



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»

Отчет по лабораторной работе №6 по курсу «Моделирование»

Тема Моделирование работы простейшей системы массового обслуживания (GPSS)

Студент Волков Г.В.

Группа ИУ7-71Б

Преподаватели Рудаков И.В.

Задание

С помощью языка моделирования GPSS разработать программу, которая предоставляет возможность моделирования работы системы, состоящей из генератора сообщений (выдает сообщения по равномерному закону), буферной памяти (работающей по принципу FIFO), обслуживающего аппарата (обрабатывает сообщения по закону Пуассона — из ЛР1). С определенной вероятностью часть обработанных сообщений снова поступает в очередь. Найти минимальный объем очереди (размер буферной памяти), при котором сообщения не будут теряться.

Теоретические сведения

Используемые законы распределения

Равномерное распределение

Функция плотности распределения $f(x)$ случайной величины X , имеющей равномерное распределение на отрезке $[a, b]$ ($X \sim R(a, b)$), где $a, b \in R$, имеет следующий вид:

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

Соответствующая функция распределения $F(x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt$ принимает вид:

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

Момент времени t_i может быть вычислен по следующей формуле:

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

где $R \in [0, 1]$ — равномерно распределенная случайная величина в

промежутке $[0, 1]$.

Распределение Пуассона

Дискретная случайная величина X имеет закон распределения Пуассона с параметром λ ($X \sim \Pi(\lambda)$), где $\lambda > 0$, если она принимает значения $0, 1, 2, \dots$ с вероятностями:

$$P(X = k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}, \quad k \in \{0, 1, 2, \dots\} \quad (4)$$

Соответствующая функция распределения принимает вид:

$$F(x) = e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{x-1} \frac{\lambda^k}{k!} \quad (5)$$

Для генерации Пуассоновских переменных можно использовать метод точек, в основе которого лежит генерируемое случайное значение R_i , равномерно распределенное на $[0, 1]$, до тех пор, пока не станет справедливым:

$$\sum_{i=0}^x R_i \geq e^{-\lambda} > \sum_{i=0}^{x+1} R_i \quad (6)$$

Язык GPSS

Язык GPSS — общецелевая система моделирования. Как и любой язык программирования, она содержит словари и грамматику, с помощью которых разрабатываются точные модели системы (системы массового обслуживания).

Результаты работы программы

На рисунках 1–5 представлены результаты работы программы. С увеличением вероятности повторной обработки сообщений максимальный размер очереди (столбец MAX_CONT.) растет. Получены следующие значения максимальной длины очереди в зависимости от заданной вероятности повторной обработки сообщений: 0% – 5, 25% – 11, 50% – 98, 75% – 314, 99% – 496. Равномерный закон распределения задан с параметрами (1,2) и выбран генератор №1. Закон распределения Пуассона задан с параметром равным 1 и выбран генератор №1. Общее число заявок — 500.

GPSS World Simulation Report - lab6.29.1

Tuesday, December 26, 2023 09:58:17

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	743.724	8	1	0

NAME	VALUE
REPEAT_ENTRY	2.000
SERVICE_APP	10001.000
SERVICE_APP_QUEUE	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REPEAT_ENTRY	1	GENERATE	500	0	0
	2	QUEUE	500	0	0
	3	SEIZE	500	0	0
	4	DEPART	500	0	0
	5	ADVANCE	500	0	0
	6	RELEASE	500	0	0
	7	TRANSFER	500	0	0
	8	TERMINATE	500	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVICE_APP	500	0.674	1.002	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
SERVICE_APP_QUEUE	5	0	500	270	0.499	0.742	1.613

Рисунок 1 – Результат работы программы (вероятность повторной обработки сообщений - 0%)

GPSS World Simulation Report - lab6.30.1

Tuesday, December 26, 2023 09:59:05

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	748.433	8	1	0

NAME	VALUE
REPEAT_ENTRY	2.000
SERVICE_APP	10001.000
SERVICE_APP_QUEUE	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REPEAT_ENTRY	1	GENERATE	500	0	0
	2	QUEUE	638	0	0
	3	SEIZE	638	0	0
	4	DEPART	638	0	0
	5	ADVANCE	638	0	0
	6	RELEASE	638	0	0
	7	TRANSFER	638	0	0
	8	TERMINATE	500	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVICE_APP	638	0.879	1.031	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
SERVICE_APP_QUEUE	11	0	638	150	2.082	2.442	3.193

Рисунок 2 – Результат работы программы (вероятность повторной обработки сообщений - 25%)

GPSS World Simulation Report - lab6.31.1

Tuesday, December 26, 2023 09:59:32

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	944.620	8	1	0

NAME	VALUE
REPEAT_ENTRY	2.000
SERVICE_APP	10001.000
SERVICE_APP_QUEUE	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REPEAT_ENTRY	1	GENERATE	500	0	0
	2	QUEUE	1025	0	0
	3	SEIZE	1025	0	0
	4	DEPART	1025	0	0
	5	ADVANCE	1025	0	0
	6	RELEASE	1025	0	0
	7	TRANSFER	1025	0	0
	8	TERMINATE	500	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVICE_APP	1025	0.997	0.919	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
SERVICE_APP_QUEUE	98	0	1025	6	46.187	42.565	42.816

Рисунок 3 – Результат работы программы (вероятность повторной обработки сообщений - 50%)

GPSS World Simulation Report - lab6.33.1

Tuesday, December 26, 2023 10:00:13

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	1971.842	8	1	0

NAME	VALUE
REPEAT_ENTRY	2.000
SERVICE_APP	10001.000
SERVICE_APP_QUEUE	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REPEAT_ENTRY	1	GENERATE	500	0	0
	2	QUEUE	2023	0	0
	3	SEIZE	2023	0	0
	4	DEPART	2023	0	0
	5	ADVANCE	2023	0	0
	6	RELEASE	2023	0	0
	7	TRANSFER	2023	0	0
	8	TERMINATE	500	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVICE_APP	2023	0.999	0.974	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
SERVICE_APP_QUEUE	314	0	2023	16	158.506	154.498	155.730 0

Рисунок 4 – Результат работы программы (вероятность повторной обработки сообщений - 75%)

GPSS World Simulation Report - lab6.35.1

Tuesday, December 26, 2023 10:00:52

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	50737.842	8	1	0

NAME	VALUE
REPEAT_ENTRY	2.000
SERVICE_APP	10001.000
SERVICE_APP_QUEUE	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REPEAT_ENTRY	1	GENERATE	500	0	0
	2	QUEUE	50753	0	0
	3	SEIZE	50753	0	0
	4	DEPART	50753	0	0
	5	ADVANCE	50753	0	0
	6	RELEASE	50753	0	0
	7	TRANSFER	50753	0	0
	8	TERMINATE	500	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVICE_APP	50753	1.000	1.000	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
SERVICE_APP_QUEUE	496	0	50753	104	244.169	244.096	244.597

Рисунок 5 – Результат работы программы (вероятность повторной обработки сообщений - 99%)