



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени
Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

Отчёт по лабораторной работе №6 по курсу «Моделирование»

Тема Моделирование простейшей СМО (GPSS)

Студент Калашков П. А.

Группа ИУ7-76Б

Оценка (баллы)

Преподаватели Рудаков И. В.

Целью данной работы является разработка программы с графическим интерфейсом для моделирования системы массового обслуживания (СМО) при помощи языка моделирования GPSS и определения максимальной длины очереди, при которой не будет потери сообщений. Рассматриваемая СМО состоит из генератора сообщений, очереди ожидающих обработки сообщений и обслуживающего аппарата (ОА). Генерация сообщений происходит по равномерному закону распределения, время обработки сообщений — согласно закону распределения Эрланга. Необходимо предоставить возможности ручного задания необходимых параметров, а также возможности возврата обработанного сообщения в очередь обработки с заданной вероятностью.

Принципы работы управляющей программы модели

Событийный принцип

Характерным свойством, отличающим событийный принцип, является изменение состояний свойств в дискретные моменты времени, совпадающие с моментами поступления сигналов окончания или аварийных сигналов. Состояния всех блоков программной (имитационной) модели анализируются лишь в момент появления события. Момент наступления нового события определяется минимальным значением из списка будущих событий, представляющих собой совокупность ближайшего изменения состояния каждого блока системы.

Используемые законы распределения

Закон появления сообщений

Согласно заданию лабораторной работы для генерации сообщений используется равномерный закон распределения. Случайная величина имеет равномерное распределение на отрезке $[a, b]$, если её функция плотности $p(x)$ имеет вид:

$$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & \text{если } x \in [a, b], \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (1)$$

Функция распределения $F(x)$ равномерной случайной величины имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{если } a < x < b, \\ 1, & \text{если } x > b. \end{cases} \quad (2)$$

Интервал времени между появлением i -ого и $(i-1)$ -ого сообщения по равномерному закону распределения вычисляется следующим образом:

$$T_i = a + (b - a) \cdot R, \quad (3)$$

где R — псевдослучайное число от 0 до 1.

Закон обработки сообщений

Для моделирования работы генератора сообщений в лабораторной работе используется распределение Эрланга. Случайная величина имеет распределение Эрланга, если её функция плотности $p(x)$ имеет вид:

$$p(x) = \frac{\lambda^k x^{k-1} e^{-\lambda x}}{(k-1)!} \quad (4)$$

В распределении Эрланга целочисленный положительный параметр k — параметр формы (т. е. он влияет на форму распределения, а не просто сдвигает его, как параметр местоположения, или растягивает его или сжимает, как параметр масштаба), а параметр λ — параметр скорости (т. е. он обратен параметру масштаба, отвечающему за растягивание или сжатие графика распределения).

Функция распределения $F(x)$ нормальной случайной величины имеет вид:

$$F(x) = 1 - \sum_{i=0}^k \frac{1}{i!} e^{-\lambda x} (\lambda x)^i$$

Интервал времени между появлением i -ого и $(i - 1)$ -ого сообщения по равномерному закону распределения вычисляется следующим образом:

$$T_i = -\frac{1}{k\lambda} \sum_{j=1}^k \ln(1 - R_j), \quad (5)$$

где R_j — псевдослучайное число от 0 до 1.

Результаты работы

Детали реализации

В листинге 1 представлена реализация программы на языке GPSS

Листинг 1 – Реализация программы на языке GPSS

```
1 lambda FVARIABLE 5/100
2 k FVARIABLE 3
3 a FVARIABLE 1
4 b FVARIABLE 10
5 ret FVARIABLE 0
6 time FVARIABLE 1000
7
8 GENERATE ((v$a+v$b)/2),((v$b-v$a)/2)
9 entered_queue QUEUE que
10 SEIZE server
11 DEPART que
12 ADVANCE (GAMMA(1,0,v$lambda,v$k))
13 RELEASE server
14 TRANSFER (v$ret),ex,entered_queue
15 ex TERMINATE 0
16
17
18 GENERATE v$time
19 TERMINATE 1
20 START 1
```

Пример работы

На рисунках 1 и 2 представлены примеры работы разработанной программы для описанной СМО без возврата обработанных сообщений и с возвратом.

GPSS World Simulation Report - lab06.11.1

Sunday, December 24, 2023 17:16:52

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	1000.000	10	1	0

NAME	VALUE
A	10002.000
B	10003.000
ENTERED_QUEUE	2.000
EX	8.000
K	10001.000
LAMBDA	10000.000
QUE	10006.000
RET	10004.000
SERVER	10007.000
TIME	10005.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
ENTERED_QUEUE	1	GENERATE	178	0	0
	2	QUEUE	383	0	0
	3	SEIZE	383	0	0
	4	DEPART	383	0	0
	5	ADVANCE	383	0	0
	6	RELEASE	383	0	0
EX	7	TRANSFER	383	0	0
	8	TERMINATE	178	0	0
	9	GENERATE	1	0	0
	10	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVER	383	0.055	0.144	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QUE	1	0	383	383	0.000	0.000	0.000 0

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
180	0		1005.588	180	0	1		
181	0		2000.000	181	0	9		

Рисунок 1 – Пример работы программы, введённые вручную значения равны единице

GPSS World Simulation Report - lab06.15.1

Sunday, December 24, 2023 17:19:59

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	1000.000	10	1	0

NAME	VALUE
A	10002.000
B	10003.000
ENTERED_QUEUE	2.000
EX	8.000
K	10001.000
LAMBDA	10000.000
QUE	10006.000
RET	10004.000
SERVER	10007.000
TIME	10005.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
ENTERED_QUEUE	1	GENERATE	188	0	0
	2	QUEUE	188	67	0
	3	SEIZE	121	0	0
	4	DEPART	121	0	0
	5	ADVANCE	121	1	0
	6	RELEASE	120	0	0
EX	7	TRANSFER	120	0	0
	8	TERMINATE	120	0	0
	9	GENERATE	1	0	0
	10	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVER	121	0.991	8.194	1	122	0	0	0	67

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QUE	67	67	188	1	37.143	197.568	198.624	0

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
122	0		1000.169	122	5	6		
190	0		1003.908	190	0	1		
191	0		2000.000	191	0	9		

Рисунок 2 – Пример работы программы, введённые вручную значения отличаются друг от друга на константу

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы была реализована программа на языке моделирования GPSS для моделирования системы массового обслуживания (СМО) и определения максимальной длины очереди, при которой не будет потери сообщений.