

KIV/VSS

Zadání	2
Sít' front	3
Graf sítě	3
Parametry sítě	3
Výpočty	3
Střední doba obsluhy	3
Střední frekvence toků v uzlech	3
Zatížení uzlů	4
Střední počet požadavků v uzlech	4
Střední délka fronty	4
Průměrná doba průchodu požadavku uzly	4
Průměrná doba průchodu požadavku frontou	4
Střední počet požadavků v síti	4
Střední doba průchodu požadavku sítí	4
Aplikace	5
Struktura	5
Ovládání	5
Simulace	6
Konfigurace prostředí	6
Systém	6
JVM	6
Uskutečněné simulace	6
Exponenciální rozdělení	6
Gaussovské rozdělení (koeficientu variace = 0.05)	7
Gaussovské rozdělení (koeficientu variace = 0.2)	8
Gaussovské rozdělení (koeficientu variace = 0.7)	8
Porovnání výsledků	9
Závěr	10

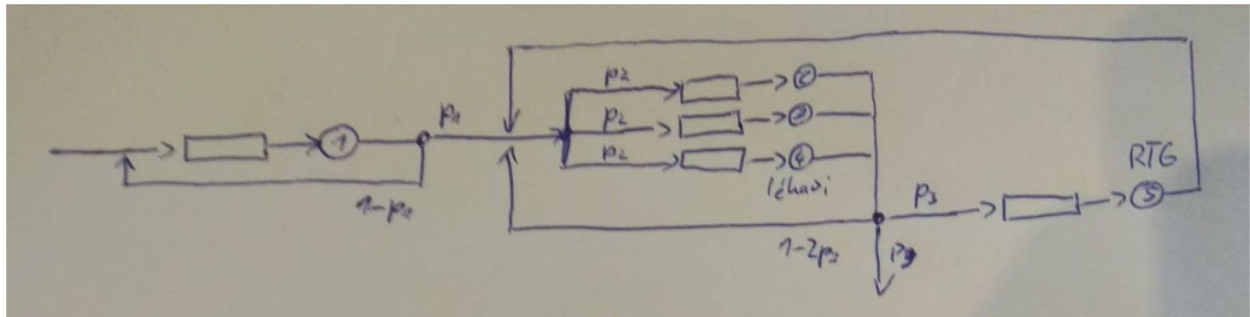
Zadání

1. Vymyslete si otevřenou síť front (tj. propojení, vstupní proudy) obsahující alespoň 4 obslužné uzly (jeden kanál, fronta FIFO, neomezená délka), alespoň 2 vstupní proudy požadavků, alespoň 2 vnitřní zpětné vazby, založenou na reálném problému (fronty v menze, existující křižovatka, webový server, obsluha na poště / úřadu, studijní oddělení, ...).
2. Pokud je to možné pokuste se identifikovat reálné parametry sítě. Sledujte zejména střední hodnoty intervalů mezi příchody a dob obsluh, pokuste se ověřit vhodnou metodou jestli rozdělení splňuje vlastnosti pro exponenciální rozdělení nebo pro nějaké jiné. Zároveň zvolte vlastní parametry sítě (tj. střední frekvence vstupních proudů, střední doby obsluhy v jednotlivých kanálech a p-ti větvení) tak, aby síť pracovala ve stacionárním režimu s dostatečným zatížením, zejména pokud se identifikace ukáže příliš obtížná. Doporučená hodnota zatížení pro všechny uzly: $\rho > 0.5$.
3. Určete výpočtem střední frekvence toků v uzlech. Dále určete veličiny L_q a T_q pro jednotlivé uzly a L_q a T_q pro celou síť pro případ, že všechny vstupní toky jsou Poissonovské a doby obsluhy ve všech uzlech mají exponenciální rozdělení.
4. Vypočtené hodnoty ověřte vlastnoručně vytvořeným simulačním programem. Použijte simulační knihovnu [C-Sim](#) nebo [J-Sim](#).
5. Dále uvažujte případ, kdy všechny náhodné časové intervaly v modelu (příchody, obsluhy) mají Gaussovské pravděpodobnostní rozdělení $N(a, \sigma)$ s (různou) střední hodnotou zvolenou v bodě 2. Vytvořte generátor tohoto rozdělení jako funkci v jazyce C nebo Java (s parametry např. a , σ) a testováním ověřte správnou funkci generátoru - chce se tedy po Vás vytvoření a prokázání správné funkce generátoru, který napíšete VY - využít můžete pouze knihovní funkce pro generování rovnoměrného rozdělení (jako v průběžném příkladu č. 1). Použití knihovní funkce pro Gaussovo rozdělení z J-SIMu se nepočítá!
6. Pokud bude reálné chování systému jiné než exponenciální, pokuste se navrhnout vhodné (odpovídající) generátory a porovnat simulaci s těmito generátory s reálně naměřenými hodnotami, jsou-li k dispozici.
7. Simulací ověřte chování sítě (tj. určete stejné veličiny jako v bodech 3) a 4) pro případ, že všechna rozdělení (příchody, obsluhy) budou mít hustotu $N(a, \sigma)$ se stejnou střední hodnotou jako pro exponenciální rozdělení alespoň pro 3 různé hodnoty koeficientu variace $C = \sigma/a$. Pokuste se o poměrně odlišné koeficienty, ať je vidět rozdíl v chování systému (např. 0.05 - tj. skoro konstantní generátor, 0.2 a 0.7 - ale to je pouze příklad). Poznámka: Simulační program je stejný jako v bodě 4, ale volá se jiný generátor podle bodu 5.
8. Simulační program upravte pro sledování dalších individuálně zadaných výkonnostních charakteristik sítě.
9. Řešení zpracujte formou písemného referátu (cca 10 stran, grafy, tabulky, barevné obrázky, hudební vložky, multimedia ap. - berte to jako přípravu na diplomku, navíc vlastní referát lze využít při zkoušce).

Dokumentace bude mimo jiné obsahovat všechny body, které měla obsahovat průběžná semestrální práce číslo 4 - tedy detailní analýzu, dále pak popis použitého algoritmu generování náh. čísel, výsledky simulací pro různé vstupní parametry a jejich srovnání s teoretickými výpočty, závěr, atd..

Sít' front

Graf sítě



- 1 - recepce
- 2,3,4 - lékař
- 5 - RTG

Parametry sítě

$\lambda = 1$

$\mu_1 = 3$

$\mu_2 = 2.3$

$\mu_3 = 1.8$

$\mu_4 = 2$

$\mu_5 = 1.5$

$p_1 = 0.99$

$p_2 = 0.333$

$p_3 = 0.4$

Výpočty

Střední doba obsluhy

$$T_{s1} = 1/\mu_1 = 1/3 = 0.333$$

$$T_{s2} = 1/\mu_2 = 1/2.3 = 0.435$$

$$T_{s3} = 1/\mu_3 = 1/1.8 = 0.555$$

$$T_{s4} = 1/\mu_4 = 1/2 = 0.5$$

$$T_{s5} = 1/\mu_5 = 1/1.5 = 0.666$$

Střední frekvence toků v uzlech

$$A_1 = \lambda + (1-p_1)A_1$$

$$A_m = A_2 = A_3 = A_4$$

$$A_m = p_2(p_1A_1 + A_5) + (1-p_3)A_m$$

$$A_5 = p_3(A_2 + A_3 + A_4) = p_3 \cdot 3A_m$$

$$A1 = 1 + 0.01 \quad A1 = 1/0.99 = 1.0101$$

$$Am = 0.333 * 0.99 * 1/0.99 + 0.333 * 0.4 * 3Am + 0.2 * Am = 0.333/0.404 = 0.824$$

$$A5 = 0.4/0.404 = 0.99$$

Zatížení uzlů

$$ro1 = A1 * Ts1 = 1.0101 * 0.333 = 0.336$$

$$ro2 = A2 * Ts2 = 0.824 * 0.435 = 0.358$$

$$ro3 = A3 * Ts3 = 0.824 * 0.555 = 0.457$$

$$ro4 = A4 * Ts4 = 0.824 * 0.5 = 0.412$$

$$ro5 = A5 * Ts5 = 0.99 * 0.666 = 0.659$$

Střední počet požadavků v uzlech

$$Lq1 = ro1 / 1-ro1 = 0.336 / 1-0.336 = 0.506$$

$$Lq2 = ro2 / 1-ro2 = 0.358 / 1-0.358 = 0.557$$

$$Lq3 = ro3 / 1-ro3 = 0.457 / 1-0.457 = 0.841$$

$$Lq4 = ro4 / 1-ro4 = 0.412 / 1-0.412 = 0.7$$

$$Lq5 = ro5 / 1-ro5 = 0.659 / 1-0.659 = 1.933$$

Střední délka fronty

$$Lw1 = Lq1 - ro1 = 0.506 - 0.336 = 0.17$$

$$Lw2 = Lq2 - ro2 = 0.557 - 0.358 = 0.199$$

$$Lw3 = Lq3 - ro3 = 0.841 - 0.457 = 0.384$$

$$Lw4 = Lq4 - ro4 = 0.7 - 0.412 = 0.288$$

$$Lw5 = Lq5 - ro5 = 1.933 - 0.659 = 1.274$$

Průměrná doba průchodu požadavku uzly

$$Tq1 = Lq1 / A1 = 0.506 / 1.0101 = 0.5$$

$$Tq2 = Lq2 / A2 = 0.557 / 0.824 = 0.676$$

$$Tq3 = Lq3 / A3 = 0.41 / 0.824 = 0.498$$

$$Tq4 = Lq4 / A4 = 0.7 / 0.824 = 0.85$$

$$Tq5 = Lq5 / A5 = 1.933 / 0.99 = 1.953$$

Průměrná doba průchodu požadavku frontou

$$Tw1 = Lw1 / A1 = 0.17 / 1.0101 = 0.168$$

$$Tw2 = Lw2 / A2 = 0.199 / 0.824 = 0.242$$

$$Tw3 = Lw3 / A3 = 0.384 / 0.824 = 0.466$$

$$Tw4 = Lw4 / A4 = 0.288 / 0.824 = 0.35$$

$$Tw5 = Lw5 / A5 = 1.274 / 0.99 = 1.287$$

Střední počet požadavků v síti

$$Lq = \sum Lqi = Lq1 + Lq2 + Lq3 + Lq4 + Lq5 = 0.506 + 0.557 + 0.41 + 0.7 + 1.933 = 4.106$$

Střední doba průchodu požadavku sítí

$$Tq = Lq / \lambda = 4.106 / 1 = 4.106$$

Aplikace

Pro vývoj aplikace byla využita simulační knihovna J-Sim.
Výchozí počet kroků pro simulaci je 10 000.

Struktura

VSS - main class, spouští simulaci

Transaction - požadavek v síti

Queue - fronta transakcí

Generator - generuje nové transakce podle zvoleného pravděpodobnostního rozdělení a vkládá je do fronty 1

Server - abstraktní třída představující uzel v síti

ServerReception - uzel představující recepci

ServerMedic - uzel představující lékaře

ServerRTG - uzel představující RTG

Ovládání

Spuštění:

java -jar VSS.jar (počet kroků) (EXP / GAUSS)

nebo

vss.bat (počet kroků) (EXP / GAUSS)

Spustí standardní simulaci s 10 000 kroky a exponenciálním rozdělením:

java -jar VSS.jar 10000 EXP

Spustí standardní simulaci s 10 000 kroky a Gaussovo rozdělením:

java -jar VSS.jar 10 000 GAUSS

Simulace

Konfigurace prostředí

System

- OS: Microsoft Windows 10 Home 10.0.17134 Build 17134
- System: Gigabyte Technology Co., Ltd. B85M-HD3 x64-based PC
- BIOS mode: UEFI
- BaseBoard: Gigabyte Technology Co., Ltd.
- CPU: Intel(R) Core(TM) i5-4440 CPU @ 3.10GHz, 3101 Mhz, 4 Core(s), 4 Logical Processor(s)
- GPU: ASUS GeForce CERBERUS-GTX1050TI-O4G, 4GB GDDR5
- RAM: 8.00 GB
- Disk: HDD 1TBST1000LM024

JVM

- jdk 1.8.0_131
- jre 1.8.0_191

Uskutečněné simulace

Exponenciální rozdělení

Simulation interrupted at time 1353.1286271363192
Generated 1285

Ts1 0.33542605426242733
Ts2 0.43856071655711854
Ts3 0.5307792027190515
Ts4 0.4834132757924195
Ts5 0.6497751245387707

Tq1 0.5080043008988189
Tq2 0.7293502472833608
Tq3 0.9518434681514572
Tq4 0.8874110380930011
Tq5 1.8613794968767197

ro1 0.3217602596687717
ro2 0.3505264981175436
ro3 0.4038327360531306
ro4 0.3882356039890624
ro5 0.6179605027324504

Lq1 0.4871798520109341
Lq2 0.5821904418375881
Lq3 0.7237240281179357
Lq4 0.7124779273422813
Lq5 1.768561847816118

Lw1 0.1654195923421624
Lw2 0.23166394372004445
Lw3 0.3198912920648051
Lw4 0.3242423233532189
Lw5 1.1506013450836676

Lq 4.274134097124858

Tq 2.2274646121151505

Gaussovske rozdělení (koeficientu variace = 0.05)

Simulation interrupted at time 1181.8463727253704
Generated 1190

Ts1 0.3316261811085789
Ts2 0.43276726123387477
Ts3 0.5528632530526153
Ts4 0.49736567834660445
Ts5 0.663326379641129

Tq1 0.3357836439599966
Tq2 0.5167996715984836
Tq3 0.7400947666749552
Tq4 0.6526351440129325
Tq5 1.5527178629119551

ro1 0.33812309066391333
ro2 0.35744262000461047
ro3 0.4666927886397531
ro4 0.42708393682074497
ro5 0.6780063765588539

Lq1 0.342358484864569
Lq2 0.42669660223445505
Lq3 0.6244819834720869
Lq4 0.5603019606004247
Lq5 1.5848219848091354

Lw1 0.004235394200655658
Lw2 0.06925398222984455
Lw3 0.1577891948323339
Lw4 0.13321802377967978
Lw5 0.9068156082502816

Lq 3.5386610159806713

Tq 1.121612457608983

Gaussovské rozdělení (koeficientu variace = 0.2)

Simulation interrupted at time 1172.147795873239

Generated 1200

Ts1 0.3259512534762132

Ts2 0.4263330784696716

Ts3 0.543627090519446

Ts4 0.48978950023650925

Ts5 0.6540380670566747

Tq1 0.32967878242693754

Tq2 0.5222646536120302

Tq3 0.7144191726264223

Tq4 0.6293148270570572

Tq5 1.3810290849722628

ro1 0.3375924789472119

ro2 0.36071876897621125

ro3 0.4531240098069335

ro4 0.4160816922543236

ro5 0.6449649621141941

Lq1 0.341453101440477

Lq2 0.44182474494680335

Lq3 0.5954813685000869

Lq4 0.5345204255567395

Lq5 1.3613205519542575

Lw1 0.0038606224932651494

Lw2 0.0811059759705921

Lw3 0.14235735869315344

Lw4 0.11843873330241593

Lw5 0.7163555898400634

Lq 3.2746001923983643

Tq 0.9696241349278553

Gaussovské rozdělení (koeficientu variace = 0.7)

Simulation interrupted at time 1108.372976359922

Generated 1206

Ts1 0.3074963348924782

Ts2 0.40604082326626956

Ts3 0.515544560704225

Ts4 0.47349825529955997
Ts5 0.6140459569559495

Tq1 0.31122587956398506
Tq2 0.5039992606032535
Tq3 0.7319130963384568
Tq4 0.6207441090817784
Tq5 1.2399846341449434

ro1 0.3386658212473831
ro2 0.3538102518316388
ro3 0.4745819986462336
ro4 0.43557419945133163
ro5 0.6675172443265716

Lq1 0.3427709777211375
Lq2 0.4390973294186809
Lq3 0.6736990026277976
Lq4 0.5708141253132759
Lq5 1.3468952558072815

Lw1 0.004105156473754415
Lw2 0.08528707758704213
Lw3 0.19911700398156393
Lw4 0.13523992586194422
Lw5 0.67937801148071

Lq 3.3732766908881735

Tq 0.9611970227574451

Porovnání výsledků

	Exp	Gauss 0.05	Gauss 0.2	Gauss 0.7
Time	1353.12	1181.84	1172.14	1108.37
Ts5	0.6497	0.6633	0.6540	0.6140
Tq5	1.8613	1.5527	1.3810	1.2399
ro5	0.6179	0.6780	0.6449	0.6675
Lq5	1.7685	1.5848	1.3613	1.3468
Lw5	1.1506	0.9068	0.7163	0.6793
Lq	4.2741	3.5386	3.2746	3.3732
Tq	2.2274	1.1216	0.9696	0.9611

Závěr

Vzhledem ke zvoleným parametrům sítě jsou výsledky simulací podobné. Z tabulky lze vidět, že simulace s Gaussovo pravděpodobnostním rozdělením vycházejí jen o trochu lépe než simulace s exponenciálním pravděpodobnostním rozdělením. Pokud by se zvolili výrazně odlišné parametry sítě, výsledky by byly odlišné.