

ITERATION OF FINITE AND INFINITE LANGUAGES AND NONDETERMINISTIC FINITE AUTOMATA

© 2011

A.G. Alekseyeva, postgraduate student*B.F. Melnikov*, doctor of physical and mathematical sciences, professor, professor of the chair «Applied mathematics and applied informatics»*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

Keywords: iterations of finite languages; nondeterministic finite automata; $P=NP$ question; iterations of infinite languages.

Annotation: In this paper we consider the representation of iterations of finite languages using special nondeterministic finite automata. We define a special equivalence relation for two iterating languages. We consider the reduction of conditions of realization of this relation to defining equivalence of two nondeterministic finite automata, considering for the given finite languages. Using these reduction and equivalence relation, we formulate the hypothesis about the connection between this problem and $P=NP$ question. We consider the generalization of some considered problems for the case of infinite iterating languages, for instance, when the given alphabet is infinite.

УДК 681.513.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

© 2011

Т.Н. Зубова, преподаватель кафедры «Управление человеческими ресурсами»*Южный Федеральный университет, Ростов-на-Дону (Россия)**Б.Ф. Мельников*, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Прикладная математика и прикладная информатика»*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

Ключевые слова: сети Петри; принятие управленческих решений; моделирование асинхронных процессов; оптимизация функционирования организации.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы математического моделирования процесса своевременного принятия управленческого решения при возникновении необходимости корректировки ключевых показателей функционирования организации. Практическим результатом является предложенная сетевая модель процесса и характеристика ее свойств.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное функционирование организации связано с оперативным принятием решений руководителями различного уровня, специалистами различных областей деятельности и уровня компетентности. От качества, своевременности и общей направленности принимаемых решений зависит и направленность общего вектора развития организации. При этом говорить о развитии можно весьма условно, так как некоторые решения, напротив, приводят к регрессу всей системы. Именно поэтому предлагается ввести понятие системного вектора организационного развития.

Согласно исследованиям, проведённым ранее различными авторами ([1–5]), наиболее значимыми характеристиками функционирования организации могут служить следующие переменные: управляемость хозяйствующих субъектов (далее – M); долгосрочная конкурентоспособность (C); результативность внутренних процессов (P); эффективность внутренних процессов (E); адаптивность системы (A); степень ответственности организации (R); инновационность (I); уровень синхронизации процессов (S). Кроме того, исходя из целей отдельной организации и особенностей её функционирования, руководителями могут быть сформированы соб-

ственные ключевые параметры.

Целью же настоящей работы будет оценка возможности применения сетей Петри для моделирования процесса получения информации о параметрах управляемой системы, анализа данных, информирования ответственных лиц и инициации управленческого решения – с учётом параллельности и асинхронности принимаемых решений, а также их вероятностного характера.

Процесс управления организацией характеризуется нелинейностью и сложностью. Для сохранения заданной направленности развития требуется регулярный внутренний контроль. При этом на многих предприятиях отсутствует адекватная система визуализации организационного состояния и своевременного оповещения ответственных лиц о необходимости вмешательства. Предлагаемый авторами подход, заключающийся в использовании для данных целей сетей Петри, позволяет оценивать качество разработки подобного инструментария.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНИМОСТИ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Как известно ([6]), сеть Петри – это двудольный ориентированный размеченный мультиграф, аналитически задаваемый кортежем следующего вида:

$$C = \langle P, T, I, O, M \rangle,$$

где P и T – множества вершин двух типов: позиций и переходов. Дугами могут соединяться только вершины различных типов. Для описания динамики процессов, реализуемых в сети Петри, дополнительно вводится понятие метки. Размещение меток по позициям называется её маркировкой. Перемещения меток по сети представляют собой совокупность срабатываний переходов и отображают смену дискретного состояния моделируемой системы. Срабатывание перехода возможно, если имеется соответствующее переходу событие (т.н. предусловие). Выполнение события представляется фишкой в позиции, соответствующей этому условию. При запуске (срабатывании) перехода из входных позиций (предусловий) удаляются фишки, в выходных позициях (постусловиях) фишки заносятся [7].

Применение сетей Петри обусловлено необходимостью моделирования асинхронных параллельных процессов, к которым можно отнести и процесс своевременного управленческого реагирования на слабые сигналы о возможном отклонении от нормального уровня функционирования организации.

Основными достоинствами данного теоретического аппарата считаются наглядность представления процессов, возможность упорядочения потока информации, отсутствие измерения времени, учёт причинно-следственных взаимосвязей событий. Сети Петри могут быть использованы для моделирования практически любой сложной системы. Цель представления системы управления организацией в виде сети Петри состоит в получении информации о структуре информационных потоков и динамическом поведении моделируемой системы, а также о возможности моделирования программного обеспечения для обозначенных задач.

Недостатками сетей Петри некоторые исследователи называют отсутствие интуитивной понятности графической нотации, громоздкость диаграмм при описании сложных процессов, невозможность описать с использованием этого аппарата все процессы (см. [8]).

ПОСТРОЕНИЕ СЕТИ ПЕТРИ

При разработке имитационной модели с использованием сети Петри выделяют четыре основных этапа: структуризацию; формализацию и алгоритмизацию; программирование модели; проведение имитационных экспериментов с моделью. Для целей данной работы необходимо решить задачи, возникающие на двух первых этапах.

Будем считать, что в организации регулярно производится оценка ключевых параметров, характеризующих организацию как систему, – причём определены минимальные и допустимые (плановые) уровни их значений. За каждый параметр несёт ответственность специалист, определённый внутренним регламентом. На основании проведённой оценки специалисты принимают некоторые тактические решения, призванные скорректировать отклонения фактических параметров от плановых. Основные задачи состоят в обеспечении своевременности и непротиворечивости принимаемых решений, а также в оценке их оптимальности относительно стратегического плана развития организации. Представим процесс принятия тактического управленческого решения на основании данных, получаемых от управляемой системы – см. рис. 1.

Опишем с помощью сети Петри процесс получения информации о фактическом состоянии организации по каждому параметру и принятия решения при необходимости корректировки. Для упрощения схема составлена не по восьми указанным параметрам, а по двум; однако, как легко заметить, ветви графа одинаковы для каждого параметра, поэтому не составит труда при необходимости продублировать нужные ветви необходимое число раз.

Интерпретация данной сетевой модели (см. рис. 2) – следующая. В момент запуска программа проверки перебирает каждый из названных выше системных параметров (переход t_1). Результатом этого процесса становится определение значения параметра. Потом система присваивает параметру один из трёх возможных статусов (переходы t_2, t_{10}, t_{17} для первого параметра, переходы t_{20}, t_{23}, t_{30} – для второго рассматриваемого параметра). Постусловием этого перехода становится событие «статус присвоен» («больше», «меньше» или «равен плановому значению» – соответственно для первого параметра события p_3, p_9, p_{16} , для второго – p_{20}, p_{24}, p_{30}).

Наиболее короткий путь связан именно с соответствием



Рис. 1. Схема принятия управленческого решения.

фактического значения плановому (переходы $t_1, t_{17}, t_{18}, t_{19}, t_{38}$ для первого параметра, переходы $t_1, t_{20}, t_{21}, t_{22}, t_{38}$ — для второго). В этом случае система информирует ответственного специалиста и руководителя об отсутствии отклонений по данному параметру, а также заносит данные в итоговую сводную форму.

При наличии превышения фактического уровня над плановым (в данном случае превышение трактуется как более желательная характеристика) также информируются специалист и его руководитель (переходы t_{11} и t_{24} соответственно); при этом руководитель ставится перед необходимостью принятия решения о поощрении (переходы t_{12} или t_{25}) или непоощрении (переходы t_{13} или t_{26}) ответственного специалиста, что (вместе с фактическим значением показателя) отражается в итоговой сводной форме.

Наибольшее количество переходов осуществляется при условии, если система определяет невыполнение планов. В этом случае также информируются руководитель и ответственный специалист — однако дальнейшие переходы осуществляются только после того, как специалист предложит системе некоторые альтернативы для устранения отклонения, система оценит и определит оптимальный вариант, проинформирует о нём руководителя и получит его утверждение. Только после указанных условий возможен переход к формированию таких разделов итоговой сводной формы, как фактические показатели и рекомендуемые действия.

Представим сеть в виде следующих основополагающих понятий: события и условия; причём, учитывая, что для каж-

дующие события: наступил срок проверки — p_1 ; установлено значение параметра — p_2 (p_{19}); установлено отклонение параметра от нормы в меньшую сторону — p_3 (p_{30}); произведено определение альтернативных действий для устранения отклонения и выбран вариант, отвечающий критериям оптимальности — p_4 (p_{31}); руководитель получил запрос на утверждение оптимального варианта — p_5 (p_{32}); сформулированы рекомендации для специалистов — p_6 (p_{33}); не сформулированы рекомендации для специалистов — p_7 (p_{34}); составлено приложение к сводной итоговой форме (по корректировке выбранного параметра) — p_8 (p_{35}); установлено отклонение параметра от нормы в большую сторону — p_9 (p_{24}); проинформирован специалист — p_{10} (p_{25}); проинформирован руководитель — p_{11} (p_{26}); принято решение о поощрении специалиста за достижение показателей, лучших по сравнению с плановыми, — p_{12} (p_{27}); не принято решение о поощрении специалиста — p_{13} (p_{28}); сделана корректировка параметров с учётом поощрения специалиста — p_{14} (p_{29}); отклонение параметра не зафиксировано — p_{16} (p_{20}); проинформирован специалист — p_{17} (p_{21}); проинформирован руководитель — p_{18} (p_{22}); составлен отчёт о фактическом уровне параметра — p_{15} (p_{23}); реализовано принятое управленческое решение — p_{36} .

Модель процесса принятия решения содержит 37 позиций и 38 переходов. Элементами множества переходов T являются следующие операции: оценка всех параметров — t_1 ; сравнение параметров с нормой для определения наличия отклонений в меньшую сторону — t_2 (t_{30}); формулирование альтернатив специалистом, определение оптимального варианта — t_3 (t_{31}); отправление системой запроса руководителю на утверждение варианта действий, признанного оптимальным — t_4 (t_{32}); принятие руководителем решения о формулировании руководства к действию — t_5 (t_{33}); принятие руководителем решения о временной задержке любых действий по устранению отклонений — t_8 (t_{34}); разрешение системе на заполнение раздела «Рекомендации для специалистов» — t_6 (t_{35}); разрешение системе на незаполнение раздела с рекомендациями к действию — t_9 (t_{36}); сравнение параметров с нормой для определения наличия превышений по сравнению с нормой — t_{10} (t_{23}); информирование ответственных лиц (специалиста и руководителя) — t_{11} (t_{24}); принятие решения о поощрении — t_{12} (t_{25}); принятие решения о непоощрении — t_{13} (t_{26}); корректировка данных при наличии сумм поощрения — t_{14} (t_{27}) и t_{15} (t_{28}); обнаружение параметров, соответствующих норме, — t_{17} (t_{20}); формирование итоговой сводной формы по рассматриваемому параметру с учётом сработавшего варианта — t_7 (t_{37}) или t_{16} (t_{29}); распоряжение о реализации принятого управленческого решения — t_{38} .

Введение в систему условия «Не сформулированы рекомендации для специалистов» (p_7 и p_{34}) осуществляется для обеспечения свойства достижимости системы. По завершению формирования итоговой сводной формы начинается отсчёт времени до новой проверки.

Аналогичным образом осуществляется оценка каждого из значимых для системы параметров. Для обеспечения наглядности на диаграмме представлена схема принятия решений при условии значимости только двух параметров — однако подобным образом могут быть смоделированы процессы для любого числа параметров.

При формализации и алгоритмизации элементов модели для каждой позиции определяются атрибуты меток. Переход считается формально описанным, если известны: множества

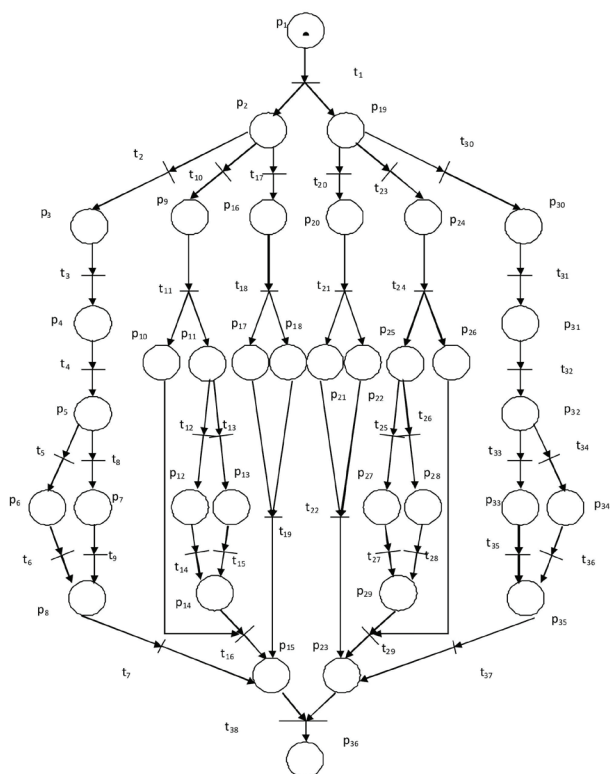


Рис. 2. Сеть Петри, моделирующая принятие управленческого решения.

дого параметра процесс оценки и корректировки одинаков, мы в скобках приводим обозначение для аналогичного события, связанного со вторым параметром (из двух рассматриваемых). Элементами множества условий P являются

смежных с этим переходом позиций; условия возбуждения перехода; схема выполнения; процедура перехода.

Условия возбуждения перехода – это некоторый предикат, принимающий истинное значение при реализации некоторой разметки позиций множества (т.е. проверяются атрибуты меток). Ёмкость события равна 1 – если событие истинно, и равно 0 – если событие ложно. Схема выполнения определяет изменение разметки позиций сети при срабатывании перехода. Процедура перехода представляет собой правила вычисления атрибутов или добавления меток.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСТРОЕННОЙ СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ

Отклонение фактического значения от планового, направленность этого отклонения могут носить вероятностный характер – так как они связаны с влиянием внешних по отношению к системе воздействий. Степень этого отклонения также может не иметь чёткого выражения – особенно в тех случаях, когда анализируются качественные параметры. Указанные факторы могут быть введены в модель с использованием кратных дуг и определения возможного количества фишек, необходимых в некоторых условиях для срабатывания переходов. Неопределённость наличия фишек может быть описана с позиции теории нечётких множеств (с использованием лингвистических переменных, например, таких как «сильное отклонение в худшую сторону», «незначительное отклонение в лучшую сторону» и т.п.) – см. [9].

Определим основные характеристики построенной нами сети. Она является безопасной – так как безопасна каждая её позиция (число фишек в ней равно 1 либо 0). Свойство безопасности теряется при введении кратных дуг для учёта степени отклонения параметров от нормального уровня. Сеть не обладает свойством живучести (сохранения) – так как общее число фишек в сети не является постоянной величиной (что, однако, и не требуется). Более того, сеть не является строго сохраняющей, так как число входов на каждом переходе не равно числу выходов. В сети отсутствуют тупики (переходы, которые не могут быть запущены) – следовательно можно говорить об активности всех переходов.

Проведённый аналогично [10] анализ построенной нами сети Петри подтвердил наличие свойства достижимости – и, таким образом, решается основная задача сети Петри. Однако продемонстрировать процесс построения дерева достижимости в настоящей работе не представляется возможным – из-за значительного числа событий и переходов. Вообще, дерево достижимости для данной сети является бесконечным. Приведение его к конечному представлению может быть осуществлено ограничением введения новых маркировок: а именно, при появлении маркировки, ранее встречавшейся в дереве (так называемой «дублирующей вершины») – никакие последующие маркировки следует не рассматривать, так как все они будут порождены из места первого появления дублирующей маркировки (см. [11]).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная нами модель описывает работу системы в условиях, когда не учитываются степень отклонений параметров, время на формулирование альтернатив, не определены критерии оптимальности рекомендуемых решений. Тем не менее предложенная сеть Петри наглядно отображает моде-

лируемый процесс и может служить исходным этапом для моделирования программного обеспечения этого процесса. При проведении экспериментов на разработанной модели возможно оценить поток информации, проходящий через специалиста при принятии решений. Кроме того, при наличии разработанных внутренних стандартов расчёта показателей и внутренних регламентов упрощается процесс формулирования технического задания для программирования.

Таким образом, аппарат сетей Петри целесообразно применять для оценки оптимальности применяемых решений при наличии достоверной статистической информации о колебаниях ключевых системных параметров, для рационализации процесса управления организацией при решении задач сокращения времени, разграничения ответственности, обеспечения наглядности.

Итак, предложенная нами модель адекватно отражает распределение информационных потоков в организации. При эффективном и своевременном взаимодействии специалистов с системой процесс проходит без сбоев. При возникновении нештатной ситуации (затягивание принятия решения, несвоевременная подготовка альтернатив и т. п.) сеть теряет свойство живости, в ней возникают тупики. На основе данной модели в настоящее время разрабатывается программное обеспечение, позволяющее в интерактивном режиме («человек-машина») проводить оценку текущего состояния системы, осуществлять оперативное планирование, выявлять случаи невыполнения (ненадлежащего исполнения) должностных обязанностей специалистом или руководителями. Кроме того, в программном комплексе реализуется графическое представление модели, что должно повысить её доступность и эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурьянова Н.В., Мельников Б.Ф. О методах принятия решений в прикладных задачах гуманитарных наук // В сб. материалов межд. научн.-практ. конф. «Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике», ч.2, Новочеркасск, изд-во Южно-Росс.Гос.Техн. ун-та, 2001.
2. Ерохин Г.П. Индикативное планирование в системах управления социально-экономическими процессами // Проблемы теории и практики управления. – 2002. – №2.
3. Куликов В.Г., Рыбалкина З.М. Анализ факторов, влияющих на уровень управляемости организаций // Региональная экономика и управление: электр. науч. журн. / Вятский государственный университет. – Киров: ООО «Международный центр научно-исследовательских проектов». – 2007. – №3 (11).
4. Григорьев Ю. Эффективность компании: как руководитель может её оценить // На стол руководителю. – 2007. – №18.
5. Зубова Т.Н. Система внутренних коммуникаций и её влияние на эффективность деятельности организации. В сб. «Труды аспирантов и соискателей Южного Федерального университета». Том XIII / Под ред. Е.К. Айдаркина. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – С.121-123.
6. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. Пер. с англ. – М.: Мир. 1984. – 264 с.
7. Басыров И.Р. Управление производством пироксилиновых порохов с использованием модифицированных сетей Петри // Химия и компьютерное моделирование. Бутле-

ровские сообщения. – 2002. – №8. – С. 69-72.

8. Михеев А., Орлов М. Перспективы Workflow-систем // PC Week/RE. – 2004. – №28. – С.21-25.

9. Гриценко Ю.Б., Жуковский О.И., Загальский О.Г. Использование сетей Петри для оценки времени эвакуации людей в зданиях и сооружениях при возникновении пожара. Алгоритм // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – №1 (21), ч.2. – С. 213-218.

10. Топольский Н.Г., Фирсов А.В., Афанасьев К.А. Мо-

делирование процесса устранения неисправности сетями Петри [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский // Материалы шестнадцатой научно-технической конференции «Системы безопасности» – СБ-2007. – Москва: Академия государственной противопожарной службы. – 25 октября 2007. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2007-4/14-04-07.ttb.pdf> (25.09.11)

11. Захаров Н.Г. Рогов В.Н. Синтез цифровых автоматов: Учебное пособие / Н.Г.Захаров, В.Н. Рогов – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 135 с.

APPLICATION OF PETRI NETS IN MODELING MANAGERIAL DECISION-MAKING PROCESSES

© 2011

T.N. Zubova, lecturer of the chair «Human resources management»

South Federal University, Rostov-on-Don (Russia)

B.F. Melnikov, doctor of physical and mathematical sciences, professor, professor of department «Applied mathematics and applied informatics»

Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: Petri nets; managerial decision-making; well-timed processes modeling; optimization of a commercial enterprise performance.

Annotation: In this paper we consider some questions of mathematical modeling the process of timely managerial decision-making in the case of key performance indicators is necessary. The described and characterized net model of a process determines some practical applications.

УДК 614.838.12

ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ ФЕНАЦЕТИНА И БЕНЗИМИДАЗОЛА

© 2011

А.Я. Васин, доктор технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Л.К. Маринина, кандидат химических наук, профессор, заведующая кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Е.Б. Аносова, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева (Россия)

Ключевые слова: пожаровзрывоопасность; фармацевтические препараты; дифференциально-термический анализ.

Аннотация. Приведены подробные данные о пожаровзрывоопасности и термической стойкости шести фармацевтических субстанций и полупродуктов их синтеза. Результаты исследований были использованы для разработки безопасных условий ведения технологических процессов и средств взрывозащиты производств данных веществ.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с выполнением Стратегии правительства Российской Федерации о развитии медицинской и фармацевтической промышленности до 2025 г. № ВЗ-П-12 синтез, производство и применение новых фармацевтических препаратов

увеличивается с каждым годом.

Производство лекарственных средств относится к потенциально опасным процессам смешанного типа. При возникновении аварийной ситуации возможны различные варианты опасностей: отравление, взрыв, механическое разрушение