



УДК:004.383.4:004.822

ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ АКИМАТОМ НА БАЗЕ СЕТИ ПЕТРИ

БОСКЕБЕЕВ К.ДЖ., АБДРАУПОВА Г.Р.

izvestiya@ktu.aknet.kg

Эффективным инструментом реализации имитационной модели является аппарат теории Сетей Петри (СП). СП являются удобным средством решения задач, связанных с анализом данных и моделированием управления в акимате. Перспективной областью исследований является применение аппарата СП для имитационного моделирования управления акиматом.

Прикладная теория СП связана главным образом с применением их к моделированию систем, их анализу и получающимся в результате этого глубоким проникновением в моделируемые системы.

Формальное описание Сетей Петри [1,2,3]:

$$C = (P, T, I, O),$$

где $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ - конечное множество событий, $n \geq 0$;

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ - конечное множество переходов, $m \geq 0$; множества P и T не пересекаются, т.е.

$$P \cap T = \emptyset.$$

I - входная функция, отображающая переход t_j в множество событий $I(t_j)$, называемых входными событиями перехода;

O - выходная функция, отображающая переход t_j в множество событий $O(t_j)$, называемых выходными событиями перехода.

События p_i является входной событий перехода t_j в том случае, если $p_i \in I(t_j)$; p_i является выходной событий, если $p_i \in O(t_j)$.

При работе СП удобно использовать графическое представление сети. Теоретико-графовым представлением СП является двудольный ориентированный мультиграф, т.к. он допускает существование кратных дуг от одной вершины графа к другой. Двудольность графа СП означает, что он обладает двумя типами узлов. Круг \circ является событием, а планка $|$ - переходом. Ориентированные дуги соединяют событие с переходами и наоборот.

События могут быть маркированными. Маркировка m есть присвоение фишек событиям СП. Фишки используются для определения выполнения сети. Выполнением СП управляют количество и распределение фишек в сети посредством запуска переходов. Переход запускается удалением фишек из его входных событий и образованием новых фишек, помещаемых в его выходные события.



Формально может быть записана Маркированная СП в виде [4,5,6]:

$$M = (P, T, I, 0, m)$$

Переход может запускаться только в том случае, когда он разрешен. Переход называется разрешенным, если каждое из его входных событий имеет число фишек по крайней мере равное числу дуг из событий в переход. Переход запускается удалением всех разрешающих фишек из его входных событий и последующим перемещением в каждое из его выходных событий по одной фишке для каждой дуги. Запуск перехода в целом заменяет маркировку m СП на новую маркировку m' .

Функционирование СП описывается формально с помощью множества последовательностей срабатывания переходов, из чего легко получается и последовательность маркировок-множество достижимых в сети разметок. Эти две последовательности представляют описание выполнения СП. Если СП описывает функциональную схему моделируемой системы, то работа сети моделирует процесс, происходящий при функционировании системы.

При имитационном моделировании топологической схемы и управления акимиагом с использованием СП необходимо определение некоторых дополнительных условий и допущений для обычной СП.

При определении соответствия событий и переходов СП объектам при имитационном моделировании необходимо иметь в виду, что представление процесса или системы Сетью Петри основано на двух понятиях: событиях и условиях. События - это действия, имеющие место в системе. Возникновением событий управляет состояние системы, которое может быть описано условиями. Для того, чтобы событие произошло, необходимо выполнение соответствующих условий. Поэтому для эффективного управления акимиагом необходимы бизнес-процессы, поступления документов от жителей сел и министерств КР и других источников: сырьевых, промежуточных и товарно-продуктовых. Дуги описывают материальные потоки и документы.

Главными особенностями СП, делающими их очень удобными для имитации сложных систем, имеющих последовательно-параллельную структуру, являются свойственные СП и их моделям одновременность и асинхронность. В ИМ (имитационном моделировании) на основе СП два разрешенных невзаимодействующих события могут происходить независимо друг от друга. Синхронизировать события, пока это не потребуется моделируемой системе, нет надобности. Но когда синхронизация необходима, моделировать ее легко.

Структура СП такова, что содержит в себе всю необходимую информацию для определения возможных последовательностей событий. Выполнение СП, отражающее поведение моделируемой системы управления, можно рассматривать как последовательность дискретных событий. Порядок появления событий является одним из возможных, допускаемых основной структурой.

Названные особенности и возможность моделирования определяют отличия ИМ на базе СП от рассмотренной выше многостадийной сетевой математического моделирования акимиага.



Управление акимиагом образует структуру с последовательно-параллельным соединением подразделений (бухгалтерия, служба маркетинга, экономический отдел и т.д.), и здесь возможно существование обратных связей. Для этих случаев принимается, что соответствующее событие, введенное для отражения обратной связи, имеет постоянную фишку.

Выполнение СП начинается с запуска начальных переходов. Один цикл расчета, реализующий выполнение СП и представляющий собой последовательность маркированных состояний сети, моделирует работу управления акимиагом в течение суток.

При запуске переходов происходит расчет финансов в соответствии с поступающей на вход перехода (бухгалтерии) величины объема финансов, и эти данные фиксируются. При маркировке событий (бухгалтерии) происходит расчет баланса. В случае разбаланса производится индикация критической ситуации и выдается сообщение лицу, принимающему решение (ЛПР). Т.е. если в событии p_i есть фишка, то производится расчет баланса и при возникновении разбаланса, несмотря на наличие фишки в событии и формальное разрешение на запуск следующего перехода на выходе события p_i , он не запускается, а выдается информация ЛПР о возникновении критической ситуации или узкого места. Т.о. этот переход в данный момент не срабатывает. После расчета баланса в событии p_i на вход t_j подается количество финансов, соответствующее требуемой номинальной или плановой финансирования на данном этапе расчета.

Однако, если даже в p_i баланс соблюдается, но к подаче в t_j готово количество финансов, меньшее минимально допустимой финансов, то в этом случае также не происходят активизация и запуск выходного перехода t_j , т.е. фишка не передается дальше по сети. Вновь ЛПР выдается информация о возникновении узкого места. Во время выполнения сети каждый переход запускается один раз в цикле. Фишки задают такты и маркируют переходы, которые должны сработать, отражая последовательность обработки финансов. Поэтому количество фишек на входе и выходе сети неодинаково.

Количественные и качественные показатели, характеризующие вырабатываемые объемы продуктов, коэффициенты ликвидности и другие экономические показатели, фиксируются после каждого срабатывания.

При использовании ИМ на базе СП для прогнозирования производственных ситуаций для различных вариантов графика ремонтов, т.е. когда простаивают на ремонте те или иные установки, выполняется перенастройка модели, связанная с перенесением потоков (дуг) от одних объектов (узлов) к другим. Перенастройка происходит на основе предусмотренных возможных вариантов схем переориентации потоков.

Рассмотрим фрагмент технологического ремонта устройств, представленный графом СП (рис. 1). Рассматриваемые позиции, переходы и дуги представлены сплошными линиями и обозначены

Структура сети определяется следующим образом.


$$P\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$$
$$T\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$$
$$I(t_1)\{p_1\}, O(t_1)\{p_3\}; I\{t_2\}\{p_2\}; O\{t_2\}\{p_4\};$$
$$I(t_3)\{p_3\}, O(t_3)\{p_5, p_6, p_7\}; I\{t_4\}\{p_4\}; O\{t_4\}\{p_6, p_9\};$$
$$I(t_5)\{p_5, p_6\}, O(t_5)\{p_{10}\}; I\{t_6\}\{p_7\}; O\{t_6\}\{p_{11}\};$$
$$I(t_7)\{p_8, p_9, p_{10}\}, O(t_7)\{p_{12}\}; I\{t_8\}\{p_{10}\}; O\{t_8\}\{p_{13}\};$$

Возможная траектория выполнения СП:

$$t_1 t_2 - t_3 t_4 - t_5 t_6 - t_7 t_8$$

С помощью описанных выше принципов реализации математической модели на базе СП можно моделировать работу как отдельных подразделений акимата, так и работу комплекса в целом. Это расширяет возможности ИМ и делает ее применимой, в частности, для решения задач эффективного управления, где необходимы получение прогнозов развития ситуаций и анализ вариантов решений в оперативные интервалы времени.

При управлении акиматом возникают такие проблемы:

- преодоление сложности (сложности управления возникают тогда, когда приходится делать выбор из множества возможных решений);
- управление акиматом требует организации больших объемов информации;
- как уменьшить информацию до того уровня, который необходим для принятия решения (потеря информации, поступающей от объектов, работающих в реальном режиме времени, может существенно сказаться на результате);
- нехватка времени на принятие решения (проявляется по мере усложнения производства);
- проблема координации (решения необходимо координировать с другими звеньями процесса или объекта);
- необходимость сохранения и распространения знаний очень опытных экспертов, полученных ими в процессе многолетней работы, и большого практического опыта. Проблема извлечения знаний и их распределения - сегодня одна из главных проблем.

Для решения этих проблем необходимо решить следующие задачи:

1. Провести системный анализ работы акимата с помощью CASE - технологии.
2. Формализовать закономерности управления акиматом с помощью СП и теории информационных процессов и систем.
3. Создать базу данных акимата, используя СУБД SQL Server 2008 R2.

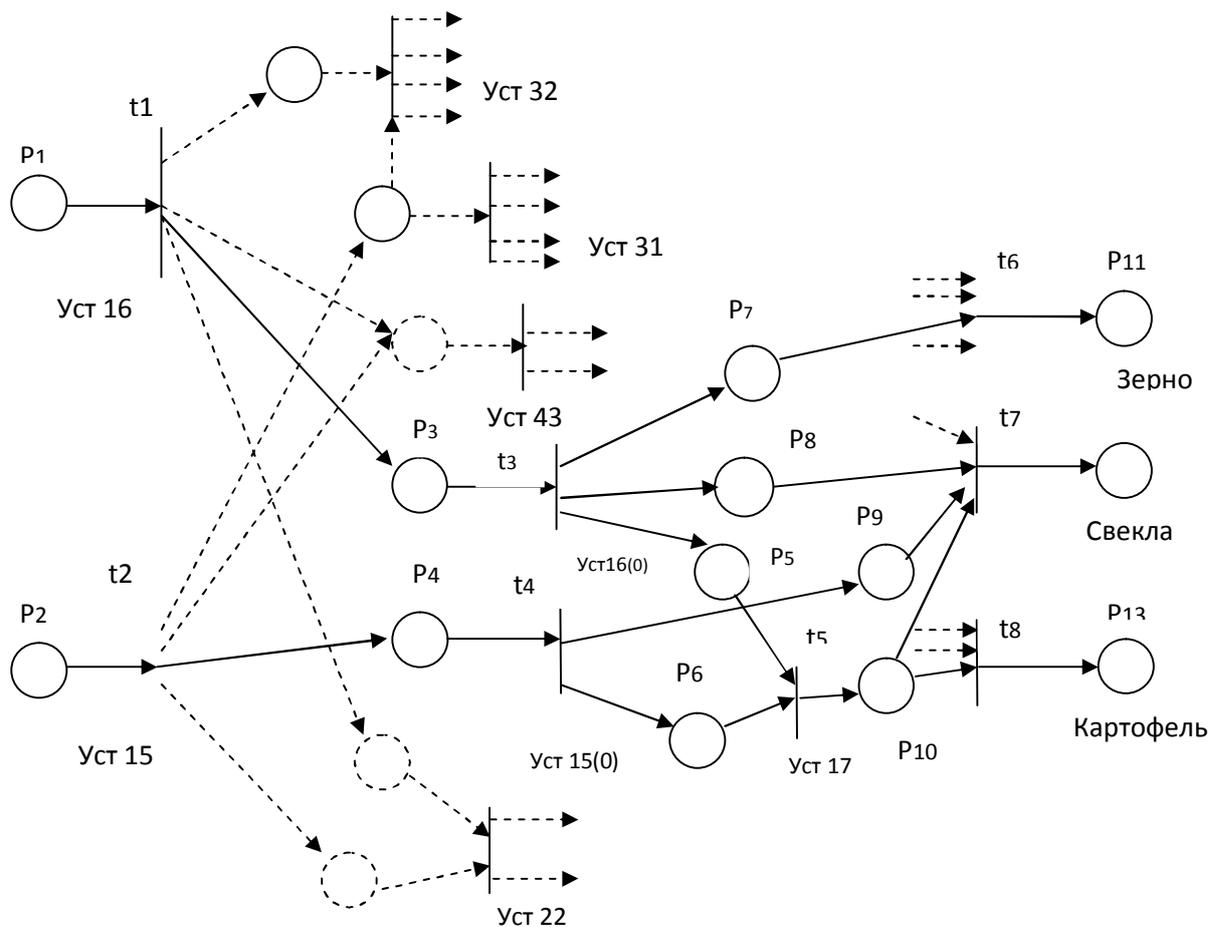


Рис. 1. Технологический ремонт устройств, представленный графом Сети Петри.

Выводы. В дальнейшем предложим интеллектуальную информационную систему управления акимиагом (экономиста) на базе формальных систем принятия решений и имитационного моделирования Сети Петри.



Литература

1. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984. 264 с.
2. Jensen K. Coloured Petri Nets and the Invariant Method// Theor. Comput. Sci. 1981. Vol. 14. N 3. P. 317-336.
3. Collahan J.E. Timing Requirements for Time-Driven System Using Augmented Petri Nets// IEEE Trans. on SE. 1983. Vol. 9. N 5. P. 603-616.
4. Sifakis J. Use of Petri Nets for Performance Evaluation Measuring, Modelling and Evaluation of Computer Systems/ Proc. of the Third Workshop on Modelling and Performance Evaluation of Computer Systems. Amsterdam. North-Holland. 1977. 75-93.
5. Gruetzner R. Konzeptionelle Grundlagen der Modellierung und Simulation von Software auf der Basis modifizierter Petri-Netze. Berlin:Humboldt-Universitaet,1984.210 S.
6. Sifakis J. Comportement permanent des reseaux de Petri temporizes//AFCET Journees sur les reseaux de Petri. Paris, 1977. P. 227-247.