

Лабораторная работа №13

Задание для самостоятельного выполнения

Мугари Абдеррахим

Содержание

1 Введение	4
1.1 Цели и задачи	4
2 Выполнение лабораторной работы	5
2.1 Описание модели	5
2.2 Теоретический анализ сети Петри	7
2.2.1 Построение дерева достижимости	7
2.2.2 Результаты анализа	8
2.3 Моделирование сети Петри в CPNTools	9
2.4 Запуск модели сети Петри в CPNTools	10
2.5 Вычисление пространства состояний	10
2.5.1 Анализ отчета о пространстве состояний	11
2.5.2 Общая статистика	14
2.5.3 Свойства ограниченности	14
2.5.4 Свойства домашних состояний	14
2.5.5 Свойства живости	14
2.5.6 Свойства справедливости	14
3 Выводы	15
Список литературы	16

Список иллюстраций

2.1	Схема модели	6
2.2	Граф достижимости	8
2.3	декларация в CPNTools	9
2.4	Модель сети Петри в CPNTools	10
2.5	Граф пространства состояний	11

1 Введение

1.1 Цели и задачи

Цель работы: Анализ и моделирование сети Петри с использованием CPN Tools.

Задание:

1. Используя теоретические методы анализа сетей Петри, провести анализ заданной 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 проанализировать его. Построить граф пространства состояний.

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Описание модели

Согласно заданию, рассматривается следующая модель: 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.

Для данной модели определены следующие элементы сети Петри:

Множество позиций:

- Р1 — состояние оперативной памяти (свободна / занята);
- Р2 — состояние внешнего запоминающего устройства В1 (свободно / занято);
- Р3 — состояние внешнего запоминающего устройства В2 (свободно / занято);

- P4 — работа на ОП и B1 закончена;
- P5 — работа на ОП и B2 закончена;
- P6 — работа на ОП, B1 и B2 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.

Начальная маркировка: $M_0 = (1, 1, 1, 0, 0, 0)$ (рис. 2.1)

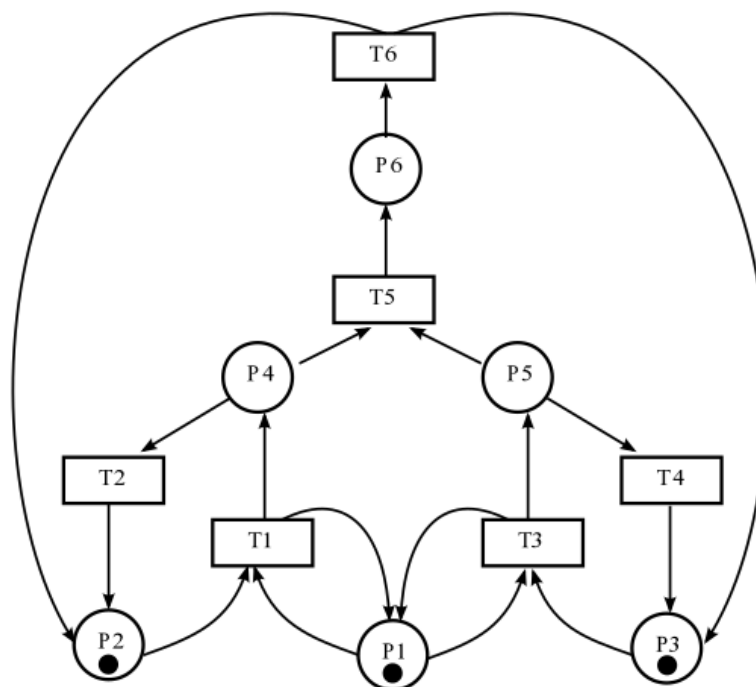


Рис. 2.1: Схема модели

2.2 Теоретический анализ сети Петри

2.2.1 Построение дерева достижимости

Используя теоретические методы анализа, построим дерево достижимости для заданной сети Петри. (рис. 2.2)

1. Из состояния $M_0 = (1, 1, 1, 0, 0, 0)$:

- Может сработать переход T_1 , что приведет к $M_1 = (1, 0, 1, 1, 0, 0)$
- Может сработать переход T_3 , что приведет к $M_2 = (1, 1, 0, 0, 1, 0)$

2. Из состояния $M_1 = (1, 0, 1, 1, 0, 0)$:

- Может сработать переход T_2 , что вернет систему в $M_0 = (1, 1, 1, 0, 0, 0)$
- Может сработать переход T_3 , что приведет к $M_4 = (1, 0, 0, 1, 1, 0)$

3. Из состояния $M_2 = (1, 1, 0, 0, 1, 0)$:

- Может сработать переход T_1 , что приведет к $M_4 = (1, 0, 0, 1, 1, 0)$
- Может сработать переход T_4 , что вернет систему в $M_0 = (1, 1, 1, 0, 0, 0)$

4. Из состояния $M_4 = (1, 0, 0, 1, 1, 0)$:

- Может сработать переход T_5 , что приведет к $M_5 = (1, 0, 0, 0, 0, 1)$
- Может сработать переход T_3 , что приведет к $M_2 = (1, 1, 0, 0, 1, 0)$
- Может сработать переход T_1 , что приведет к $M_1 = (1, 0, 1, 1, 0, 0)$

5. Из состояния $M_5 = (1, 0, 0, 0, 0, 1)$:

- Может сработать переход T_6 , что вернет систему в $M_0 = (1, 1, 1, 0, 0, 0)$

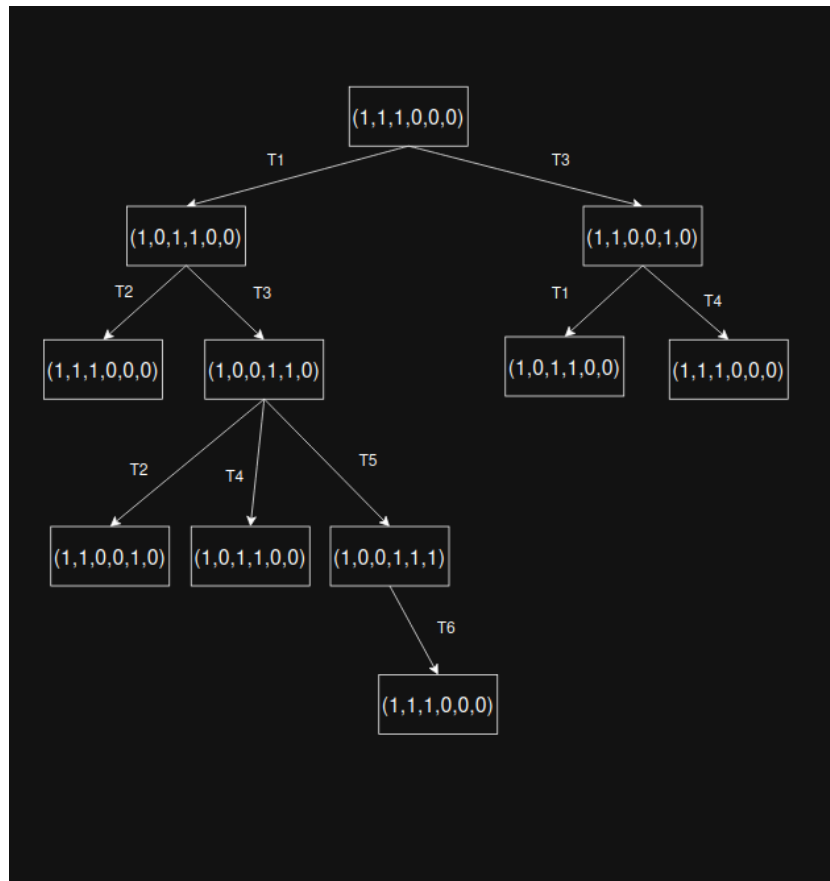


Рис. 2.2: Граф достижимости

2.2.2 Результаты анализа

На основе построенного дерева достижимости можно сделать следующие выводы:

1. **Безопасность:** Сеть является безопасной, так как в каждой позиции никогда не находится более одного маркера.
2. **Ограниченность:** Сеть является ограниченной с границей $k = 1$, так как количество маркеров в любой позиции не превышает 1.[1].
3. **Сохраняемость:** Сеть не сохраняющая, так как суммарное количество маркеров во всех состояниях сети постоянно не равно 3.

4. **Тупики:** В сети нет тупиков (deadlocks), т.к. из любого достижимого состояния есть возможность перейти в другое состояние (нет маркировок, из которых нельзя выполнить ни один переход). [2].

2.3 Моделирование сети Петри в CPNTools

Для моделирования сети Петри в CPNTools была создана модель в соответствии с заданной структурой. На рисунке ниже представлена разработанная модель сети в CPNTools. (рис. 2.3, (рис. 2.4

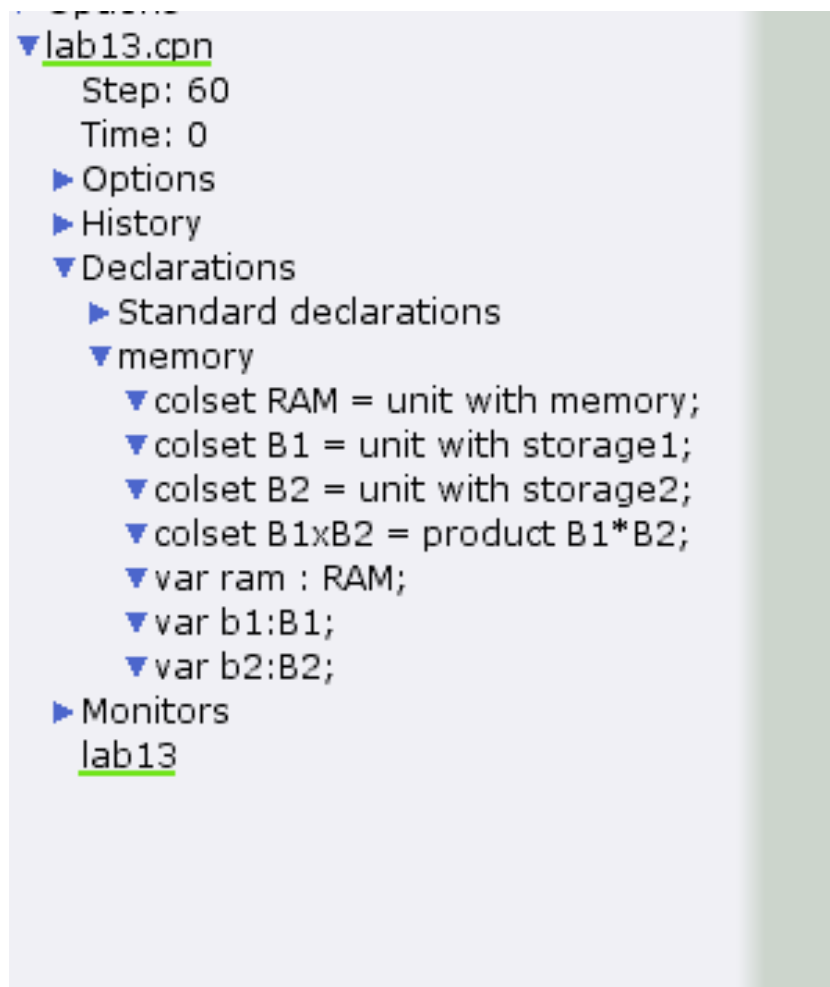


Рис. 2.3: декларация в CPNTools

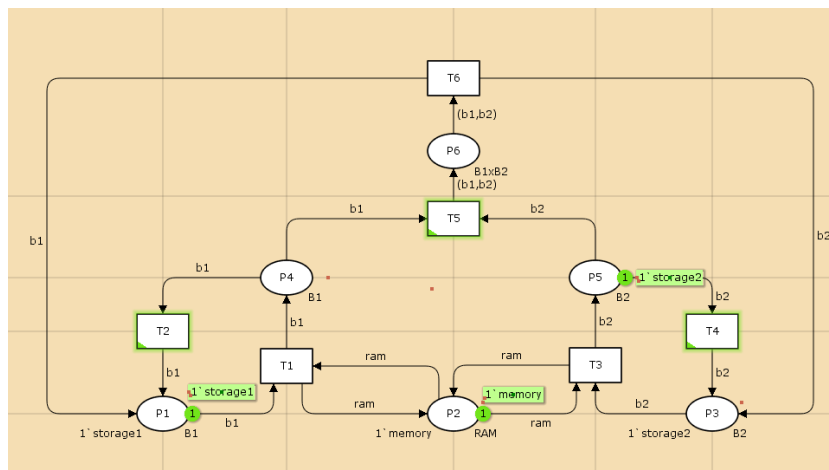


Рис. 2.4: Модель сети Петри в CPNTools

В модели созданы следующие элементы: - Позиции P1-P6 с соответствующими начальными маркировками - Переходы T1-T6 с необходимыми связями - Дуги, соединяющие позиции и переходы

Начальная маркировка:

- P1 = 1 (RAM свободна)
- P2 = 1 (B1 свободно)
- P3 = 1 (B2 свободно)
- P4 = 0 (работа на ОП и B1 закончена)
- P5 = 0 (работа на ОП и B2 закончена)
- P6 = 0 (работа на ОП, B1 и B2 закончена)

2.4 Запуск модели сети Петри в CPNTools

2.5 Вычисление пространства состояний

После создания модели было вычислено пространство состояний сети Петри с помощью инструментов CPNTools. Был сформирован отчет и построен граф

пространства состояний.(рис. 2.5

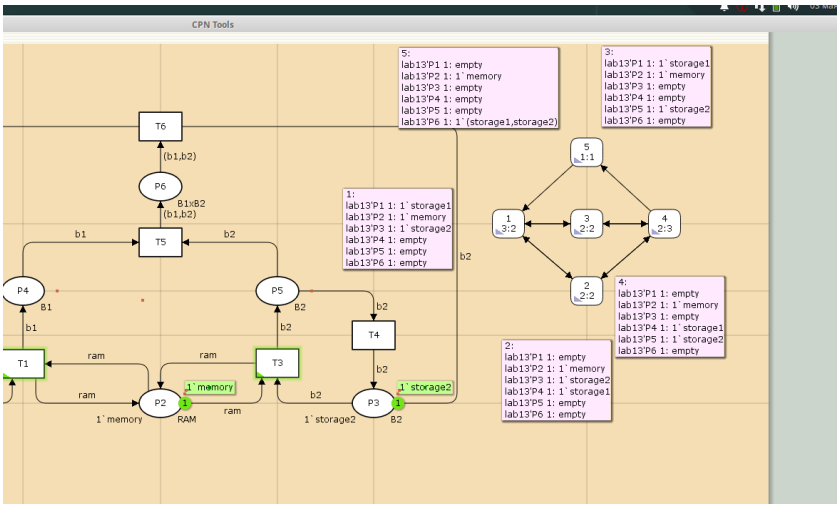


Рис. 2.5: Граф пространства состояний

2.5.1 Анализ отчета о пространстве состояний

CPN Tools state space report for:

/home/openmodelica/lab13.cpn

Report generated: Sat May 3 21:25:13 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
lab13'P1 1	1	0
lab13'P2 1	1	1
lab13'P3 1	1	0
lab13'P4 1	1	0
lab13'P5 1	1	0
lab13'P6 1	1	0

Best Upper Multi-set Bounds

lab13'P1 1	1`storage1
lab13'P2 1	1`memory
lab13'P3 1	1`storage2
lab13'P4 1	1`storage1
lab13'P5 1	1`storage2
lab13'P6 1	1`(storage1,storage2)

Best Lower Multi-set Bounds

lab13'P1 1	empty
lab13'P2 1	1`memory
lab13'P3 1	empty

lab13'P4 1	empty
lab13'P5 1	empty
lab13'P6 1	empty

Home Properties

Home Markings
All

Liveness Properties

Dead Markings
None

Dead Transition Instances
None

Live Transition Instances
All

Fairness Properties

lab13'T1 1	No Fairness
lab13'T2 1	No Fairness

lab13'T3 1	No Fairness
lab13'T4 1	No Fairness
lab13'T5 1	Just
lab13'T6 1	Fair

2.5.2 Общая статистика

- Пространство состояний содержит 5 узлов и 10 дуг
- Статус: полное
- Граф SCC содержит 1 узел без дуг

2.5.3 Свойства ограниченности

- Все позиции являются 1-ограниченными (безопасными)
- Верхние и нижние границы для всех позиций определены корректно

2.5.4 Свойства домашних состояний

- Все маркировки являются домашними

2.5.5 Свойства живости

- Отсутствуют тупиковые маркировки
- Отсутствуют мертвые переходы
- Все переходы являются живыми

2.5.6 Свойства справедливости

- Переходы T1, T2, T3, T4 не обладают свойством справедливости
- Переход T5 является справедливым
- Переход T6 является строго справедливым

3 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы:

1. Был проведен теоретический анализ заданной сети Петри с помощью построения дерева достижимости. Установлено, что сеть является безопасной, ограниченной с границей $k=1$, сохраняющей, и в ней отсутствуют тупики.
2. Была создана модель сети Петри в среде CPNTools в соответствии с заданной структурой.
3. Было вычислено пространство состояний, сформирован и проанализирован отчет о пространстве состояний, построен граф пространства состояний.

Результаты анализа с помощью CPNTools подтвердили теоретические выводы о свойствах сети: она является безопасной, ограниченной, не сохраняющей и не содержит тупиков.

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Лабораторная работа 13. Задание для самостоятельного выполнения [Электронный ресурс].
2. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Сети Петри. Моделирование в CPN Tools [Электронный ресурс].