



Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматики та управління в технічних системах

Лабораторна робота №7
Моделювання системи масового обслуговування виду
 $M/M/c:FIFO/N/\infty$

Виконала

студентка групи IT-91:

Луцай Катерина

Перевірив:

Нестерук А..

Київ 2022

Мета: Ознайомлення з методикою вирішення задач моделювання систем масового обслуговування виду $M/M/c:FIFO/N/\infty$

Варіант 15:

$$\lambda = 1/17.5 = 0.057$$

$$\mu = 1/7.5 = 0.133$$

$$c = 3$$

$$N = 5$$

1. Аналітичні розрахунки

Виконайте аналітичні розрахунки основних параметрів СМО виду $M/M/3:FIFO/5/\infty$ згідно обраного варіанту за наведеними вище формулами: коефіцієнт використання пристрою, середній час перебування вимог в пристрої обслуговування, середня довжина черги, середній час перебування в черзі, середня кількість вимог в системі, середній час перебування вимог в системі.

$M/M/c:GD/N/\infty, c \leq N$

$U = \frac{\lambda_{\text{эф}}}{c\mu}$ $\lambda_{\text{эф}} = \lambda(1 - p_N)$

$\lambda_n = \begin{cases} \lambda, & 0 \leq n \leq N \\ 0, & n > N \end{cases}$ $\mu_n = \begin{cases} n\mu, & 0 \leq n \leq c \\ c\mu, & c \leq n \leq N \end{cases}$

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ $p_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} p_0, & 0 \leq n \leq c \\ \frac{\rho^n}{c!c^{n-c}} p_0, & c \leq n \leq N \end{cases}$

$p_0 = \begin{cases} \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c \left(1 - \left(\frac{\rho}{c} \right)^{N-c+1} \right)}{c! \left(1 - \frac{\rho}{c} \right)} \right]^{-1}, & \frac{\rho}{c} \neq 1 \\ \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c!} (N - c + 1) \right]^{-1}, & \frac{\rho}{c} = 1 \end{cases}$

$L_q = \begin{cases} \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} \left\{ 1 - \left(\frac{\rho}{c} \right)^{N-c+1} - (N-c+1) \left(1 - \frac{\rho}{c} \right) \left(\frac{\rho}{c} \right)^{N-c} \right\} p_0, & \frac{\rho}{c} \neq 1 \\ \frac{\rho^c (N-c)(N-c+1)}{2c!} p_0, & \frac{\rho}{c} = 1 \end{cases}$

$L_s = L_q + \frac{\lambda_{\text{эф}}}{\mu} = L_q + \frac{\lambda(1 - p_N)}{\mu}$

$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$ $W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$

2. Моделювання систем масового обслуговування виду в GPSS.

Використовуючи загально цільову систему моделювання GPSS побудуйте модель системи масового обслуговування типу $M/M/3:FIFO/5/\infty$. Визначте основні характеристики системи: коефіцієнт використання пристрою, середній час перебування вимог в пристрої обслуговування, середня довжина черги, середній час перебування в черзі, середня кількість вимог в системі, середній час перебування вимог в системі. Лістинг GPSS симуляції:

```
SystemTotal Storage 10
SystemLoad Storage 5
Utility1 Storage 3
GENERATE (Poisson(1, 17.5))
ENTER SystemTotal
TRANSFER BOTH,,Lost
ENTER SystemLoad
QUEUE Queue1
ENTER Utility1
DEPART Queue1
SEIZE Server1
LEAVE SystemLoad
ADVANCE (Poisson(1, 7.5))
RELEASE Server1
LEAVE Utility1
LEAVE SystemTotal
TERMINATE 1
Lost TERMINATE 1
START 10000
```

Звіт симуляції:

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	10000	0	0
	2	ENTER	10000	0	0
	3	TRANSFER	10000	0	0
	4	ENTER	10000	0	0
	5	QUEUE	10000	0	0
	6	ENTER	10000	0	0
	7	DEPART	10000	0	0
	8	SEIZE	10000	0	0
	9	LEAVE	10000	0	0
	10	ADVANCE	10000	0	0
	11	RELEASE	10000	0	0
	12	LEAVE	10000	0	0
	13	LEAVE	10000	0	0
	14	TERMINATE	10000	0	0
LOST	15	TERMINATE	0	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVER1	10000	0.427	7.468	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QUEUE1	1	0	10000	10000	0.000	0.000	0

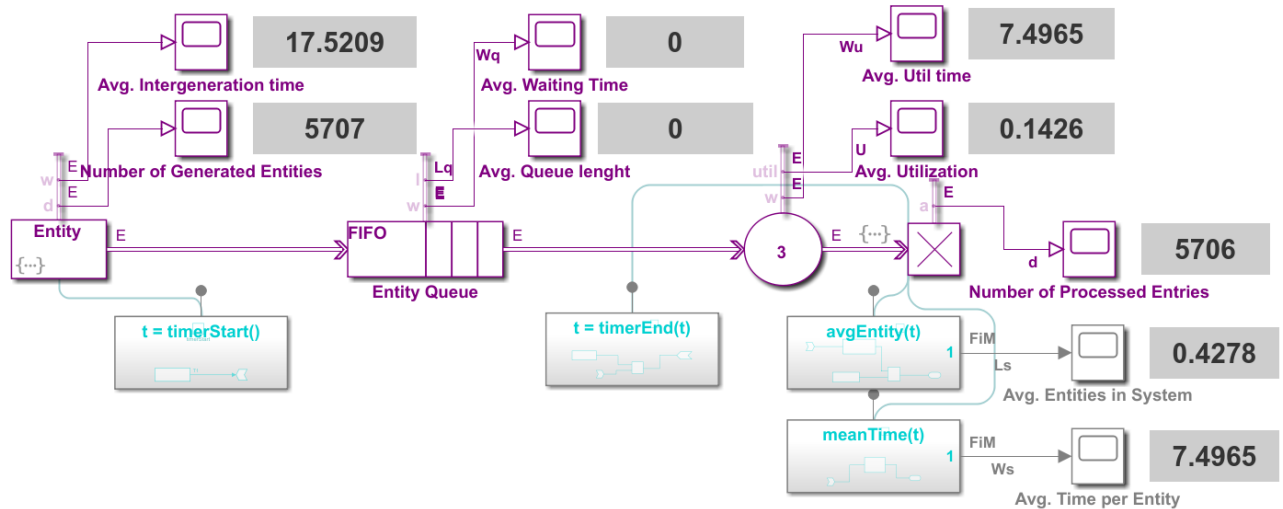
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
SYSTEMTOTAL	10	10	0	2	10000	1	0.429	0.043	0	0
SYSTEMLOAD	5	5	0	1	10000	1	0.002	0.000	0	0
UTILITY1	3	3	0	2	10000	1	0.429	0.143	0	0

3. Моделювання систем масового обслуговування виду в Matlab /Simulink / SimEvents.

Використовуючи пакет візуального блочного імітаційного моделювання Simulink матричної системи Matlab побудуйте модель системи масового обслуговування типу $M/M/3:FIFO/5/\infty$. Визначте основні характеристики системи: коефіцієнт використання пристрою, середній час перебування вимог в пристрої обслуговування, середня довжина черги, середній час перебування в черзі, середня кількість вимог в системі, середній час перебування вимог в системі.

Симуляція Matlab:

M/M/3:FIFO/5/∞ System



Entity Generator

Generate entities using intergeneration times from dialog or upon arrival of events. Optionally, specify entity types as anonymous, structured, or bus.

Entity generation	Entity type	Event actions	Statistics
Generation method:	Time-based		
Time source:	MATLAB action		
Intergeneration time action:	<pre>1 dt = poissrnd(17.5, 1);</pre>		

Queue

Store messages or entities in a queue. The block can queue items based on arrival order or priority. The item at the head of the queue departs when the downstream block is ready to accept it. You can specify the queue capacity.

Main	Event actions	Statistics
<input type="checkbox"/> Overwrite the oldest element if queue is full		
Capacity:	5	
Queue type:	FIFO	
Entity arrival source:	Input port	

Entity Server

Serve multiple entities independently for a period of time and then attempt to output each entity through the output port. If the output port is blocked, the pending entity stays in this block until the port becomes unblocked. You can specify the service time, which is the duration of service, via a parameter, attribute, or signal.

When the block permits preemption, an entity in the server can depart early through a second port.

Main	Event actions	Preemption	Statistics
Capacity:	3		
Service time source:	MATLAB action		
Service time action:	<pre>1 dt = poissrnd(7.5, 1);</pre>		

Entity Terminator

Accept and destroy entities.

Event actions	Statistics
Event actions	Entry action: Called after entity has entered this block. To access attribute use: entity.Attribute1
Entry*	<pre>1 elapsedTime = timerEnd(entity.Timer); 2 meanTime(elapsedTime); 3 avgEntity(elapsedTime);</pre>
Entity structure	entity Attribut Timer Service.. entitySys id

Порівняння даних:

Характеристики СМО	Аналітичні розрахунки	GPSS	Matlab
Коефіцієнт використання пристрою, U	0.1429	0.143	0.1426
Середній час перебування вимог у пристрої обслуговування, W_u	7.5	7.468	7.4965
Середня довжина черги, L_q	0.0014	0	0
Середній час перебування у черзі, W_q	0.0252	0	0
Середня кількість вимог у системі, L_s	0.4299	0.429	0.4278
Середній час перебування вимог у системі, W_s	7.5252	7.468	7.4965

Висновки: було використано GPSS та Matlab для симуляції системи масового обслуговування виду $M/M/3:FIFO/5/\infty$..