

ПРИМЕНЕНИЙ СЕТЕЙ ПЕТРИ В РАБОТЕ ЛЕНТЫ СОРТИРОВЩИКА**И.А. Седых¹, А.А. Тамбовцев²***Липецкий государственный технический университет, Россия, Липецк,**¹sedykh-irina@yandex.ru, ²sasha.tambovtsev.585@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрен процесс работы автоматической сортировочной ленты для отправки посылок по разным направлениям, а также исследуются возможности применения сетей Петри для оптимизации работы этого процесса. Описаны преимущества и причины использования для проведения анализа сетей Петри. Рассмотрены такие модификации как раскрашенные и иерархические сети Петри, а также приведены преимущества иерархической сети Петри для оптимизации данного процесса.

Ключевые слова: сеть Петри, оптимизация, сортировщик, раскрашенная сеть Петри, иерархическая сеть Петри, динамическая система.

APPLICATIONS OF PETRI NETS IN THE WORK OF THE SORTER TAPE**I. Sedykh¹, A. Tambovtsev²***Lipetsk State Technical University, Russia, Lipetsk,**¹sedykh-irina@yandex.ru, ²sasha.tambovtsev.585@mail.ru*

Аннотация. This article discusses the process of automatic sorting tape for sending parcels in different directions and explores the possibilities of using Petri nets to optimize the operation of this process. The advantages and reasons of using Petri nets for this analysis are described. Such modifications as colored and hierarchical Petri nets are considered, and the advantages of a hierarchical Petri net for optimizing this process are also given.

Ключевые слова: Petri net, optimization, sorter, colored petri net, hierarchical petri net, dynamic system.

Для цитирования: Седых И.А., Тамбовцев А.А. Применение сетей Петри в работе ленты сортировщика // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 12. С. 35-38. DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2023_12_35.

Введение. Объект, являющийся предметом изучения, может быть представлен как совокупность компонентов и связей между ними, так и может характеризоваться в терминах динамического поведения, т.е. поведения во времени. В первом случае описание носит статический характер и обычно соответствует структурной точке зрения на объект. Во втором случае объект – это процесс, который реализуется его взаимодействием с внешней средой. Такие модели принято называть поведенческими или динамическими [1-6].

Вследствие развития научно-технического прогресса появилась потребность в новых способах отображения моделей параллельных процессов, отражающих одновременную работу нескольких процессоров. Так, сети Петри получили широкое распространение, поскольку позволяют объединить работу нескольких устройств, описываемых отдельными связанными моделями.

Сеть Петри – это интеграция графа и дискретной динамической системы, благодаря чему она может служить как статической, так и динамической моделью представляемого с ее помощью сложного объекта. Этим объясняются эффективность и моделирующие возможности сетей Петри.

Применение сетей Петри не ограничивается моделированием процессов и динамических систем. Они также применяются при решении задач функциональной спецификации и верификации программного обеспечения, для организации вычислительных процессов и др.

Можно выделить 4 задачи исследования объектов с использованием сетей Петри:

- 1) интерпретация (программирование объекта), связанная с адекватным представлением моделируемого объекта соответствующей сетью Петри;
- 2) программирование модели в конкретной операционной среде;
- 3) исследование модели;
- 4) кросс-трансляция с языка сетей Петри на языки программирования (эта задача возникла сравнительно недавно в связи с реализацией на базе сетевых моделей систем управления) [2-9].

Сети Петри являются весьма удобным средством для моделирования динамики поведения вычислительных и управляющих систем, поэтому решено применить их для оптимизации работы сортировочной ленты.

Постановка задачи. Рассматриваемый конвейер состоит из следующих частей:

- прямая лента для выгрузки продуктов на ленту сортировщика (1);
- круговая лента со сканером посылок (штрих-кодов) (2);
- система перенаправления посылок на нужную ленту конвейера (3).

Этот процесс предназначен для сортировки почтовых посылок по городам отправления. Процесс работы сортировки выглядит следующим образом:

На 1-м этапе посылки размещают на сортировочную ленту (1). Все посылки имеют маркировку штрих-кодом, который служит для распределения посылок по пунктам назначения. Перемещаясь дальше по конвейерной ленте, посылки попадают на круговую ленту (2), где сканируются их штрих-коды для дальнейшего процесса сортировки. Круговая лента необходима на тот случай, если маркировка посылки не была считана в первый раз. Из-за закольцованности ленты процесс сортировки не прерывается из-за подобных ошибок, а не отсканированная посылка уходит на повторное сканирование. Заключительным этапом работы конвейера является перенаправление посылок согласно пунктам назначения.

Одной из трудностей системы является то, что не отсканированная посылка может так и остаться на круговой ленте и не уйти на следующий этап. Проведение данного рассмотрения и применение новых методов сортировки, возможно, поможет избавиться от этих ошибок.

Процесс сортировки, описанный выше, занимает определённое время и не застрахован от других возможных ошибок. Применение сетей Петри для описания этого процесса может ускорить проведение сортировки и предотвратить некоторые из возможных ошибок.

Цветная сеть Петри. Для схемы сортировщика можно построить раскрашенную (цветную) сеть Петри. В таком виде сетей Петри сортируемым объектам приписываются некоторые признаки, например, различные цвета, а условия срабатывания переходов и правила изменения разметки сети задаются специальной таблицей, учитывающей признаки сортируемых объектов [10-13].

На рис. 1 представлена схема почтового конвейера, описанного при помощи раскрашенной сети Петри. В этой схеме:

- переход T1 – является прямой лентой сортировщика (на ленту которого разместили посылки);
- состояние P1 – круговая лента сортировщика (посылки сканируются для сортировки по городам назначения);
- переходы T2-T85 – возможные переходы (в соответствии со штрих-кодом отправляемого пункта назначения);
- состояния P2-P85 являются конечными пунктами ленты конвейера (города, в которые направлены посылки);

- признаками являются штрих-коды на упаковках.

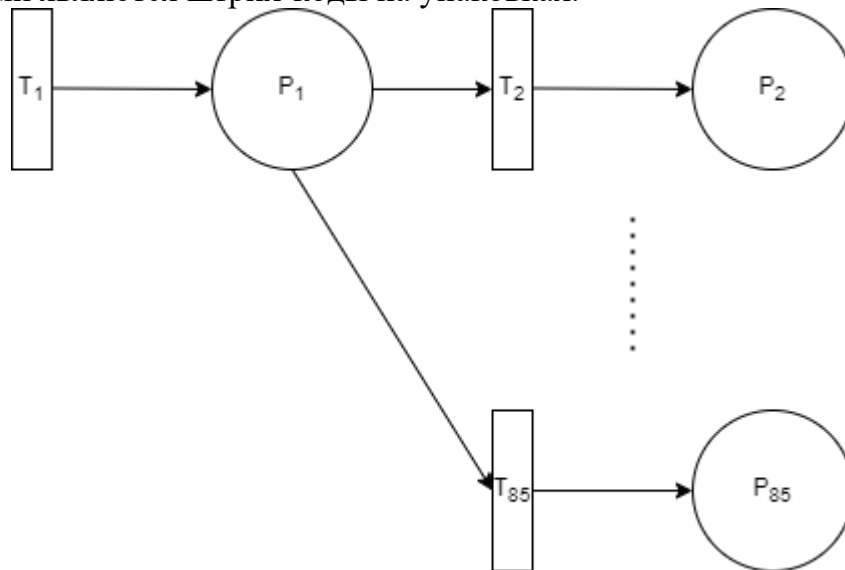


Рис. 1. Схема цветной сети Петри

Кроме раскрашенной сети Петри, для рассматриваемой схемы сортировщика можно построить иерархическую сеть Петри.

Иерархическая сеть Петри. В отличие от рассмотренной раскрашенной сети Петри, введение иерархии позволяет более подробно описать состояние конкретной системы, так как в этом случае рассматриваются как внешняя, так и внутренняя её составляющие.

Преимущество перехода к иерархическим сетям Петри заключается в том, что каждой позиции и каждому переходу может быть приписана сеть Петри, моделирующая процессы хранения и обработки данных, происходящие в соответствующем узле сети.

Преимущества такого подхода являются:

- упрощение сети Петри верхнего уровня, описывающей функционирование вычислительной сети в целом;
- упрощение построения сетей Петри нижележащих уровней, моделирующих процессы обработки, хранения и передачи данных;
- возможность повышения эффективности обработки иерархической сети использованием многоядерности процессоров или созданием распределённого приложения моделирования (включая кластерные приложения).

Отметим также, что увеличение количества уровней сети Петри позволяет повысить адекватность модели и предоставляет возможность повысить точность описания и моделирования [4,14].

Заключение. Таким образом, в настоящей работе рассмотрен процесс сортировки почтовых посылок на конвейерной ленте и возможные методы для моделирования и дальнейшей оптимизации рассматриваемого процесса. Конкретно, описание, моделирование и оптимизация этого процесса возможна применением таких видов сетей Петри, как раскрашенные и иерархические.

Библиографический список

1. Мараховский В.Б., Розенблум Л.Я., Яковлев А.В. Моделирование параллельных процессов. Сети Петри. СПб.: Профессиональная литература, 2014. 400 с.
2. Башкин В.А., Ломазова И.А. Эквивалентность ресурсов в сетях Петри. М.: Научный мир, 2008. 208 с.
3. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие. СПб.: Лань, 2016. 192 с.

4. Горлач Б.А., Шахов В.Г. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2018, 292 с.
5. Дворецкий С.И. Моделирование систем: Учебник. М.: Академия, 2019. 304 с.
6. Власов М. В. Имитационное моделирование: учебно-методическое пособие для подготовки к лекционным и практическим занятиям. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. 60 с.
7. Проститенко О.В., Халимон В.И., Рогов А.Ю. Моделирование дискретных систем на основе сетей Петри: учебное пособие. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2017. 69 с.
8. Веретельникова Е.Л. Теоретическая информатика. Теория сетей Петри и моделирование систем: учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. 82 с.
9. Демахин Д.С., Седых И.А. Модификация структуры сетей Петри в моделировании транспортных объектов // Технологии физики, автоматизации и информатики. Актуальные исследования в современной науке. 2019. С 21-24.
10. Седых И.А., Анисеев Е.С. Применение раскрашенных временных сетей Петри для моделирования цементного производства // Вестник Донского государственного технического университета. 2016. № 4. С. 140-145.
11. Седых И.А., Анисеев Е.С. Представление цементного производства иерархическими раскрашенными временными сетями Петри на основе окрестностных моделей // Вестник ЛГТУ. 2017. № 1 (31). С. 19–24.
12. Седых И.А. Анисеев Е.С. Иерархические раскрашенные временные сети Петри на основе окрестностных моделей // Автоматизация процессов управления. 2018. № 2. С. 83-89.
13. Кизилев Е. А. Методика построения цветных сетей Петри, моделирующих работу цифрового автомата // Известия высших учебных заведений // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2017. № 3. С. 36-47.
14. Рудаков И.В., Пащенко А.В. Программный комплекс верификации алгоритмов программного обеспечения с помощью иерархических сетей Петри // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 2. С. 86-96.