



В.П. Дерябкин

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

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

В [1,2] изложены концепция и формальные модели построения и использования интеллектуальной компьютерной среды (ИКС, ICE – Intellectual Computer Environment) с фреймовым способом представления знаний. 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 [3] были выделены следующие:

- а) традиционные, в форме алгоритма инициализации присоединённых процедур или процедур-демонов;
- б) поиск по образцу решения, наиболее близкого к образцу среди фреймов с использованием той или иной меры близости;
- с) метод распространения возбуждения по сети фреймов.

Методы а) и б) требуют для своей реализации применения, как правило, высокопроизводительного компьютерного оборудования и рассматриваются отдельно. В докладе 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 [4] 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 простых семантических групп, формируемых на основе хорошо известных семантических шкал Осгуда. 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>. Отметим следующие достоинства метода семантических групп:



- быстрое получение ответа на информационный запрос за счёт наличия в сети заранее подготовленных ответов;
- возможность формулировки пользователем запроса на ограниченном естественном языке (ОЕЯ) с использованием словаря предметной области и стандартных вопросительных базовых конструкций;
- возможность наглядного объяснения логического вывода в виде демонстрации зрительного образа активированного графа.

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

- 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;
- 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);
- остроение 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 ука-



занный 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, предлагаемой к реализации средствами интеллектуальной фреймовой среды [2].

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) [2]. Каждый фрейм  $f \in F$  рассматривается как некоторое подмножество слотов 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  $C_k \in \mathbb{E}$ ,  $\mathbb{E}$  - множество выражений);  $\alpha$  – флаг, используется в контексте вывода для управления выводом, булевского типа.

Каждый фрейм базы знаний является наследником единственного суперфрейма и имеет все необходимые наследуемые системные слоты, позволяющие создавать и поддерживать семантические сети любой сложности [1]. 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 (фреймом-концептом) добавлением к системным слотам слотов характеристик: «Название экземпляра» (уникальное), «Признак активности экземпляра» и «Список активных ассоциаций». Фреймовая семантическая сеть создается в ИКС 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 примера представлен на рисунке 1.

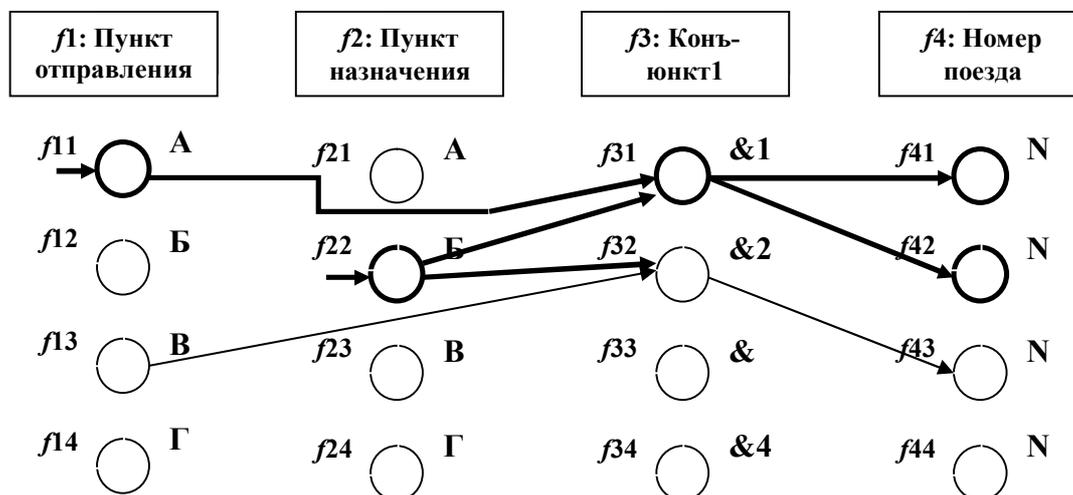


Рис.1. Поиск решения методом распространения возбуждения в сети фреймов (выделен путь распространения возбуждения).

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

### Литература

1. Дерябкин, В.П. Фреймовая база знаний информационной компьютерной среды [Текст] / В.П. Дерябкин, А.И. Белоусов // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса (ПИТ-2010). – Самара, СГАУ, 2010. – С. 61-64.
2. Дерябкин, В.П. Модель базы знаний интеллектуальной фреймовой среды [Текст] / В.П. Дерябкин // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ-2012) / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. – С. 164-168.
3. Джарратано, Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирования [Текст]: [пер. с англ.] / Д. Джарратано, Г. Райли - 4-е издание. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. -1152 с.
4. Любарский, Ю.А. Интеллектуальные информационные системы [Текст] / Ю. А. Любарский. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 232 с.