

Отчёт по лабораторной работе №9

Имитационное моделирование

Ганина Таисия Сергеевна, НФИбд-01-22

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	8
4.1	Упражнение	11
5	Выводы	16
	Список литературы	17

Список иллюстраций

4.1	Граф сети модели «Накорми студентов»	8
4.2	Декларации модели «Накорми студентов»	9
4.3	Модель «Накорми студентов»	10
4.4	Запуск модели «Накорми студентов»	11
4.5	Пространство состояний для модели «Накорми студентов»	15

Список таблиц

1 Цель работы

Реализовать модель “Накорми студентов” в CPN Tools.

2 Задание

- Реализовать модель “Накорми студентов” в CPN Tools;
- Вычислить пространство состояний, сформировать отчет о нем и построить граф.

3 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.

[1,2].

4 Выполнение лабораторной работы

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».

Сначала нарисуем граф сети. Для этого с помощью контекстного меню создаём новую сеть, добавляем позиции, переход и дуги (рис. fig:001).

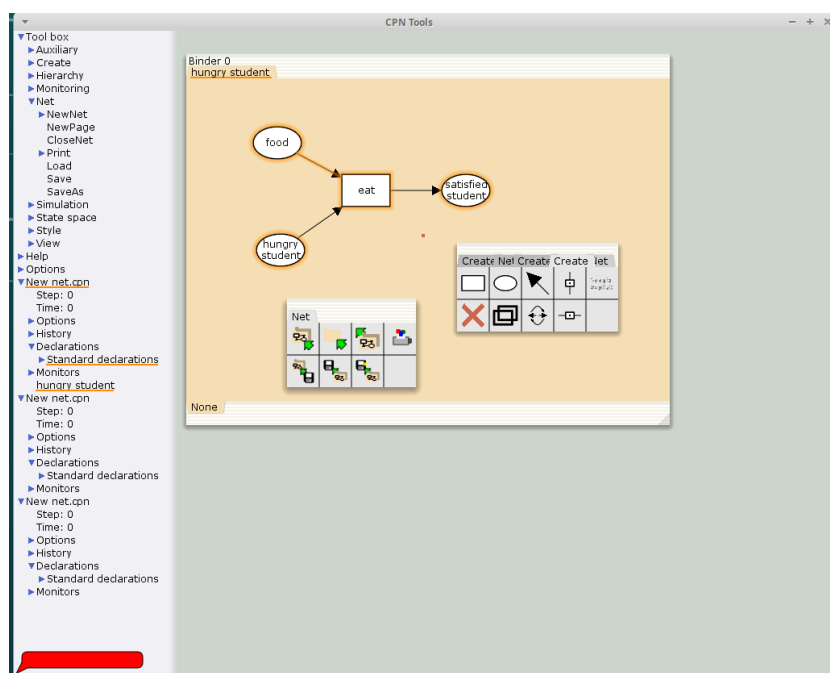


Рис. 4.1: Граф сети модели «Накорми студентов»

В меню задаём новые декларации модели: типы фишек, начальные значе-

ния позиций, выражения для дуг. Для этого наведя мышку на меню Standart declarations, правой кнопкой вызываем контекстное меню и выбираем New Decl (рис. 4.2).

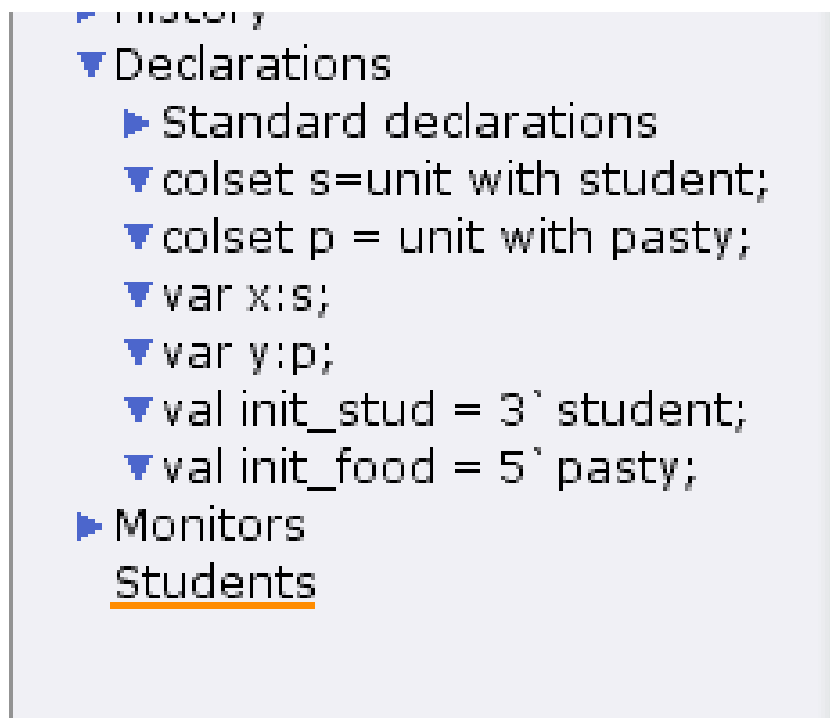


Рис. 4.2: Декларации модели «Накорми студентов»

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. В результате получаем работающую модель (рис. 4.3).

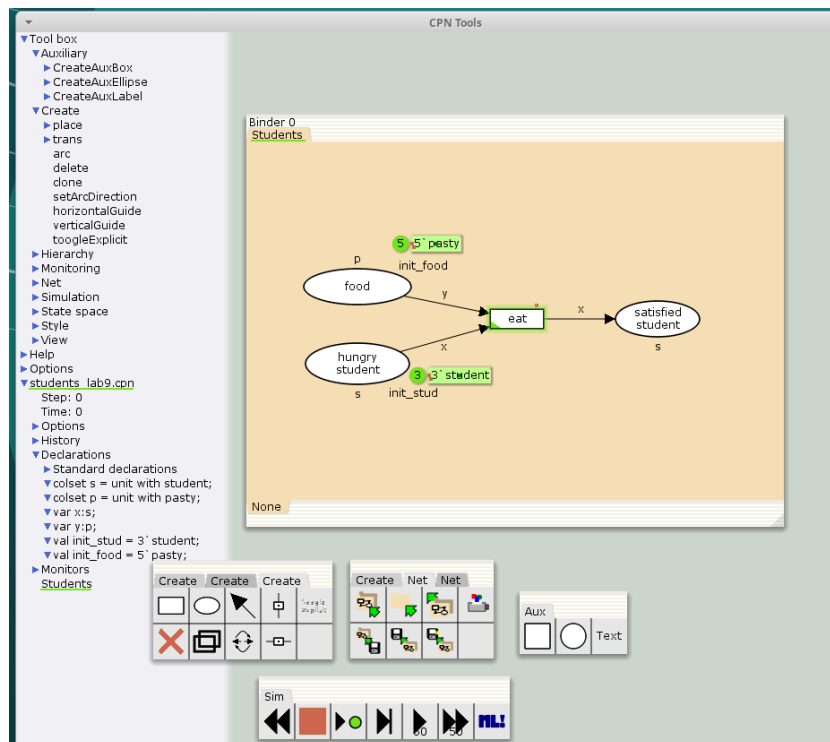


Рис. 4.3: Модель «Накорми студентов»

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. 4.4).

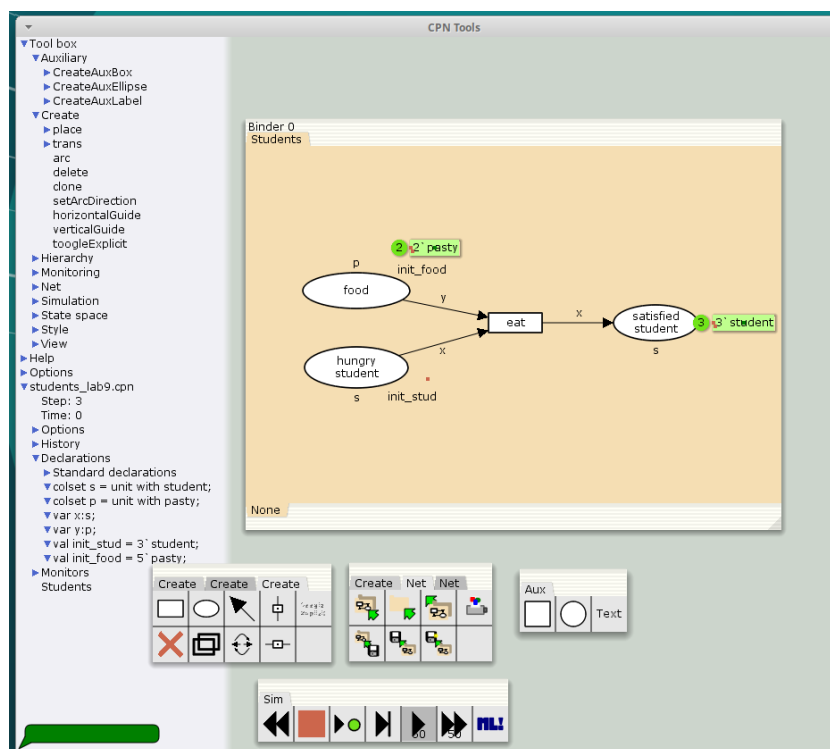


Рис. 4.4: Запуск модели «Накорми студентов»

4.1 Упражнение

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 отчет 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 полученного отчета можно узнать:

- Пространство состояний содержит **4 маркировки** и **3 перехода** между ними.
- Модель полностью построена за **0 секунд**, что указывает на её небольшую размерность.
- Все состояния образуют единый граф сильно связанных компонентов (SCC).
- **Еда (food):**
 - Максимальное количество: **5 порций** (pasty)
 - Минимальное количество: **2 порции**
 - Пища частично расходуется, но не восполняется в текущей модели
- **Гарантированное завершение:**
 - Существует **терминальное состояние** (Dead Marking “), достижимое из любой маркировки (Home Marking).
 - В финальном состоянии:
 - * Все студенты сыты
 - * Остаётся **2 порции еды** (нижний предел)
- **Отсутствие циклов:**
 - Нет бесконечных последовательностей переходов (No infinite occurrence sequences)
 - *Вывод:* Модель описывает **одноразовый процесс** обслуживания без возможности повторения

CPN Tools state space report for:

/home/openmodelica/students_lab9.cpn

Report generated: Sat Mar 22 22:04:13 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
nakormi_studenta'food 1 5		2
nakormi_studenta'hungry_student 1		
	3	0
nakormi_studenta'satisfied_student 1		
	3	0

Best Upper Multi-set Bounds

nakormi_studenta'food 1
5`pasty

nakormi_studenta'hungry_student 1
3`student
nakormi_studenta'satisfied_student 1
3`student

Best Lower Multi-set Bounds

nakormi_studenta'food 1
2`pasty
nakormi_studenta'hungry_student 1
empty
nakormi_studenta'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.

Построим граф пространства состояний (рис. 4.5):

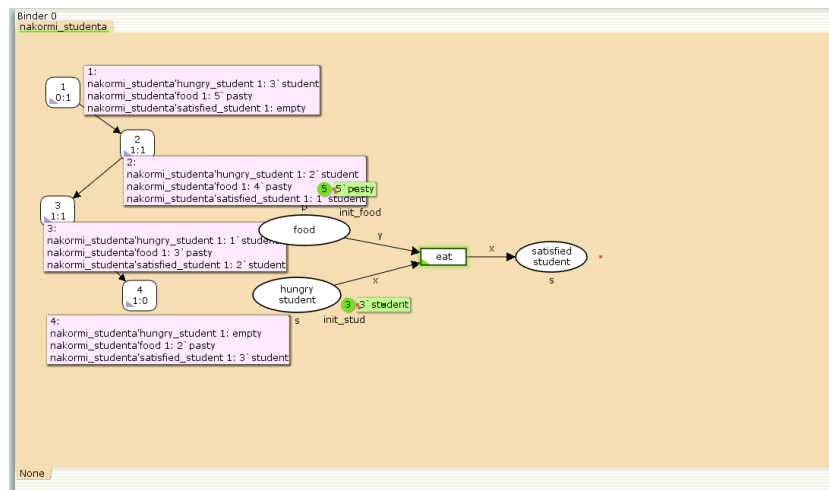


Рис. 4.5: Пространство состояний для модели «Накорми студентов»

5 Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я реализовала модель “Накорми студентов” в CPN Tools.

Список литературы

1. Цветные сети Петри и язык распределенного программирования UPL: их сравнение и перевод, Аркадий Валентинович Климов [Электронный ресурс]. URL: https://psta.psiras.ru/read/psta2023_4_91-122.pdf.
2. CPN Tools, Michael Westergaard, August 2010, Eindhoven, Netherlands [Электронный ресурс]. URL: <https://westergaard.eu/wp-content/uploads/2010/09/CPN-Tools.pdf>.