

Процессы моделирование распространения радиоволн в городской застройке можно осуществлять как с привлечением аналитических, так и экспериментальных методов. К первым относят в основном методы геометрической теории дифракции и более точные численные методы электродинамики, в основе которых лежат волновые процессы. Статистические методы учитывают случайный характер распределения неоднородностей (параметров застройки), приводящих к вероятностному характеру распределения поля. Экспериментальные методы основываются на результатах измерений. Однако эти средства измерений могут быть достаточно дорогостоящими.

В этой связи необходимо развивать различные методы моделирования распространения радиоволн в городе, хотя на настоящий момент, не существует единой модели, позволяющей с высокой степенью достоверности определить значение поля в различных участках радиотрассы.

Многообразие различных методов объясняется сложностью и неоднородностью данной среды распространения.

#### **Список литературы:**

1. Введенский Б.А. Распространение ультракоротких радиоволн / Б.А. Введенский. – М.: Наука, 1973.
2. Бардин Н.И. Распространение УКВ радиоволн в условиях крупного города / Н.И. Бардин, Н.Д. Дымович // Электросвязь. – 1964. – № 7. – С. 15-18.
3. Самардак А.С. Геоинформационные системы: электронный учебник / А.С. Самардак. – Владивосток, 2005 – С. 123.
4. Королёв Ю.К. Общая геоинформатика. Ч. 1. Теоретическая информатика. Выпуск 1 / Ю.К. Королёв. – СП ООО ДАТА+, 1998. – С. 118.
5. Бугаевский Л.М. Геоинформационные системы: учебное пособие для вузов / Л.М. Бугаевский, В.Я. Цветков – М.: Высш. шк., 2000 – С. 222.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UML ДИМАГРАММ И СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОИСКА ПУТИ В ЛАБИРИНТЕ**

**© Марков А.В.\* , Романников Д.О.♦**

Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск

Рассматривается свойство параллельности в сетях Петри на примере нахождения выхода из лабиринта. Для этого используются раскрашенные сети Петри, способные сохранять историю перемещений по лабиринту. Также рассмотрена методика трансляции UML диаграмм в сети Петри.

---

\* Аспирант кафедры Автоматики.

♦ Аспирант кафедры Автоматики.

Проектирование программного обеспечения подразумевает выработку свойств системы на основе анализа постановки задачи, а именно: моделей предметной области, требований к ПО.

В зависимости от класса создаваемого ПО, процесс проектирования может обеспечиваться как «ручным» проектированием, так и различными средствами его автоматизации. В процессе проектирования ПО для описания его характеристик используются различные нотации – блок-схемы, ER-диаграммы, UML-диаграммы, DFD-диаграммы, а также сети Петри.

Использование UML-диаграмм совместно с сетями Петри [2, 4] дает возможность разработчикам выявить возможные неточности еще при постановке задачи. Анализ динамики функционирования системы можно описать через свободный язык сетей Петри [1].

Сети Петри – инструмент для исследования систем. Теория сетей Петри дает возможность моделирования системы математическим представлением ее в виде сети Петри. Предполагается, что при анализе сетей можно получить важную информацию о структуре и динамическом поведении моделируемой системы.

Несмотря на разнообразие моделируемых систем, выделяется несколько общих черт, которые должны быть отражены в особенностях используемой модели этих систем. Основная идея заключается в том, что системы состоят из отдельных взаимодействующих компонент. Каждая компонента сама может быть системой, но ее поведение можно описать независимо от других компонент системы, за исключением точно определенных взаимодействий с другими компонентами.

Действиям компонент системы присущи совмещенность или параллелизм.

Совмещенная природа действий в системе создает некоторые трудности при моделировании. Поскольку компоненты системы взаимодействуют, необходимо установление синхронизации. Пересылка информации или материалов от одной компоненты к другой требует, чтобы действия включенных в обмен компонент были во время взаимодействия синхронизированы. Это может привести к тому, что одна компонента будет ждать другую компоненту. Согласование во времени действий различных компонент может быть очень сложным, а получающиеся в результате взаимодействия между компонентами трудны в описании.

Сети Петри отличный выбор для моделирования параллельных систем и для систем, включающих в себя несколько параллельных частей.

#### 1. Описание системы.

Разрабатываемая система представляет собой лабиринт размерностью  $5 \times 5$ . Лабиринт содержит проходы, стены, клетку входа и клетку выхода. Метка будет начинать движение с клетки «начало» и заканчивать в клетке «конец».

Лабиринт (рис. 1) задан двухмерным массивом  $x[i][j]$ . Каждый элемент массива будет равен 1 или 0 (0 – проход, 1 – стена).

Описанная система реализуется с помощью UML диаграмм, основанных на алгоритмах из работ [5-8].

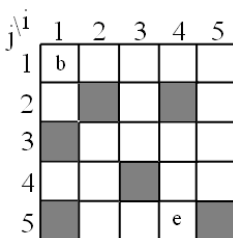


Рис. 1. Лабиринт

Вначале, разрабатывается диаграмма классов (рис. 2), состоящая только из одного класса «робот», который обращается к массиву «лабиринт».

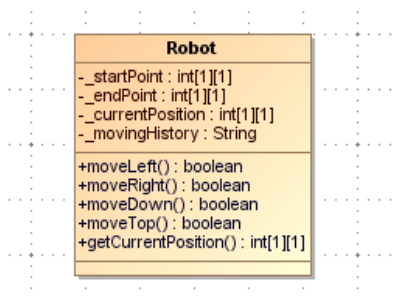


Рис. 2. Структурная диаграмма для класса «робот»

Массив «лабиринт» содержит информацию о координатах. Необходимо отметить, что при движении «робота» по лабиринту, в нем будет накапливаться история перемещений. Опираясь на методы проектирования программного обеспечения [6-8], строится структурная диаграмма (рис. 3), состоящая из начального состояния (InitialState) и составного состояния – moving. Рис. 4 иллюстрирует вложенное состояние, описывающее движение «робота».

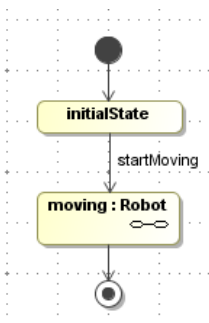


Рис. 3. Структурная диаграмма для класса «робот»

Используя комментарии [9] в состояниях, можно указать на нюансы, которые должны быть реализованы в сети Петри. В данном примере это сохранение истории передвижений в фишке.

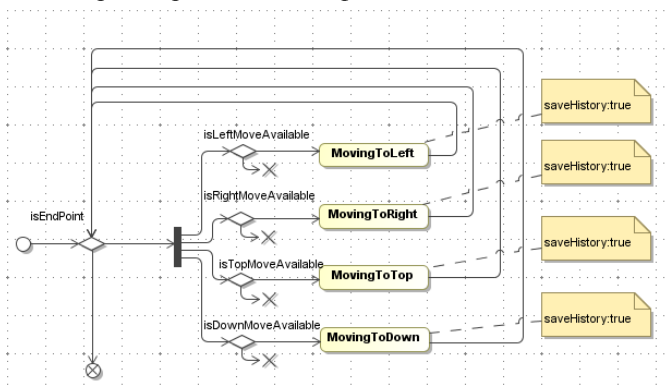


Рис. 4. Состояние moving

## 2. Реализация с помощью сетей Петри.

Опираясь на правила преобразований UML-сети Петри [6-8] реализуем цветную сеть Петри, представленную на рис. 5.

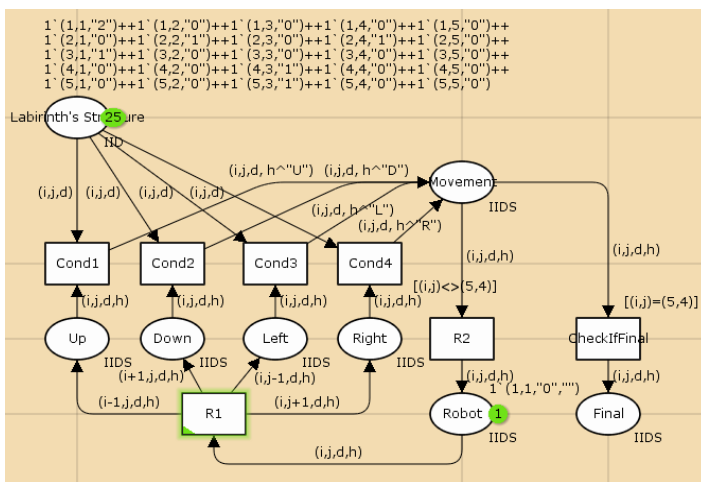


Рис. 5. Цветная сеть Петри, полученная из структурных диаграмм (рис. 3, 4)

Примечание *saveHistory: true*, изображенное на рис. 4, указывает на сохранении истории в метке. Для реализации сохранения истории была добавлена переменная *h* к местам с типом данных *IIDS*. История добавляется к фишке после срабатывания переходов *Cond1*, *Cond2*, *Cond3* and *Cond4*.

Примечания в UML диаграммах – очень мощное средство, которое может быть использовано для введения временной составляющей в UML.

В место *Final* попадают фишки, нашедшие выход из лабиринта. По истории их передвижений можно отследить маршрут, по которому двигался «робот» до клетки «конец».

### 3. Анализ сети Петри.

Реализация сети Петри для данной системы была сделана в программном пакете CPN Tools, который может быть использован для анализа систем. При анализе системы в CPN Tools составлен отчёт, представленный в табл. 1.

Таблица 1

#### Отчет о пространстве состояний для системы на 5

Statistics	
State Space Nodes: 16571 Arcs: 68950 Secs: 300 Status: Partial	Пространство состояний модели состоит из 16571 узлов, 68950 дуг за 300 секунд.
Scg Graph Nodes: 16571 Arcs: 68950 Secs: 3	
Home Properties	
Home Markings None	Модель не имеет домашних маркировок.
Liveness Properties	
Dead Markings 6188 [16571,16570,16569, 16568, 16567, ...]	Сеть Петри содержит мёртвые маркировки.
Dead Transition Instances None	В модели отсутствуют мёртвые переходы.
Live Transition Instances None	
Fairness Properties	
No infinite occurrence sequences	Бесконечные последовательности отсутствуют.

В сети присутствуют «мёртвые» маркировки, что означает наличие в модели тупиковых состояний. Тупиковые состояния возникают, когда роботы не могут найти выход из лабиринта.

\* \* \*

Был рассмотрен механизм трансляции UML диаграмм в сети Петри. Эта методика может быть использована для более общего представления UML диаграммам и временных сетей Петри.

Другим важным результатом является сохранение в метке истории её передвижений. По истории передвижений можно проследить путь движения метки по лабиринту до клетки «конец», что может быть использовано для анализа систем.

Для улучшения систем, можно предложить использование некоторых внешних программ для задания массивов, например Excel.

**Список литературы:**

1. Воевода А.А. Марков А.В. О компактном представлении языков сетей Петри: сети с условиями и временные сети // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2010. – № 2. – С. 77-83.
2. Воевода А.А. Марков А.В. Тестировании UML-диаграмм с помощью аппарата сетей Петри на примере разработки ПО для игры «Змейка // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2010. – № 3. – С. 51-61.
3. Воевода А.А. Романников Д.О. Использование UML и временных сетей Петри при разработке программного обеспечения // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2010. – № 3. – С. 61-71.
4. Зимаев И.В. О возможности автоматической трансляции UML диаграмм деятельности в сети Петри // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2010. – № 1. – С. 149-156.
5. Воевода А.А. Романников Д.О. Зимаев И.В. Применение UML-диаграмм и сетей Петри при разработке встраиваемого программного обеспечения // Научный вестник НГТУ. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2009. – № 4. – С. 169-175.
6. Коротиков С.В. Применение сетей Петри в разработке программного обеспечения центров дистанционного контроля и управления: дисс. ... канд. техн. наук / НГТУ. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2008.
7. Baresi L., Pezze M. On formalizing UML with high-level Petri net, Concurrent object-oriented programming and Petri nets: advances in Petri nets. – Berlin: Heidelberg. Springer, 2003. – P. 276-304.
8. Campos J., Merseguer J. On the integration of UML and Petri nets in software development // Lecture Notes in Computer Science. – Berlin: Heidelberg. Springer, 2006. – P. 19-36.
9. Bernardi S., Merseguer J. Performance evaluation of UML design with Stochastic Well-formed Nets // The Journal of Systems and Software. – 2007. – 80 p.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ДОСТАВКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

**© Мусаев В.Г.\*, Гусейнов Н.Э., Абилов К.А.**

Азербайджанский технический университет,  
Азербайджанская республика, г. Баку

Рассматриваются задачи оптимизации передачи информационных ресурсов, в сложных ИВС с иерархической структурой управления.

---

\* Заведующий кафедрой «Компьютерные системы и сети», доктор технических наук.