



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 №7 по дисциплине «Моделирование»

Тема Моделирование системы на GPSS

Студент Слепокурова М.Ф.

Группа ИУ7-76Б

Оценка (баллы) _____

Преподаватель Рудаков И.В.

Москва — 2023 г.

Постановка задачи

Промоделировать систему, состоящую из источника информации (ИИ), буферной памяти (БП) и обслуживающего аппарата (ОА), используя среду компьютерного моделирования GPSS World. Источник информации генерирует заявки, время появления которых распределено по равномерному закону, а обслуживающий аппарат обрабатывает каждую из них за время, распределенное по закону Эрланга. Определить минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок. Учесть возможность задания вероятности повторного попадания заявок из обслуживающего аппарата в очередь.

Теория

Равномерное распределение

Равномерное распределение описывает случайную величину, принимающую значения, принадлежащие некоторому промежутку конечной длины, при этом плотность вероятности в этом промежутке всюду постоянна.

Функция распределения равномерной непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases}$$

Плотность распределения равномерной непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

В качестве параметров по умолчанию для равномерного распределения использовались значения $a = 1$ и $b = 10$.

Распределение Эрланга

Распределение Эрланга описывает непрерывную случайную величину, принимающую неотрицательные значения и представляющую собой сумму n независимых случайных величин, распределенных по одному и тому же экспоненциальному закону с параметром λ .

Функция распределения Эрланга непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

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

Плотность распределения Эрланга непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{x^{n-1} e^{-x/\lambda} \lambda^n}{(n-1)!}$$

В качестве параметров по умолчанию для распределения Эрланга использовались значения $n = 9$ и $\lambda = 0.5$.

Средства реализации

По условию задача была реализована на языке GPSS.

Листинг кода

```
1 REENTER_PROBABILITY variable 0.3
2
3 UNIFORM_LEFT variable 1
4 UNIFORM_RIGHT variable 10
5
6 ERLANG_RATE variable 0.5
7 ERLANG_SHAPE variable 9
8
9
10 DATASRC      GENERATE (UNIFORM(1,V$UNIFORM_LEFT,V$UNIFORM_RIGHT))
11 BUFMEM       QUEUE BUFFER_MEMORY
12              SEIZE PROCESSOR
13              DEPART BUFFER_MEMORY
14 PROC         ADVANCE (GAMMA(1,0,V$ERLANG_RATE,V$ERLANG_SHAPE))
15              RELEASE PROCESSOR
16              TRANSFER V$REENTER_PROBABILITY,FINISH,BUFMEM
17 FINISH       TERMINATE 1
18              START 10000
```

Демонстрация работы программы

На рисунке 1 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 7 ед.

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.87.1

Saturday, December 17, 2022 23:35:14

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           54861.076    8        1         0

NAME            VALUE
BUFFER_MEMORY   10005.000
BUFMEM          2.000
DATASRC         1.000
ERLANG_RATE     10003.000
ERLANG_SHAPE    10004.000
FINISH          8.000
PROC            5.000
PROCESSOR       10006.000
REENTER_PROBABILITY 10000.000
UNIFORM_LEFT    10001.000
UNIFORM_RIGHT   10002.000

LABEL           LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT  COUNT  RETRY
DATASRC         1    GENERATE        10002        0        0
BUFMEM          2    QUEUE          10002        1        0
                3    SEIZE          10001        1        0
                4    DEPART        10000        0        0
PROC            5    ADVANCE        10000        0        0
                6    RELEASE        10000        0        0
                7    TRANSFER       10000        0        0
FINISH          8    TERMINATE      10000        0        0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND  INTER  RETRY  DELAY
PROCESSOR       10001    0.820   4.496  1    10001    0    0    0    1

QUEUE           MAX CONT.  ENTRY ENTRY(0)  AVE.CONT.  AVE.TIME  AVE.(-0)  RETRY
BUFFER_MEMORY   7    2    10002    3720    0.581    3.187    5.075    0

CEC XN  PRI      M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
10001    0      54858.220  10001    3        4

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
10003    0      54868.249  10003    0        1

```

Рисунок 1 – Пример работы программы — 1

На рисунке 2 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.1. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 20 ед.

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.88.1

Saturday, December 17, 2022 23:35:35

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
      0.000      54834.775      8          1          0

NAME            VALUE
BUFFER_MEMORY    10005.000
BUFMEM           2.000
DATASRC          1.000
ERLANG_RATE      10003.000
ERLANG_SHAPE     10004.000
FINISH           8.000
PROC             5.000
PROCESSOR        10006.000
REENTER_PROBABILITY 10000.000
UNIFORM_LEFT     10001.000
UNIFORM_RIGHT    10002.000

LABEL           LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
DATASRC         1    GENERATE      10004          0          0
BUFMEM          2    QUEUE        11085          3          0
                3    SEIZE        11082          1          0
                4    DEPART      11081          0          0
PROC            5    ADVANCE     11081          0          0
                6    RELEASE     11081          0          0
                7    TRANSFER    11081          0          0
FINISH          8    TERMINATE   10000          0          0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND  INTER  RETRY  DELAY
PROCESSOR       11082    0.912    4.511   1    10001    0    0    0    3

QUEUE          MAX CONT.  ENTRY ENTRY(0)  AVE.CONT.  AVE.TIME  AVE.(-0)  RETRY
BUFFER_MEMORY   20    4  11085   2081    2.083    10.305    12.687   0

CEC XN  PRI      M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
10001   0      54817.518  10001    3      4

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
10005   0      54835.406  10005    0      1

```

Рисунок 2 – Пример работы программы — 2

На рисунке 3 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.3. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 1726 ед.

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.89.1

Saturday, December 17, 2022 23:35:48

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           64151.436    8        1          0

NAME            VALUE
BUFFER_MEMORY    10005.000
BUFMEM           2.000
DATASRC          1.000
ERLANG_RATE      10003.000
ERLANG_SHAPE     10004.000
FINISH           8.000
PROC             5.000
PROCESSOR        10006.000
REENTER_PROBABILITY 10000.000
UNIFORM_LEFT     10001.000
UNIFORM_RIGHT    10002.000

LABEL           LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
DATASRC         1    GENERATE        11725         0          0
BUFMEM          2    QUEUE          15997        1724        0
                3    SEIZE          14273         1          0
                4    DEPART          14272         0          0
PROC            5    ADVANCE        14272         0          0
                6    RELEASE        14272         0          0
                7    TRANSFER       14272         0          0
FINISH          8    TERMINATE      10000         0          0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND  INTER RETRY DELAY
PROCESSOR       14273    1.000   4.494  1    10480    0    0    0    1724

QUEUE           MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME  AVE.(-0) RETRY
BUFFER_MEMORY   1726 1725 15997    3    844.072  3384.913  3385.547  0

CEC XN  PRI      M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
10480   0      57348.026  10480    3        4

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
11726   0      64152.217  11726    0        1

```

Рисунок 3 – Пример работы программы — 3

На рисунке 4 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.5. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 6526 ед.

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.90.1

Saturday, December 17, 2022 23:36:05

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
      0.000      90299.071      8          1          0

NAME            VALUE
BUFFER_MEMORY    10005.000
BUFMEM           2.000
DATASRC          1.000
ERLANG_RATE      10003.000
ERLANG_SHAPE     10004.000
FINISH           8.000
PROC             5.000
PROCESSOR        10006.000
REENTER_PROBABILITY 10000.000
UNIFORM_LEFT     10001.000
UNIFORM_RIGHT    10002.000

LABEL           LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
DATASRC         1    GENERATE      16526         0         0
BUFMEM          2    QUEUE        26610         6525        0
                3    SEIZE        20085         1         0
                4    DEPART        20084         0         0
PROC            5    ADVANCE      20084         0         0
                6    RELEASE      20084         0         0
                7    TRANSFER      20084         0         0
FINISH          8    TERMINATE    10000         0         0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND  INTER RETRY DELAY
PROCESSOR       20085    1.000   4.495  1    7132  0    0    0    6525

QUEUE           MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE. (-0) RETRY
BUFFER_MEMORY   6526 6526  26610      3  3245.721  11014.114  11015.356  0

CEC XN  PRI      M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
  7132   0      39075.093  7132    3        4

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
  16527  0      90304.541  16527    0        1

```

Рисунок 4 – Пример работы программы — 4

На рисунке 5 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.7. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 17381 ед.

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.91.1

Saturday, December 17, 2022 23:36:21

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
      0.000      149502.866      8          1          0

NAME            VALUE
BUFFER_MEMORY    10005.000
BUFMEM           2.000
DATASRC          1.000
ERLANG_RATE      10003.000
ERLANG_SHAPE     10004.000
FINISH           8.000
PROC             5.000
PROCESSOR        10006.000
REENTER_PROBABILITY 10000.000
UNIFORM_LEFT     10001.000
UNIFORM_RIGHT    10002.000

LABEL          LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
DATASRC         1    GENERATE        27380          0          0
BUFMEM          2    QUEUE          50616        17379          0
                3    SEIZE          33237          1          0
                4    DEPART          33236          0          0
PROC            5    ADVANCE          33236          0          0
                6    RELEASE          33236          0          0
                7    TRANSFER          33236          0          0
FINISH          8    TERMINATE        10000          0          0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND  INTER RETRY DELAY
PROCESSOR       33237    1.000    4.498  1      5055  0    0    0    17379

QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME  AVE.(-0) RETRY
BUFFER_MEMORY  17381 17380 50616      3  8694.359 25680.251 25681.773  0

CEC XN  PRI      M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
5055    0      27735.977  5055    3        4

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
27381   0      149505.669  27381    0        1

```

Рисунок 5 – Пример работы программы — 5

На рисунке 6 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.9. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 71330 ед.

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.92.1

Saturday, December 17, 2022 23:36:46

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           447574.658    8        1          0

NAME            VALUE
BUFFER_MEMORY   10005.000
BUFMEM          2.000
DATASRC         1.000
ERLANG_RATE     10003.000
ERLANG_SHAPE    10004.000
FINISH          8.000
PROC            5.000
PROCESSOR       10006.000
REENTER_PROBABILITY 10000.000
UNIFORM_LEFT    10001.000
UNIFORM_RIGHT   10002.000

LABEL          LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
DATASRC        1    GENERATE        81330         0          0
BUFMEM         2    QUEUE         170703        71329       0
               3    SEIZE         99374         1          0
               4    DEPART        99373         0          0
PROC           5    ADVANCE        99373         0          0
               6    RELEASE        99373         0          0
               7    TRANSFER        99373         0          0
FINISH         8    TERMINATE       10000         0          0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND  INTER  RETRY  DELAY
PROCESSOR       99374    1.000   4.504  1    47346    0    0    0    71329

QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0)  AVE.CONT.  AVE.TIME  AVE.(-0)  RETRY
BUFFER_MEMORY   71330 71330 170703    2  35769.793  93786.593  93787.692  0

CEC XN  PRI      M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
47346   0      259842.277  47346    3      4

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
81331   0      447580.690  81331    0      1

```

Рисунок 6 – Пример работы программы — 6