

Лабораторная работа №9

Модель «Накорми студентов»

Астраханцева А. А.

Содержание

1	Цель работы	4
2	Теоретическое введение	5
3	Реализация модели в хcos	6
3.1	Выполнение упражнения	8
4	Выводы	13
	Список литературы	14

Список иллюстраций

3.1	Граф сети модели «Накорми студентов»	6
3.2	Декларации модели «Накорми студентов»	7
3.3	Модель «Накорми студентов»	8
3.4	Запуск модели «Накорми студентов»	8
3.5	Пространство состояний для модели «Накорми студентов»	12

1 Цель работы

Реализовать модель «Накорми студентов» 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 хcos

Рассмотрим пример студентов, обедающих пирогами. Голодный студент становится сытым после того, как съедает пирог.

Таким образом, имеем:

- два типа фишек: «пироги» и «студенты»;
- три позиции: «голодный студент», «пирожки», «сытый студент»;
- один переход: «съесть пирожок».

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 (рис. 3.1).

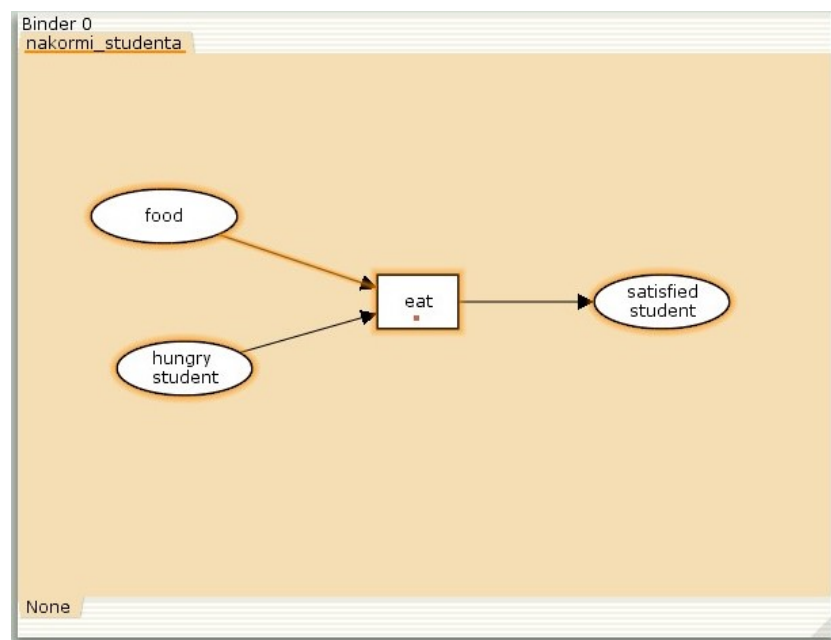


Рис. 3.1: Граф сети модели «Накорми студентов»

2. В меню задаём новые декларации модели: типы фишек, начальные значения позиций, выражения для дуг. Для этого наведя мышку на меню *Standart declarations*, правой кнопкой вызываем контекстное меню и выбираем *New Decl*. После этого задаем тип *s* фишкам, относящимся к студентам, тип *p* — фишкам, относящимся к пирогам, задаём значения переменных *x* и *y* для дуг и начальные значения мультимножеств *init_stud* и *init_food* (рис. 3.2):

```
colset s=unit with student;  
colset p=unit with pasty;  
var x:s;  
var y:p;  
val init_stud = 3`student;  
val init_food = 5`pasty;
```

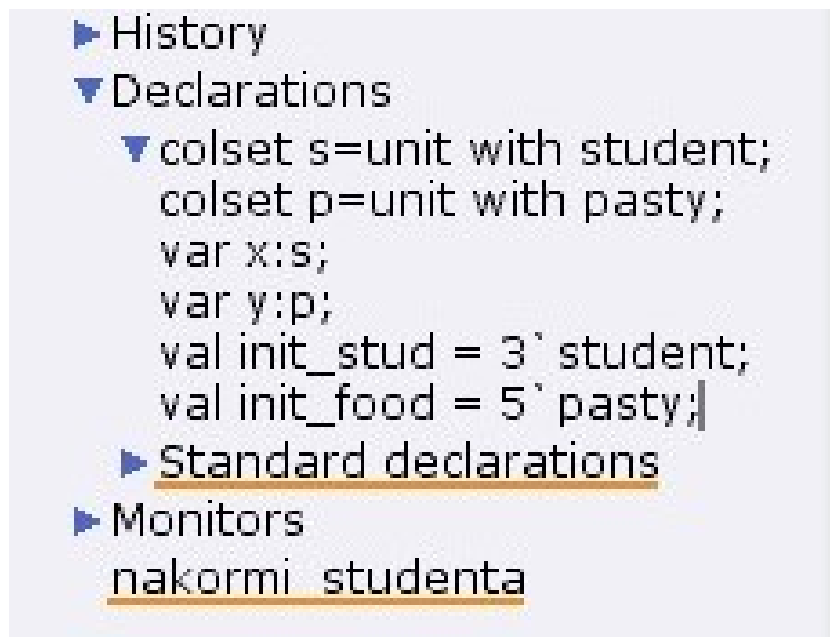


Рис. 3.2: Декларации модели «Накорми студентов»

В результате получаем работающую модель (рис. 3.3).

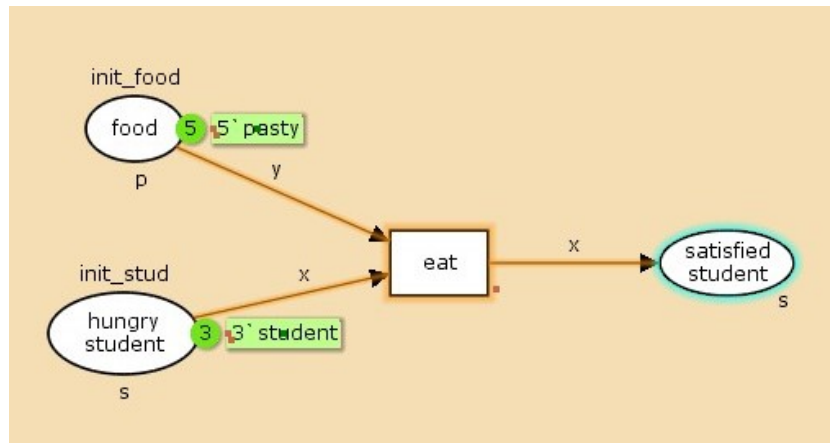


Рис. 3.3: Модель «Накорми студентов»

После запуска фишки типа «пирожки» из позиции «еда» и фишки типа «студенты» из позиции «голодный студент», пройдя через переход «кушать», попадают в позицию «сытый студент» и преобразуются в тип «студенты» (рис. 3.4).

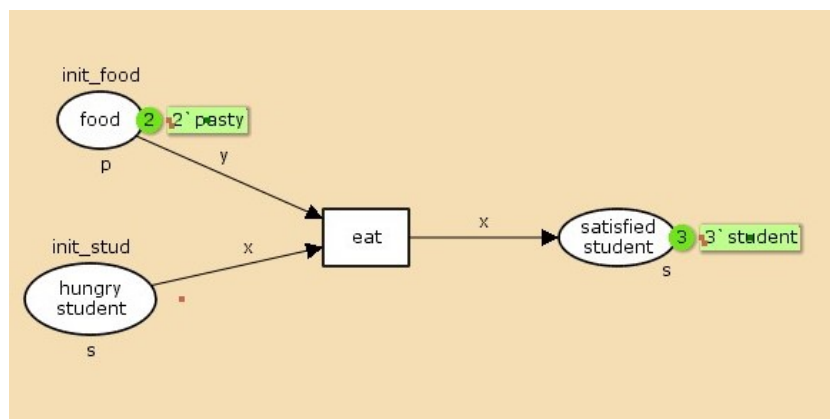


Рис. 3.4: Запуск модели «Накорми студентов»

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:
<unsaved net>
Report generated: Thu Apr 3 22:23:04 2025

Statistics

State Space

Nodes: 4
Arcs: 3
Secs: 0
Status: Full

Scc Graph

Nodes: 4
Arcs: 3
Secs: 0

Boundedness Properties

Best Integer Bounds

	Upper	Lower
New_Page'food 1	5	2

New_Page'hungry_student 1		
	3	0
New_Page'satisfied_student 1		
	3	0

Best Upper Multi-set Bounds

New_Page'food 1	5`pasty
New_Page'hungry_student 1	
	3`student
New_Page'satisfied_student 1	
	3`student

Best Lower Multi-set Bounds

New_Page'food 1	2`pasty
New_Page'hungry_student 1	
	empty
New_Page'satisfied_student 1	
	empty

Home Properties

Home Markings

[4]

Liveness Properties

Dead Markings

[4]

Dead Transition Instances

None

Live Transition Instances

None

Fairness Properties

No infinite occurrence sequences.

Из отчёта можно получить следующие сведения:

1. Структура пространства состояний: Пространство состояний состоит из 4 состояний и 3 переходов между ними. Модель построена быстро, за 0 секунд, что указывает на её небольшой размер.
2. Граф сильно связанных компонентов (SCC): Все состояния образуют единый граф SCC.
3. Ограниченность ресурсов:
 - Еда (food): Максимальное количество — 5 порций, минимальное — 2 порции. Пища расходуется, но не восполняется.
4. Гарантированное завершение:
 - Существует терминальное состояние, достижимое из любой маркировки.
 - В финальном состоянии все студенты сыты, остаётся 2 порции еды.
5. Отсутствие циклов:

- Нет бесконечных последовательностей переходов.
- Вывод: Модель описывает одноразовый процесс обслуживания без возможности повторения.

Построенный граф пространства состояний (рис. 3.5).

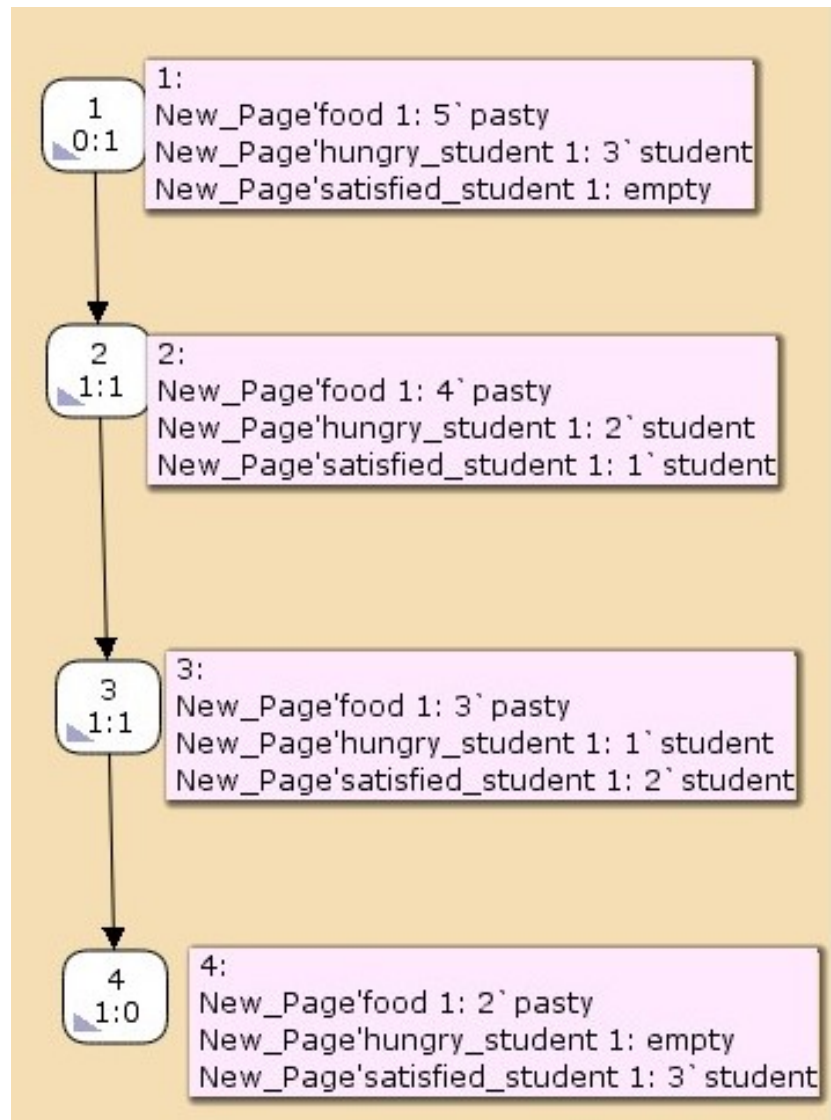


Рис. 3.5: Пространство состояний для модели «Накорми студентов»

4 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я реализовала модель «Накорми студентов» с помощью CPN Tools.

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Руководство к лабораторной работе №9. Моделирование информационных процессов. Модель «Накорми студентов» - 2025. — 4 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>.