

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Kosko B.*, Fuzzy cognitive maps, Int. J.Man-Machine Studies. 1986. Vol. 24. – P. 65–75,
2. *Kim H.S.* and *Lee K.C.* Fuzzy implications of fuzzy cognitive map with emphasis on fuzzy causal relationship and fuzzy partially causal relationship. Fuzzy Sets and Systems. 1998. Vol. 97. P. 303–313.
3. *Chrysostomos D. Stylios* and *Peter P. Groumpos.* Fuzzy cognitive map in modeling supervisory control systems. Laboratory for Automation and Robotics, Department of Electrical and Computer Engineering University of Patras, GREECE.
4. *Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гинис Л.А.* Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2005. – 288 с.

УДК 681.3.06

Г.И. Гончаренко, В.А. Кудря

**О ФОРМАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ВЫВОДА РЕШЕНИЙ
В ФРЕЙМОВЫХ МОДЕЛЯХ**

Современные информационно-управляющие системы (ИУС) представляют собой пример сложноорганизованных, многоплановых по своим функциям и связям систем. При проектировании большинства из них исследователи сталкиваются с проблемами представления и обработки самых различных данных, включая интеллектуальные данные и знания, проблемами проектирования средств адаптации и самоорганизации (вплоть до присутствия признаков и свойств эволюции).

Это особенно актуально при моделировании систем принятия решений типа «ситуация – действие» и «ситуация – стратегия управления – действие». При этом большое преимущество перед остальными имеют модели, обладающие свойствами формализации как собственно процедуры структурной организации такой модели, так и операций с различными типами данных и знаний, применяемых при принятии решений. Причем желательно, чтобы данная модель могла поддерживать большинство современных методов принятия решений, включая экспертные системы.

С точки зрения формализации процедур обработки данных и процессов структурной реорганизации вне конкуренции сегодня реляционная модель данных [1]. Вместе с тем классическая реляционная модель обладает невысокой семантической мощностью и, как следствие, мало подходит для целей организации процессов принятия решений, особенно в классе объектно-ориентированных систем.

Появившиеся в 90-х годах прошлого столетия объектно-ориентированные модели и базы данных очень долго не имели «коммерческого» успеха [1], так как требовали весьма дорогостоящих процедур реформатирования существующих данных в формат OODBMS (объектно-ориентированных СУБД), перекрывающих возможные выгоды от их применения.

В последние годы объектно-ориентированное проектирование переживает настоящий взлет, объектно-ориентированные СУБД, в том числе и на реляционной основе, получили широкое распространение. Вместе с тем эти СУБД, безусловно, выиграв в семантике в сравнении с реляционными базами данных, потеряли часть возможностей широкой формализации процедур обработки.

С этой точки зрения заметен возрастающий интерес исследователей к фреймовым моделям представления данных и знаний, которые, имея возможности обоюдной трансформации по отношению к реляционным структурам, обладают гораздо большей семантической мощностью.

В настоящей работе исследуются возможности применения целого ряда операций реляционной алгебры для целей различных преобразований фреймовых моделей, что в случае успеха обещает неплохие перспективы в разработке средств объектно-ориентированных систем принятия решений на фреймовой основе. Большинство операций над фреймами, предлагаемых в данной статье, являются аналогами соответствующих операций реляционной алгебры с учетом особенностей, диктуемых структурой фреймовой модели:

Фрейм: - <ИФ><слот1>[<слот2>, ..., <слот n>][<Присоединенные процедуры>].

Слот: - <ИС><область знаний>[< процедуры>],

ИФ – имя фрейма, ИС – имя слота; слот, в свою очередь, может быть фреймом.

Экземпляр фрейма – это фрейм с означенными слотами и реализованными (в случае необходимости) процедурами. Приведенные далее операции над фреймами позволяют вплотную подойти к формализации большинства шагов в алгоритме работы механизма вывода решений и на сайтах фреймов.

Равенство фреймов

$\Phi_1 = \Phi_2$, если $ИФ_1 = ИФ_2$, $ПП_1 = ПП_2$, $(\forall j) \text{ слот}_j^1 = \text{слот}_j^2$,
 $\text{слот}_j^1 = \text{слот}_j^2$, если $ИС_j^1 = ИС_j^2$ & $ОЗ_j^1 = ОЗ_j^2$ & $Пр_j^1 = Пр_j^2$.

Эта операция симметрична и транзитивна, т.е.

$\Phi_1 = \Phi_2 \rightarrow \Phi_2 = \Phi_1$,

$\Phi_1 = \Phi_2 \& \Phi_2 = \Phi_3 \rightarrow \Phi_1 = \Phi_3$.

В данном выражении ПП – присоединенная процедура, Пр – обычная процедура, ОЗ – область знаний.

«Включение» фреймов

$\Phi_1 \subseteq \Phi_2$, если $ИФ_1 = ИФ_2$, $ПП_1 \subseteq ПП_2 \& \{<слот^1>\} \subseteq \{<слот^2>\}$,
 $\{<слот^1>\}$ – множество слотов i-го фрейма.

«Включение» фреймов может быть:

а) с равенством одноименных слотов;

б) с «включением» одноименных слотов.

В случае а) $(\forall j) \text{ слот}_j^1 \in \{<слот^1>\} \rightarrow \text{слот}_j^1 = \text{слот}_j^2$.

В случае б) $(\forall j) \text{ слот}_j^1 \in \{<слот^1>\} \rightarrow \text{слот}_j^1 \subseteq \text{слот}_j^2$.

$\text{Слот}_j^1 \subseteq \text{слот}_j^2$, если $ИС_j^1 = ИС_j^2$ & $ОЗ_j^1 \subseteq ОЗ_j^2$ & $Пр_j^1 \subseteq Пр_j^2$.

Объединение фреймов

$\Phi_3 = \Phi_1 \cup \Phi_2$, если

$ИФ_1 = ИФ_2$, $ПП_3 = ПП_1 \cup ПП_2 \& \{<ИС^1>\} \cup \{<ИС^2>\} = \{<ИС^3>\}$.

При этом $(\forall j) ОЗ_j^3 = ОЗ_j^1 \cup ОЗ_j^2$ & $Пр_j^1 \cup Пр_j^2 = Пр_j^3$.

Эта операция тоже симметрична.

В итоге $\Phi_1 \subseteq \Phi_3$ и $\Phi_2 \subseteq \Phi_3$.

Пересечение фреймов

$\Phi_3 = \Phi_1 \cap \Phi_2$, если

$ИФ_1 = ИФ_2$, $ПП_3 = ПП_1 \cap ПП_2 \& \{<ИС^1>\} \cap \{<ИС^2>\} = \{<ИС^3>\}$.

При этом $(\forall j) ОЗ_j^3 = ОЗ_j^1 \cap ОЗ_j^2$ & $Пр_j^1 \cap Пр_j^2 = Пр_j^3$.

Эта операция симметрична.

В итоге $\Phi_3 \subseteq \Phi_1$ и $\Phi_3 \subseteq \Phi_2$.

Вычитание фреймов

$\Phi_3 = \Phi_1 \setminus \Phi_2$, если
 $\text{И}\Phi_1 = \text{И}\Phi_2$, $\text{ППЗ} = \text{ПП1} \setminus \text{ПП2} \& \{ \langle \text{ИС}^1 \rangle \} = \{ \langle \text{ИС}^2 \rangle \} = \{ \langle \text{ИС}^3 \rangle \}$.
 При этом $(\forall j) \text{ОЗ}_j^3 = \text{ОЗ}_j^1 \setminus \text{ОЗ}_j^2 \& \text{Пр}_j^1 \setminus \text{Пр}_j^2 = \text{Пр}_j^3$.
 Эта операция несимметрична и нетранзитивна.
 В итоге $\Phi_3 \subseteq \Phi_1$.

Проекция фрейма

Бывает либо на множество слотов, либо на другой фрейм (задающий это множество).

$\Phi_3 = \Pi_{\{ \langle \text{слот}_n \rangle \}} (\Phi_1)$.

При этом $\{ \langle \text{слот}_n \rangle \}$ – некоторое множество слотов:
 $\{ \langle \text{слот}_n \rangle \} \subseteq \{ \langle \text{слот}^1 \rangle \}, \{ \langle \text{слот}_n \rangle \} = \{ \langle \text{слот}^3 \rangle \}$.

$(\forall j) \text{ОЗ}_j^{\text{П}} = \text{ОЗ}_j^3 \& \text{Пр}_j^{\text{П}} = \text{Пр}_j^3$, $\text{ППЗ} = \text{ПП1}$.

Если производится проекция одного фрейма на другой, это представляется как $\Phi_3 = \Pi_{\Phi_2}(\Phi_1)$.

При этом $n\Phi_1 \sim n\Phi_2$ (знак « \sim » означает произвольное соотношение),

$\{ \langle \text{слот}^3 \rangle \} = \{ \langle \text{слот}^1 \rangle \} \setminus \{ \langle \text{слот}^2 \rangle \} \neq \emptyset$,

$(\forall j) \langle \text{слот}_j^3 \rangle \subseteq \langle \text{слот}_j^1 \rangle$.

«Выборка» фрейма

Означает фактически означивание одного из слотов фрейма (по которому происходит «выборка») и реализацию связанных с указанным означиванием процедур (если последние имеют место быть).

Соединение фреймов

$\Phi_3 = \Phi_1 \bowtie \Phi_2$.

В общем случае

$\langle \text{И}\Phi_3 \rangle \neq \langle \text{И}\Phi_1 \rangle$ или $\langle \text{И}\Phi_2 \rangle$

$\{ \langle \text{слот}_3^i \rangle \} = \{ \langle \text{слот}_1^i \rangle \} \cup \{ \langle \text{слот}_2^i \rangle \}$.

Пример:

Φ_1 – дата рождения (число; месяц; год)

Φ_2 – паспорт (№; дата выдачи: число, месяц, год; кем выдан).

Φ_3 – паспортные данные = $\Phi_1 \bowtie \Phi_2$.

Присоединение фрейма

$\Phi_3 = \Phi_1 \triangleright \Phi_2$.

$\langle \text{И}\Phi_3 \rangle = \langle \text{И}\Phi_1 \rangle$;

$(\exists \langle \text{слот}_1^i \rangle) \langle \text{ИС}_1^i \rangle = \langle \text{И}\Phi_2 \rangle$ (это слот $\langle \text{слот}_1^{*i} \rangle$),

тогда $\{ \langle \text{слот}_3^i \rangle \} = \{ \langle \text{слот}_1^i \rangle \} \cup \{ \langle \text{слот}_2^i \rangle \} \setminus \{ \langle \text{слот}_1^{*i} \rangle \}$.

⊖-соединение фреймов

$\Phi_3 = \Phi_1 [\text{слот}_1^i \ominus \text{слот}_2^i] \Phi_2$.

На месте \ominus могут быть \cap , \cup , \setminus и реализация связанных с «соединяемыми» слотами процедур. В отношении остальных слотов и имени Φ_3 см. «соединение фреймов».

К приведенным выше операциям можно добавить операции агрегации и дезагрегации фреймов. При этом агрегация – объединение нескольких слотов, входящих в множество слотов некоторого фрейма, в отдельный фрейм. Дезагрегация – противоположная агрегации операция.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крёнке Д. Теория и практика построения баз данных. – 8-е издание. – СПб.: Питер, 2003.

УДК 681.518

Л.В. Гордиенко

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕЦЕДЕНТОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СРЕДЕ ГИС

Логистические системы (ЛС) представляют собой особый класс систем. Большинство реально функционирующих на практике ЛС присущи основные черты сложных систем. ЛС отличаются от обычных структурной и организационной сложностью, неоднозначностью в практических решениях [1].

Математическую модель проектирования ЛС можно представить в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} W(G) \rightarrow \text{extremum} \\ a_{i1}^G < a_{i1}^{G*} \\ \dots\dots\dots \\ a_{in}^G < a_{in}^{G*} \end{array} \right. \quad (1)$$

Следует отметить, что в качестве задачи (1) может рассматриваться любая экстремальная задача, имеющая ограничения a_i^{G*} по пропускным способностям узлов сети, грузоподъемности транспортного средства и т.д. Причем функция $W(G)$ может описывать такие показатели функционирования сети, как затраты на перевозки, себестоимость перевозок и т.д.

При проектировании ЛС применяется математический аппарат теории графов, методы линейного программирования, имитационного моделирования и т.д. [2]. Решение данной задачи приведенными методами позволяет получить план перевозки, например, в следующем виде (рис. 1):

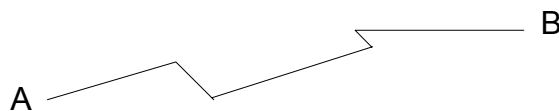


Рис. 1. Теоретический план перевозки грузов

Однако данные методы не учитывают так называемые НЕ-факторы внешней среды:

- неполнота;
- неточность;
- неопределенность.

На практике часто возникает ситуация, когда реальный план перевозки имеет совсем другой вид из-за возникновения ранее непредвиденной ситуации (рис. 2).

Для проектирования систем, адекватных внешним условиям, предлагается использование знаний экспертов о прошлых опытах реализации ЛС. Известны способы описания данных знаний на основе фреймовых и продукционных моделей [3].

В данной работе предлагается использование ГИС для накопления знаний экспертов. Основным преимуществом ГИС по сравнению с вышеперечисленными