

Лабораторная работа №10

Задача об обедающих мудрецах

Астраханцева А. А.

Содержание

1	Цель работы	4
2	Теоретическое введение	5
3	Реализация модели в хcos	6
3.1	Выполнение упражнения	12
4	Выводы	18
	Список литературы	19

Список иллюстраций

3.1	Граф сети задачи об обедающих мудрецах	7
3.2	Задание деклараций задачи об обедающих мудрецах	8
3.3	Модель задачи об обедающих мудрецах	9
3.4	Запуск модели задачи об обедающих мудрецах	10
3.5	Запуск модели задачи об обедающих мудрецах. Обедают философ номер 3	11
3.6	Запуск модели задачи об обедающих мудрецах. Обедают философ номер 5	12
3.7	Пространство состояний для модели «Накорми студентов»	17

1 Цель работы

Реализовать модель задачи об обедающих мудрецах с помощью CPN Tools.

2 Теоретическое введение

CPN Tools — специальное программное средство, предназначенное для моделирования иерархических временных раскрашенных сетей Петри. Такие сети эквивалентны машине Тьюринга и составляют универсальную алгоритмическую систему, позволяющую описать произвольный объект. CPN Tools позволяет визуализировать модель с помощью графа сети Петри и применить язык программирования CPN ML (Colored Petri Net Markup Language) для формализованного описания модели.

Назначение CPN Tools:

- разработка сложных объектов и моделирование процессов в различных прикладных областях, в том числе:
- моделирование производственных и бизнес-процессов;
- моделирование систем управления производственными системами и роботами;
- спецификация и верификация протоколов, оценка пропускной способности сетей и качества обслуживания, проектирование телекоммуникационных устройств и сетей.

Основные функции CPN Tools:

- создание (редактирование) моделей;
- анализ поведения моделей с помощью имитации динамики сети Петри;
- построение и анализ пространства состояний модели

3 Реализация модели в xcos

Пять мудрецов сидят за круглым столом и могут пребывать в двух состояниях — думать и есть. Между соседями лежит одна палочка для еды. Для приёма пищи необходимы две палочки. Палочки — пересекающийся ресурс. Необходимо синхронизировать процесс еды так, чтобы мудрецы не умерли с голода.

Для запуска CPN Tools в терминале нужно прописать команду `cpntools &`. Рисуем граф сети. Для этого с помощью контекстного меню создаём новую сеть, добавляем позиции, переход и дуги.

Начальные данные:

- позиции: мудрец размышляет (`philosopher thinks`), мудрец ест (`philosopher eats`), палочки находятся на столе (`sticks on the table`)
- переходы: взять палочки (`take sticks`), положить палочки (`put sticks`) (рис. 3.1).

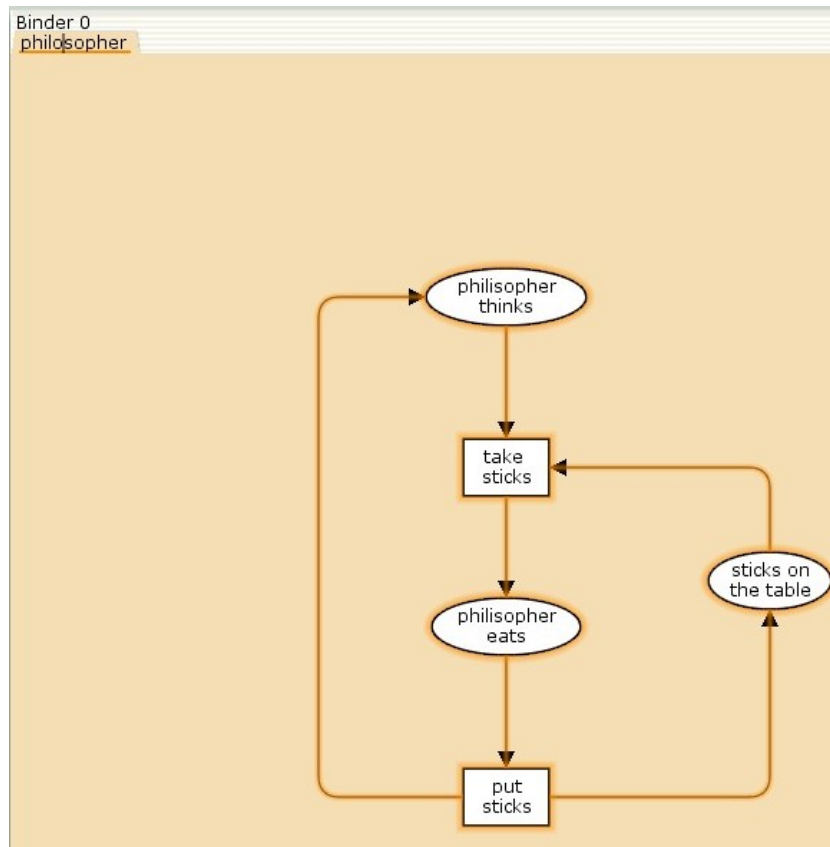


Рис. 3.1: Граф сети задачи об обедающих мудрецах

2.2. В меню задаём новые декларации модели: типы фишек, начальные значения позиций, выражения для дуг (рис. 3.2):

- n — число мудрецов и палочек ($n = 5$);
- p — фишки, обозначающие мудрецов, имеют перечисляемый тип PH от 1 до n ;
- s — фишки, обозначающие палочки, имеют перечисляемый тип ST от 1 до n ;
- функция $ChangeS(p)$ ставит в соответствие мудрецам палочки (возвращает номера палочек, используемых мудрецами); по условию задачи мудрецы сидят по кругу и мудрец $p(i)$ может взять i и $i + 1$ палочки, поэтому функция $ChangeS(p)$ определяется следующим образом:

```

fun ChangeS (ph(i))=
1`st(i)++st(if i = n then 1 else i+1)

```



Рис. 3.2: Задание деклараций задачи об обедающих мудрецах

В результате получаем работающую модель (рис. 3.3).

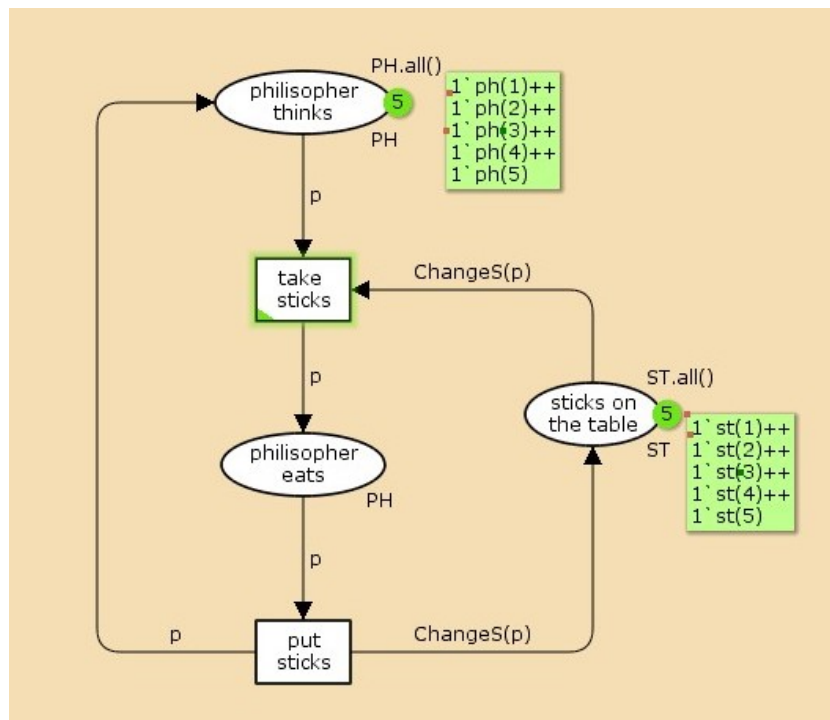


Рис. 3.3: Модель задачи об обедающих мудрецах

После запуска модели наблюдаем, что одновременно палочками могут воспользоваться только два из пяти мудрецов (рис. 3.4).

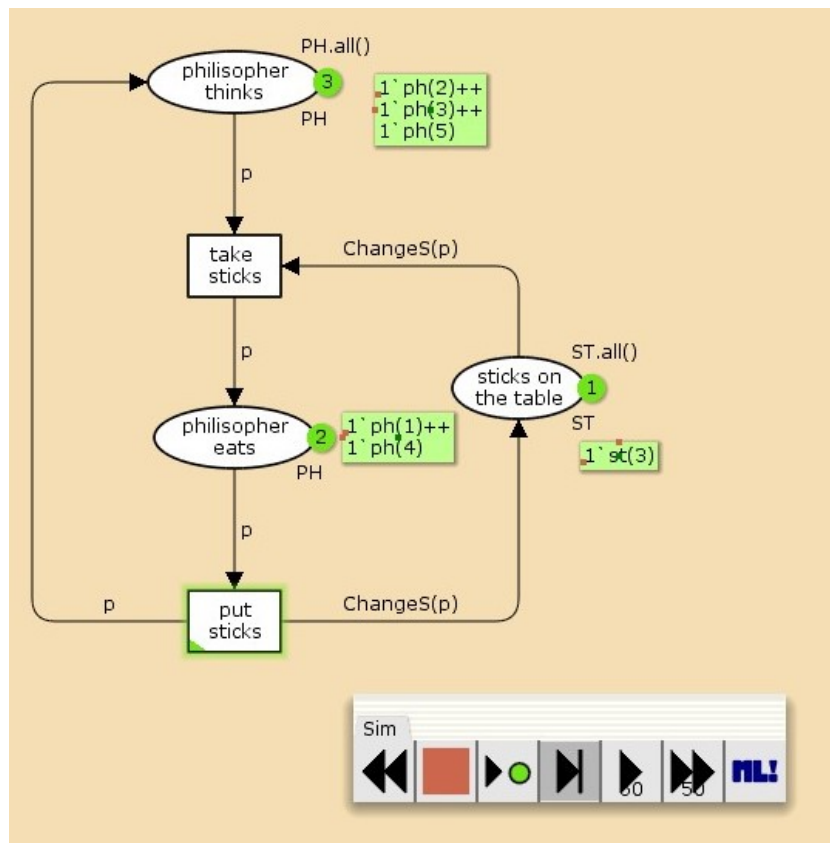


Рис. 3.4: Запуск модели задачи об обедающих мудрецах

Также замечаем, что разные философы могут переходить из состояния “думающих” в “едящих” (рис. 3.5 - 3.6).

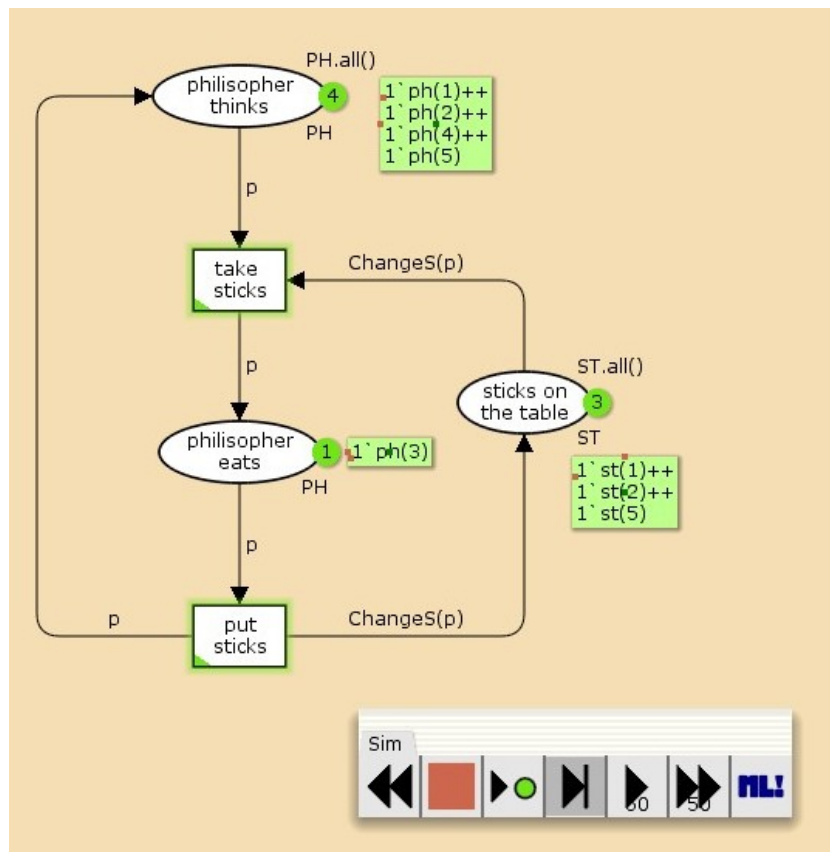


Рис. 3.5: Запуск модели задачи об обедающих мудрецах. Обедают философ номер 3

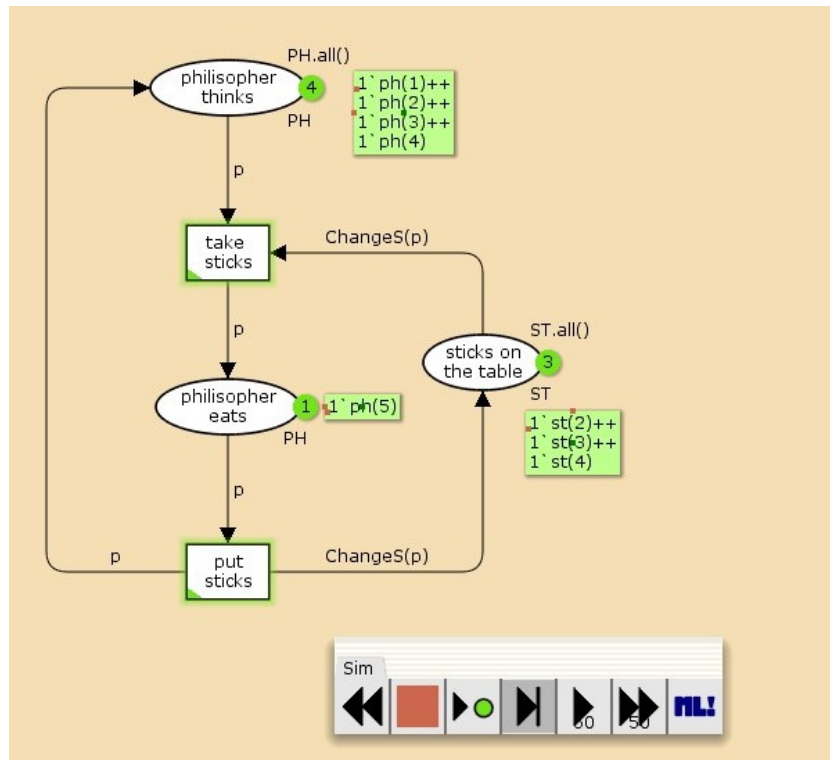


Рис. 3.6: Запуск модели задачи об обедающих мудрецах. Обедают философ номер 5

3.1 Выполнение упражнения

Прежде чем приступить к вычислению пространства состояний, необходимо сформировать код для этого пространства. Это делается с помощью инструмента “Войти в пространство состояний”, который может занять некоторое время. Если ожидается небольшое пространство состояний, можно напрямую применить инструмент “Вычислить пространство состояний” к странице сети.

После вычисления пространства состояний формируем отчёт. Чтобы сохранить отчёт, используем инструмент “Сохранить отчет о пространстве состояний” и указываем имя файла. Получим такой отчет:

CPN Tools state space report for:

/home/openmodelica/Documents/cpntools/lab10.cpn

Statistics

State Space

Nodes: 11
Arcs: 30
Secs: 0
Status: Full

Scc Graph

Nodes: 1
Arcs: 0
Secs: 0

Boundedness Properties

Best Integer Bounds

	Upper	Lower
philosopher'philisopher_eats 1	2	0
philosopher'philisopher_thinks 1	5	3
philosopher'sticks_on_the_table 1	5	1

Best Upper Multi-set Bounds

```
philosopher'philosopher_eats 1
    1`ph(1)++
1`ph(2)++
1`ph(3)++
1`ph(4)++
1`ph(5)
    philosopher'philosopher_thinks 1
        1`ph(1)++
1`ph(2)++
1`ph(3)++
1`ph(4)++
1`ph(5)
    philosopher'sticks_on_the_table 1
        1`st(1)++
1`st(2)++
1`st(3)++
1`st(4)++
1`st(5)
```

Best Lower Multi-set Bounds

```
philosopher'philosopher_eats 1
    empty
philosopher'philosopher_thinks 1
    empty
philosopher'sticks_on_the_table 1
    empty
```

Home Properties

Home Markings

All

Liveness Properties

Dead Markings

None

Dead Transition Instances

None

Live Transition Instances

All

Fairness Properties

philosopher'put_sticks 1

Impartial

philosopher'take_sticks 1

Impartial

Отчет предоставляет информацию о состоянии пространства состояний, связ-

ности графа сильно связанных компонентов (Scc Graph), ограниченности, домашних разметках, живости и справедливости переходов.

- **Пространство Состояний:** Полностью построено с 11 узлами и 30 дугами, что указывает на небольшую и простую модель.
- **Граф Сильно Связных Компонентов:** Одна компонента без дуг, что может указывать на детерминированное поведение.
- **Ограниченность:** Модель имеет целочисленные ограничения на количество философов и палочек, например, от 0 до 2 философов, которые едят, и от 1 до 5 палочек на столе.
- **Домашние Разметки и Живость:** Все состояния достижимы из начального состояния и обратно, нет мертвых разметок или переходов, что указывает на стабильность и отсутствие блокировок.
- **Справедливость:** Переходы по взятию и положению палочек беспристрастны.

Построенный граф пространства состояний (рис. 3.7).

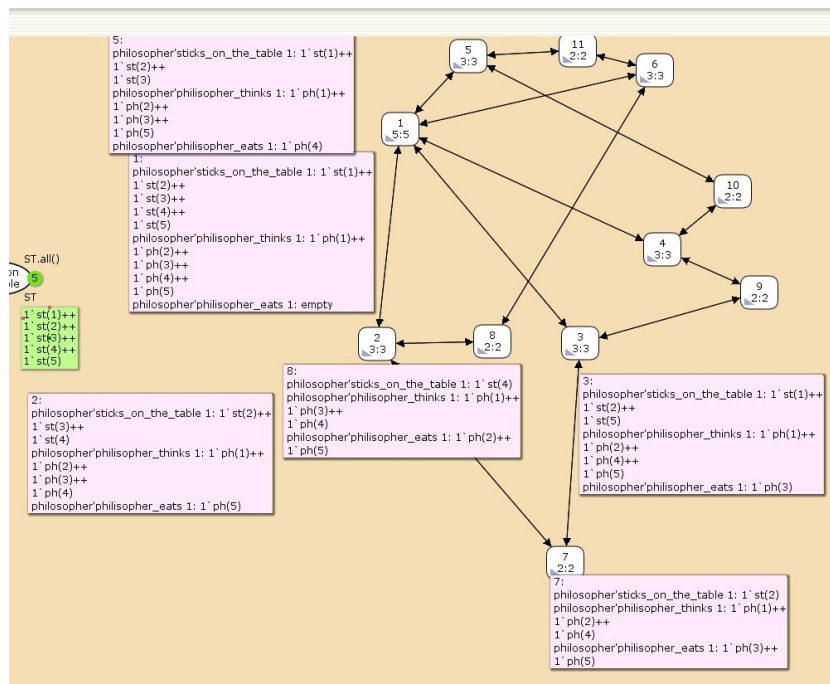


Рис. 3.7: Пространство состояний для модели «Накорми студентов»

4 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я реализовала задачу обедающий мудрецов с помощью CPN Tools.

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Руководство к лабораторной работе №10. Моделирование информационных процессов. Задача об обедающих мудрецах - 2025. — 3 с.
2. Modeling with Coloured Petri Nets [Электронный ресурс] // URL: <https://cpntools.org/2018/01/started>.
3. Jensen K., Kristensen L.M., Wells L. Coloured Petri Nets and CPN Tools for Modelling and Validation of Concurrent Systems // Software Tools for Technology Transfer. 2007. — URL: https://cs.au.dk/fileadmin/site_files/cs/research_areas/centers_and_projects/CPNTools/CPNTools.pdf.
4. Ratzer A.V., Wells L., Lassen H.M., et al. CPN Tools for Editing, Simulating, and Analysing Coloured Petri Nets // ICATPN Proceedings, 2003 — URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:12059006>.
5. Beaudouin-Lafon M., Mackay W.E., Andersen P., et al. Editing and Simulating Coloured Petri Nets // CPNTools.doc, University of Aarhus, 2000 — URL: <https://www.lri.fr/~mbl/papers/PN2000/paper.pdf>.