

УДК 004.823

**ПОИСК РЕШЕНИЯ МЕТОДОМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ
В СЕТИ ФРЕЙМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЫ**

© 2014 В. П.Дерябкин

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 17.12.2013

В статье рассматривается один из возможных способов решения задач в интеллектуальной компьютерной среде с организацией базы знаний в виде сети фреймов – метод распространения возбуждения в сети. Дается формальное описание сетевой фреймовой структуры, релевантной определенному информационному запросу.

Ключевые слова: сеть фреймов, интеллектуальная среда, распространение возбуждения

В [1-4] были изложены концепция и формальные модели построения и использования интеллектуальной компьютерной среды (ИКС, ICE – Intellectual Computer Environment, в одном из вариантов реализации ИИСФТ – Интеллектуальная Информационная Система Фреймового Типа) с фреймовым способом представления знаний, дополняемым при необходимости правилами-продукциями, которые также могут быть заданы в виде фреймов с унифицированной структурой. Среда позволяет визуально разрабатывать, осуществлять параметрическую настройку, моделировать и развёртывать интеллектуальные приложения, решающие задачи в различных предметных областях.

Из многочисленных методов решения задач в интеллектуальных системах, как с чёткой, так и с нечёткой логикой [5,6] были выделены следующие:

а) традиционные, в форме алгоритма инициализации присоединённых процедур или правил активных фреймов по данным пассивных фреймов;

б) поиск по образцу решения, наиболее близкого к образцу среди пассивных фреймов с использованием той или иной меры близости;

с) метод распространения возбуждения по сети фреймов, содержащих все возможные решения проблемы в группе конечных фреймов-результатов (экземпляров) по указанным экземплярам входных фреймов-параметров информационного запроса.

В системе должен иметься исходный активный фрейм-ситуация “запрос” стандартной структуры, содержащий слоты параметров запроса, а также слот результата. Именно обращение к слоту результата за значением инициализирует процесс решения задачи (логического вывода).

Методы а) и б), рассматриваемые отдельно, требуют для своей реализации применения, как правило, высокопроизводительного компьютерного оборудования. В статье рассмотрен метод с), уменьшающий требования к производительности за счёт увеличения требований к используемым ресурсам памяти и введения дополнительных ограничений по спектру решаемых задач.

В методе использована идея вывода ответов на информационные запросы путём построения структурированной проблемной семантической сети, релевантной конкретному запросу, что характерно для систем вопросно-ответного типа. В [7] эта идея подробно обсуждается применительно к достаточно сложным интеллектуальным информационным системам промышленного типа из области диспетчерского управления энергосистемами и управления многопараметрическими объектами. Для моделирования предметной области использован метод семантических групп, формируемых на основе хорошо известных семантических шкал Осгуда. Рассматриваются простые семантические группы, экземпляры которых имеют только номер и единственное конкретное значение. Вопросы пользователей сводятся к так называемым вопросительным базовым конструкциям, в которых активно используются слова и словосочетания из словаря терминов

Дерябкин Валентин Павлович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий. E-mail: deriabkin_v@mail.ru

предметной области. Вся цепочка формирования ответа на поставленный вопрос описывается в терминах последовательных языковых преобразований и выделения (и/или поиска) соответствующей структурированной подсети, релевантной запросу, из общей семантической сети, содержащей, в том числе, и возможные ответы на поставленные вопросы. Логический вывод ответа осуществляется методом распространения возбуждения по семантической сети в соответствии с правилом :IF<условие>THEN<множество ответов, удовлетворяющих условию>. Так как условие обычно включает несколько конъюнктов, то для реализации импликации требуется одна или несколько семантических групп конъюнктивного типа (экземпляр семантической группы становится активным тогда и только тогда, когда все входящие связи активны).

Отметим следующие достоинства метода семантических групп:

1) быстрое получение ответа на информационный запрос за счёт наличия в сети заранее подготовленных ответов для данной предметной области и ограничений по форме и содержанию запросов;

2) возможность формулировки пользователем запроса на ограниченном естественном языке (ОЕЯ) с использованием словаря предметной области и стандартных вопросительных базовых конструкций за счёт последующего автоматического преобразования текста запроса, достаточного для выбора подсети, релевантной первичному запросу – это в определённых пределах улучшает интерфейс пользователя с системой, делает его более универсальным, быстродействующим и безошибочным;

3) возможность наглядного объяснения логического вывода в виде демонстрации зрительного образа активированного графа семантической сети с дополнительной подсветкой пути логического вывода и концептов, участвовавших в получении результата.

Однако, широкого использования в промышленных интеллектуальных информационных системах данный метод так и не получил, известны только отдельные примеры использования метода. По нашему мнению, это объясняется следующими причинами:

1) унифицированная замена всех возможных естественно-языковых запросов пользователей к системе простейшими вопросительными базовыми конструкциями слишком сильно ограничивает язык запросов ОЕЯ, сводя тексты запросов во многих случаях к малопонятным аббревиатурам и неестественным оборотам речи, что вместо улучшения приводит к ухудшению интерфейса;

2) использование сложных вопросительных конструкций и словарей (тезаурусов) требует включения в состав системы синтаксических и семантических анализаторов и языковых процессоров, часто превосходящих по сложности и стоимости разработки и эксплуатации основные средства логического вывода (проблема построения естественно-языкового интерфейса);

3) построение единой семантической сети для предметной области с числом семантических групп свыше 20-30 единиц и с полным множеством возможных ответов даже с невысокой точностью представления результата является сложной задачей, требующей для своего решения больших ресурсов памяти и ограничивающей возможности наглядного визуального объяснения хода логического вывода.

В связи с этим предлагается использовать метод семантических групп применительно к сети фреймов со следующими ограничениями:

- количество семантических групп (фреймов-концептов) – не более 30 без учёта вспомогательных фреймов специального вида, реализующих конъюнктивные семантические группы (фреймов-конъюнктов);

- запрос пользователя – простая вопросительная базовая конструкция конъюнктивного типа без вложенных подвопросов с заданием параметров запроса на основе использования меню, подсказок и функциональной клавиатуры;

- рассматриваются только дискретные неиерархические сети без внутреннего обучения и накопления опыта.

Хотя эти ограничения весьма существенны, в ИКС они позволяют решать разнообразные информационные и управленческие задачи в разных предметных областях, и разработчик с учётом упрощений может рассматривать указанный метод как один из доступных, быстродействующих и относительно простых методов логического вывода на фреймовых структурах. В силу унификации предложенных фреймовых представлений появляется реальная возможность накопления готовых решений и быстрого их сравнения по различным критериям в рамках ИКС.

Далее обсуждается модель семантической фреймовой сети, релевантной запросу, и алгоритм поиска решения в такой сети, предлагаемой к реализации средствами интеллектуальной фреймовой среды [3].

База знаний среды в простом случае одного приложения представляет собой множество фреймов $F = F_{sys} + F_{app}$ (объединение фреймов инструментальной системы и фреймов приложения соответственно). Каждый фрейм $f \in F$ рассматривается как некоторое подмножество слов из множества S :

$$S = \{ \langle v, u, \{Q_i\}, \{D_j\}, \{C_k\}, \alpha \rangle \}, \quad (1)$$

$v \in \mathbb{T}$ – значение слота; $u \in \mathbb{T}$ – значение слота по умолчанию (значения определены на системе типов \mathbb{T}); $\{Q_i\}$ – упорядоченное множество присоединенных к слотам правил или процедур-демонов поиска значений слота типа IF_NEEDED; $\{D_j\}$ – упорядоченное множество присоединенных к слоту правил или процедур-демонов типа IF_CHANGED, обрабатывающих событие изменения значения слота; $\{C_k\}$ – упорядоченное множество ограничений на значения слота (набор правил или предикатов $C_k \in \mathbb{E} \cdot \mathbb{E}$ – множество выражений); b – флаг, используется в контексте вывода для управления выводом, булевского типа.

Для доступа к значениям слота используем операцию разыменования: $s.v, s.u; s.IF_NEEDED; s.$ би т.п.

Каждый фрейм базы знаний является наследником единственного суперфрейма и имеет все необходимые наследуемые системные слоты, позволяющие создавать и поддерживать семантические сети любой сложности [2]. Весьма важным для реализации метода является системный слот “Ассоциации”, содержащий списки идентификаторов экземпляров фреймов, логически связанных с данным экземпляром в сети.

Для лучшего понимания модели и алгоритма вывода рассмотрим простейшую задачу железнодорожного расписания. Пусть требуется ответить на вопрос: “Какие номера поездов отправляются из пункта А и прибывают в пункт Б?”. Ответ на этот вопрос эквивалентен активации правила-продукции : “IF пункт отправления =

‘А’ AND пункт назначения = ‘Б’ THEN номер поезда = ‘N1,N2’.”

Простая семантическая группа моделируется частным фреймом приложения (частным прототипом, фреймом-концептом) добавлением к системным слотам слотов характеристик: “Название экземпляра” (значение этого слота должно быть уникальным), “Признак активности экземпляра” и “Список активных ассоциаций”. Фреймовая семантическая сеть создается в ИИС ФТ в режиме разработки приложения. Создание фреймов семантических групп и экземпляров, а также связывание их ассоциативными связями выполняется разработчиком по типу информационного запроса. Направленность связей учитывается порядком расположения фреймов-концептов и их экземпляров в сети: слева располагаются входные фреймы, экземпляры которых определяют условия запроса, справа – выходные фреймы, содержащие ответы на конкретные запросы. Среди промежуточных фреймов обязательно наличие хотя бы одного фрейма-конъюнкта.

Фрагмент сети фреймов для данного примера и путь распространения возбуждения для получения результата представлен на рис. 1.

Для реализации примера создаются два входных фрейма-концепта $f1$ “Пункт отправления” и $f2$ “Пункт назначения”, один выходной фрейм-концепт $f4$ “Номер поезда” и один промежуточный фрейм-конъюнкт $f3$. База знаний заполняется экземплярами этих фреймов и соответствующими связями.

Изложенный метод и нотация прошли проверку на учебных примерах и будут учтены в процессе разработки следующих версий реализации инструментальных средств ИКС фреймового типа.

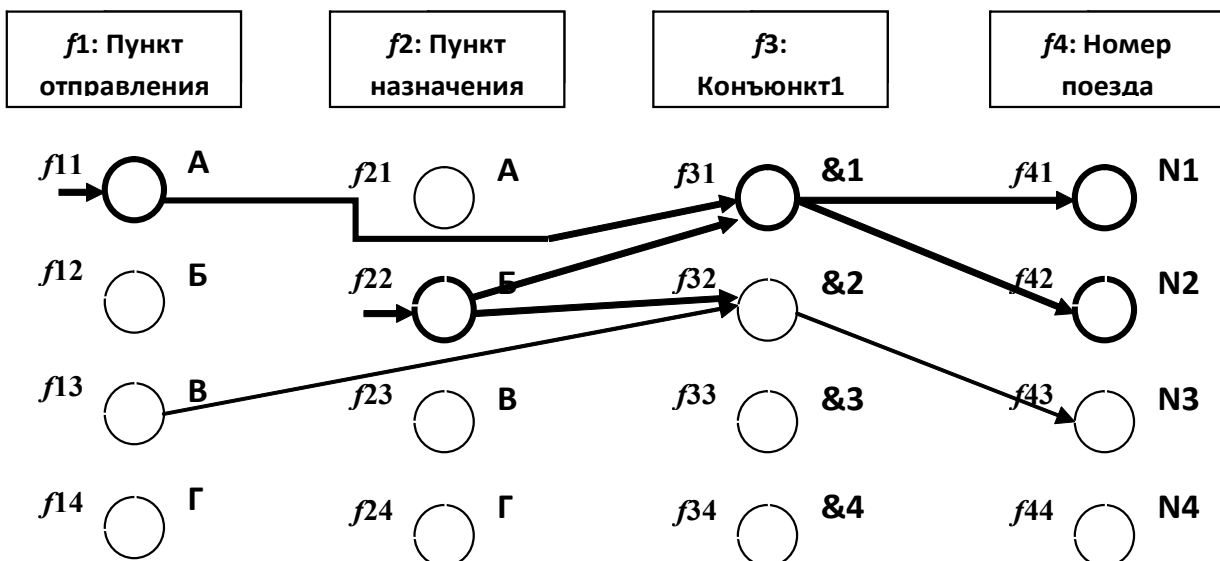


Рис. 1. Поиск решения методом распространения возбуждения в сети фреймов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дерябкин В.П.* База знаний системы синтеза и параметрической настройки проблемно-ориентированной информационной компьютерной среды // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении "ПИТ-2006", Т.1. Самара: СГАУ, 2006. С.65-69.
2. *Дерябкин В.П., Белоусов А.И.* Фреймовая база знаний информационной компьютерной среды // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса (ПИТ-2010). Самара, СГАУ, 2010. С. 61-64.
3. *Дерябкин, В.П.* Модель базы знаний интеллектуальной фреймовой среды // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении "ПИТ-2012". Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. С. 164-168.
4. *Белоусов А.И.* Семантика языка представления знаний в инструментальной среде фреймового типа. // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении "ПИТ-2012". Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. С. 158-162.
5. *Джарратано Д., Райли Г.* Экспертные системы: принципы разработки и программирования. 4-е издание. М.: И.Д. Вильямс, 2007. 1152 с.
6. *Сошников Д.В.* Логический вывод на основе удалённого вызова и включения в системах с распределённой фреймовой иерархией. М.: Вузовская книга, 2002. 48 с.
7. *Любарский Ю.А.* Интеллектуальные информационные системы. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 232 с.

**A SOLUTION METHOD BY EXCITATION PROPAGATION
IN NETWORK OF FRAMES OF INTELLECTUAL COMPUTER ENVIRONMENT**

© 2014 V.P. Deriabkin

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The article describes one of possible way to meet the challenges in the intellectual computer environment with the knowledge base in the form of network of frames - the method of excitation propagation in the network. We give a formal description of network frame structure, relevant to a specific information request.

Keywords: network of frames, intellectual environment, the spread of excitation.