

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Ю.А. КРАВЧЕНКО

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» Технологический институт в г. Таганроге
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП-17А
E-mail: krav-jura@yandex.ru

Создание элементов описаний компетенций и характеристик личности обучаемого в виде сущностей и связей между ними является сложной задачей, так как некорректно сформированные сущность и связь могут оказать негативное воздействие на результаты моделирования. Предпочтительно использовать объекты сетей Петри применительно к объектно ориентированному моделированию интеллектуальных информационных систем. Данный инструмент предназначен для моделирования систем, состоящих из множества взаимодействующих друг с другом компонентов. Предложенная сеть Петри может использоваться для анализа комбинаций имеющихся компетенций с характеристиками обучаемого при определении траектории обучения.

Ключевые слова: принятие решений, интеллектуальные информационные системы, моделирование, индивидуальные характеристики, траектория обучения.

ВВЕДЕНИЕ

Разрабатывая интеллектуальную информационную систему диагностики характеристик личности на основе теории агентов, рассмотрим взаимодействие моделей ее внутренних компонентов с помощью аппарата сетей Петри. Каждый агент имеет механизм обработки входящих и исходящих сообщений, получения данных из входящих сообщений и преобразования исходящей информации в единый заданный формат [1]. Системы обмениваются только информацией, вложенной в сообщение объектов, а не самими сообщениями объектов. Сообщения отправляются асинхронно. Тип исходящих сообщений определяет отправитель. Сообщения бывают пяти типов. Сообщения используют архитектуру системы запроса, сообщения, заметки, объявления и предложения.

Обработка входящих сообщений от агента происходит в два шага:

- 1) получение, хранение и сортировка сообщений;
- 2) кодирование содержимого сообщения для дальнейшей обработки системой в контексте конкретной задачи.

Обработка исходящего сообщения аналогично требует кодирования передаваемой информации и его фактической отправки в соответствии с протоколом обмена.

1. РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Моделирование в сетях Петри осуществляется на событийном уровне. Определяются, какие действия происходят в системе, какие состояния предшествовали этим действиям и какие состояния примет система после выполнения действия. Выполнение событийной модели в сетях Петри описывает поведение системы. Анализируя результаты выполнения, можно сказать о том, в каких состояниях пребывала или не пребывала система, какие состояния в принципе не достижимы.

Сеть Петри определяется как четверка $\langle P, T, I, O \rangle$, где P и T – конечные множества позиций и переходов, I и O – множества входных и выходных функций. Другими словами, сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф, в котором позициям P

соответствуют вершины, изображаемые кружками, а переходам T – вершины, изображаемые утолщенными черточками; функциям I соответствуют дуги, направленные от позиций к переходам, а функциям O – дуги, направленные от переходов к позициям [2].

В сетях Петри вводятся объекты двух типов: динамические, которые изображаются метками (маркерами) внутри позиций, и статические, которые соответствуют вершинам сети Петри.

Маркировка – распределение маркеров по позициям. Маркеры могут перемещаться в сети. Каждое изменение маркировки называют событием, причем каждое событие связано с определенным переходом. События происходят мгновенно и одновременно при выполнении некоторых условий.

Каждому условию в сети Петри соответствует определенная позиция. Совершению события соответствует срабатывание перехода, при котором маркеры из входных позиций этого перехода перемещаются в выходные позиции. Последовательность событий образует моделируемый процесс [2].

При создании модели информационной системы – описания компетенций и характеристик личности – можно использовать общепринятые методы проектирования. Полученное описание моделируется сетью Петри, а затем разработанная имитационная модель анализируется. При обнаружении в описании недостатков проводится модификация описания. На следующей итерации модифицированное описание вновь моделируется сетями Петри и анализируется на корректность [3-6]. При необходимости процедура модификации описания повторяется снова.

Для обеспечения универсальности предлагаемой модели рассмотрим ее возможности на абстрактном примере. В этом случае начальными условиями для имитационной модели функционирования интеллектуальной информационной системы будут служить следующие множества (рис.1):

- 1) C – множество воздействий внешней среды;
- 2) A – множество внутренних характеристик системы;
- 3) A_I – множество управляющих воздействий на систему.

Предложим возможный вариант состава элементов данных множеств, мощности множеств выберем случайным образом, реализуя тем самым абстрактный пример функционирования сети. Множество $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_{zero}\}$, где c_1-c_6 – информация о возможных воздействиях внешней среды, c_{zero} – эта вершина теоретически необходима для моделирования ситуации полного отсутствия выделенных воздействий, метка в ней появится только в том случае, если будут отсутствовать метки во всех остальных вершинах множества C .

Для учета всех возможных комбинаций наличия составляющих воздействия внешней среды в данном абстрактном примере необходимо создать 2^6 переходов. Причем дисциплина обслуживания переходов должна быть с абсолютным приоритетом в зависимости от количества входящих в переход дуг. С увеличением количества входящих в переход дуг его приоритет должен возрастать. Это необходимо для разрешения конфликтных ситуаций в пользу событий, фиксирующих наличие большего числа выделенных составляющих внешних воздействий.

Таким образом, открывшись, переход t_i , $i = \overline{1, 2^6}$ отправит информацию о наличии составляющих воздействий внешней среды в вершину классификатора BK_I , наличие метки в которой позволит открыть переход t_{m+2} и передать полученные сведения в модуль принятия решения МПР (рис. 1).

С другой стороны, на принятие решений по управлению системой будет влиять комбинация меток в вершинах множества $A = \{a1, a2, a3, a4\}$, описывающих множество внутренних параметров системы. Причем в этом множестве необходимо учитывать как наличие

отдельных характеристик, так и их комбинации, т.к. могут существовать недопустимые соотношения параметров управляемого сложного объекта.

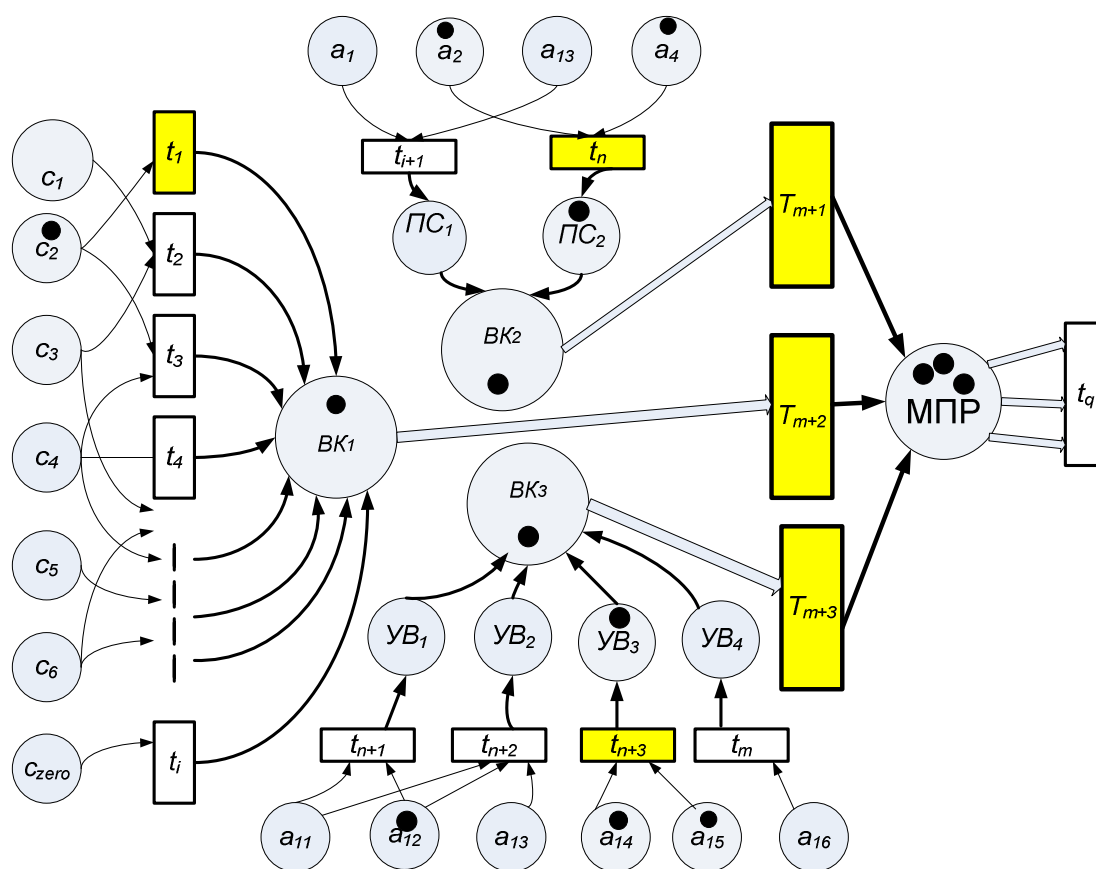


Рис. 1. Абстрактный пример работы имитационной модели с выполнением условия достижимости сети

Определение допустимых наборов параметров управляемой системы происходит посредством передачи маркеров через переходы t_n , $n = \overline{i+1, i+2}$ к вершинам $ПС_1$ или $ПС_2$, моделирующим выборки допустимых параметров системы. В дальнейшем эта информация попадет в вершину классификатора BK_2 и далее к модулю принятия решения.

Подобным образом комбинация меток в вершинах множества $A_i = \{a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}\}$ описывает допустимые наборы управляющих воздействий на систему посредством передачи маркеров через переходы t_m , $m = \overline{n+1, n+4}$ к вершинам UB_1 , UB_2 , UB_3 , UB_4 . В дальнейшем эта информация попадет в вершину классификатора BK_3 и далее к модулю принятия решения МПР (рис. 1).

Покажем работу имитационной модели с выполнением условия достижимости, в качестве априорной информации будем использовать начальные условия, представленные на рис. 1.

В данном случае начальные условия позволяют в ходе работы сети определить допустимое множество внутренних параметров системы (переход t_n , вершина $ПС_2$); допустимое множество управляющих воздействий (переход t_{n+3} , вершина UB_3); параметры воздействия внешней среды (переход t_1 , вершина BK_1). Это позволяет через вершины BK_1 , BK_2 , BK_3 открыть переходы T_{m+1} , T_{m+2} , T_{m+3} .

Результатом работы сети является передвижение трех маркеров в вершину модуля принятия решения (МПР) и выработка им рекомендаций по возможным корректировкам

управляющих воздействий. Дальнейшая возможность открытия виртуального перехода t_q позволяет сделать вывод о достижимости сети, что подтверждает решение задачи.

Покажем теперь работу модели на абстрактном примере, иллюстрирующем нарушение условия достижимости сети (рис. 2). В данном случае начальные условия позволяют в ходе работы сети определить допустимое множество управляющих воздействий (переход t_{n+1} , вершина UB_1); параметры воздействия внешней среды (переход t_2 , вершина BK_1), но допустимое множество параметров системы не установлено, так как в вершину BK_2 не переместился ни один маркер, это произошло из-за того, что параметры системы, соответствующие вершинам a_1 и a_2 , не являются допустимой комбинацией.

Результатом работы сети является передвижение только двух маркеров в вершину модуля принятия решения. Поэтому виртуальный переход t_q не будет открыт, что позволяет сделать вывод о невозможности решения поставленной задачи.

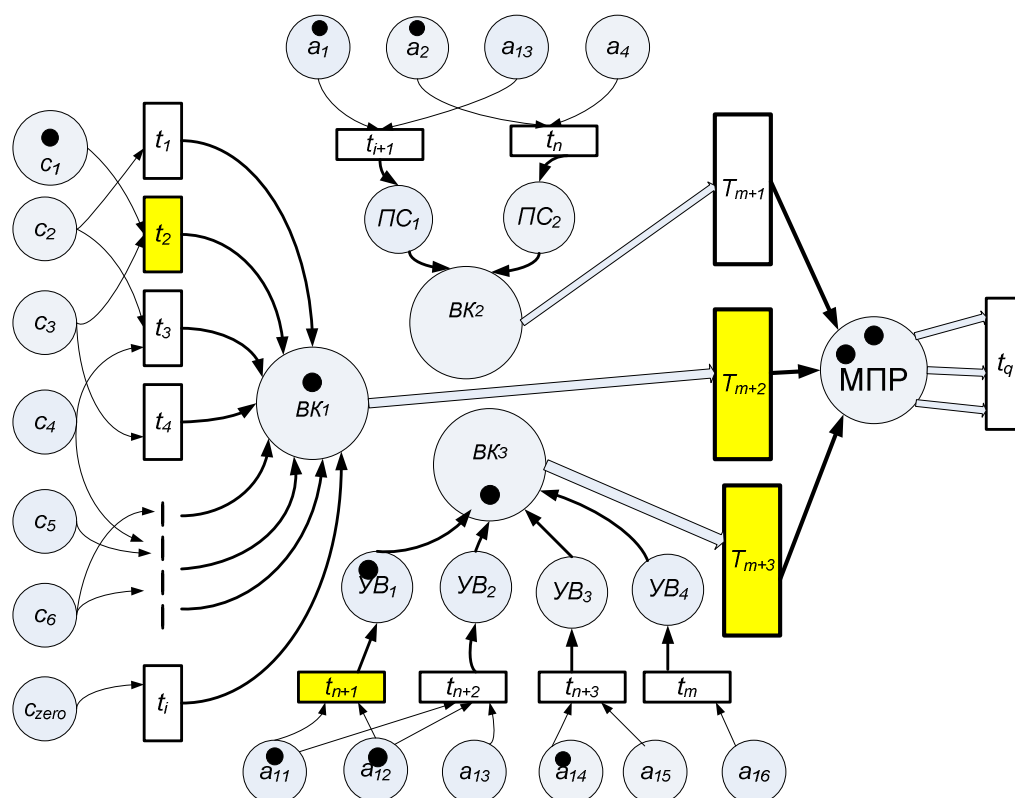


Рис. 2. Абстрактный пример работы имитационной модели с нарушением условия достижимости сети

Корректировка управляющих воздействий на систему в данном случае будет проводиться экспертом на основе дополнительной оценки оперативной ситуации

2. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Рассмотрим функционирование предложенной имитационной модели на примере анализа компетенций обучаемого с учетом его индивидуальных характеристик личности. В таком случае начальными условиями для имитационной модели могут служить три множества (рис. 3):

- 1) C – множество компетенций, составляющих компетентность;
- 2) A – множество характеристик личности, представленных на основе теории агентов, определяющих стиль учения обучаемого, в соответствии с моделями Колба, Хани-Мамфорда и Грегорса;

3) A_1 – множество характеристик личности, представленных на основе теории агентов, определяющих способ мышления обучаемого, в соответствии с моделью Ройса.

Множество $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_{zero}\}$,

где c_1 – аксиологическая составляющая компетентности;

c_2 – культурологическая составляющая компетентности;

c_3 – мотивационная составляющая компетентности;

c_4 – когнитивная составляющая компетентности;

c_5 – герменевтическая составляющая компетентности;

c_6 – методическая составляющая компетентности;

c_{zero} – вершина, необходимая теоретически для моделирования ситуации полного отсутствия выделенных составляющих компетентности, метка в ней появится только в том случае, если будут отсутствовать метки во всех остальных вершинах множества C .

Для учета всех возможных комбинаций наличия составляющих компетентности необходимо создать 2^6 переходов. Причем дисциплина обслуживания переходов должна быть с абсолютным приоритетом в зависимости от количества входящих в переход дуг. С увеличением количества входящих в переход дуг его приоритет должен возрастать. Это необходимо для разрешения конфликтных ситуаций в пользу событий, фиксирующих наличие большего числа выделенных составляющих компетентности (рис. 3).

Таким образом, открывшись, переход $t_i, i = \overline{1, 2^6}$ отправит информацию о наличии составляющих компетентности в вершину агента обучения классификатора AOK_1 , наличие метки в которой позволит открыть переход t_{AOK1} и передать полученные сведения в вершину агента комбинирования классификатора AKK .

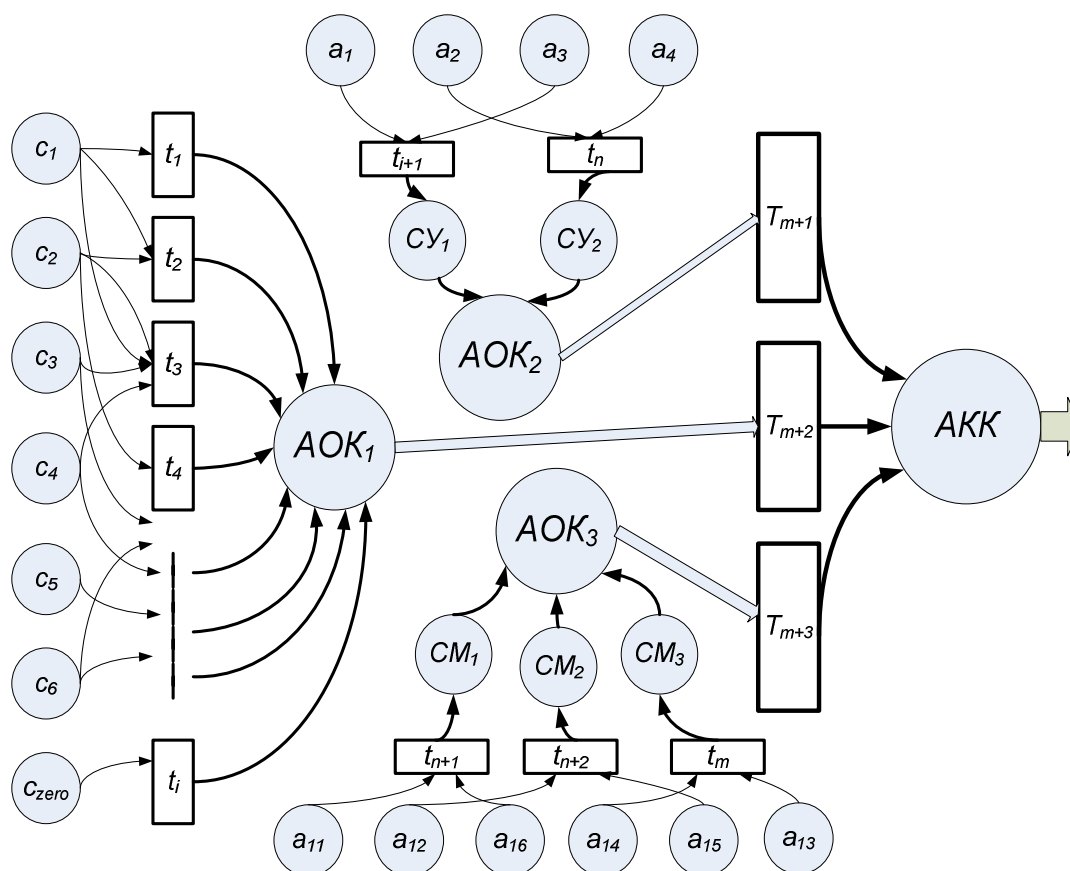


Рис. 3. Пример использования имитационной модели

С другой стороны, комбинация меток в вершинах множества $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$, описывающих свойства «слабых» интеллектуальных агентов,

где a_1 – автономность (autonomy);

a_2 – общественное поведение (social ability);

a_3 – реактивность (reactivity);

a_4 – активность (pro-activity),

позволит определить стиль учения посредством передачи маркера через переходы t_n , $n = \overline{i+1, i+2}$ к вершинам CV_1 или CV_2 , моделирующим автономно-реактивный и коммуникативно-активный стили учения соответственно. В дальнейшем эта информация попадет к агенту обучения классификатора $АОК_2$ и далее к агенту комбинирования классификатора $АКК$.

Подобным образом комбинация меток в вершинах множества $A_1 = \{a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}\}$, описывающих свойства «сильных» интеллектуальных агентов,

где a_{11} – знание (knowledge);

a_{12} – убеждения (beliefs);

a_{13} – желания (desires);

a_{14} – намерения (intentions);

a_{15} – цели (goals);

a_{16} – обязательства (commitments),

позволит определить способ мышления посредством передачи маркера через переходы t_m , $m = \overline{n+1, n+3}$ к вершинам CM_1 , CM_2 или CM_3 , моделирующим целенаправленно-убежденный, компетентно-обязательный и мотивационно-намеренный способы мышления соответственно. В дальнейшем эта информация попадет к агенту обучения классификатора $АОК_3$ и далее к агенту комбинирования классификатора $АКК$.

Предложенная сеть Петри может использоваться для анализа комбинаций имеющихся компетенций с индивидуальными характеристиками обучаемого при определении траектории обучения. Анализ построенной сети Петри можно проводить с помощью использования дерева достижимости или на основе матричного представления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный в статье подход имитационного моделирования принятия решений в интеллектуальных информационных системах использует интегрированный метод представления знаний. Это позволяет применять в исследованиях параметры из различных предметных областей для решения важных задач непрерывного образования. Подобная интеграция позволит создавать оптимальные индивидуальные траектории обучения и оперативно корректировать их при изменении начальных условий.

Использование формальных методов (например, сетей Петри) для синтеза знаний с корректным содержанием может стать основой методов создания интеллектуальных информационных систем. Методы анализа компетенций, стилей учения и способов мышления с использованием дерева достижимости и матричной теории сетей Петри позволят формализовать многие процессы, обладающие некоторой степенью неопределенности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко Ю.А. Метод создания математических моделей принятия решений в многоагентных подсистемах // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. №7 (120). С.141-145.

2. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

3. *Трембач В.М.* Интеллектуальная информационная система формирования компетенций для реализации модели непрерывного образования // Научно-практический журнал. Открытое образование. М.: CAPITALPRESS, 2010. № 4. С. 79-91.
4. *Бова В.В.* Моделирование области знаний в системах поддержки принятия решений для непрерывного профессионального обучения // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. № 4 (93). С. 242-249.
5. *Курейчик В.М.* Проблемы, обзор и параллельные генетические алгоритмы: состояние / В.М. Курейчик, Д.С. Кныш // Известия РАН. Теория и системы управления. М., 2010. № 4. С. 72-82.
6. *Курейчик В.В.* Концепция эволюционных вычислений, инспирированных природными системами / В.В. Курейчик, В.М. Курейчик, С.И. Родзин // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. № 4 (93). С. 16-25.

SIMULATION MODEL OF DATA ANALYSIS IN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS

Y.A. KRAVCHENKO

Southern Federal University, Technological Institute at Taganrog
347928, Taganrog, 44, Nekrasovsky Lane, GSP-17A
E-mail: krav-jura@yandex.ru

Elements of the individual learner competencies and characteristics descriptions creation in the form of entities and relationships between them is a difficult task, as incorrectly formed entities and relationships can have a negative impact on the modeling results. Facilities of Petri nets are preferably used for intelligent information systems object-oriented modeling. This tool is designed for modeling systems consisting of many interacting components. The proposed Petri net can be used to analyze combinations of existing competencies and the student's characteristics in determining the learning trajectory.

Key words: decision making, intelligent information systems, modeling, individual characteristics, learning trajectory.

Работа поступила 25. 01. 2012 г.