

О КОМПАКТНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ЯЗЫКОВ СЕТЕЙ ПЕТРИ: СЕТИ С УСЛОВИЯМИ И ВРЕМЕННЫЕ СЕТИ*

А.А. ВОЕВОДА, А.В. МАРКОВ

Приведены примеры компактного представления для конечных и бесконечных языков, деревьев достижимости простых сетей Петри, сетей с условиями, временных сетей с закликиванием.

Ключевые слова: сети Петри, простые сети, сети с условиями, временные сети, компактное представление языков, дерево достижимости

ВВЕДЕНИЕ

При решении определенного типа задач часто необходим анализ вероятных маркировок моделируемой системы, а также динамики ее функционирования, которое можно описать в терминах последовательностей срабатывания переходов, так как события системы представлены переходами сети. Множество всех последовательностей срабатываний переходов сети от начальной маркировки до всех достижимых разметок сети называется свободным языком сети Петри. Компактное представление языков простых сетей рассмотрено в [1], а раскрашенных сетей – в [2].

Возможно применение различных классов языков для последнего вида анализа с помощью сетей Петри [3].

1. СЕТИ ПРОСТЫЕ И С УСЛОВИЯМИ

Свободный язык простой сети Петри, например представленный на рис. 1, имеет вид: $L(N_1) = (t_1, t_2, t_1t_1, t_1t_2, t_1t_3, t_1t_4, t_2t_1, t_2t_2, t_1t_1t_3, t_1t_1t_4, t_1t_2t_3, t_1t_2t_4, t_1t_3t_1, t_1t_3t_2, t_1t_4t_1, t_1t_4t_2, t_2t_1t_3, t_2t_1t_4, t_1t_1t_3t_3, t_1t_1t_3t_4, t_1t_1t_4t_3, t_1t_3t_1t_3, t_1t_3t_1t_4, t_1t_4t_1t_3)$.

Свободный язык сети Петри с условиями (рис. 2) имеет вид: $L(N_2) = (t_1, t_2, t_1t_1, t_1t_3, t_1t_4, t_2t_1, t_2t_2, t_1t_1t_3, t_1t_1t_4, t_1t_3t_1, t_1t_4t_1, t_2t_1t_3, t_2t_1t_4, t_1t_1t_3t_3, t_1t_1t_4t_3, t_1t_3t_1t_3, t_1t_4t_1t_3)$.

* Получена 7 мая 2010 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию, ГК № П694 от 12.08.2009, конкурс НК-81П

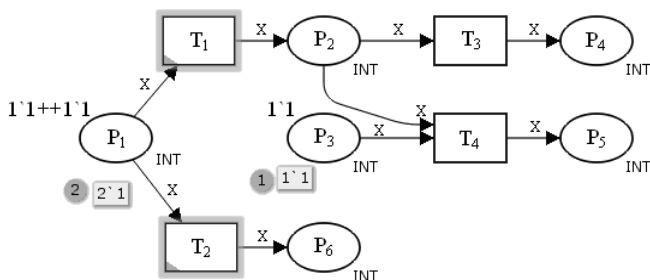


Рис. 1. Простая сеть Петри

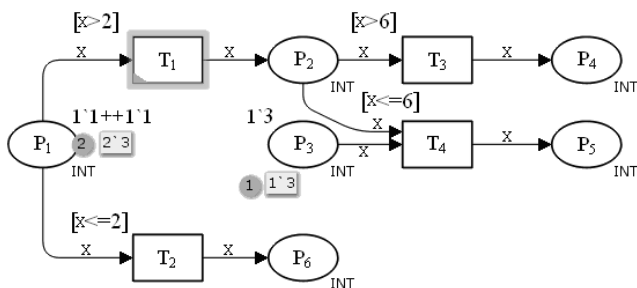


Рис. 2. Сеть Петри с условиями

Представление языков довольно громоздко и тяжело для восприятия и анализа, особенно для сетей с большим количеством мест и переходов. Поэтому для обеих сетей было построено общее дерево достижимости (рис. 3) и дано компактное представление языков (рис. 4, а). Для упрощения анализа языки могут быть представлены в виде графов, в которых ребра соответствуют переходам. Чтение графа производится слева направо.

Дерево достижимости представляет множество всех достижимых состояний сети Петри [4].

Представление общего дерева достижимости не меняет структуры ни одного из деревьев простой сети Петри и сети Петри с условиями, а общее компактное представление языков этих сетей показывает, что представление языка сети с условиями (рис. 4, б) является частью представления языка простой сети.

Следовательно, можно использовать построения общего дерева достижимости и компактного представления языков для сетей с одинаковой структурой, но разного типа.

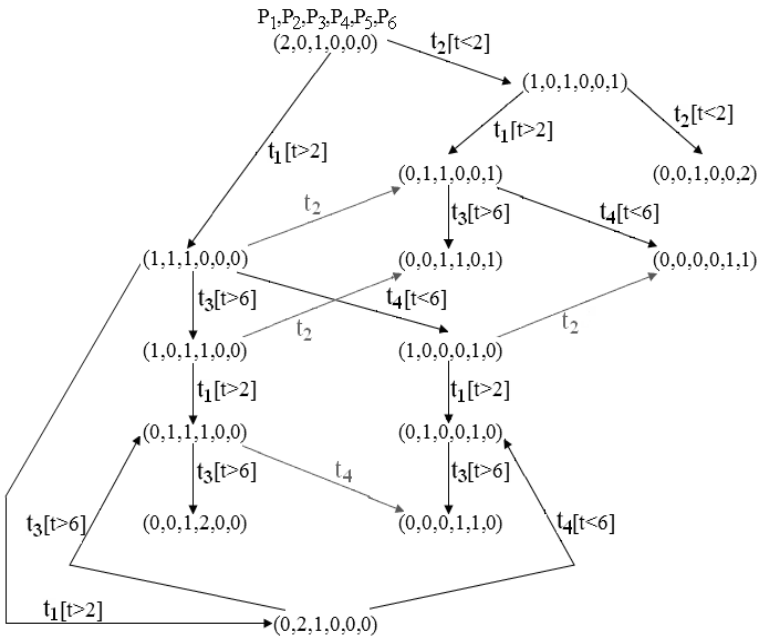


Рис. 3. Дерево достижимости для простой сети, для сети с условиями (черный цвет – сеть с условиями, черный и светлый цвета – простая сеть)

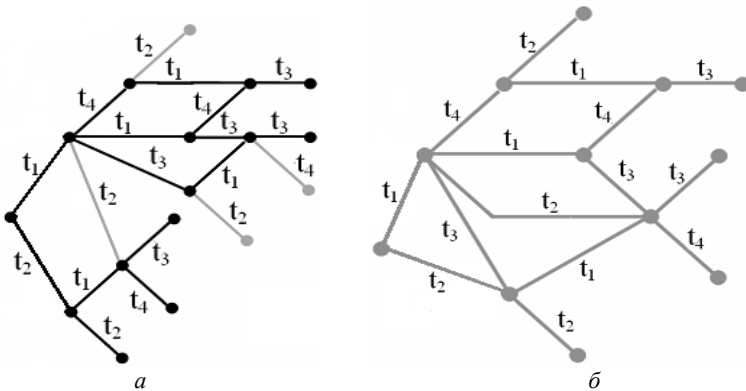


Рис. 4. Компактное представление свободных языков простой сети и сети с условиями (черный цвет – представление языка сети с условием, черный и светлый цвета – представления языка простой сети)

Рассмотрим представление бесконечных языков на примере сети с закливанием (рис. 5), для которой построено дерево достижимости (рис. 6), а также компактное представление языка (рис. 7).

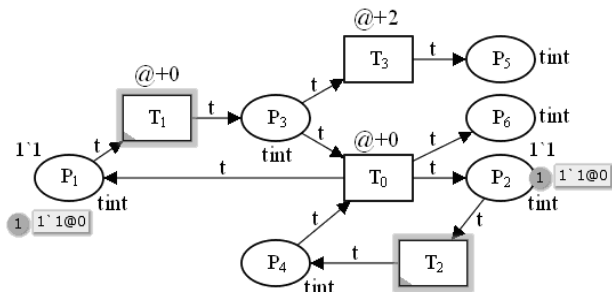


Рис. 5. Временная сеть Петри с закливанием

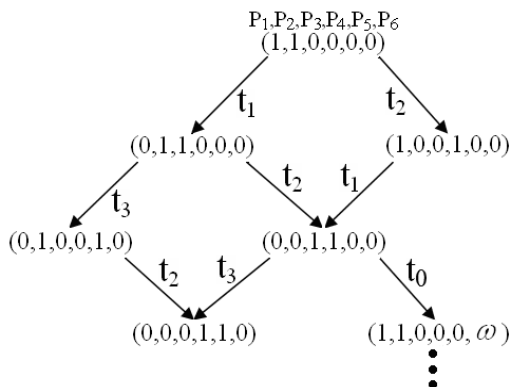


Рис. 6. Дерево достижимости временной сети с закливанием

По дереву достижимости можно отследить все последовательности срабатывания переходов, следовательно, построить свободный язык, который для временной сети следующий: $L(N_3) = (t_1, t_2, t_1t_2, t_1t_3, t_2t_1, t_1t_3t_2, t_1t_2t_3, t_1t_2t_0, \dots, t_2t_1t_0\dots)$.

В графическое представление языка на рис. 7, а входят бесконечные маршруты. Создав эквивалентное представление при помощи сориентированных дуг (рис. 7, б), можно от них отказаться.

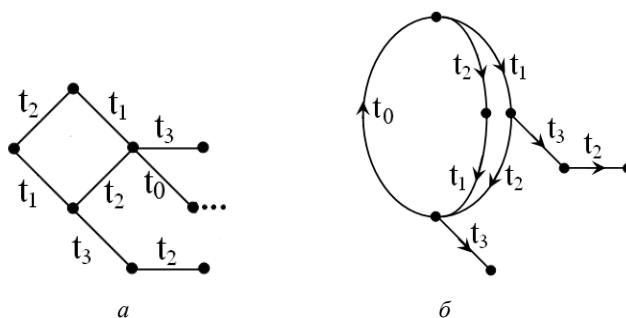


Рис. 7. Компактное представление свободного языка временной сети с заикливанием

Из примера следует, что на построение дерева достижимости и компактного представления свободного языка время задержки переходов не влияет, следовательно, дерево достижимости и компактное представление строятся так же, как для простых сетей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из приведенных примеров видно, что компактное представление свободного языка является сокращенным вариантом дерева достижимости сети. Именно в компактном представлении скрыта маркировка сети, что делает ее более удобной для восприятия свободного языка.

Из общего компактного представления двух свободных языков сетей Петри одинаковой структуры, но разных типов видно, что одно из представлений будет частью другого.

Предложенное компактное представление языков может быть применено для анализа и использовано для синтеза сети Петри по заданному языку.

[1] Воевода А.А. Коротиков С.В. О компактном представлении языков сетей Петри // Сб. науч. тр. НГТУ. – 2005. – № 1. – С. 141–144.

[2] Воевода А.А. Романников Д.О. О компактном представлении языков раскрашенных сетей Петри // Сб. науч. тр. НГТУ. – 2008. – № 3 – С. 105–108.

[3] Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука, 1984.

[4] Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – С. 90–93.

Воевода Александр Александрович – профессор кафедры автоматики Новосибирского государственного технического университета.

Тел. (383)346-25-12. E-mail: voevoda@ucit.ru

Марков Александр Владимирович – магистрант кафедры автоматики Новосибирского государственного технического университета.

E-mail: muviton3@mail.ru

A.A. Voevoda, A.V. Markov

About compact representation of languages of the Petri nets: nets with conductions and time nets.

Examples of compact representation for final and infinite languages, trees of approachability of a simple Petri nets, a nets with conditions, a time nets with cycling are resulted.

Key words: Petri nets, simple nets, nets with conditions, time nets, compact representation of languages, tree of approachability.