

Лабораторная работа № 11

Модель системы массового обслуживания $M|M|1$

Демидова Е. А.

12 мая 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Введение

Цель работы

Реализовать в CPN Tools модель системы массового обслуживания $M|M|1$.

Задание

- Реализовать в CPN Tools модель системы массового обслуживания $M|M|1$.
- Настроить мониторинг параметров моделируемой системы и нарисовать графики очереди.

Выполнение лабораторной работы

```
▼ Declarations
  ▼ System
    ▼ colset INT = int;
    ▼ colset UNIT = unit timed;
    ▼ colset Server = with server timed;
    ▼ colset JobType = with A|B;
    ▼ colset Job = record jobType : JobType * AT : INT;
    ▼ colset Jobs = list Job;
    ▼ colset ServerxJob = product Server * Job timed;
    ▼ var proctime : INT;
    ▼ var job: Job;
    ▼ var jobs: Jobs;
    ▼ fun expTime (mean: int) =
      let
        val realMean = Real.fromInt mean
        val rv = exponential ((1.0/realMean))
      in
        floor(rv+0.5)
      end;
    ▼ fun intTime() = IntInf.toInt(time());
    ▼ fun newJob() = {jobType = JobType.ran(), AT = intTime()};
```

Рис. 1: Декларации модели СМО

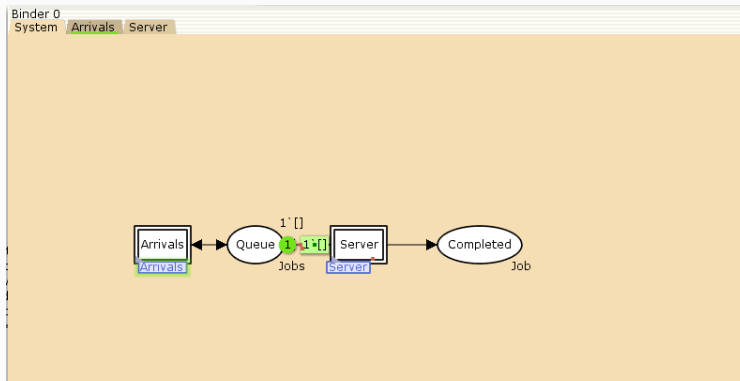


Рис. 2: Граф и параметры сети системы обработки заявок в очереди

Реализация модели системы массового обслуживания M|M|1 в CPN Tools

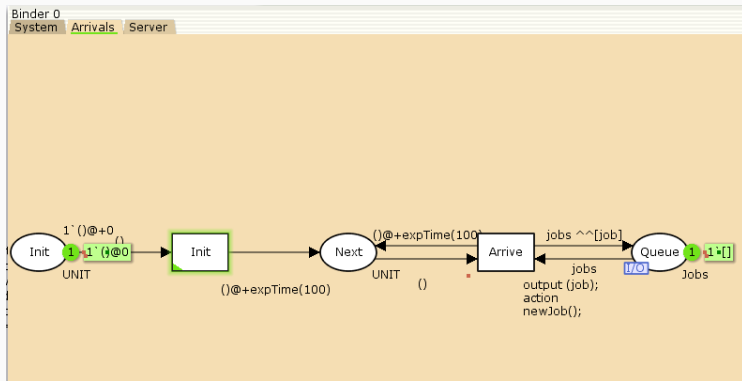


Рис. 3: Граф и параметры генератора заявок системы

Реализация модели системы массового обслуживания M|M|1 в CPN Tools

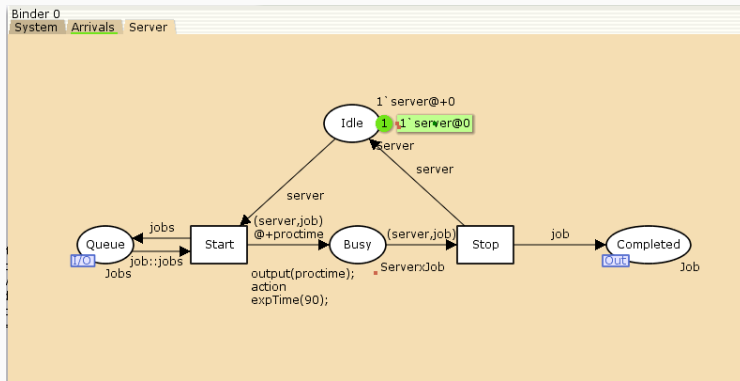


Рис. 4: Граф и параметры процесса обработки заявок на сервере системы


```
▼ Monitors
  ▼ Queue Delay
    ▶ Type: Data collection
    ▶ Nodes ordered by pages
    ▶ Predicate
    ▼ Observer
      fun obs (bindelem) =
      let
        fun obsBindElem (Server'Start (1, {job,jobs,proctime})) = (intTime() - (#AT job))
          | obsBindElem _ = ~1
      in
        obsBindElem bindelem
      end
    ▶ Init function
    ▶ Stop
  ▼ Ostanovka
    Type: Break point
    ▶ Nodes ordered by pages
    ▼ Predicate
      fun pred (bindelem) =
      let
        fun predBindElem (Server'Start (1,
          {job,jobs,proctime})) = Queue_Delay.count() = 200
          | predBindElem _ = false
      in
        predBindElem bindelem
      end
```

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist
# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта
set encoding utf8
set term pdfcairo font "Arial,9"
# задаём выходной файл графика
set out 'qm.pdf'
# задаём стиль линии
set style line 2
plot "Queue_Delay.log" using ($4):($1) with lines
```

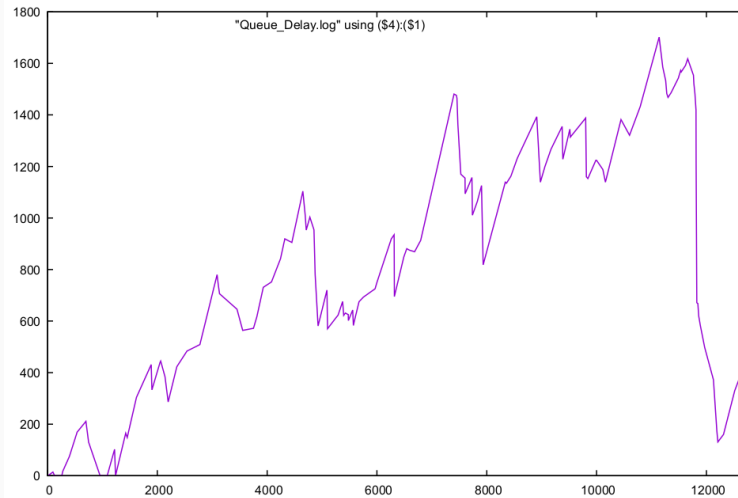
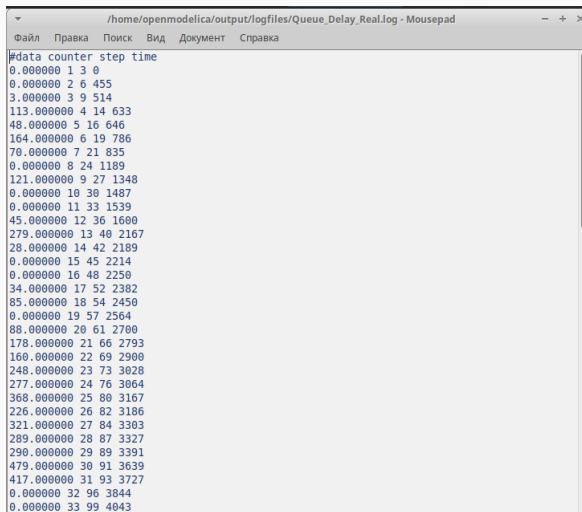


Рис. 6: График изменения задержки в очереди

```
Binder 0
System Arrivals Server fun obs <Queue Delay Real> fun obs <Long Delay Time>
fun obs (bindelem) =
let
  fun obsBindElem (Server'Start (1, {job,jobs,proctime})) = Real.fromInt(intTime()-(#AT job))
    | obsBindElem _ = ~1.0
in
  obsBindElem bindelem
end
```

Рис. 7: Функция Observer монитора Queue Delay Real

Мониторинг параметров моделируемой системы



```
#data counter step time
0.000000 1 3 0
0.000000 2 6 455
3.000000 3 9 514
113.000000 4 14 633
48.000000 5 16 646
164.000000 6 19 786
70.000000 7 21 835
0.000000 8 24 1189
121.000000 9 27 1348
0.000000 10 30 1487
0.000000 11 33 1539
45.000000 12 36 1600
279.000000 13 40 2167
28.000000 14 42 2189
0.000000 15 45 2214
0.000000 16 48 2250
34.000000 17 52 2382
85.000000 18 54 2450
0.000000 19 57 2564
88.000000 20 61 2700
178.000000 21 66 2793
160.000000 22 69 2900
248.000000 23 73 3028
277.000000 24 76 3064
368.000000 25 80 3167
226.000000 26 82 3186
321.000000 27 84 3303
289.000000 28 87 3327
290.000000 29 89 3391
479.000000 30 91 3639
417.000000 31 93 3727
0.000000 32 96 3844
0.000000 33 99 4043
```

Рис. 8: Содержимое Queue_Delay_Real.log

```
Binder 0
System Arrivals Server fun obs <Queue Delay Real> fun obs <Long Delay Time>
fun obs (bindelem) =
if IntInf.toInt(Queue_Delay.last()) >= (!longdelaytime)
then 1
else 0
```

Рис. 9: Функция Observer монитора Long Delay Time

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist
# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта
set encoding utf8
set term pdfcairo font "Arial,9"
# задаём выходной файл графика
set out 'qm.pdf'
# задаём стиль линии
set style line 2
plot [0:] [0:1.2] "Long_Delay_Time.log" using ($4):($1) with lines
```

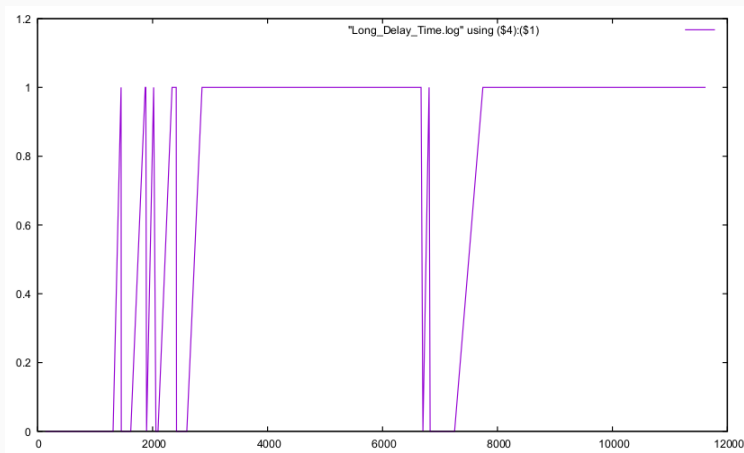


Рис. 10: Периоды времени, когда значения задержки в очереди превышали заданное значение

Выводы

В результате выполнения работы была реализована в CPN Tools модель системы массового обслуживания $M|M|1$.