

Лабораторная работа 13

Задание для самостоятельного выполнения

Извекова Мария Петровна

Содержание

Цель работы	5
Задание	6
Схема модели	7
Описание модели	8
Анализ сети Петри	10
Реализация в CPNTOOLS	11
Пространство состояний	14
Вывод	18

Список иллюстраций

1	Схема сети, реализованной в cpntools	9
1	Дерево достижимости	10
1	Схема сети, реализованной в cpntools	11
2	Декларация	12
3	Начальные значения	12
4	Модель сети петри в работе	13
1	Граф состояний	14
2	Граф состояний	14
3	Отчет 1	16
4	Отчет 2	17

Список таблиц

Цель работы

Задача для самостоятельного выполнения

Задание

1. Используя теоретические методы анализа сетей Петри, проведите анализ сети (с помощью построения дерева достижимости). Определите, является ли сеть безопасной, ограниченной, сохраняющей, имеются ли тупики.
2. Промоделируйте сеть Петри с помощью CPNTools.
3. Вычислите пространство состояний. Сформируйте отчёт о пространстве состояний и проанализируйте его. Постройте граф пространства состояний.

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.

Описание модели

Сеть Петри моделируемой системы представлена на рис. [-@fig:001]. Множество позиций: P1 — состояние оперативной памяти (свободна / занята); P2 — состояние внешнего запоминающего устройства B1 (свободно / занято); P3 — состояние внешнего запоминающего устройства B2 (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

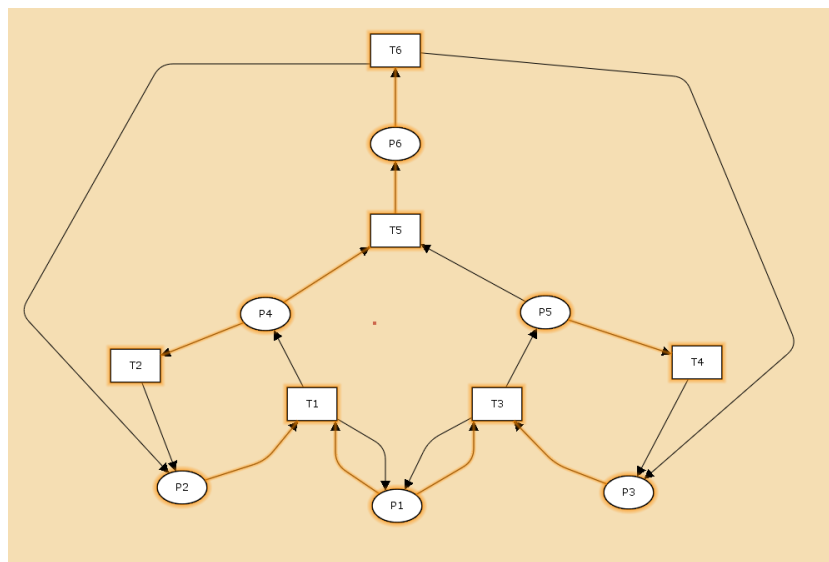


Рис. 1: Схема сети, реализованной в cpntools

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.

Анализ сети Петри

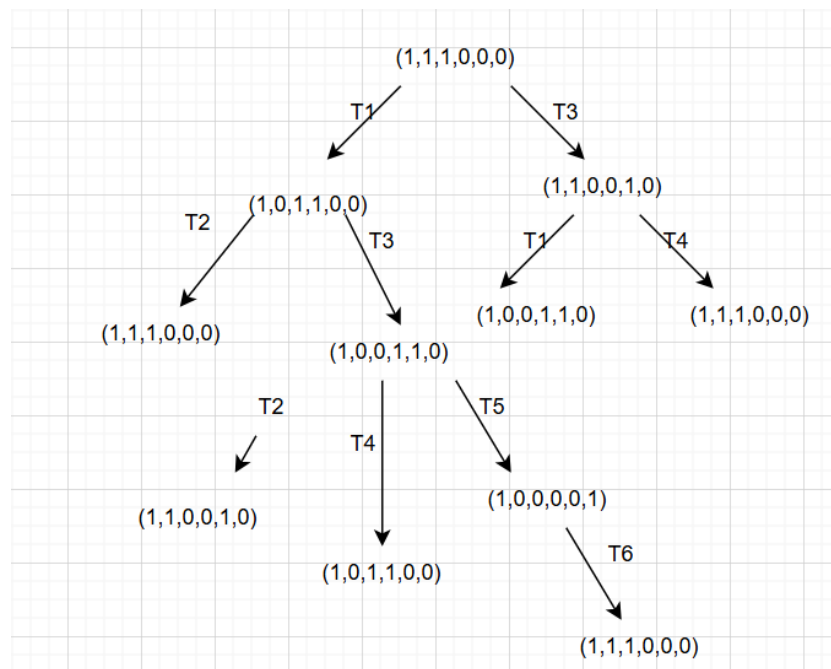


Рис. 1: Дерево достижимости

1. сеть безопасна, так как число фишек в каждой позиции не превышает 1.
2. сеть Петри ограничена, так как существует такое целое $k=1$, что число фишек в каждой позиции не превышает $k=1$.
3. сеть не является сохраняющей, так как она теряет и порождает фишки
4. сеть не имеет тупиков

Реализация в CPNTOOLS

Реализуем описанную ранее модель в CPN Tools. С помощью контекстного меню создаем новую сеть, далее нам понадобятся 6 позиций и 6 блоков переходов, затем их нужно соединить, а также задать параметры и начальные значения. Получаем готовую модель

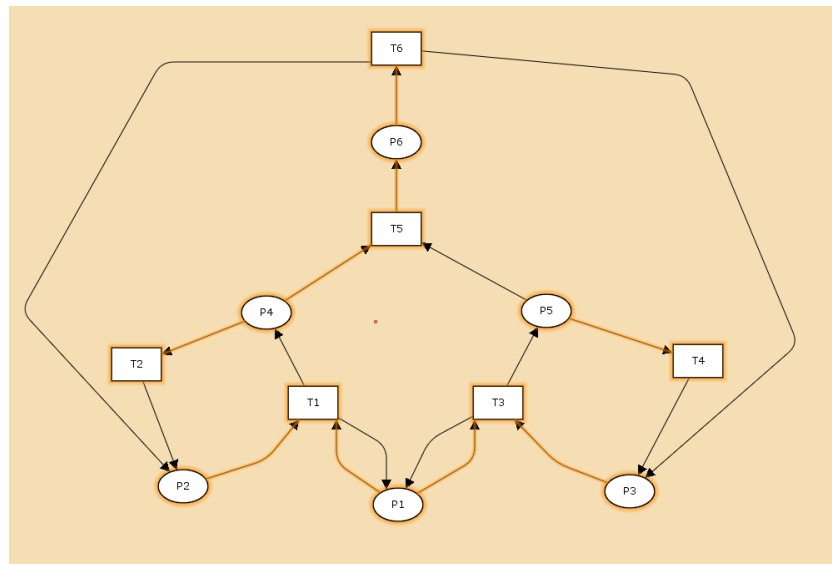


Рис. 1: Схема сети, реализованной в cpntools

Задаем декларацию

- ▼ Declarations
 - ▶ Standard declarations
 - ▼ petri
 - ▼ 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;
- ▼ Monitors

New Page

Рис. 2: Декларация

Задаем типы данных и начальные значения

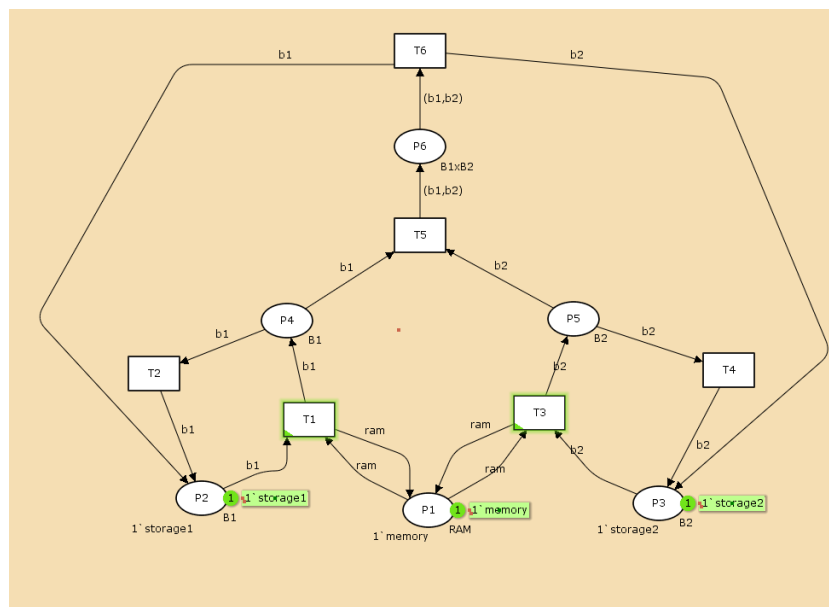


Рис. 3: Начальные значения

Запустив модель, можно посмотреть, как она работает

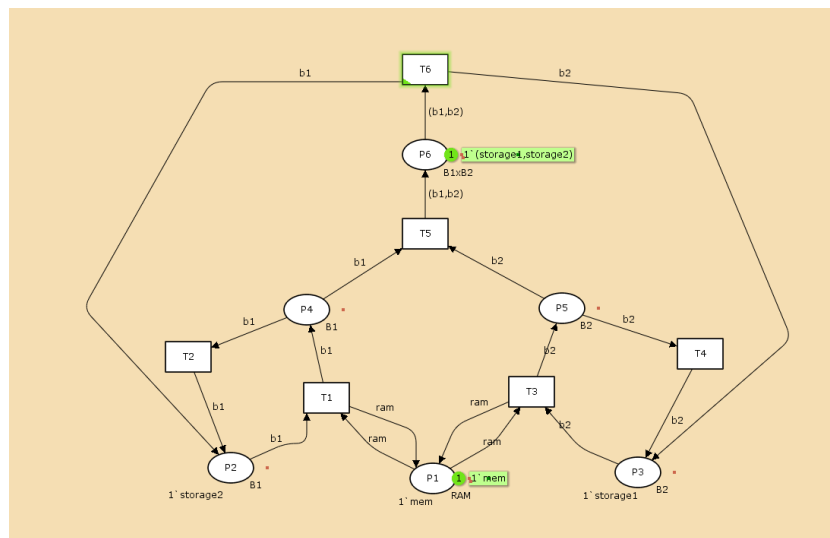


Рис. 4: Модель сети петри в работе

Пространство состояний

Задачем пространство состояний, сформируем граф состояний

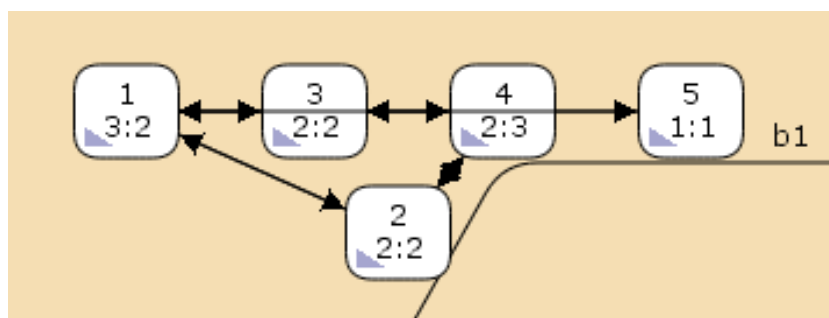


Рис. 1: Граф состояний

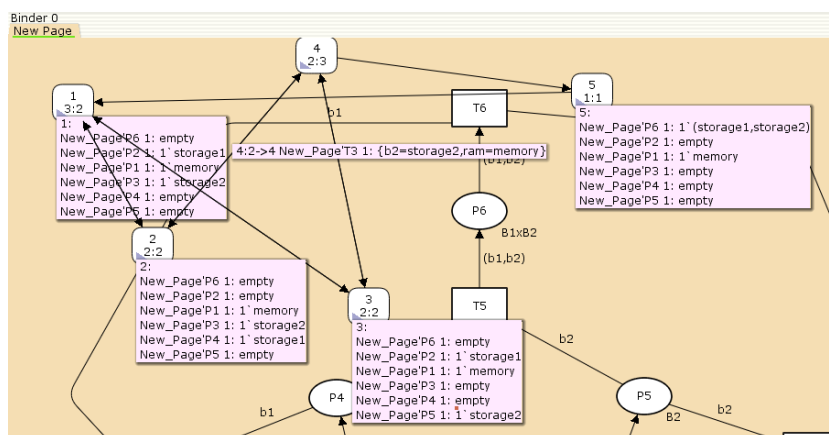


Рис. 2: Граф состояний

Вычислим пространство состояний. Прежде, чем пространство состояний может быть вычислено и проанализировано, необходимо сформировать код пространства состояний. Этот код создается, когда используется инструмент Войти

в пространство состояний. Вход в пространство состояний занимает некоторое время. Затем, если ожидается, что пространство состояний будет небольшим, можно просто применить инструмент Вычислить пространство состояний к листу, содержащему страницу сети. Сформируем отчёт о пространстве состояний и проанализируем его. Чтобы сохранить отчет, необходимо применить инструмент Сохранить отчет о пространстве состояний к листу, содержащему страницу сети и ввести имя файла отчета.

Из отчета можно увидеть:

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.

```

Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка
1 CPN Tools state space report for:
2 /home/openmodelica/petri_net.cpn
3 Report generated: Sat May  3 09:41:46 2025
4
5
6 Statistics
7 -----
8
9 State Space
10   Nodes:  5
11   Arcs:   10
12   Secs:   0
13   Status: Full
14
15 SCC Graph
16   Nodes:  1
17   Arcs:   0
18   Secs:   0
19
20
21 Boundedness Properties
22 -----
23
24 Best Integer Bounds
25
26           Upper  Lower
27 New_Page'P1 1      1
28 New_Page'P2 1      0
29 New_Page'P3 1      0
30 New_Page'P4 1      0S
31 New_Page'P5 1      0
32 New_Page'P6 1      0
33
34 Best Upper Multi-set Bounds
35 New_Page'P1 1      1`memory
36 New_Page'P2 1      1`storage1
37 New_Page'P3 1      1`storage2
38 New_Page'P4 1      1`storage1
39 New_Page'P5 1      1`storage2
40 New_Page'P6 1      1`(storage1,storage2)
41
42 Best Lower Multi-set Bounds
43 New_Page'P1 1      1`memory
44 New_Page'P2 1      empty
45 New_Page'P3 1      empty
46 New_Page'P4 1      empty
47 New_Page'P5 1      empty
48 New_Page'P6 1      empty

```

Рис. 3: Отчет 1


```

50 Home Properties
51 -----
52
53 Home Markings
54 All
55
56
57 Liveness Properties
58 -----
59
60 Dead Markings
61 None
62
63 Dead Transition Instances
64 None
65
66 Live Transition Instances
67 All
68
69
70 Fairness Properties
71 -----
72 New_Page'T1 1 No Fairness
73 New_Page'T2 1 No Fairness
74 New_Page'T3 1 No Fairness
75 New_Page'T4 1 No Fairness
76 New_Page'T5 1 Just
77 New_Page'T6 1 Fair
78

```

Рис. 4: Отчет 2

Вывод

В данной лабораторной работе я выполнила задание для самостоятельной работы, проанализировала сеть петри, построила дерево достижимости, реализовала сеть в CPNtools, построила граф состояний и проанализировала его