

АНАЛИЗ ИНВЕРСИОННОГО ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Трацевская А.П.

Трацевская Анна Павловна – бакалавр,
кафедра информатики,
Институт космических и информационных технологий,
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Аннотация: рассмотрим существующие методы моделирования сетей Петри, изучим основные характеристики, для анализа Сетей. Для проведения сравнительного анализа нам необходимо будет исследовать новый подход инверсионного моделирования сетей. При сравнении двух подходов к построению сетей, получим необходимые параметры, на основе которых сможем сделать выводы о целесообразности использования и анализа сетей с инверсионным подходом.

Ключевые слова: сети Петри, моделирование, анализ, инверсионный подход, сравнительный анализ.

Параллельно с активным развитием и усложнением программного обеспечения проявляется интерес к математическим средствам моделирования и анализа систем. При том, наибольший риск возникновения ошибок как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации, имеют вычислительные машины и программы с параллельной архитектурой. Выявить наличие неограниченных состояний, конфликтов или тупиков помогают формальные математические средства анализа. Одним из наиболее популярных средств для моделирования и анализа параллельных систем являются сети Петри [1, 41].

Сети Петри имеют ряд формальных и неформальных определений, одно из которых - «Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф, состоящий из вершин двух типов - позиций и переходов». Действительно, ключевой характеристикой таких формальных моделей является распределение управления, иными словами – возможность одновременного независимого функционирования различных частей системы. Наиболее удобный способ представление сетей – графическое представление. При построении графического графа используются вершины и переходы [2, 11].

Для достижения целей в зависимости от моделируемой системы можно ввести дополнительные правила моделирования и условия срабатывания переходов. При моделировании систем мы используем ориентированный граф, где идем от начальной вершины графа к конечной, проходя все переходы. Предлагается дополнить сеть инверсионной частью. Так, часть сети, которая соответствует требованиям, может располагать начальным маркер в конечном переходе. Такая реализация соответствует неформальному представлению программ, когда мы моделируем систему, точно зная ее конечные вершины, но не до конца установлено точное количество проходящих вершин, весов, задержек и др.

Рассмотрим две сети, смоделированные с уже готового приложения. Первая сеть будет нормальной сетью Петри. При моделировании второй сети, реализуем прохождение части сети из конечной вершины в начальную. Используя полученные результаты, проведем анализ по нескольким направлениям. Сравним полученные результаты двух методов прохождения сети и полученные показатели. Исследовать сети будем, используя программное обеспечение Platform Independent Petri net Editor 2. Построим сеть, используя модель уже разработанной системы [3, 173].

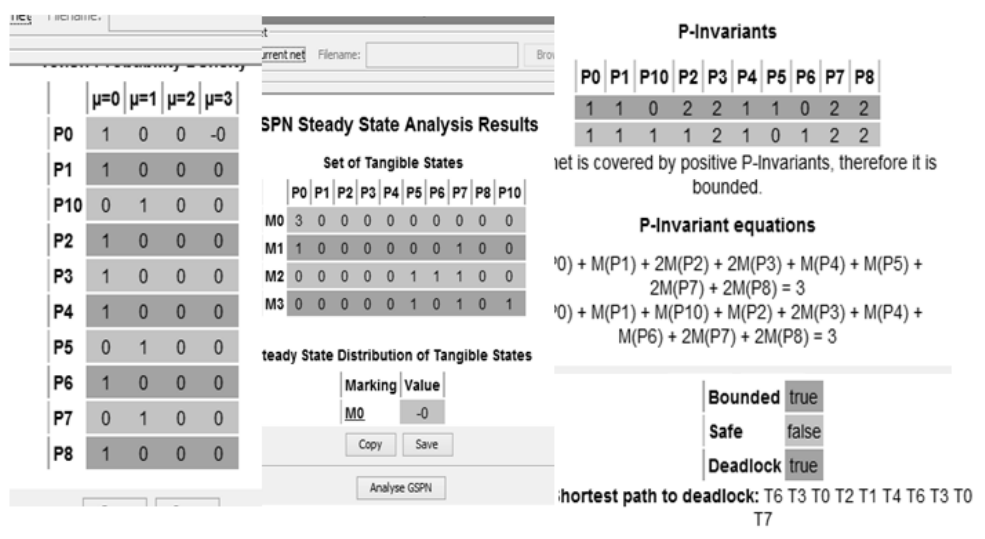


Рис. 1. Анализ нормальной сети Петри

Рассмотрим полученные параметры, свойства, состояния переходов и маркеров. Разрешенные переходы t2, t7. Минимальный уровень маркеров -3. Аналитическая система определяет модель, как стандартную сеть Петри. Сеть определяется, как не безопасная, ограниченная и не имеющая тупиков и безвыходных

положений. При запуске в сети есть две разрешенных положения, в которые последовательно перейдут маркеры. Не все маркеры оказались открыты, суммарное время анализа сети 0.674с. Заменяем часть сети на инверсионную. Важно, что мы должны инвертировать часть сети, не имеющую иных от остальных временных задержек и времени срабатывания. Переместим часть маркеров с начального состояния в конечное.

Используя средства анализа и симуляции сети, отметим, что маркеры с нормальной части сети и инверсионной начинают движение одновременно по направлению друг к другу. Рассмотрим полученные характеристики анализа на рисунке 2.

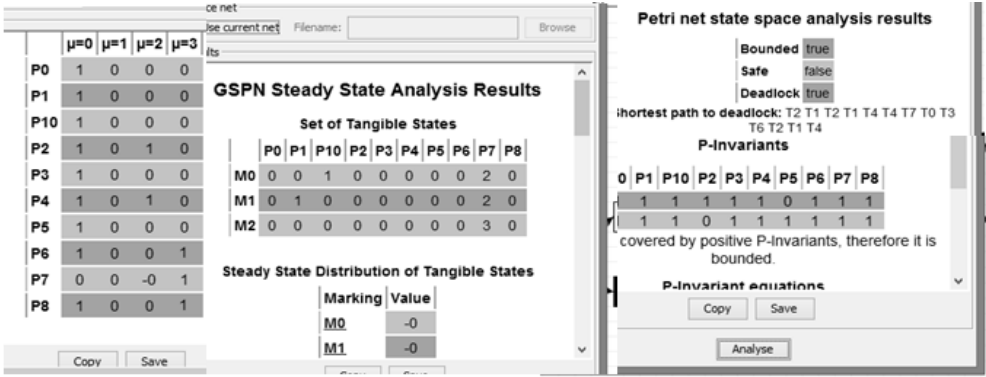


Рис. 2. Анализ свойств инвертированной сети Петри

При такой маркировке разрешёнными являются переходы t2, t7 и t10. Сеть является небезопасной, ограниченной и не имеющей тупиков. Время прохождения сети 0,397с. Рассмотрим количество непокрытых точек и переходов на каждом шагу.

Синхронное прохождение нормальной части сети и инвертированной части показывает более быстрое время, меньшее количество непокрытых точек при большем количестве начально разрешенных позиций.

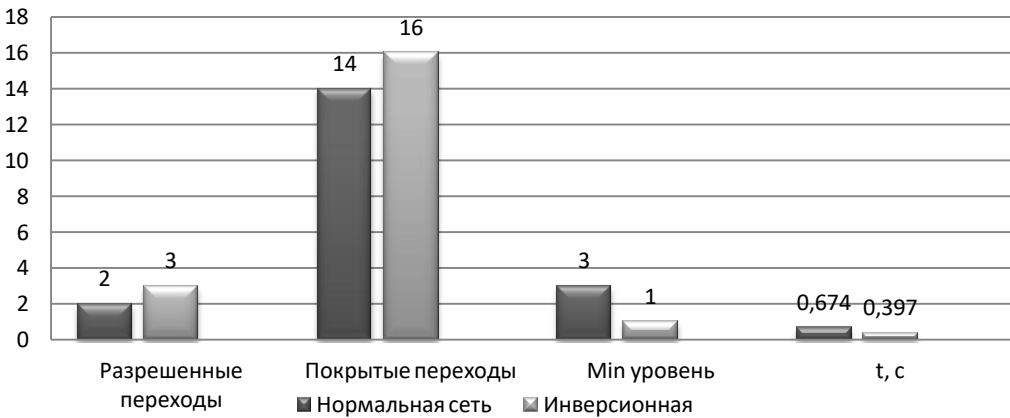


Рис. 3. Диаграмма сравнения подходов

На диаграмме выведено сравнение двух подходов по четырем характеристикам. На основе полученных данных можно сделать вывод, что изменение подхода к построению сетей Петри, используя инвертированные части или полное инвертирование, может являться новым методом моделирования и дальнейшего анализа надежности систем.

Более того, частные примеры демонстрируют нам выигрыш во времени и большее количество покрытых точек. Некоторые точки, имеющие в нормальной сети 3 уровень активности, переходят в 1 или 0 уровень, что показывает нам недоработки системы, которые нельзя увидеть, используя стандартный метод моделирования.

На данном этапе метод инвертирования недостаточно проверен в решении практических задач, поэтому относится к теоретическому. Однако, полученные результаты уже доказывают возможность использования для разработки, верификации и оптимизации систем. Для детального сравнения всех параметров при равнозначных условиях требуется доработка платформы для моделирования и анализа сетей Петри, которая позволит запускать синхронные процессы и использовать разно-ориентированные графы одновременно.

Список литературы

1. *Конюх В.Л., Михайлишин А.Ю.* «Имитатор сетей Петри и опыт его применения» // Прикладные аналитические системы, 2011. № 2. С. 32–47.
2. *Wil van der Aalst* «Process Mining: Petri Nets»// Eindhoven University of Technology Department of Information and Technology, 2015. С. 11-17.
3. *Ezpeleta J., Colom J.M., Martinez J.A.* Petri net based deadlock prevention policy for flexible manufacturing systems //I EEE transactions on robotics and automation, 1995. Т. 11. № 2. С. 173-184.