

шейся за счет кристаллографических дефектов двойниковой (или каластерной, но по энергетическим характеристикам аналогична двойниковой) структуры.

Список литературы:

1. Интернет-ресурс: www.membrana.ru/particle/11534/ (31 мая 2007 г.)
2. Чижов В.А., Скориков В.М. Гипотеза о возникновении эффекта сверхпроводимости на идеальном дефекте кристаллической решетки – двойнике или двойниковой границе (ДГ). – М.: Издательство «Спутник +», 2012.- 54 с.
3. Постников В.С. Физика и химия твердого состояния. – М.: Металлургия, 1978.- (стр. 258-271).

4. Интернет – ресурс: <http://add.coobreferat.com/dos/index-13315.html> (Часть III. Сверхпроводимость. Сверхпроводники 1-ого и 2-ого рода).
5. Гинзбург В.Л., Андрюшин Е.А. Сверхпроводимость.- М.: Альфа, 2006. (глава III. Природа сверхпроводимости).
6. Интернет-ресурс: <http://900igr.net/kartinki/fizika/VTSP/021-5.-Silnotochnye-primenenija-vtsp.html>
7. Интернет-ресурс: <http://microskopia-uai.narod.ru/nanometer2.html>
8. Интернет-ресурс: <http://www.dinos.ru/sci/20080608421.html>

ДЕМОНСТРАЦИЯ ВРЕМЕННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ СЕТИ ПЕТРИ.

Дереза Алёна Владиславовна

Аспирант КФУ им. В.И.Вернадского г.Симферополь

Введение

Сети Петри, являясь очень прозрачным и емким инструментом для создания моделей различных систем, в качестве моделей сложных систем с параллелизмом имеют единственный важный недостаток — «взрывообразный» рост пространства состояний, что существенно осложняет проверку свойств таких моделей. Сохранить практический смысл при моделировании сетями Петри сложных систем помогает теория компонентного моделирования — рассмотрение в качестве модели исследуемой системы компонентной сети Петри (CN-сети) [4]. Использование компонентного моделирования позволяет выделять в детальной сети Петри исследуемой системы, повторяющиеся одинаковые или однотипные участки (составные компоненты: компоненты-места C_p и компоненты-переходы C_t) для получения и дальнейшего рассмотрения упрощенной сети Петри — CN-сети (компонентной модели), в которой проявляются сложные и неритмичные блоки, а исходные свойства детальной сети Петри исследуемой системы сохраняются неизменными [1,6].

Добавление временной характеристики в теорию компонентного моделирования представляется логичным следствием практико-ориентированного рассмотрения теории. Полученный формализм позволит перестраивать структурные свойства модели, с целью соблюдения временных свойств, или же исследовать временные параметры модели, для модели определенной структуры. Как следствие, становится возможным получение информации о поведении во времени исходной системы еще до транслирования ее модели в термины временных конечных автоматов, как предложено в [2, с.51]. А при транслировании модели в термины конечных автоматов, трудозатраты при языковом анализе и проверке свойств на модели существенно сократятся, в связи с уменьшенным объемом исходной модели [1]. В работе [3] разработаны определения временной компонентной сети Петри, отвечающие этапам и способам построения компонентной модели со временем (CN^t — сети) и рассмотрены варианты возможных постановок задач, при построении временной компонентной модели, и особенности, возникающие при описании временных свойств отдельных компонент.

Целью данной статьи является: 1) демонстрация разработанных в [3] определений временной компонентной сети, для введения временной характеристики на всевозможных этапах создания модели; 2) описание выигрышных особенностей компонентного моделирования для систем со временем на примере моделирования работы железнодорожной станции.

Введение временных ограничений в компонентную сеть Петри.

В статье [6] в качестве примера компонентной сети Петри рассмотрена модель железнодорожного узла, состоящего из двух железнодорожных станций тупикового типа (для станций такого типа поезда прибывают и отправляются в одном направлении), и четырех проходных станций (для станций такого типа поезда могут прибывать и отправляться в противоположных направлениях). Рассмотрим процесс проектирования новой железнодорожной станции для такого узла и включения в её модель, представленной в виде компонентной сети Петри, временной характеристики.

Проектирование будет осуществляться для модели станции тупикового типа с одной входной колеей, по которой поезда будут прибывать и отправляться, и тремя внутренними колеей. Первоначально, необходимо обеспечить работу семафора, регулирующего невозможность одновременного движения в конкурирующих направлениях (т.е. безопасность), а также выяснить время, требуемое для перегона по входному пути станции. Компонентная модель, соответствующая обозначенным особенностям, представлена на рисунке 1.

Для модели, представленной на рисунке 1, в место p_1 попадают фишки при движении поездов железнодорожного узла по направлению к данной станции. Переход t_1 описывает движение поездов по входной колее въезжающих в станцию, а t_2 — покидающих её. Компонента-место P_2^* описывает движение поездов внутри станции, состоящей из трех путей. В место p_3 метка помещается, когда поезд уже покинул станцию. Фишка, находящаяся в месте p_4 , осуществляет роль семафора, поскольку делает невозможным срабатывание двух переходов одновременно.

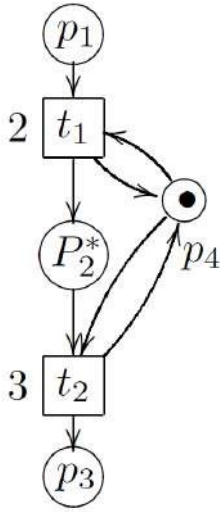


Рис.1

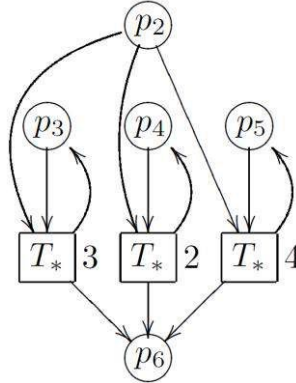


Рис.2

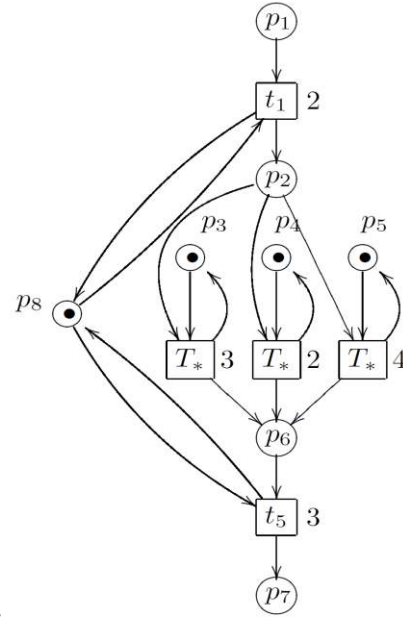


Рис.3

Для введения временной характеристики в модель тупиковой железнодорожной станции, представленной на рисунке 1, воспользуемся следующим определением из [3]:

Определение 1

Компонентная Сеть Петри с временными характеристиками (CN^t -сеть), содержащая только компоненты места (C_p), представляется кортежем (P, T, F, W, D, M_0) , где $P = P_1^* \cup P_2$ — конечное множество мест (P_1^* — конечное множество компонент-мест); T — конечное множество переходов; $F \subseteq P \times T \cup T \times P$ — отношение инцидентности. Где M_0 — начальная разметка сети. Отображение $W: F \rightarrow \{1, 2, \dots\}$ определяет кратность дуг, связывающих места и переходы. Временное отображение D будет иметь вид:

- $D: P^*, T \rightarrow \{1, 2, \dots\}$ при ассоциировании конкретной временной задержки составной компоненте C_p ;
- $D: T \rightarrow \{t_k + [t_l, \sum_{t_l \in P_m^* FT} t_l]\}$ при ассоциировании конкретной временной задержки составной компоненты C_p всем, последующим за ней переходам (с целью сохранения базового определения неопределенности пребывания фишек в местах сети), где t_k — конкретная временная задержка перехода, $k + l = \overline{1, n}$, n — число переходов компонентной сети; $m = \overline{1, s}$, s — число компонент-мест в CN -сети;
- $D: T \rightarrow \{1, 2, \dots\}$ при двухаспектном [3] подходе в рассмотрении времени срабатывания компонент.

Временные задержки C_p в компонентной сети не исследуются, пока не будут выяснены структурные и временные особенности всей CN^t -сети.

На начальном этапе проектирования тупиковой станции, конкретное время движения поездов по внутренним колеям не определено, но точное время срабатывания переходов t_1 или t_2 потребуются для согласования времени активности семафора. В таком случае, временное отображение $D: T \rightarrow \{2, 3\}$, ассоциирующее время только

переходам сети, упростит задачу проверки интересующих временных свойств. Использование второго пункта определения, в частности, представление отображения $D: T \rightarrow \{2, 3 + x\}$, тоже возможно, если известна некоторая предварительная временная задержка $\{x\}$ поездов на самой станции.

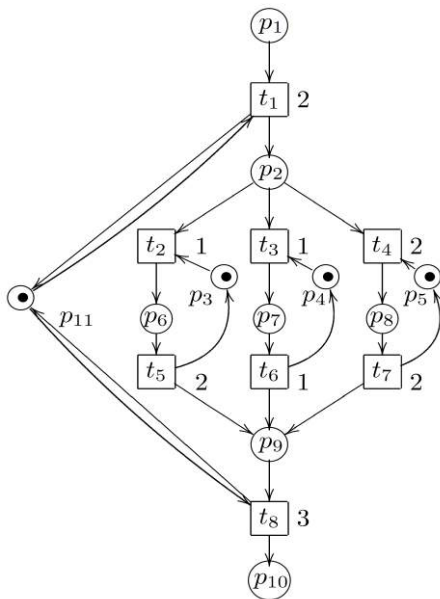
При дальнейшей работе по уточнению внутренней структуры тупиковой станции, компонента-место P_2^* получит сетевое описание, представленное на рисунке 2. Следовательно, модель тупиковой железнодорожной станции примет более конкретный вид, представленный на рисунке 3. На нем отражено следующее: после прибытия поезда на станцию, описываемого переходом t_1 , наличие фишки в месте p_2 будет означать готовность движения поезда внутри станции. Наличие фишек в местах p_3 , p_4 , p_5 , представляющих семафоры внутренних путей, делает свободными их для прибытия составов поездов. Прибытие, стоянку и отправление поезда с внутренней колеи описывают компоненты-переходы T^* . Поступление фишки в место p_6 означает готовность какого-либо поезда покинуть станцию, т.е. активировать переход t_5 , отвечающий за отправление поезда со станции.

Чтобы снабдить модель, представленную на рисунке 3, временными ограничениями, воспользуемся следующим определением [3]:

Определение 2

Компонентная Сеть Петри с временными характеристиками (CN^t -сеть), содержащая только компоненты переходов (C_t), представляется кортежем (P, T, F, W, D, M_0) , где P — конечное множество мест; $T = T_1^* \cup T_2$ — конечное множество переходов (T_1^* — конечное множество компонент-переходов); $F \subseteq P \times T \cup T \times P$ — отношение инцидентности. Отображение $W: F \rightarrow \{1, 2, \dots\}$ определяет кратность дуг, связывающих места и переходы, $D: T \rightarrow \{1, 2, \dots\}$ задает времена срабатываний переходов сети, вне зависимости от их типа. M_0 — начальная разметка сети.

Следовательно, временное отображение $D: T \rightarrow \{2, 3, 2, 4, 3\}$ даст представление о времени срабатывания различных переходов.



Выделение составных компонент в модели, описанной в терминах временных сетей Петри.

Рисунок 4: временная сеть Петри, моделирующая работу тупиковой ж.д. станции.

Рассмотрим модель тупиковой железнодорожной станции, описанной в терминах временных сетей Петри. Наличие фишек в месте p_1 означает готовность поездов зайти на станцию, переход t_1 представляет прибытие, а переход t_8 — отправление поезда со станции. Место p_{11} описывает работу семафора, исключающего движение во входной колее в конкурирующих направлениях. Места p_3, p_4, p_5 представляют семафоры внутренних путей станции. Поступление фишек в место p_2 означает готовность поездов заходить на одну из внутренних колее станции. Переходы t_2, t_3, t_4 описывают процесс прибытия поездов на пути, представленные местами p_6, p_7, p_8 , а переходы t_5, t_6, t_7 соответственно отправление с этих путей. В место p_9 попадают фишки, когда какой-либо из поездов готов покинуть станцию.

Каждый из переходов представленной модели имеет конкретную временную задержку, представленную на графе рядом с соответствующим переходом. Различное время срабатывания схожих по функциям переходов может быть обусловлено расположением и протяженностью путей, различными видами прибывающих составов поездов, приоритетами на выполнение конкретных действий внутри станции (например, прибывающие поезда принимаются без задержек).

Выделение составных компонент возможно, если присутствует участок сети, который начинается и заканчивается переходом (переходами) и не имеет дуг инцидентности, соединяющих его внутренние элементы с остальной сетью. На рисунке 4 есть несколько таких участков, одинаковых по структуре, которые могут быть представлены компонентой-переходом C_p : t_2, p_6, t_5 ; t_3, p_7, t_6 и t_4, p_8, t_7 . В результате их замены компонентой с именем T^* , будет получена компонентная сеть, представленная на рисунке 3.

Согласно определению соответствующему данному способу конструирования в CN_t -модели [3], временное отображение D ставит в соответствие конкретные временные задержки всем переходам, кроме компонентных. Что обосновано сложностью вычисления поведенческой составляющей конкретной временной задержки компоненты, содержащей параллельные переходы [3].

В случае отсутствия параллельных путей в структуре выделяемых участков сети и невозможности последовательного движения нескольких фишек по одной компоненте (как в нашем примере), вычисление конкретной временной задержки компоненты C_t осуществляется суммированием конкретных временных задержек всех внутренних переходов. И суммарная временная задержка может описываться на графе (рисунок 3).

Выводы

В работе, на примере создания модели тупиковой железнодорожной станции, представлены очевидные преимущества CN^t -сетей для создания моделей систем со временем: простота, гибкость и информативность. Также существенным плюсом таких моделей является возможность выяснения структурных и временных свойств [5]

без трудоемких преобразований и трансляций в другие модели. В связи с ограниченным объемом статьи детальные описания компонентного моделирования были опущены.

Список литературы:

1. Lukyanova E. On similarity of Petri nets languages: статья. ТВИМ. – 2013. – № 2. – С. 74–80.
1. 2. Penczek W., Potrola A. Advances in Verification of Time Petri Nets and Timed Automata. A temporal logic approach. Vol. 20, Springer-Verlag. – 2006.
2. 3. Dereza A. V. Definition of time component Petri net for different ways of its construction: статья. Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Готовится к печати.
3. 4. Лукьянова Е.А. О структурных элементах компонентной сети Петри: статья. Проблемы программирования, – 2012. – № 2-3. – С. 25-32.
4. 5. Лукьянова Е.А. О компонентном анализе систем с параллелизмом: статья. Научные записки НаУКМА. Компьютерные науки. – 2012. – Т. 121
5. 6. Лукьянова Е.А., Дереза А.В. Исследование однотипных структурных элементов CN -сети в процессе компонентного моделирования и анализа сложной системы с параллелизмом: статья. Кибернетика и системный анализ, 2012, – № 6. – С. 20-29.
6. 7. Лук'янова О.О. Про бісимуляційну еквівалентність детальної моделі Петрі та її CN -моделі досліджуваної паралельної розподіленої системи: статья. Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Серія: фізико-математичні науки. – 2013. – Спецвипуск. – С. 122–127.