

УДК 004.7

С.А. Марьин, Д.Э. Ситников

Харьковская государственная академия культуры, Харьков

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕМАНТИЧЕСКИХ ПРОДУКЦИЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ СРЕДАХ

Статья посвящена исследованию приложений одноуровневой семантической продукционной модели к задаче принятия решения в динамических средах. В качестве проблемных выбраны области, динамика эволюции которых, может быть описана с помощью хорошо известных формальных средств - клеточных автоматов.

Ключевые слова: подходы к представлению знаний, продукционный подход, клеточные автоматы, моделирование динамических областей.

Введение

В настоящее время развитие формального аппарата интеллектуальных систем идет одновременно по нескольким направлениям. Одним из которых, и достаточно важным, является принятие решений в динамических предметных областях. Причины такого интереса лежат на поверхности. Поскольку, подавляющее большинство процессов, протекающих в реальном мире, без всякого сомнения, имеют динамическую природу [2]. Особенности подобных предметных областей предполагают наличие целого ряда требований к системе принятия решений. Первое, из которых – это удобство использования формального аппарата системы для моделирования изменений предметной области.

Целью данной статьи является исследование особенностей применения одноуровневых семантических продукционных моделей к принятию решений в динамических средах. В качестве формальной модели динамической среды предложено рассматривать клеточный автомат Конуэя.

1. Особенности моделирования дискретных динамических сред клеточными автоматами

Одним из выразительных методов моделирования дискретных динамических сред являются клеточные автоматы, которые можно рассматривать как аналог физического понятия "поля". Пространство представлено равномерной сеткой, каждая ячейка которой, или клетка, содержит несколько бит данных, определяющих состояние клетки. С течением времени состояния клеток меняются по законам, выраженным единственным набором правил для всех клеток, в зависимости от собственного состояния и состояния ближайших соседей. Переход из одного состояния в другое может сопровождаться "рождением" или "смертью" клетки. Законы существования среды локальны и повсюду одинаковы.

Если задан подходящий набор правил, то такой простой операционный механизм достаточен для

поддержания целой иерархии структур и явлений. Клеточные автоматы дают полезные модели для многих исследований в естественных и вычислительных науках и комбинаторной математике; они, в частности, представляют естественный путь изучения эволюции больших физических систем. Клеточные автоматы к тому же образуют общую парадигму параллельных вычислений, подобно тому как это делают машины Тьюринга для последовательных вычислений. Создавая исходные состояния клеточного пространства и применяя несколько шагов подряд набор правил ко всем клеткам, можно получить различные (устойчивые, самовоспроизводящиеся, передвигающиеся) клеточные конфигурации [3]. Задавая собственный набор правил можно получить целое семейство клеточных автоматов. Интерес к клеточным автоматам в данной статье определяется необходимостью использовать достаточно абстрактную и интуитивно понятную модель среды с ярко выраженной динамической природой.

2. Семантические продукты над клеточным пространством

С целью унификации представления знаний о динамике мира и знаний управляющих непосредственно процессом принятия решения опишем клеточные автоматы в терминах семантических сетей и семантических продуктов. В этом случае, клеточное пространство задается семантической сетью, а правила – набором семантических продуктов [1, 6, 7].

Пусть множество клеточных мест представляется множеством объектов $\{A_i\}$ сети, а множество типов отношений $\{L_j\}$ состоит из двух элементов: $L_{\ell(\text{ife})}$ – "быть живой" (унарное отношение), $L_{n(\text{eighbor})}$ – быть соседями (бинарное ненаправленное отношение). Таким образом, каждая клетка представляет собой объект A_i , которому могут быть присущи свойства:

$$P_{\ell}^i = P(A_i, L_{\ell}, A_i) \text{ – } i\text{-ая клетка "жива"};$$

$$P_n^i = P(A_i, L_n, A_i) \text{ – } i\text{-ая клетка "мертва"}.$$

Существование отношения соседства между двумя объектами-клетками формализуется предикатом $P_{N_k}^i = P(A_i, L_{N_k}, A_j)$ – клетки A_i и A_j соседи

или клетки A_i и A_j не связаны отношением соседства. Пространство клеточного автомата, описанное семантической сетью, показано на рис. 1.

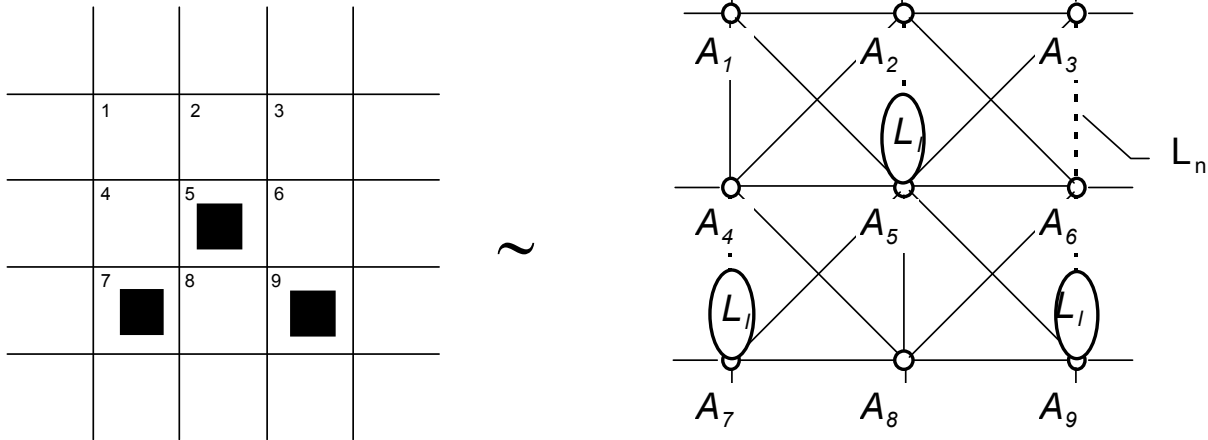


Рис. 1. Пространство клеточного автомата, представленное семантической сетью

В данном примере клетки A_5, A_7, A_9 “живы”, т.е. обладают свойством $L_{\ell} L_1$, а клетки $A_1, A_2, A_3, A_4, A_6, A_8$ “мертвы”. Анализ приведенной конфигурации объектов-клеток показывает, что на границах клеточного пространства объекты потенциально имеют меньшую возможность получить свойство “быть живым”, чем в его центре.

Иногда, чтобы устранить последствия такого “особого” положения граничных клеток, клеточное пространство представляют в форме тора. В данной работе также будем оперировать с пространством в виде тора, т.е. будем предполагать, что, например, объект A_1 на рис. 1 имеет восемь соседей – $A_2, A_4, A_5, A_6, A_3, A_9, A_7, A_8$.

Следующие две семантические продукции иллюстрируют способ задания правил изменения свойств клеток клеточных автоматов:

$$R_1 : IF (P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \wedge P_4 \wedge \bar{P}_9 \wedge \wedge P_{10} \wedge P_{11} \wedge P_{12}) THEN P_9 ;$$

$$R_2 : IF (P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \wedge P_4 \wedge P_9 \wedge \bar{P}_{10} \wedge \bar{P}_{11} \wedge \wedge \bar{P}_{12} \wedge \bar{P}_{13} \wedge \bar{P}_{14} \wedge \bar{P}_{15} \wedge \bar{P}_{16}) THEN \bar{P}_9 ;$$

Соответственно, первое правило описывает условия приобретения объектом свойства L_{life} и, второе, условия потери свойства L_{life} .

Предикаты P_1, P_2, \dots, P_{16} приведены в табл. 1.

3. Продукционное представление стратегий поведения в динамических средах

Модель принятия решений в динамических средах включает в себя три модели: мира, системы и активного (воздействующего) агента. Представим формально эти модели, используя аппарат семантических продукций.

Пусть изменения мира, в который погружена система принятия решений, описываются законами, подобными законам клеточного автомата Конуэя “Жизнь”:

1. мертвая клетка обретает жизнь в том случае, если она будет окружена ровно тремя соседями;
2. живая клетка умрет, если количество соседей меньше двух (смерть от одиночества) или больше трех (смерть от перенаселения);
3. в остальных случаях клетка остается в прежнем состоянии.

Система, которая испытывает воздействие законов мира – это совокупность клеток, расположенных некоторым образом на пространстве, имеющих свойство “быть живой”, связанных отношением соседства. Цель активного агента – развить систему (увеличить число объектов, имеющих свойство “быть живым”) и максимально продлить время “жизни” всей системы. Очевидно, что вторая подцель вытекает из первой, т.е. если система “погибает”, тогда она не имеет ни одного объекта имеющего свойство “быть живым”.

В качестве примера, возьмем систему из шести объектов. Законы мира, правила клеточного автомата Конуэя, в форме семантических продукций выглядят следующим образом (предикаты используемые в продукциях, приведены в табл. 1) :

$$R_1 : IF (\wedge_{i=1}^8 P_i \wedge \bar{P}_9 \wedge \wedge_{i=10}^{12} P_i \wedge \wedge_{i=13}^{17} \bar{P}_i) THEN P_9 ,$$

$$R_2 : IF (\wedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_9 \wedge (\wedge_{i=10}^{16} \bar{P}_i \vee \wedge_{i=10}^{13} P_i)) THEN \bar{P}_9 ,$$

$$R_3 : IF (\wedge_{i=1}^8 P_i \wedge \bar{P}_9 \wedge (\wedge_{i=10}^{15} \bar{P}_i \vee \wedge_{i=10}^{13} P_i)) THEN \bar{P}_9 ,$$

$$R_4 : IF (\wedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_9 \wedge \wedge_{i=10}^{11} P_i \wedge \wedge_{i=13}^{17} \bar{P}_i) THEN P_9 .$$

Перечень предикатов для описания клеточного автомата

Предикаты	Интерпретация
$P_1=P(A_{X1}, L_n, A_{X2}), P_2=P(A_{X1}, L_n, A_{X3}),$ $P_3=P(A_{X1}, L_n, A_{X4}), P_4=P(A_{X1}, L_n, A_{X5}),$ $P_5=P(A_{X1}, L_n, A_{X6}), P_6=P(A_{X1}, L_n, A_{X7}),$ $P_7=P(A_{X1}, L_n, A_{X8}), P_8=P(A_{X1}, L_n, A_{X9})$	Предикаты, описывающие бинарные ненаправленные отношения непосредственного соседства для обобщенного объекта A_{X1} .
$P_9=P(A_{X1}, L_1, A_{X1}), P_{10}=P(A_{X2}, L_1, A_{X2}),$ $P_{11}=P(A_{X3}, L_1, A_{X3}), P_{12}=P(A_{X4}, L_1, A_{X4}),$ $P_{13}=P(A_{X5}, L_1, A_{X5}), P_{14}=P(A_{X6}, L_1, A_{X6}),$ $P_{15}=P(A_{X7}, L_1, A_{X7}), P_{16}=P(A_{X8}, L_1, A_{X8}),$ $P_{17}=P(A_{X9}, L_1, A_{X9})$	Предикаты, описывающие свойства “быть живым” для объектов $A_{X1}, A_{X2}, A_{X3}, A_{X4}, A_{X5}, A_{X6}, A_{X7}, A_{X8}, A_{X9}, A_{X10}$.
$P_{18}=P(A_{X2}, L_n, A_{X10}),$ $P_{19}=P(A_{X10}, L_1, A_{X10})$	Предикаты “вторичного” соседства.

Выводы

Использование семантических продукций при моделировании поведения системы в динамической предметной области имеет как целый ряд достоинств, так и не меньший ряд недостатков. К достоинствам можно отнести сравнительную простоту описания законов динамической предметной области средствами семантических продукций. Даже если эти законы имеют сложную природу - формальный механизм семантических сетей позволяет полностью и достаточно полно описать состояние предметной области в любой момент времени. А ее динамику формализовать просто как подборку достаточно большого количества семантических сетей. Набор продукционных правил заданных над семантической четью, предоставляет механизм, позволяющий связать между собой эти состояния и, таким образом, описать динамику изменений исходной семантической сети. К основному недостатку этого метода обычно относят невозможность описания в едином наборе продукционных правил несколько их конфликтующих наборов.

Список литературы:

1. Марьин С.А. Метaproдукционные модели в задачах многоэкспертного вывода / Н.В. Кривич, С.А. Марьин // Радиоэлектроника и информатика. – 1997. – №1. – С. 49-52;

2. Кеберле Н.Г. Моделирование предметных областей в онтологиях / Н.Г. Кеберле // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. – 2009. – Вип. 3. – С. 121-127;
 3. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта: Пер. с франц. / Ж.-Л. Лорьер. – М.: Мир, 1991. – 158 с.
 4. Коголовский М.Р. Метаданные, их свойства, функции, классификация и средства представления [Электронный ресурс] / М.Р. Коголовский. – Режим доступа: <http://ceur-ws.org/Vol-934/paper3.pdf>.
 5. Ефремов Е.И. Решиатели интеллектуальных задач / Е.И. Ефремов – М.: Наука, 1982 – 360 с.
 6. Tsybal A. Arbiter MetaLearning with Dynamic Selection of Classifiers and its Experimental Investigation / A. Tsybal, S. Puuronen, V. Terziyan // J. Eder, I. Rozman, T. Welzer (Eds.), Advances in Databases and Information Systems, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, Vol. 1691, 1999, – P. 205-217.
 7. Stephan A. A multilevel metarules models with flexible level management / A. Stephan, V. Terziyan, F. Huebenthal, S. Maryin // Proc. 42 International Symposium Informatics and Automation in the age of the Information Society.- Ilmenau (Germany). – 1997. – P. 21-23.

Поступила в редколлегию 30.03.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Г. Удовенко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СЕМАНТИЧНИХ ПРОДУКЦІЙ
ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ДИНАМІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

С.О. Мар'їн, Д.Е. Ситніков

Стаття присвячена дослідженню застосування однорівневої семантичної продукційної моделі до задачі прийняття рішення в динамічних середовищах. В якості проблемних обрані області, динаміка еволюції яких, може бути описана за допомогою добре відомих формальних засобів - клітинних автоматів.

Ключові слова: підходи до подання знань, продукційний підхід, клітинні автомати, моделювання динамічних областей.

**FEATURES USAGE OF SEMANTIC PRODUCTS
FOR DECISION-MAKING IN DYNAMIC ENVIRONMENTS**

S.A. Maryin, D.E. Sitnikov

This article is devoted to application of semantic single-level production model to the problem of decision-making in dynamic environments. Description of dynamic regions is carried out using cellular automata.

Keywords: approaches to knowledge representation, a production approach, cellular automata, simulation of dynamic regions.