

Лабораторная работа №13

Задание для самостоятельного выполнения

Клюкин Михаил Александрович

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
3.1	Схема модели	7
3.2	Описание модели	7
3.3	Анализ сети Петри	9
3.4	Реализация модели в CPNTools	11
3.5	Пространство состояний	13
4	Выводы	17
	Список литературы	18

Список иллюстраций

3.1	Сеть для выполнения домашнего задания	9
3.2	Дерево достижимости	10
3.3	Модель задачи в CPNTools	11
3.4	Декларации	12
3.5	Запуск модели	12
3.6	Граф пространства состояний	16

Список таблиц

1 Цель работы

Выполнить задание для самостоятельного выполнения.

2 Задание

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

3 Выполнение лабораторной работы

3.1 Схема модели

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.

3.2 Описание модели

Сеть Петри моделируемой системы представлена на рис. 3.1.

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; B1 — переходов T2 или T6; B2 — переходов T4 или T6.

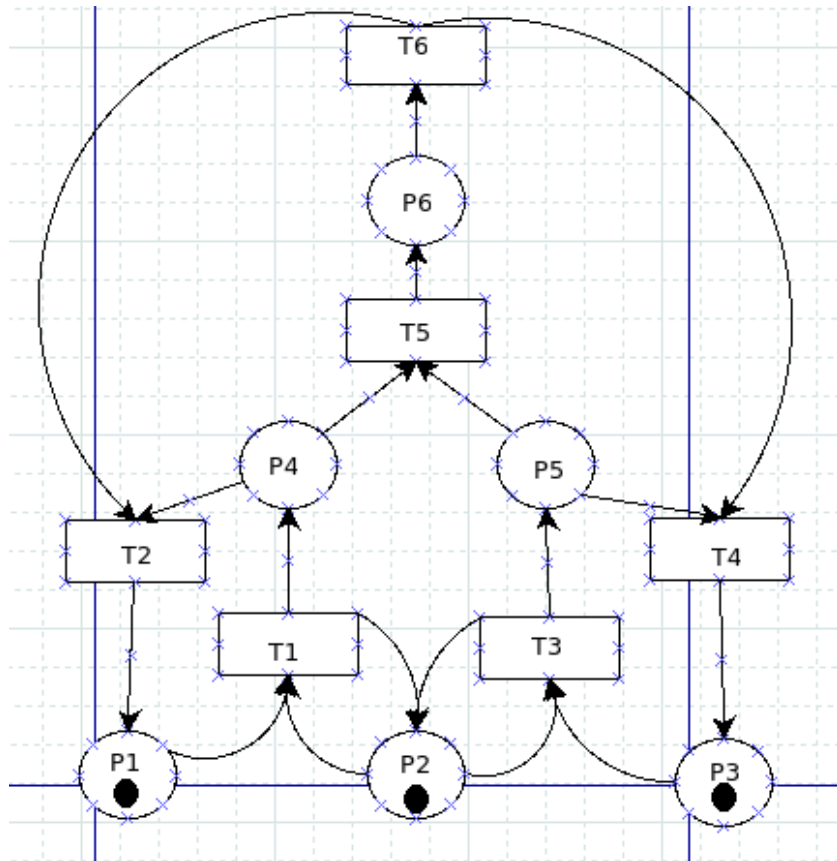


Рис. 3.1: Сеть для выполнения домашнего задания

3.3 Анализ сети Петри

Построим дерево достижимости (рис. 3.2).

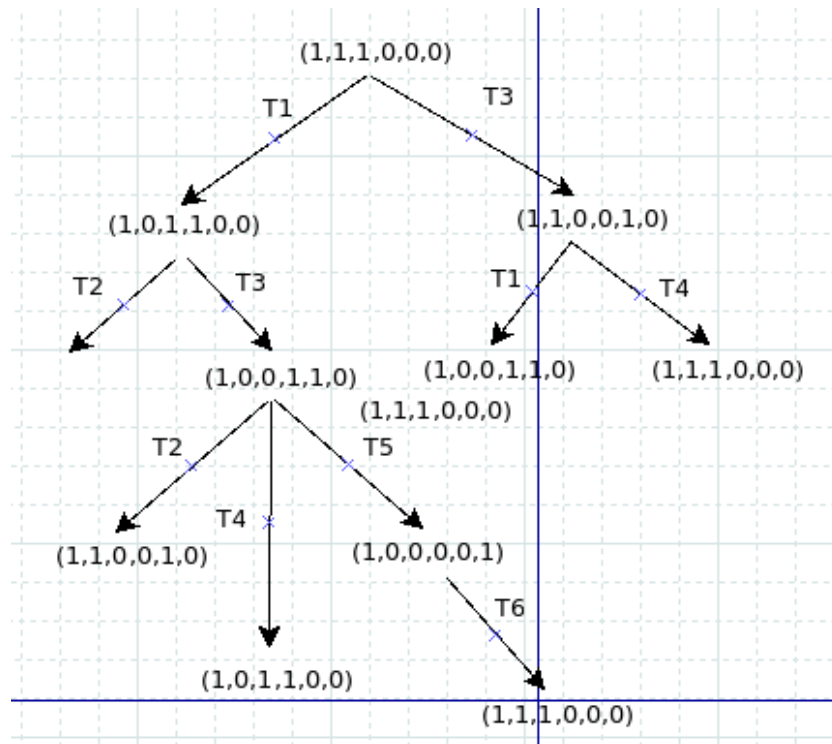


Рис. 3.2: Дерево достижимости

Можем видеть, что представленная сеть:

- безопасна, поскольку в каждой позиции количество фишек не превышает 1;
- ограничена, так как существует такое целое число k , что число фишек в каждой позиции не может превысить k (в данном случае $k = 1$);
- сеть не имеет тупиков;
- сеть не является сохраняющей, так как при переходах T5 и T6 количество фишек меняется.

3.4 Реализация модели в CPNTools

Реализуем описанную ранее модель в CPNTools (рис. 3.3). Для этого создадим новую сеть, 6 позиций и 6 переходов. Позиции и переходы соединим арками, зададим параметры и начальные значения.

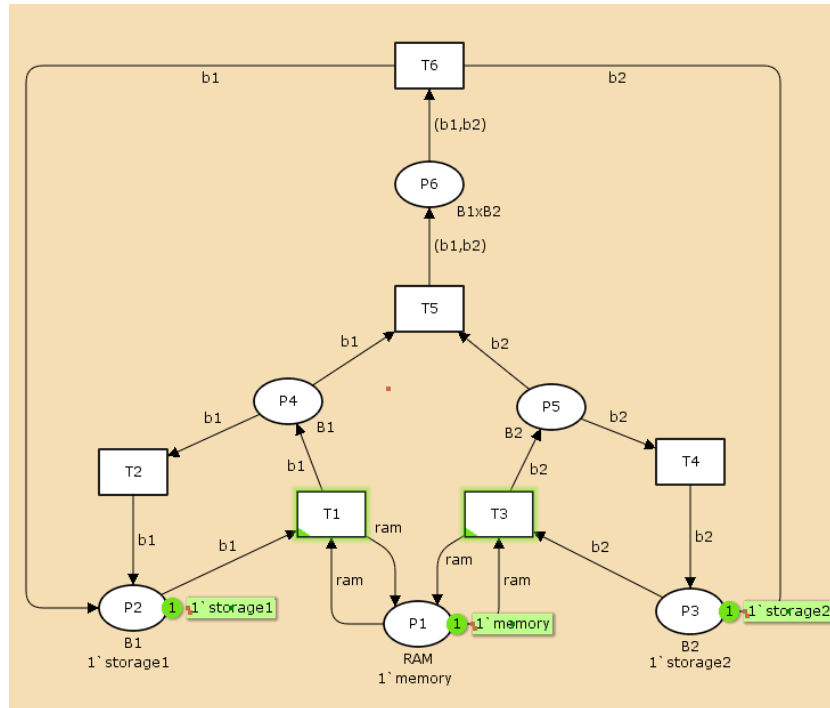


Рис. 3.3: Модель задачи в CPNTools

Зададим декларации (рис. 3.4).

```

▼ petry
  ▼ colset RAM = unit with memory;
  ▼ colset B1 = unit with storage1;
  ▼ colset B2 = unit with storage2;
  ▼ colset B1xB2 = product B1*B2;
  ▼ var ram: RAM;
  ▼ var b1: B1;
  ▼ var b2: B2;

```

Рис. 3.4: Декларации

Запустим модель и посмотрим, как она работает (рис. 3.5).

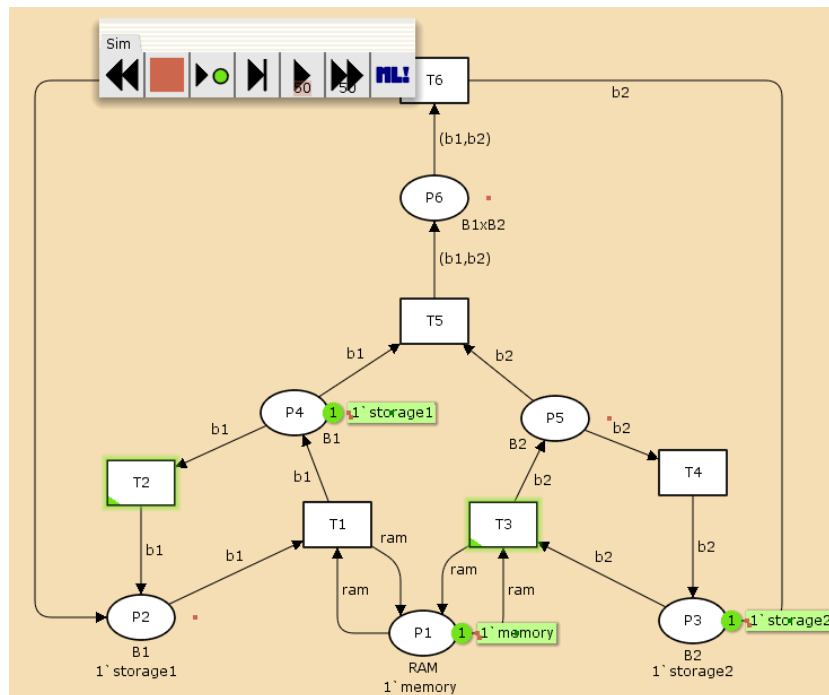


Рис. 3.5: Запуск модели

3.5 Пространство состояний

Вычислим пространство состояний. Для этого для начала войдем в пространство. Затем сформируем отчет о пространстве состояний и проанализируем его.

CPN Tools state space report for:

/home/openmodelica/13.cpn

Report generated: Fri May 2 22:31:32 2025

Statistics

State Space

Nodes: 5

Arcs: 10

Secs: 0

Status: Full

Scc Graph

Nodes: 1

Arcs: 0

Secs: 0

Boundedness Properties

Best Integer Bounds

	Upper	Lower
New_Page' P1 1	1	1
New_Page' P2 1	1	0
New_Page' P3 1	1	0
New_Page' P4 1	1	0
New_Page' P5 1	1	0
New_Page' P6 1	1	0

Best Upper Multi-set Bounds

New_Page' P1 1	1`memory
New_Page' P2 1	1`storage1
New_Page' P3 1	1`storage2
New_Page' P4 1	1`storage1
New_Page' P5 1	1`storage2
New_Page' P6 1	1`(storage1,storage2)

Best Lower Multi-set Bounds

New_Page' P1 1	1`memory
New_Page' P2 1	empty
New_Page' P3 1	empty
New_Page' P4 1	empty
New_Page' P5 1	empty
New_Page' P6 1	empty

Home Properties

Home Markings

All

Liveness Properties

Dead Markings

None

Dead Transition Instances

None

Live Transition Instances

All

Fairness Properties

New_Page'T1 1	No Fairness
New_Page'T2 1	No Fairness
New_Page'T3 1	No Fairness
New_Page'T4 1	No Fairness
New_Page'T5 1	Just
New_Page'T6 1	Fair

Из отчета можно увидеть:

- всего в пространстве состояний 5 состояний и 10 переходов между ними, Scc graph содержит 1 вершину и 0 переходов,
- границы значений для каждого элемента: состояние P1 всегда заполнено одним элементом, остальные содержат максимум 1 элемент и минимум 0,

- границы в виде мультимножеств,
- маркировку home для всех состояний, так как в любую позицию можно попасть из любой другой,
- маркировка dead равна None, так как нет состояний, из которых невозможен переход,
- бесконечно часто могут происходить переходы T1, T2, T3, T4, но это необязательно.

Сформируем граф пространства состояний. Всего в графе будет 5 вершин и 10 ребер (рис. 3.6).

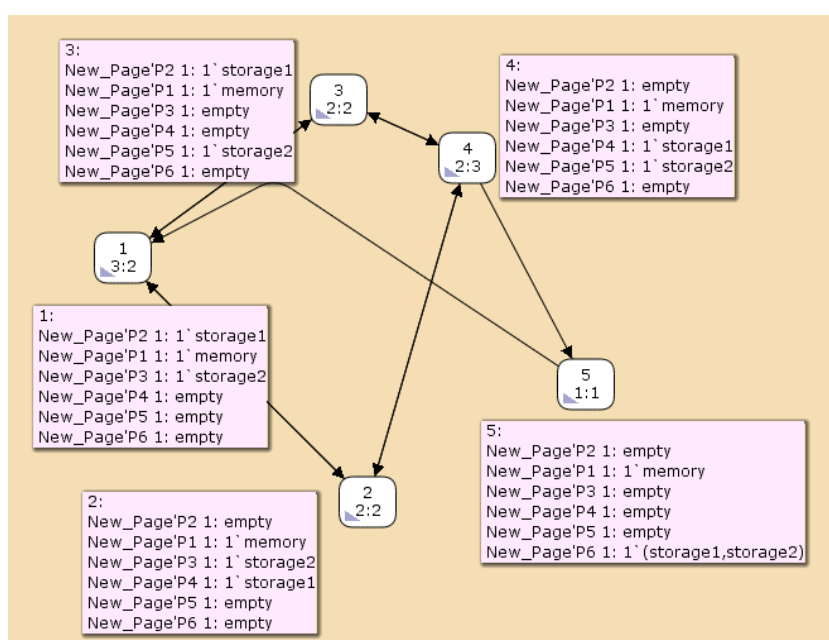


Рис. 3.6: Граф пространства состояний

4 Выводы

Выполнили задание для самостоятельного выполнения.

Список литературы