

Рассматриваются задержки получения результатов обычного продукционного правила, кратко рассмотрены теоретические вопросы формирования временных продукций, исследованы возможности описания форматов и их разновидности. Проведено предварительное исследование функционирования многоуровневой базы знаний, построенной на временных продукционных правилах.

Ключевые слова: семантические продукции, временные задержки срабатывания продукций, общий вид временной семантической продукции, требование непрерывности задержки семантической продукции.

Key word: semantic products, time delays of products triggering, general view of semantic rules, requirement of continuity of delay of semantic products, situational relations.

1. Введение

Понятие семантической продукции предполагает, что если ее условная часть истинна, то к следующему такту продукция обязательно сработает [1,3]. Однако, следует допустить возможность существования таких правил, для которых реализация ее заключительной части возможна, только если условная часть была истинной в течение нескольких тактов, т.е. после определенной задержки. В этом случае необходимо дополнительно ввести расширенные форматы описания семантических продукций, имеющих временную природу.

2. Цель и задачи исследования

Провести анализ семантических продукционных правил на предмет наличия в них временных составляющих. Ввести особый тип правил, так называемые, временные правила. Исследовать различные аспекты формализации временной природы продукционных правил. Задать алгебраически точное формальное описание временных семантических правил для решения различных проблем, связанных с всевозможными предполагаемыми задержками вывода.

3. Теоретическая часть

Состояние обычной семантической сети можно легко описать в виде конъюнкции нескольких предикатов [1]. Например, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 — некоторые объекты семантической сети, L_1 — одно из отношений в сети. Предикат $P(A_1, L_1, A_2)$ обозначает наличие в текущем состоянии сети отношения L_1 между двумя объектами A_1 и A_2 . Такой же предикат только с отрицанием означает отсутствие отношения L_1 в текущем состоянии сети

между объектами A_1 и A_2 . Общее количество предикатов необходимых для описания сети должно включать описание всех возможных отношений между всеми существующими объектами. Например, одно из состояний сети можно описать следующей конъюнкцией предикатов:

$$S(t) = P(A_1, L_1, A_2) \wedge \bar{P}(A_3, L_1, A_4) \wedge P(A_4, L_1, A_5) \wedge \bar{P}(A_1, L_1, A_5). \quad (1)$$

После нумерации всех предикатов описание такого же состояния сети будет выглядеть значительно короче:

$$S(t) = P_1 \wedge \bar{P}_2 \wedge P_3 \wedge \bar{P}_4. \quad (2)$$

В текущем состоянии семантической сети присутствует два отношения: первое отношение типа L_1 между объектами A_1 и A_2 , и второе отношение того же типа только между объектами A_4 и A_5 . Кроме этого, в сети должен отсутствовать такой же тип отношений между объектами A_3 и A_4, A_1 и A_5 .

Семантические продукции предназначены для формализации динамической природы изменений состояний обычной семантической сети.

В результате семантическая продукция будет иметь следующий вид:

$$R_i: IF(< \text{условие} >) \text{ Then } < \text{результат} >, \quad (3)$$

где R_i — это булева переменная, указывающая текущее состояние семантической продукции, значение “истина” — значит продукция включена, “ложь” — выключена. Условная часть формируется из предикатов, описывающих текущее состояние семантической сети; а в заключительной части указывается одно из двух действий над текущим состоянием сети, а именно, добавление или удаление определенных предикатов.

Зачастую природа изменений семантической сети просто не может быть описана статичными правилами. В этом случае необходимо использование временных семантических продукций. Они могут быть представлены в следующем виде:

$R_i: IF(< \text{условие} >) \text{ Then}^{(t)} < \text{результат} >, \quad (4)$ где t в круглых скобках — непрерывная задержка срабатывания продукции, или время, в течение которого непрерывно должно быть истинным $< \text{условие} >$, чтобы сработала продукция. Например, правило: “Чтобы расплавить металл, необходимо поместить его в доменную печь и нагревать там 6 часов” может быть записано следующим образом: A_1 — металл, L_1 — быть расплавленным, L_2 — находиться в доменной печи. Обозначим отношения $P_1 = (A_1, L_1, A_1)$ и $P_2 = (A_1, L_2, A_1)$, тогда продукция будет выглядеть следующим образом:

$$R_i: IF \bar{P}_1 \wedge P_2 \text{ THEN }^{(6 \text{ часов})} P_1. \quad (5)$$

Снимем требование непрерывности для временной задержки срабатывания продукции. Рассмотрим случай, когда продукция должна срабатывать, если суммарное время истинности условной

части продукции достигло некоторой определенной величины. В общем случае семантическая продукция такого рода может быть записана следующим образом:

$$R_1: IF \overline{P_1} \wedge P_2 THEN [6 \text{ часов}] P_1, \quad (6)$$

где 6 часов в квадратных скобках - это дискретная задержка срабатывания продукции, или суммарное время, в течение которого должна быть истинной условная часть (в промежутках истинности допускаются любые перерывы), чтобы сработала продукция.

Рассмотрим пример демонстрации работы дискретной задержки. Формализуем факт: "Давиду необходима неделя, чтобы написать реферат по истории".

1. Объекты: A_1 – Давид, A_2 – реферат;
2. Имена отношений: L_1 – писать, L_2 – быть написанным;
3. Отношения:
 $P_1 = P(A_1, L_1, A_2),$
 $P_2 = P(A_2, L_2, A_2).$

В результате получим правило:

$$R_1: IF (P_1 \wedge \overline{P_2}) THEN [неделя] P_2. \quad (7)$$

Данное правило означает, что условие должно быть истинным в течение указанного времени, но это условие необязательно должно выполняться непрерывно. То есть Давид может делать любые перерывы в процессе написания реферата, но общее время, необходимое для окончания работы, равняется неделе.

Нужно отметить, что обобщенные продукции также могут иметь временные задержки срабатывания. Наиболее это оправдано в продукциях, управляющих проблемной сферой некоторого класса или классов объектов.

Рассмотрим пример. Пусть существуют объекты класса "аборигены Австралии". До приезда в Австралию христианских проповедников у объектов данного класса достаточно часто возникало отношение типа "съесть" к объектам собственного класса. Однако по мере того, как догматы новой религии стали занимать серьезное место в умах обитателей материка, отношение подобное этому перестало появляться между объектами данного класса, т.е. оно выпало из проблемной сферы "аборигены Австралии" – "аборигены Австралии". Очевидно, что для осуществления подобных перемен понадобилось гораздо больше времени, чем для "рождения" или "смерти" любых ситуативных отношений между экземплярами класса. Приведенная ситуация формально, с помощью продукций, может быть описана следующим образом.

1. Пусть объект: A_1 – континент Австралия; имена отношений: L_1 – быть аборигеном Австралии, L_2 – иметь христианские общины, L_3 – питаться;
2. Отношения будут иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} P_1 &= P(A_1, L_2, A_1); \\ P_2 &= P(A_x, L_2, A_x); \\ P_3 &= P(A_x, L_3, A_x). \end{aligned}$$

В этом случае, продукция, моделирующая изменения в проблемной сфере будет выглядеть следующим образом:

$$R_1: IF (P_1 \wedge P_2 \wedge P_3) THEN [1 \text{ век}] \overline{P_3}. \quad (8)$$

Предложенное описание смены доминирующего мировоззрения на целом континенте исключает явное упоминание всего множества причинно-следственных связей, существующих в действительности и ведущих от исходного состояния к результирующему.

Например: строительство культовых сооружений, появление воскресных школ, доступность и распространение религиозной литературы. Таким образом, данное правило заменяет множество "мелких" причинно-следственных связей одним "глобальным", а временная задержка дает возможность моделировать соотношение времени вывода для "мелких" и "глобальных" связей.

Введение временной компоненты в условную часть семантической продукции в предыдущем примере использовалось для искусственной редукции причинных связей, несущественных при решении некоторой задачи. Однако, существуют проблемные области, где подобные связи между явлениями не удастся установить, поэтому нельзя построить продукционное правило, содержащее условие "смерти" некоторого отношения в зависимости от других отношений. В этом случае можно попытаться определить время жизни и восстановления отношений (если оно постоянно) и записать его в форме семантических продукций с задержкой. Под временем жизни будем понимать период, в течение которого отношение существует, а затем пропадает. Соответственно, время восстановления (релаксации) – это время, в течение которого разорванное отношение между парой объектов восстанавливается.

Итак, время жизни отношения τ_m может быть записано следующей продукцией:

$$R_m: IF (P_i) THEN (\tau_m) \overline{P_i}, \quad (9)$$

где τ_m – число тактов жизни отношения.

Время релаксации отношения P_i может быть записано следующей продукцией:

$$R_n: IF (\overline{P_i}) THEN (\tau_n) P_i, \quad (10)$$

где τ_n – число тактов необходимых для релаксации отношения.

Например, факт: "Давид ходит на тренировки по баскетболу каждую неделю и тренируется по два часа" можно формализовать следующим образом:

1. A_1 – Давид, A_2 – баскетбол;
 2. L_1 – играть в;
 3. Отношение $P_1 = P(A_1, L_1, A_2).$
- $$R_1: IF (\overline{P_1}) THEN (\text{неделя}) P_1; \quad (11)$$

$$R_2: IF(P_1) THEN \quad (2 \text{ часа}) \overline{P_1}; \quad (12)$$

Рассмотрим некоторые особенности вывода с использованием временных продукций и продукций с задержкой срабатывания. Пусть нам известен некоторый набор продукций и состояние семантической сети в момент времени t_0 . Целью вывода является получение состояния сети в момент времени $t_0 + \tau n$, где τ - величина шага вывода, или минимально возможная временная задержка срабатывания продукции. Временные задержки в продукциях будем указывать в единицах времени, равных τ , то есть любая продукция должна срабатывать за время, кратное τ . Вывод осуществляется за n шагов. На каждом i -том шаге определяется состояние $S(t_0 + i\tau)$ на основе состояния $S(t_0 + (i-1)\tau)$ и набора правил.

Любое доступное правило из текущего набора на каждом шаге вывода может быть в одном из трех состояний: пассивное, активное и рабочее. Пассивное состояние правила означает, что условная часть данного правила противоречит текущему состоянию сети. Активное состояние правила означает, что условная часть данного правила удовлетворяет текущему состоянию сети, но время пребывания (непрерывного или дискретного в зависимости от типа задержки) этого правила в активном состоянии недостаточно для его срабатывания (меньше соответствующей временной задержки). Правило переходит в рабочее состояние из активного (становится выполнимым) по истечении временной задержки.

Продукционные правила подобного типа предполагается использовать в качестве части, формирующей динамическую составляющую модели представления знаний.

4. Заключение

Проанализированы различные аспекты динамики существования предметной области. Рассмотрены способы реализации этих аспектов в терминах описания продукционной модели. Объектом управления для продукционной модели была выбрана семантическая сеть.

Исследована временная природа продукционных правил, заданных над семантической сетью. Показаны временные задержки различных типов правил. Приведено их формальное описание в структуре продукционных семантических правил. Кратко проведено исследование области применения временных семантических продукций.

Литература: 1. Терзиян В. Я. Многоуровневые динамические модели управления базами знаний и их применение в автоматизированных информационных системах. Автореферат дис. ... д-ра техн. наук : 05.25.05 "Информационные системы и процессы" / Терзиян В.Я. Харьков: ХНУРЭ, 1993. 40 с. 2. Davis R., King J. An overview of production systems // Computer Science Department Stanford University, Report STAN-CS75-524. 1975. P. 38. 3. Иванов А.С. Математические модели и алгоритмы функционирования продукционных баз знаний: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ) / А.С. Иванов. Саратов, 2007. 28 с. 4. Логунова Е. А. Обзор методов формирования баз знаний [Текст] // Технические науки: теория и практика: материалы Междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2012). Чита: Молодой ученый, 2012. С. 62-64. URL <https://moluch.ru/conf/tech/archive/7/2191> 5. Mayoh B. Constraint Programming and Artificial Intelligence // Constraint Programming. NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences. 1993. V. 131. P. 17-50. 6. Гурьев А. Динамическая семантическая сеть, основанная на действиях, Москва, 2019. URL: <http://www.real-ai.ru/action-based-dynamic-semantic-network>.

Transliterated bibliography:

1. Terzian V. Ya. Multilevel dynamic models of knowledge base management and their application in automated information systems: dis. ... Dr. tech. Sciences: 05.25.05 "Information systems and processes" / Terzian V.Y.; Kharkiv. Institute of Radio Electronics, 1993. 400 p.
2. Davis R., King J. An overview of production systems // Computer Science Department Stanford University, Report STAN-CS75-524. 1975. p. 38.
3. Ivanov A.S. Mathematical models and algorithms for the functioning of production knowledge bases: author. dis. ... Cand. Phys.-Mat. sciences (05.13.18 - mathematical modeling, numerical methods and program complexes) / A.S. Ivanov. S., 2007. 117 p
4. Logunova Ye. A. Review of the methods of forming knowledge bases [Text] // Technical Sciences: Theory and Practice: Materials of the Intern. scientific conf. (Chita, April 2012). Chita: Young Scientist Publishing House, 2012. P. 62-64. URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/7/2191/>
5. Mayoh B. Constraint Programming and Artificial Intelligence // Constraint Programming. NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences. 1993. Vol. 131. P. 17-50.
6. Action-based dynamic semantic network, Alexander Guryev, Moscow, 2019, <http://www.real-ai.ru/action-based-dynamic-semantic-network>.

Поступила в редколлегию 11.06.2020

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Асеев Г.Г.

Копоть Михаил Андреевич, ассистент кафедры ФОЭТ ХНУРЭ. Научные интересы: моделирование поведения заряженных частиц, электродинамика. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14, тел.+380577021484. E-mail: mykhaylo.kopot@nure.ua

Марьин Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры ПИ ХНУРЭ. Научные интересы: искусственный интеллект, моделирование поведения заряженных частиц, электродинамика. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14, тел.+380508392186.

E-mail: serhiy.maryin@nure.ua

Kopot Mikhail Andreevich, assistant of Department of Physical Fundamentals of Electronic Technology, Kharkov National University of Radio Electronics. Research interests: modeling the behavior of charged particles, electrodynamics. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, ave. Nauki 14, tel. +38 057 7021484. E-mail: mykhaylo.kopot@nure.ua

Maryin Sergey Alexandrovich, Ph.D., associate professor, associate professor of Software engineering department, Kharkov National University of Radio Electronics. Research interests: artificial intelligence, modeling the behavior of charged particles, electrodynamics. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauki ave 14, tel. +380508392186. E-mail: serhiy.maryin@nure.ua