



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 №9
Моделювання системи масового обслуговування виду
M/M/c:FIFO/N/N

Виконала

студентка групи IT-91:

Луцай Катерина

Перевірів:

Нестерук А..

Київ 2022

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

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/5/5 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/N

$$\lambda_n = \begin{cases} (N-c)\lambda, & 0 \leq n \leq N \\ 0, & n > N \end{cases} \quad \mu_n = \begin{cases} n\mu, & 0 \leq n \leq c \\ c\mu, & c \leq n \leq N \\ 0, & n > N \end{cases} \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$p_n = \begin{cases} C_N^n \rho^n p_0, & 0 \leq n \leq c \\ C_N^n \frac{n! \rho^n}{c! c^{n-c}} p_0, & c \leq n \leq N \end{cases} \quad p_0 = \left[\sum_{n=0}^c C_N^n \rho^n + \sum_{n=c+1}^N C_N^n \frac{n! \rho^n}{c! c^{n-c}} \right]^{-1}$$

$$L_S = \sum_{n=0}^N n p_n \quad \lambda_{ef} = \lambda(N - L_S)$$

$$W_S = \frac{L_S}{\lambda_{ef}} \quad W_q = W_S - 1/\mu \quad U = \frac{\lambda_{ef}}{c\mu}$$

$$L_q = \lambda_{ef} W_q = L_S - \frac{\lambda_{ef}}{\mu}$$



$$C_k^N = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$



Institute of
Science and
Technology
Austria

$$\begin{aligned} \lambda &= 9,057 & c &= 3 & \lambda_{2p} &= 9,057 \cdot 5 = 1,5756 \\ \mu &= 0,133 & N &= 5 & &= \boxed{0,195} \\ p &= 0,4286 & & & W_s &= \frac{1,5756}{0,195} = \boxed{8,08} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_0 &= \frac{5!}{5!} \cdot 1 + \frac{5!}{4!} \cdot p + \frac{5!}{3!2!} \cdot p^2 + \frac{5!}{2!3!} \cdot p^3 \\ &= \left(1 + 5p + 10p^2 + 10p^3 + \frac{4}{3}p^4 + \frac{20}{9}p^5 \right) \\ &+ \frac{5!}{4!} \cdot \frac{4!}{3!3} \cdot p^4 + \frac{5!}{5!} \cdot \frac{5!}{3!3^2} \cdot p^5 \\ p_0 &= \boxed{0,1711} & W_g &= 8,08 - \frac{1}{0,133} & U &= \frac{0,195}{3 \cdot 0,133} = \boxed{0,48871} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s &= 1 \cdot \frac{5!}{4!} \cdot p \cdot p_0 + 2 \cdot \frac{5!}{3!2!} \cdot p^2 \cdot p_0 + \\ &+ 3 \cdot \frac{5!}{2!2!} \cdot p^3 \cdot p_0 + 4 \cdot \frac{5!}{4!} \cdot \frac{4!}{3!} \cdot p^4 \cdot p_0 + \\ &+ 5 \cdot \frac{5!}{5!} \cdot \frac{5!}{3!3^2} \cdot p^5 \cdot p_0 = p \cdot \left(5p + 20p^2 + 30p^3 + \frac{80}{3}p^4 + \frac{100}{9}p^5 \right) = \boxed{1,5756} \end{aligned}$$

2. Моделювання систем масового обслуговування виду в GPSS.

Використовуючи загально цільову систему моделювання GPSS побудуйте модель системи масового обслуговування типу M/M/3:FIFO/5/5. 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:

```
SystemLoad Storage 5

Utility1 Storage 3

GENERATE (Poisson(1, 17.5))

TRANSFER ,Process

GENERATE (Poisson(1, 17.5))

TRANSFER ,Process

GENERATE (Poisson(1, 17.5))

TRANSFER ,Process

GENERATE (Poisson(1, 17.5))

TRANSFER ,Process

GENERATE (Poisson(1, 17.5))

TRANSFER BOTH, ,Lost

Process ENTER SystemLoad

QUEUE Queue1

ENTER Utility1

DEPART Queue1

SEIZE Server1

LEAVE SystemLoad

ADVANCE (Poisson(1, 7.5))
```


RELEASE Server1

LEAVE Utility1

TERMINATE 1

Lost TERMINATE 1

START 10000

Звіт симуляції:

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	3003	0	0
	2	TRANSFER	3003	1257	0
	3	GENERATE	3021	0	0
	4	TRANSFER	3021	1258	0
	5	GENERATE	3009	0	0
	6	TRANSFER	3009	1252	0
	7	GENERATE	3007	0	0
	8	TRANSFER	3007	1254	0
	9	GENERATE	2986	0	0
	10	TRANSFER	2986	0	0
PROCESS	11	ENTER	7022	0	0
	12	QUEUE	7022	2	0
	13	ENTER	7020	1	0
	14	DEPART	7019	1	0
	15	SEIZE	7018	1	0
	16	LEAVE	7017	0	0
	17	ADVANCE	7017	0	0
	18	RELEASE	7017	0	0
	19	LEAVE	7017	0	0
	20	TERMINATE	7017	0	0
LOST	21	TERMINATE	2983	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVER1	7018	1.000	7.496	1	8742	0	0	0	1

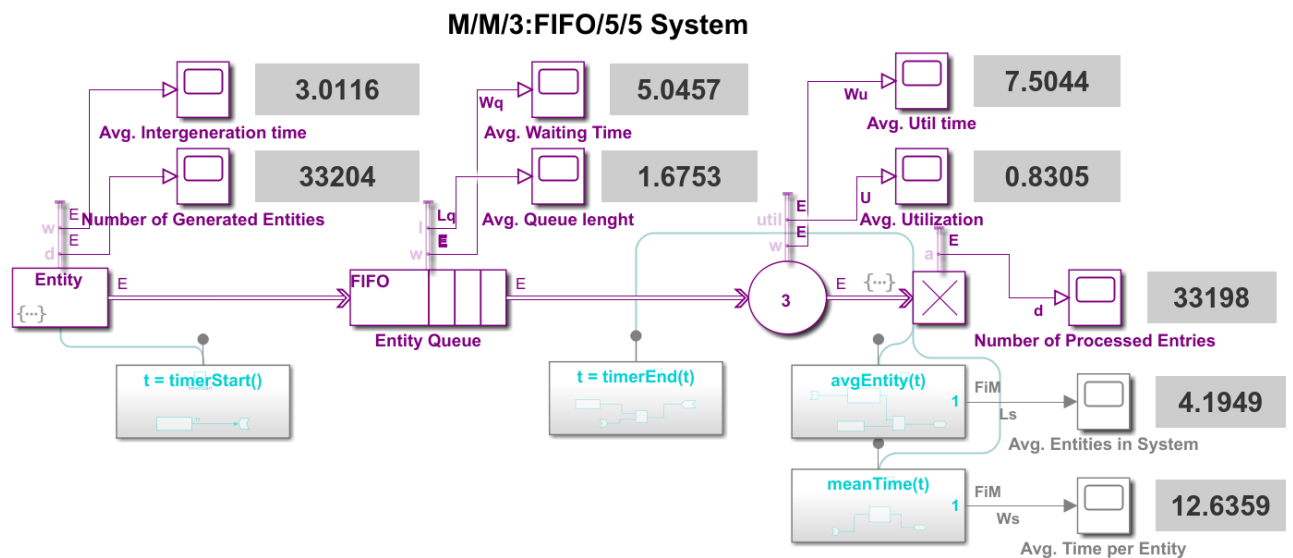
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
QUEUE1	3	3	7022	5	2.998	22.463	22.479	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
SYSTEMLOAD	5	0	0	5	7022	1	4.997	0.999	0	5021
UTILITY1	3	0	0	3	7020	1	2.999	1.000	0	2

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/5/5. 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:



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:

```

1  T = poissrnd(17.5, 1);
2  N = 5;
3
4  persistent nr;
5  if isempty(nr)
6      nr = 1;
7  end
8
9  if nr <= N
10     dt = 0;
11     nr = nr + 1;
12 else
13     dt = T;
14     nr = 1;
15 end

```

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

☐ 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:

1 `dt = poissrnd(7.5, 1);`

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

1 `elapsedTime = timerEnd(entity.Timer);`
2 `meanTime(elapsedTime);`
3 `avgEntity(elapsedTime);`

Entity structure

- entity
 - Attribut
 - Timer
 - Service..
- entitySys
 - id

Порівняння даних:

Характеристики СМО	Аналітичні розрахунки	GPSS	Matlab
Коефіцієнт використання пристрою, U	0.4887	1	0.8305
Середній час перебування вимог у пристрої обслуговування, W_u	7.5	7.496	7.5044
Середня довжина черги, L_q	0.1131	2.998	5.0457
Середній час перебування у черзі, W_q	0.58	22.463	1.6753
Середня кількість вимог у системі, L_s	1.5756	4.997	4.1949
Середній час перебування вимог у системі, W_s	8.08	29.959	12.6359

Висновки: було використано GPSS та Matlab для симуляції системи масового обслуговування виду М/М/3:FIFO/5/5.