Лабораторная работа №11

Модель системы массового обслуживания $M|M|1$

Ибатулина Д.Э.

18 апреля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Ибатулина Дарья Эдуардовна
- студентка группы НФИбд-01-22
- Фундаментальная информатика и информационные технологии
- Российский университет дружбы народов
- 1132226434@rudn.ru
- https://deibatulina.github.io

Вводная часть

Модель системы массового обслуживания (СМО) **M|M|1** — одна из базовых моделей теории массового обслуживания, широко применяемая для анализа процессов обслуживания заявок в различных системах (телекоммуникации, вычислительные сети, производственные процессы и др.).

Обозначение **M|M|1** расшифровывается следующим образом: - Первая буква **M** (Markovian) означает, что время между поступлениями заявок в систему подчиняется экспоненциальному распределению (процесс поступления заявок — пуассоновский). - Вторая буква **M** указывает, что время обслуживания каждой заявки также экспоненциально распределено. - Цифра **1** означает, что в системе имеется один обслуживающий канал (один сервер).

Цель работы

Реализовать модель $M|M|1$ в CPN tools.

Задание

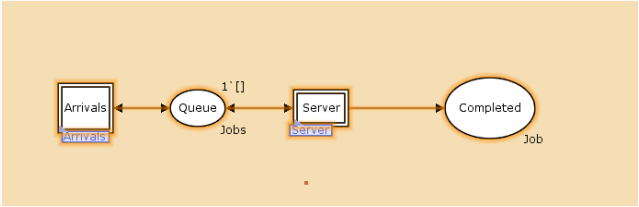
- Реализовать в CPN Tools модель системы массового обслуживания M|M|1;
- Настроить мониторинг параметров моделируемой системы и нарисовать графики очереди.

Выполнение лабораторной работы

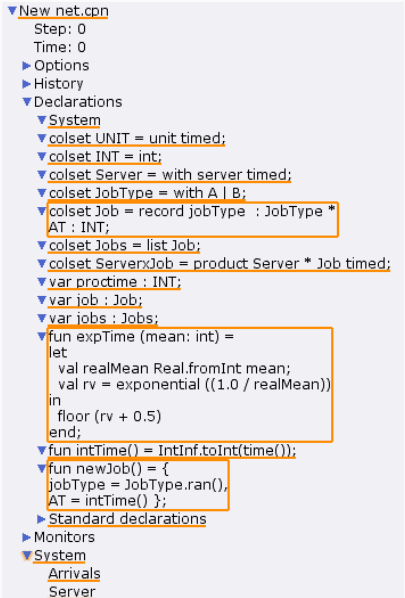
Постановка задачи

В систему поступает поток заявок двух типов, распределённый по пуассоновскому закону. Заявки поступают в очередь сервера на обработку. Дисциплина очереди - FIFO. Если сервер находится в режиме ожидания (нет заявок на сервере), то заявка поступает на обработку сервером.

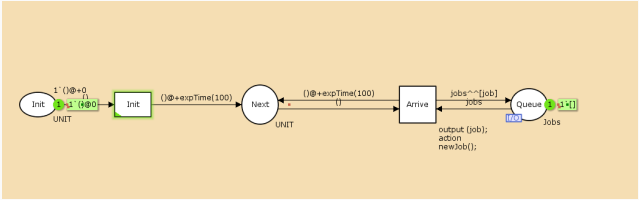
Граф сети системы обработки заявок в очереди



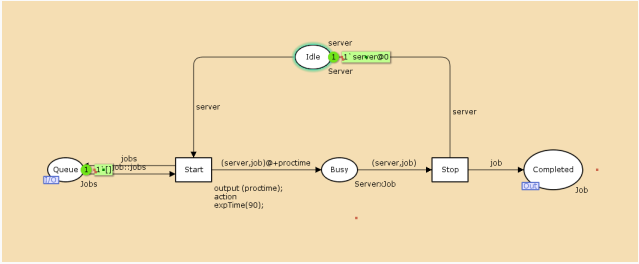
Декларации системы



Граф генератора заявок системы



Граф процесса обработки заявок на сервере системы



Множества цветов системы (colorset) (1/2)

- фишки типа `UNIT` определяют моменты времени;
- фишки типа `INT` определяют моменты поступления заявок в систему.
- фишки типа `JobType` определяют 2 типа заявок — A и B;
- кортеж `Job` имеет 2 поля: jobType определяет тип работы (соответственно имеет тип `JobType`, поле `AT` имеет тип `INT` и используется для хранения времени нахождения заявки в системе);
- фишки `Jobs` — список заявок;
- фишки типа `ServerxJob` — определяют состояние сервера, занятого обработкой заявок.

Множества цветов системы (colorset) (2/2)

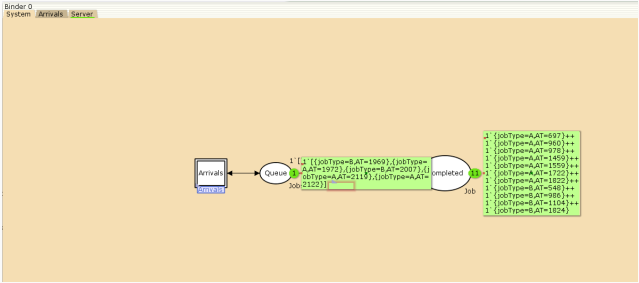
Переменные модели:

- `proctime` — определяет время обработки заявки;
- `job` — определяет тип заявки;
- `jobs` — определяет поступление заявок в очередь.

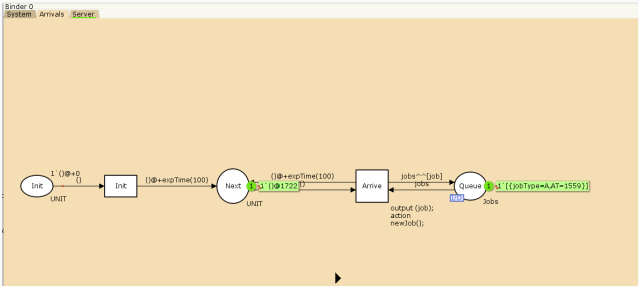
Определим функции системы:

- функция `expTime` описывает генерацию целочисленных значений через интервалы времени, распределённые по экспоненциальному закону;
- функция `intTime` преобразует текущее модельное время в целое число;
- функция `newJob` возвращает значение из набора `Job` — случайный выбор типа заявки (A или B).

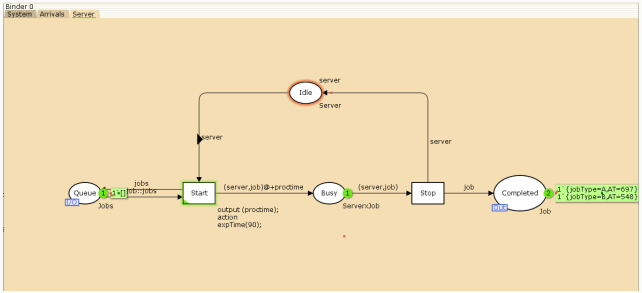
Граф сети системы обработки заявок в очереди



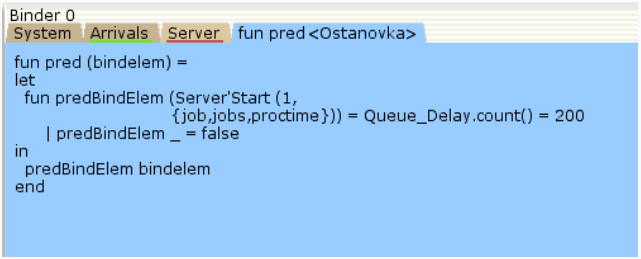
Граф генератора заявок системы



Граф процесса обработки заявок на сервере системы



Функция Predicate монитора Ostanovka



Функция Observer монитора Queue Delay

Binder 0

System | Arrivals | Server | fun obs <Queue Delay>

```
fun obs (bindelem) =
let
  fun obsBindElem (Server'Start (1, {job,jobs,proctime})) =
(intTime() - (#AT job))
      | obsBindElem _ = ~1
in
  obsBindElem bindelem
end
```

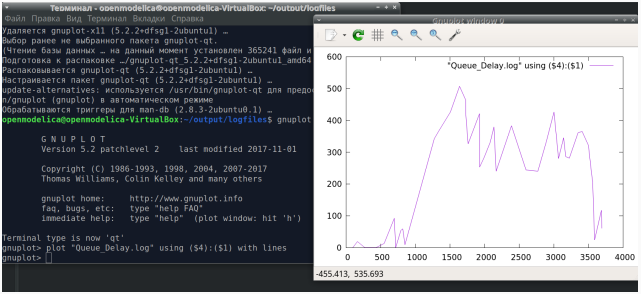
Файл Queue_Delay.log

/home/oem/modelica/outout/logfiles/Queue_Delay.log - Mousepad

Файл Правка Поиск Вид Документ Справка

```
#data counter step time
0 1 3 101
322 2 11 429
215 3 13 433
315 4 18 561
281 5 20 589
442 6 24 778
381 7 26 785
436 8 29 870
458 9 31 923
422 10 33 939
414 11 36 1032
378 12 38 1056
308 13 40 1138
197 14 42 1219
83 15 45 1376
32 16 48 1436
0 17 51 1599
452 18 61 2131
412 19 63 2160
366 20 65 2194
369 21 67 2228
267 22 69 2230
298 23 71 2294
173 24 73 2301
```

График изменения задержки в очереди



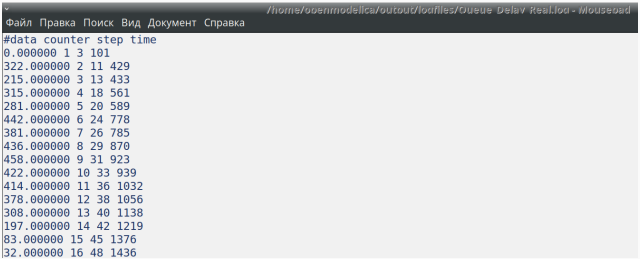
Функция Observer монитора Queue Delay Real

Binder 0

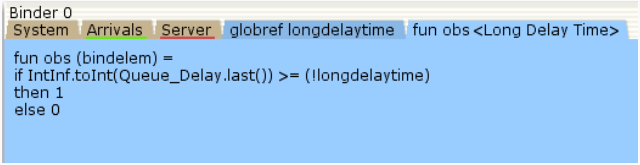
System | Arrivals | Server | fun obs <Queue Delay Real>

```
fun obs (bindelem) =
let
  fun obsBindElem (Server'Start (1, {job,jobs,proctime})) =
Real.fromInt(intTime() - (#AT job))
      | obsBindElem _ = ~1.0
in
  obsBindElem bindelem |
end
```

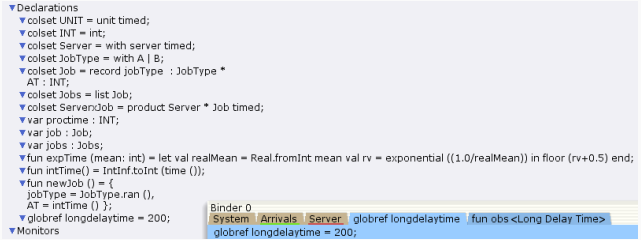
Содержимое Queue_Delay_Real.log



Функция Observer монитора Long Delay Time



Определение longdelaytime в декларациях



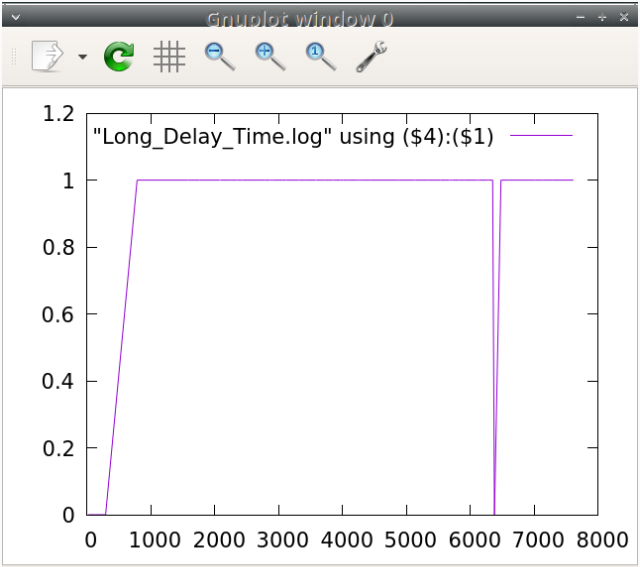
Содержимое Long_Delay_Time.log

/home/oberonmodelica/output/logfiles/Long Delay Time.log - Mousepad

Файл Правка Поиск Вид Документ Справка

```
#data counter step time
1 1 116 3490
0 2 118 3496
0 3 122 3604
1 4 124 3721
1 5 126 3767
0 6 130 3950
0 7 132 3954
0 8 135 4097
1 9 143 4551
1 10 145 4575
0 11 147 4592
1 12 149 4709
1 13 151 4720
1 14 153 4756
0 15 156 4817
0 16 159 4950
```

Периоды времени, когда значения задержки в очереди превышали 200



Заключительная часть

Выводы по работе

В процессе выполнения данной лабораторной работы я реализовала модель системы массового обслуживания $M|M|1$ в CPN Tools.