

УДК 004.7

С.А. Марьин, Д.Э. Ситников

Харьковская государственная академия культуры, Харьков

МЕТАПРОДУКЦИОННЫЕ ПРАВИЛА В ПОСТРОЕНИИ СЛОЖНЫХ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматривается ряд вопросов связанных с построением интеллектуальных систем в условиях окружающей их динамики. Моделирование динамической, постоянно изменяющейся среды осуществляется с помощью клеточных автоматов Конуэя. Исследуется формирование простейших стратегий и описание их средствами семантических продукций. Построение более сложной стратегии на базе нескольких простейших, приводится описание сложной стратегии на основе "безконфликтного" набора метапродукционных правил.

Ключевые слова: активный агент, управление стратегиями, эволюция системы, активный набор продукций, метапродукции, база знаний.

Введение

В реально существующем мире практически невозможно встретить неизменяющиеся, полностью стабильные предметные области. Поэтому большинство подходов или конкретных инструментов предназначенных для моделирования процессов в этих предметных областях также имеют динамическую составляющую или ярко выраженную собственную, динамическую природу. Если динамическая составляющая отсутствует, тогда осуществляются попытки преобразования давно и достаточно успешно применяющихся стабильных моделей представления знаний в динамические. В частности, это затрагивает и хорошо известные классические модели: семантические сети, продукционные модели, алгебры логики и т.д.

Следует отметить, что количество существующих подходов к построению интеллектуальных систем и их функционированию в условиях динамических предметных областей достаточно велико [1, 2, 5, 7, 8]. В данной статье была выбрана метасемантическая модель построения знаний в динамических предметных областях. Ее преимущества описаны в следующих источниках [3, 4].

Целью данной статьи является задача адаптировать систему обычных семантических продукций к функционированию в динамической предметной области с помощью использования надстройки в виде многоуровневой метапродукционной модели. Подробно рассмотрены ситуации, в которых необходимо формирование, а затем и использование первого уровня метапродукций.

Основной материал

В качестве объекта динамической области предложено использовать клеточные автоматы, функционирование которых описано в терминах семантических сетей и семантических продукций [4, 6]. Особенности функционирования клеточных ав-

томатов следующие: параллельность, локальность, однородность. Параллельность – обновления всех клеток происходят независимо друг от друга. Локальность – новое состояние клетки зависит только от старого состояния клетки и её окрестности. Однородность – все клетки обновляются по одним и тем же правилам [6].

Динамика развития системы из шести объектов под воздействием только лишь законов мира представлена на рис. 1. Без вмешательства активного агента система не развивается и быстро погибает.

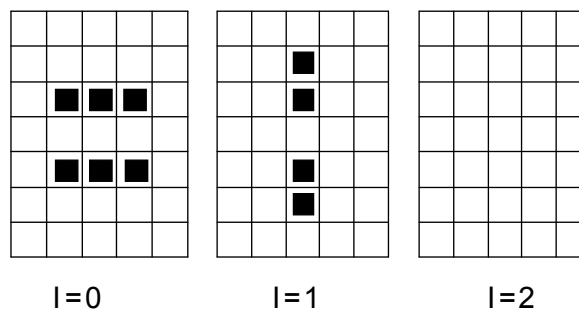


Рис. 1. Эволюция системы под воздействием только законов среды

Включим в модель принятия решения активного агента, оказывающего воздействие на систему, и имеющего цель – достижение ее определенных характеристик. В этом случае, процесс принятия решения будет протекать по схеме, представленной на рис. 2.

Ограничим возможности активного агента по влиянию на систему операциями “скрытия одного живого соседа” и “подстановкой вторичного соседа, т.е. соседа непосредственного соседа”. На семантической сети это будет выглядеть как виртуальное появление и исчезновение отношений соседства между объектами – своеобразное искривление клеточного пространства. На рис. 3 приведен пример действий активного агента по сохранению свойства объекта A_5 “быть живым”.

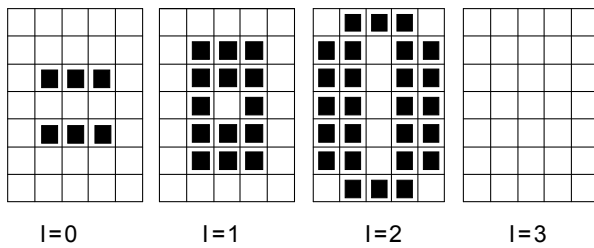


Рис. 4. Эволюция системы при наличии одного типа стратегии

Отсутствие гибкого управления стратегиями приводит к интенсивному, но кратковременному развитию системы, за которым следует крах.

Дополним стратегический арсенал активного агента стратегией “равновесия”. Ее содержательное и формальное описание имеет следующий вид:

$$R_1: \text{IF } (\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge \bar{P}_9 \wedge \bigwedge_{i=10}^{11} P_i \wedge \bigwedge_{i=12}^{17} \bar{P}_i \wedge P_{19}) \text{ THEN } P_9.$$

“Порождать клетку только если имеется два соседа (занимать мало занятые области пространства)”;

$$R_2: \text{IF } (\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge P_9 \wedge \bigwedge_{i=11}^{17} \bar{P}_i \wedge \bigwedge_{i=10}^{14} (\bar{P}_{10} \vee P_{10} \wedge \bar{P}_{19}) \vee \bigwedge_{i=10}^{14} P_i) \text{ THEN } \bar{P}_9.$$

“Если есть возможность сохранить объект, подставив вторичного соседа, тогда установить это дополнительное отношение соседства” и “если есть возможность сохранить объект, скрыв реального соседа, тогда убрать из сети лишнее отношение соседства”;

$$R_3: \text{IF } (\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge \bar{P}_9 \wedge (\bigwedge_{i=12}^{17} \bar{P}_i \wedge \bigwedge_{i=10}^{12} (\bar{P}_{10} \vee P_{10} \wedge P_{11} \wedge \bar{P}_{19}) \vee \bigwedge_{i=10}^{12} P_i)) \text{ THEN } \bar{P}_9.$$

$$R_4: \text{IF } (\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge P_9 \wedge P_{10} \wedge \bigwedge_{i=11}^{14} \bar{P}_i \wedge (\bigwedge_{i=15}^{17} \bar{P}_i \wedge P_{19} \vee P_{15})) \text{ THEN } P_9.$$

Если сменить стратегию “максимального роста” на стратегию “равновесия”, тогда развитие системы несколько замедлится, однако, будет предотвращена “гибель” от избытка объектов, имеющих свойство “быть живым”. Дальнейшее развитие системы, начиная с I=1 шага, представлено на рис. 5.

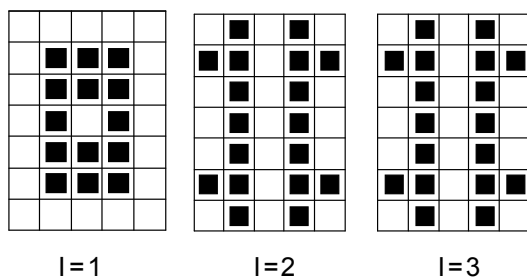


Рис. 5. Эволюция системы под управлением стратегии “равновесия”

Очевидны преимущества совместного использования первой и второй стратегий. Ориентация только на максимальный рост в некоторых случаях приводит к краху. В свою очередь, наличие только стратегии “равновесия” также недостаточно, поскольку существуют такие конфигурации “живых” объектов, развитие которых в соответствии со стратегией “равновесия” нецелесообразно (например, см. рис. 6).

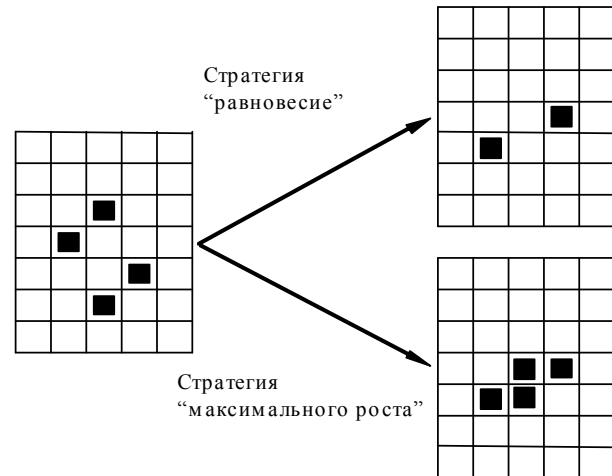


Рис. 6. Зависимость роста системы клеток от выбранной стратегии

Таким образом, наиболее логичным представляется слияние двух стратегий в составе единой продукционной системы. Основная проблема при этом – противоречия между продукционными правилами, описывающими различные стратегии. В нашем случае, в конфликт вступают правила: R₁ (стратегия “максимального роста”) и R₃ (стратегия “равновесия”). Условные части этих правил включают ситуацию:

$$\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge \bar{P}_9 \wedge \bigwedge_{i=10}^{11} P_i \wedge \bigwedge_{i=12}^{15} \bar{P}_i \wedge P_{16},$$

т.е. когда “мертвый” объект имеет двух или трех “живых” объектов-соседей, а заключительные части содержат противоречивые указания по преобразованию сети: P₉ и \bar{P}_9 . Разрешим эту проблему введением метапродукций и сформируем фрагмент продукционной модели, интегрирующий две стратегии и осуществляющий переход от одной стратегии к другой.

В состав фрагмента входят семантические продукции, относящиеся к описанию стратегий. Поскольку продукции R₁ и R₄ одинаковы для обеих стратегий, включим их в модель один раз. Сквозная нумерация продукции закончится правилом R₆.

Метапродукции описывают переход от стратегии “максимального роста” к стратегии “равновесия”, т.е.

$$R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6 \rightarrow \\ \rightarrow \bar{R}_1 \wedge R_2 \wedge \bar{R}_3 \wedge R_4 \wedge R_5 \wedge R_6.$$

Дополнительная замена правила R_3 на правило R_6 объясняется их взаимным пересечением. В конечном итоге, модель содержит метапродукции:

$$(R'_1, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } \bar{R}_1 ;$$

$$(R'_2, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } \bar{R}_3 ;$$

$$(R'_3, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } R_5 ;$$

$$(R'_4, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } R_6$$

и продукцию-монитор:

$$MR_1: \text{IF } \left(\bigwedge_{i=1}^{14} P(A_{xi}, L_{life}, A_{xi}) \wedge \bar{C}'_1 \right) \text{ THEN } C'_1.$$

Модель начинает функционировать при следующих начальных условиях:

$$S'_0 = R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6, F'_0 = \bar{C}'_1 \text{ и } S_0,$$

соответствующих рис 1. Достижение числа “живых” объектов равных 14-ти приводит к срабатыванию продукции-монитора, а затем и метапродукций, которые осуществляют смену стратегии и сформируют новый набор продукции.

Смена активного набора продукции может произойти как при необходимости изменить текущую стратегию, так и под воздействием смены законов предметной области. Сложность динамики изменения тех и других можно редуцировать введением дополнительных метапродукционных уровней [3, 4].

Выводы

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Описание нескольких простейших стратегий функционирования интеллектуальной системы в динамической предметной области, в терминах обычных семантических продукций затруднено из-за сложности описания нескольких, отличающихся друг от друга, переходов из одной и той же ситуации.

2. Использование метапродукционных правил позволяет существенно сократить описание ситуаций в условной части продукционных правил.

3. Многоуровневая структура метапродукций дает возможность описывать стратегии любого уровня сложности. Чем сложнее стратегия, тем большее количество уровней метапродукций должно присутствовать в ее описании.

Список литературы

1. Гладун В. П. Эвристический поиск в сложных средах / В.П. Гладун. – К.: Наук. думка, 1977. – 166 с.
2. Краснопрошин В.В. Технология построения динамических предметных областей на основе графовых моделей / В.В. Краснопрошин, А.В. Карканица // Штучний інтелект. – 2011. – № 3. – С. 355-362.
3. Марьин С.А. Особенности использования метапродукционных моделей в задачах многоэкспертного вывода / С.А. Марьин, Д. Э. Ситников // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2014. – Вып. 2(118). – С. 99-106.
4. Марьин С.А. Особенности использования семантических продукций для принятия решений в динамических средах / С.А. Марьин, Д. Э. Ситников // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2015. – Вып. 5(130). – С. 145-147.
5. Смирнов А.В. Модели контекстно-управляемых систем поддержки принятия решений в динамических структурированных областях / А.В. Смирнов, Т.В. Левашова, М.П. Пашикин // Труды СПИИРАН. – 2009. – Вып. 9. – С. 116-147.
6. Тоффоли Т. Машины клеточных автоматов / Т. Тоффоли, Н. Марголус. – М.: Мир, 1991. – 283 с.
7. Федорович О.Е. Агентная имитационная модель управления ресурсами в распределенных динамических средах / О.Е. Федорович, Е.М. Пахнина // Радиоэлектронные компьютерные системы. – 2014. – № 3 (67). – С. 137-144.
8. Taylor W.A. Knowledge Acquisition and Syntesis in a Multiple Source Multiple Domain Process Context / W.A. Taylor, D.H. Weinmann, P.J. Martin // Expert System With Application. – 1995. – Vol. 8, №2. – P. 295-302.

Поступила в редколлегию 18.04.2016

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

МЕТАПРОДУКЦІЙНІ ПРАВИЛА У ПОБУДОВІ СКЛАДНИХ СТРАТЕГІЙ РОЗВИТКУ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

С.О. Мар'їн, Д.Е. Ситніков

У статті розглядається ряд питань пов'язаних з побудовою інтелектуальних систем в умовах навколишньої динаміки. Моделювання динамічної, постійно змінюється середовища здійснюється за допомогою клітинних автоматів Конуея. Досліджується формування найпростіших стратегій і опис їх засобами семантичних продукцій. Побудова складнішою стратегії на базі декількох простих. У статті приводиться опис складної стратегії на основі "безконфліктного" набору метапродукційних правил.

Ключові слова: активний агент, управління стратегіями, еволюція системи, активний набір продукцій, метапродукції, база знань.

METARULES PRODUCTION IN THE CONSTRUCTION OF COMPLEX STRATEGIES OF DYNAMIC SYSTEMS

S.A. Maryin, D.E. Sitnikov

The article discusses a number of issues related to the construction of intelligent systems in the dynamics environment. Simulation of dynamic, ever-changing environment by using cellular automaton Conway. We study the formation of the simplest strategies and a description of their means semantic rules. Building a more complex strategy based on a few simple. The article describes a complex strategy based on "not contradictory" set of semantic metarules.

Keywords: active agent, management strategies, the evolution of the system, an active set of products, metaproduksii, the knowledge base.