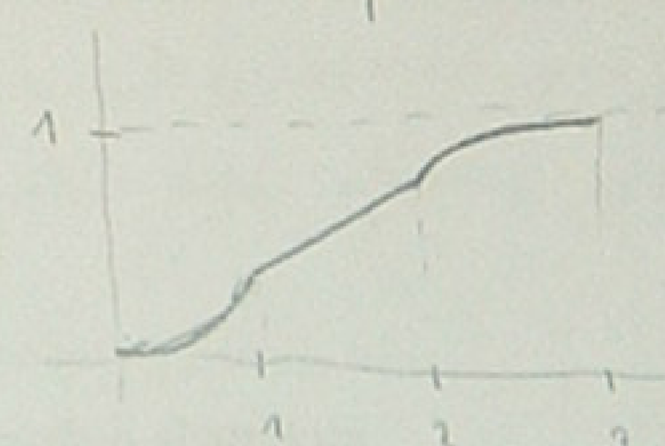
$D = \frac{3^2}{12} = \underline{0{,}75}$

$C = \frac{\sigma}{E} = \frac{\sqrt{D}}{E} = \underline{0{,}577}$

OK, ale je to 1/4

$p = \frac{3}{4}$ – jde určit z grafu, když si obsah pod křivkou rozdělím na trojúhelníky

distrib. fce



4. [3b] Jaké metody jdou principiálně použít pro generování náhodných čísel s rozdělením podle bodu? Kterou byste si vybrali pro realizaci generující funkce a proč?

Na generování rozdělení podle bodu 3 jdou použít kompoziční a vylučovací metoda, protože známe hustotu pravděpodobnosti.

Já bych si vybral kompoziční metodu protože je vhodná pro generování náhodných čísel s lichoběžníkovým rozdělením

3

Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů)

Σ29

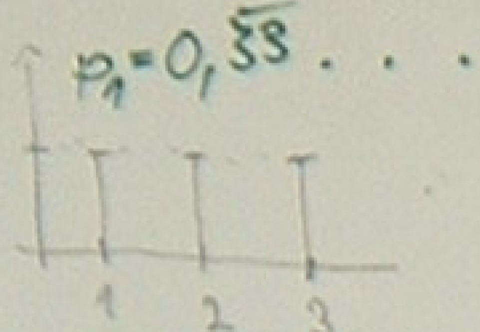
5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda*. Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

1 protože jsou doby obsluh nenáhodné

b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).

4




```
public int generatorCisloTransakce()
    double y;
    y = (double) rand()/RAND_MAX;
    if (y <= 1/3) return(1);
      else if (y <= 2/3) return(2);
        else return(3);
}
```

c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku.
Doporučení: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*. Budeme potřebovat Server - který si bude pamatovat doby obsluh T_1, T_2 a T_3, dále bude mít čítač transTq - součet dob průchodu končících požadavků, a counter - čítač požadavků

3 Požadavek - Transaction, odvozený od JSimLink + atributy mark - doba vytvoření požadavku a identifikační číslo (1, 2, 3)

Fronta - do té budeme ukládat vygenerované požadavky, a Generátor požadavků

d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim) .

Generátor transakcí:

12

```
public class generator extends JSimProcess {
    Queue queue;
    Server server;
    Transaction t;
    int cisloTransakce;
    double lambda
    while (true){
        cisloTransakce = generatorCislaTransakce();
        t = new Transaction(myParent.getCurrentTime(), cisloTransakce);
        t.into(queue);
        if (queue.getServer().isIdle() = true)
            queue.getServer().activate(myParent.getCurrentTime)

        hold(negexp(lambda));
    }
}
```

Transakce

```
public class Transaction extends JSimLink {
        private int idPozadavku;
        private double dobaVytvoreni;

        public Transaction (double t, int id) {
            this.idPozadavku = id;
            this.dobaVytvoreni = t;
        }
```

+ metody pro získání idPozadavku a doby vytvoření

Queue

```
public class Queue extends JSimHead {
        private Server server;

        public Queue (Server s) {
            this.server = s;
        }
```

+ metody getServer(); setServer()

V programu přistupuji k proměnným jako kdyby měly práva public z důvodu šetření místem a přehlednosti

```
public class Server extends JSimProcess {
```

Server:

```
    private int counter = 0;   // počet obsloužených požadavků
    private double mi1, mi2, mi3;   // jednotlivé doby obsluh
                                       inicializované v konstruktoru
    private Queue queueIn;   // fronta ze které beru požadavky
    private double transTq = 0.0;
protected void life() {
    while (true) {
        if (queueIn.empty()) {passivate()}
        else{ t = queueIn.first()
        switch (t.idPozadavku)
            case 1: hold(mi1);
            case 2: hold(mi2);
            case 3: hold(mi3);
    counter++
    transTq += myParent.getCurrentTime() - t.doba vytvoření; t.out }}
```

další třídy

e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

T_q = transTq / counter

= Součet dob průchodu končících (obsloužených požadavků) / počet končících (obsloužených) požadavků

3

0

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)

to nejsou ty pravé vzorečky!

$T_q = \frac{L_q}{\sum \lambda_i}$ — celková (limitní) doba setrvání požadavku v síti

$L_q = \sum_{i=1}^{m} L_{q_i}$ — celkový (limitní) počet požadavků v celé síti

$L_{q_i} = \frac{\rho_i}{1-\rho_i}$ — střední počet požadavků které se nacházejí v systému

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ (M/G/1)

v našem případě $T_q = \frac{\frac{\rho}{1-\rho}}{\lambda}$ s tím, že μ mění náhodně, depend. μ_1, μ_2, μ_3

g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

Nejspíš bych použil vlákno typu špion, další proces, v náhodných intervalech bych zjišťoval délku fronty a potom vynesl do histogramu, podle tvaru histogramu se potom dá určit pravděpodobnostní rozdělení.

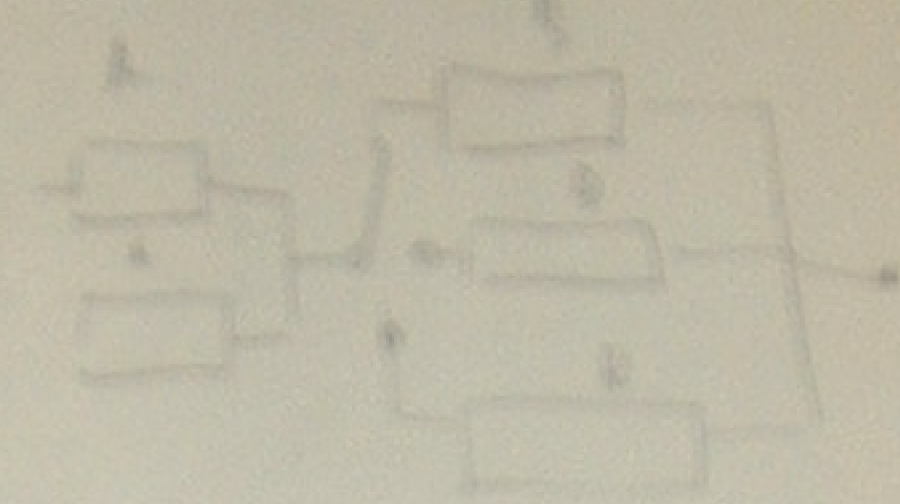
6

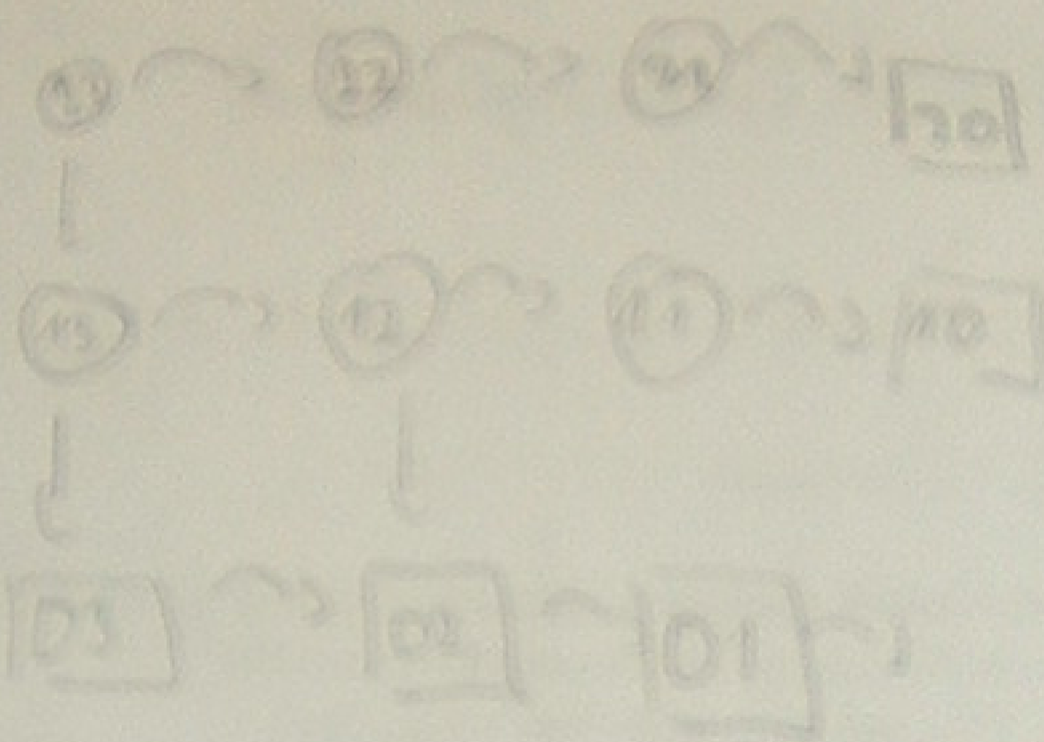
```
public class Spion extends JSimProcess
        private Queue queue      // fronta kterou testuji
        private ArrayList list = new ArrayList()   // dynamické pole do kterého
                                                       bych ukládal zjištěnou
                                                       délku fronty
        int delkaFronty
    while (true) {
            delkaFronty = queue.cardinal();
            list.add(delkaFronty);
            hold(negexp(intervalTestovani)); }}
```

stat. pole, inkrementace na příslušném indexu (= délka fr.)

ze systému [illegible] (pole) pokusu [illegible] histogram

Pokus o opravu 1



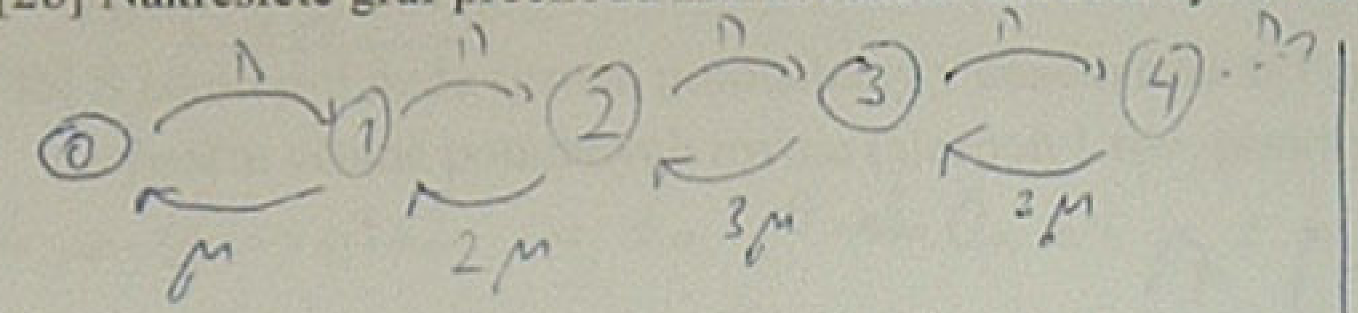


Písemná zkouška z VSP, 13.12.05, Jméno: **VSP** *Body:* 43

Část A (celkem 25 bodů) ≤ 18

1. [8b] Otevřený systém hromadné obsluhy je typu M/M/3 a má frontu FIFO s délkou omezenou na 1 požadavek. Do systému přichází požadavky se střední frekvencí 2000 $= \lambda$ pož./hod a jeden kanál obsluhy je schopen zpracovávat požadavky se střední frekvencí 1000 pož/hod. $- \mu$

a) [2b] Nakreslete graf přechodů markovského modelu systému.



2

přechod - λ -> přišel nový požadavek
μ - požadavek byl zpracován (a vyřízen)

b) [1b] Vysvětlete, co znamenají jednotlivé stavy a přechody.

~~stav~~ čísla stavů reprezentují celkový počet požadavků v systému
~~stav~~ 1 -> 1 požadavek v obsluze ...
2 -> 2 — " —
3 -> 3 — " —
4 - 3 — " — + 1 ve frontě

1

c) [1b] Jaké jsou číselné hodnoty intenzit přechodů?

intenzita přechodu $\lambda = 2000$
$\mu = 1000$

0,5 jednotka!

d) [2b] Napište vzorec pro určení střední délky fronty ze známých limitních p-tí stavů modelu.

$0 \cdot p_0 + 0 \cdot p_1 + 0 \cdot p_2 + 0 \cdot p_3 + 1 \cdot p_4 = \underline{p_4}$

2

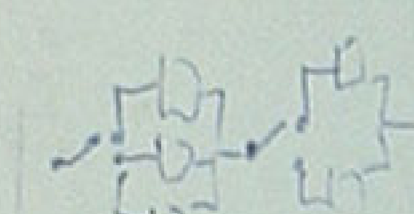
e) [2b] Jak se v tomto případě určí zatížení systému (jako celku)? Pokuste se napsat příslušný vzorec.

~~$\rho = \frac{\lambda}{3\mu}$~~

celkem: „doba, kdy systém něco dělá" $= 1 - p_0$

pro 1 procesor, kde 3, u každém stavu ρ i jiné

2. [8b] Neobnovovaný počítačový systém se skládá ze tří prvků typu A a dvou prvků typu B. Jeden prvek každého typu pracuje, zbývající prvky jsou použity jako horká záloha - tj. jsou stále zapnuté. Známe intenzity poruch obou typů prvků (*lambda_a*, *lambda_b*).



a) [1b] Můžeme pro tento případ použít nějakou verzi sériově-paralelního spolehlivostního modelu ? (zdůvodnění)

NE -> model neumožňuje, že je horká záloha

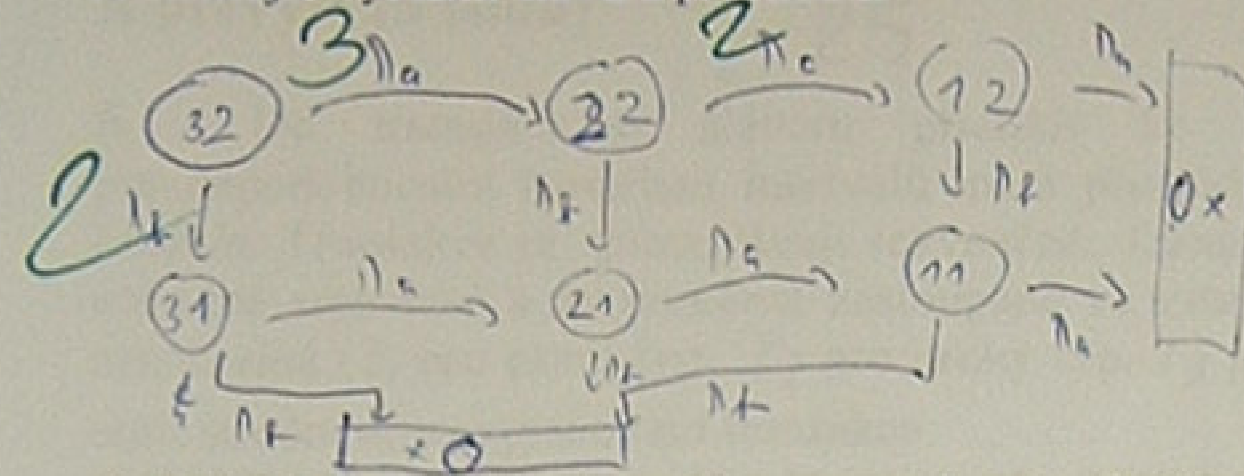
1

b) [1b] Můžeme zde použít markovský model? (jakou podmínkou je obecně vázáno jeho použití?)

ANO -> doby musí mít exp. rozdělení p-tí

1

c) [3b] Nakreslete graf přechodů markovského spolehlivostního modelu, stručně komentujte význam stavů a přechodů.



stav AB – počet bezvadných prvků [illegible]

i = počet bezvadných prvků

přechod λ_a – porucha prvku A

přechod λ_b – – " – B

stav 0x a x0 -> systém nefunguje

d) [3b] S jakou p-tí bude systém porouchaný v daném čase t_1? (popište postup výpočtu včetně potřebných rovnic (alespoň 1 rov. plus vysvětlení) a vzorců).

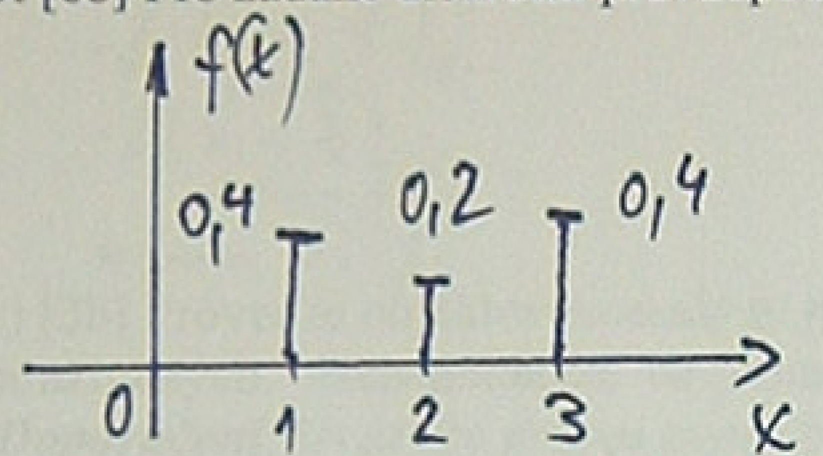
pak porucha -> systém je ve stav x0 nebo 0x => $P_F' = P_{31}\lambda_b + P_{21}\lambda_b + P_{11}\lambda_b + P_{12}\lambda_a \ldots$

do rovnic se dosadí čas t_1

~~[illegible]~~ ← ale kam ?

0

3. [6b] Pro zadané diskrétní pravděpodobnostní rozdělení:



[1b] - určete číselně střední hodnotu

[2b] - určete číselně rozptyl

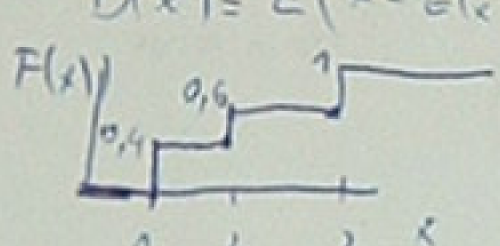
[1b] - nakreslete distribuční funkci

[1b] - určete číselně, s jakou p-tí bude náhod. číslo x větší než 2.5

[1b] - napište nějaký reprezentativní vzorek posloupnosti náh. čísel

$E(x) = 1 \cdot 0{,}4 + 2 \cdot 0{,}2 + 3 \cdot 0{,}4 = \underline{2}$ ✓

$D(x) = E(x - E(x))^2 = 0{,}4 \cdot (2-1)^2 + 0{,}2(2-2)^2 + 0{,}4(2-3)^2 = 0{,}4 + 0{,}4 = \underline{0{,}8}$ ✓



$P(x > 2{,}5) = \cancel{1 - P(x \le 2) = 1 - (0{,}4 + 0{,}2)} = \underline{0{,}4}$ ✓

6

vzorek. např. 1, 3, 3, 2, 1, 2, 1, 3

4. [3b] Jaké testy byste provedli pro ověření správné funkce generátoru rozdělení z předchozího bodu 3? (slovní vysvětlení plus případně vzorečky)

- test na střední hodnotu – průměr vygenerovaných čísel $\frac{\sum_{i=0}^{N} x_i}{N}$

: na rozptyl

: histogram četností – vygenerovanou posloupnost rozdělit na několik intervalů...

a jestli výsledky odpovídají ~~[illegible]~~ teoretickým hodnotám

? jaké výsledky.

1

nezávislost dvojic!

Část B (celkem 35 bodů, bude hodnocena jen pokud hodnocení části A převýší 15 bodů) Σ 25

5. Do transakčního serveru přichází ke zpracování proud transakcí, pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody je exponenciální s intenzitou *lambda*. Transakce se zpracovávají sekvenčně. Transakcí jsou tři typy (typ 1, 2, 3 - náhodně smíchané a rovnoměrně zastoupené ve vstupním proudu) doba obsluhy je nenáhodná (T_1 pro první typ, T_2 pro druhý typ, T_3 pro třetí typ). Chceme simulací určit střední dobu zpracování transakce.

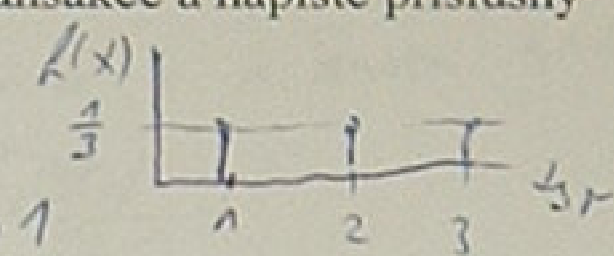
a) [1b] Proč nejde v tomto případě pro systém použít markovský model?

0

3 druhy transakcí rovnoměrně zastoupení

ale to není ten důvod!

b) [4b] Nakreslete pravděpodobnostní rozdělení pro typ transakce a napište příslušný generátor (C, Java, pseudokód).

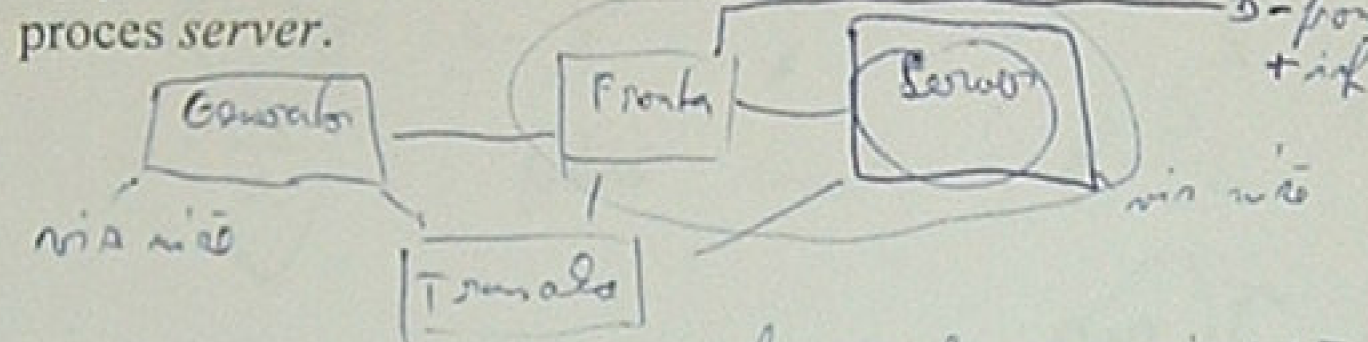


4

```
int typtransakce() {
  float x = rand() / MAXCISLO; // hodnota mezi 0 a 1
  if (x < 1/3)
    return 1;
  if (x < 2/3)
    return 2;
  return 3; }
```

c) [3b] Proveďte objektovou analýzu pro simulační aplikaci, tj. popište typy používaných. Nezapomeňte na proměnné (objekty) potřebné pro statistiku.

Doporučení: Uvažujte proces *generátor* (generuje transakce příslušných tří typů) a proces *server*.



→ fronta je spojena se serverem + info o počtu transakcí a době, kdy byly ve frontě

↳ obsahuje inf. o době zpracování (T_1, T_2, T_3)
– dědí od typu HEAD

3

d) [12b] Napište potřebné programy procesů (použijte pokud možno abstraktní Simula-like pseudokód, popřípadě C-Sim či J-Sim).

Generátor transakcí:

```
public class Generator extends JSimProcess {
  Queue fronta;
  Transakce trans;
  public void life() {
    int T = typtransakce(); // - bod b) ?
    if (T == 1) {
      transakce = new Transakce(T1);
    else if (T == 2)
      transakce = new Transakce(T2);
    else
      transakce = new Transakce(T3);
    transakce.into(fronta);
    if (fronta.getServer().isIdle())
      fronta.getServer().activate();
    // uspání generátoru na nějaký čas podle λ "
  }
}
```

+ ale try-catch bloky
+ konstruktor

12

Server:

```
public class Server extends JSimProcess {
  Queue frontaIn, frontaOut;
  Transakce T;
  void life() {
    if (!frontaIn.isEmpty()) {
      T = frontaIn.first();
      // pád serveru? uspání na čas T.getDobaZpracování() "
      // a uložení inf. o době zpracování po statistiku
      // odstranění transakce ze systému "
    }
    else
      this.passivate();
  }
}
```

e) [3b] Jak se určí výsledná požadovaná statistika, tj střední doba zpracování transakce? (slovně shrnout)

po skončení simulace sečteme čas transakcí ve frontě a v Serveru (zpracování) a vydělíme počtem transakcí :

3

f) [4b] Jak byste (alespoň přibližně) kontrolovali výsledky získané simulací pomocí Vám známých matematických vzorců uváděných pro matematicky řešitelné elementární systémy hromadné obsluhy. (Slovně plus potřebné vzorečky)

fronta: $\lambda \cdot T_u = L_u$; $\to A_u$ perioda zpracování transakcí $\to$ tedy $\sum_{i=1}^{3} p_i T_i$ / pravděpodobnost transakce typu i a doba zpracování této transakce

server: $a = \frac{1}{A}$

$\rho = \frac{\lambda}{a}$; $L_u = \frac{1}{2} \frac{\rho^2}{1-\rho} (1 + C_s^2)$ ← odhad (ale jde to i přesně)

↳ $C_s \approx 0$, protože vím dobu zpracování (T_1 nebo T_2 nebo T_3)

ne, C_s se musí spočítat z prav. rozdělení

3

g) [8b] Jaké úpravy modelu byste udělali, pokud by bylo požadováno určit pravděpodobnostní rozdělení délky fronty transakcí čekajících na zpracování (tj. p-ti jednotlivých možných hodnot délky fronty). Popište slovně, můžete též použít kousky pseudokódu, vzorečky …. a co Vás napadne (případně na extra papír).

změna třídy Fronta: musela by si pamatovat informace o tom, kolik a jaké transakce byly ve frontě v určitý časový interval

0