

# Лабораторная работа №13

Задание для самостоятельной работы

---

Демидович Н. М.

03 мая 2024

РУДН

## Информация

---

- Демидович Никита Михайлович
- Студент группы НКНбд-01-22
- Студ. билет: 1132221550
- РУДН
- 1132221550@rudn.ru
- <https://github.com/nikdem1>



## Цели и задачи

---

1. Используя теоретические методы анализа сетей Петри, провести анализ сети (с помощью построения дерева достижимости).
2. Определить, является ли сеть безопасной, ограниченной, сохраняющей, имеются ли тупики. Промоделировать сеть Петри с помощью CPNTools.
3. Вычислить пространство состояний.
4. Сформировать отчёт о пространстве состояний и проанализировать его. Построить граф пространства состояний.

Множество позиций:

- P1 - состояние оперативной памяти (свободна / занята);
- P2 - состояние внешнего запоминающего устройства В1 (свободно / занято);
- P3 - состояние внешнего запоминающего устройства В2 (свободно / занято);
- P4 - работа на ОП и В1 закончена;
- P5 - работа на ОП и В2 закончена;
- P6 - работа на ОП, В1 и В2 закончена;

Множество переходов:

- T1 - ЦП работает только с RAM и B1;
- T2 - обрабатываются данные из RAM и с B1 переходят на устройство вывода;
- T3 - CPU работает только с RAM и B2;
- T4 - обрабатываются данные из RAM и с B2 переходят на устройство вывода;
- T5 - CPU работает только с RAM и с B1, B2;
- T6 - обрабатываются данные из RAM, B1, B2 и переходят на устройство вывода.

Функционирование сети Петри можно рассматривать как срабатывание переходов, в ходе которого происходит перемещение маркеров по позициям:

- работа CPU с RAM и B1 отображается запуском перехода T1 (удаление маркеров из P1, P2 и появление в P1, P4), что влечет за собой срабатывание перехода T2, т.е. передачу данных с RAM и B1 на устройство вывода;
- работа CPU с RAM и B2 отображается запуском перехода T3 (удаление маркеров из P1 и P3 и появление в P1 и P5), что влечет за собой срабатывание перехода T4, т.е. передачу данных с RAM и B2 на устройство вывода;
- работа CPU с RAM, B1 и B2 отображается запуском перехода T5 (удаление маркеров из P4 и P5 и появление в P6), далее срабатывание перехода T6, и данные из RAM, B1 и B2 передаются на устройство вывода;
- состояние устройств восстанавливается при срабатывании: RAM — переходов T1 или T2;



## Ход выполнения работы

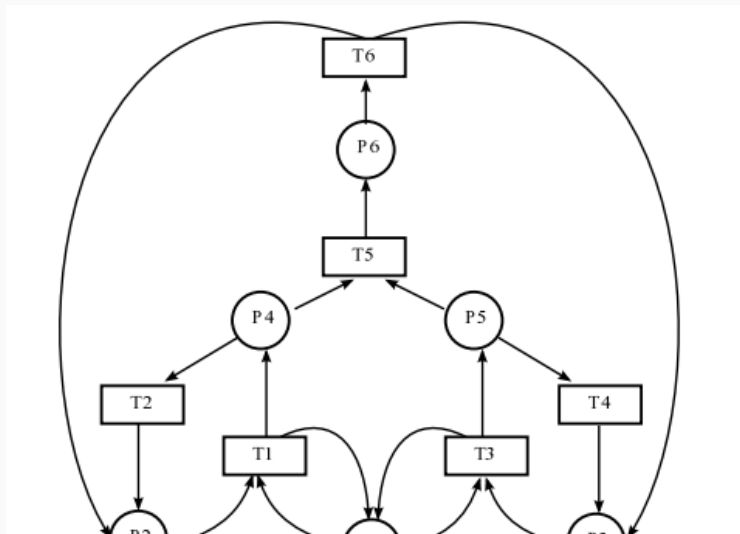
---

Заявка (команды программы, операнды) поступает в оперативную память (ОП), затем передается на прибор (центральный процессор, ЦП) для обработки. После этого заявка может равновероятно обратиться к оперативной памяти или к одному из двух внешних запоминающих устройств (В1 и В2). Прежде чем записать информацию на внешний накопитель, необходимо вторично обратиться к центральному процессору, определяющему состояние накопителя и выдающему необходимую управляющую информацию. Накопители (В1 и В2) могут работать в 3-х режимах:

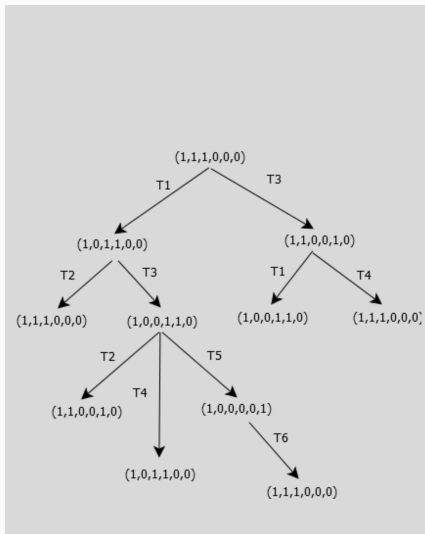
1. В1 — занят, В2 — свободен;
2. В2 — свободен, В1 — занят;
3. В1 — занят, В2 — занят.

## Схема модели (2)

Схема модели представлена ниже:



Мною был проведён анализ сети с помощью метода построения дерева достижимостей:

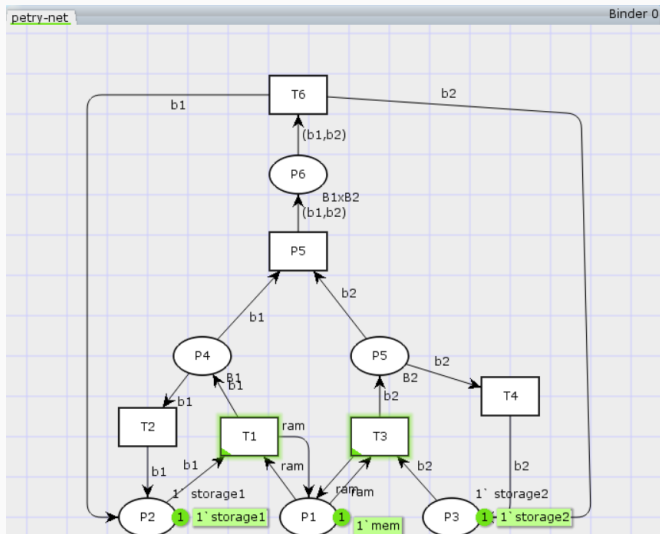


Из него нетрудно видеть, что представленная сеть:

1. безопасна, поскольку в каждой позиции количество фишек не превышает 1;
2. ограничена, так как существует такое целое  $k$ , что число фишек в каждой позиции не может превысить  $k$  (в данном случае  $k=1$ );
3. сеть не имеет тупиков;
4. сеть не является сохраняющей, так как при переходах  $t_5$  и  $t_6$  количество фишек меняется.

## Реализация в CPN Tools (1)

Построенная мною схема в CPN Tools имеет вид:



И имеет декларации:

- ▶ Help
- ▶ Options
- ▼ petry net.cpn
  - Step: 20
  - Time: 0
  - ▶ Options
  - ▶ History
  - ▼ Declarations
    - ▼ Standard declarations
      - ▼ colset RAM = unit with mem;
      - ▼ colset B1 = unit with storage1;
      - ▼ colset B2 = unit with storage2;
      - ▼ colset B1xB2 = product B1\*B2;
      - ▼ var ram:RAM;
      - ▼ var b1:B1;
      - ▼ var b2:B2;

## Пространство состояний в CPN Tools (1)

Пространство состояний данной модели представлено ниже:

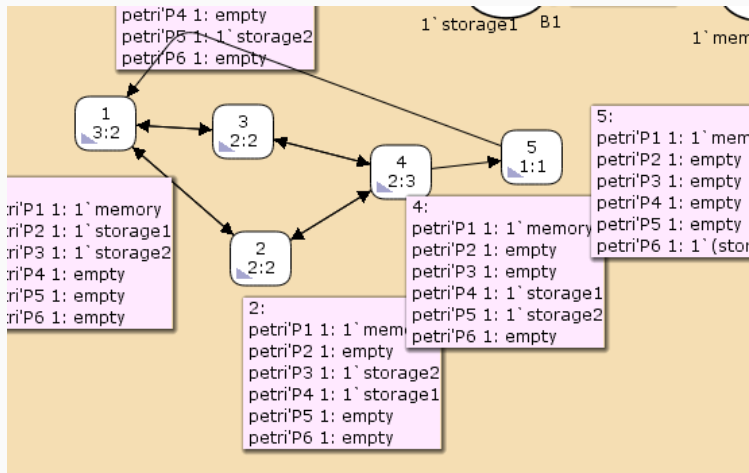


Рис. 5: Пространство состояний работающей схемы модели в CPN Tools



Полученный отчет:

CPN Tools state space report for:

/home/openmodelica/petri\_net.cpn

Report generated: Sat May 1 00:18:22 2025

### Statistics

---

#### State Space

Nodes: 5

Arcs: 10

Secs: 0

Status: Full

Из отчета можно увидеть, что:

есть 5 состояний и 10 переходов между ними, strongly connected components (SCC) graph содержит 1 вершину и 0 переходов. Затем указаны границы значений для каждого элемента: состояние P1 всегда заполнено 1 элементом, а остальные содержат максимум 1 элемент, минимум – 0. Также указаны границы в виде мультимножеств. Маркировка home для всех состояний, так как в любую позицию мы можем попасть из любой другой маркировки. Маркировка dead равная None, так как нет состояний, из которых переходов быть не может. В конце указано, что бесконечно часто могут происходить переходы T1, T2, T3, T4, но не обязательно, также состояние T5 необходимо для того, чтобы система не попадала в тупик, а состояние T6 происходит всегда, если доступно.

## Результаты

---

В процессе выполнения данной лабораторной работы я выполнил самостоятельное задание, создав модели сети Петри.

## Список источников

---

1. Йенсен, К., Кристиансен, Л. М. - Colored Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems. - Springer, 2009. - (Классическая работа по цветным сетям Петри от авторов CPN Tools.).
2. Jensen, K., Kristensen, L. M. - Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems. - Lecture Notes in Computer Science, Vol. 256, Springer, 2009.
3. Kurt Jensen, Søren Christensen, and Lars M. Kristensen. - CPN Tools for Editing, Simulating, and Analysing Coloured Petri Nets. - In Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems (TACAS), 2001. - <https://cpntools.org>.