

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ И ПРОДУКЦИОННО-ФРЕЙМОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

А.В. Прохоров, К.В. Головань

(Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков)

Разработаны механизмы взаимодействия типовых интеллектуальных элементов высокоуровневой знаниеориентированной модели и продукционно-фреймовой модели представления знаний. Описаны основные этапы разработки ЭС принятия управленческих решений с учетом выбранного метода формализации предметных знаний.

экспертные системы принятия решений, модели представления знаний, методы формализации знаний, продукционно-фреймовая модель, высокоуровневая знаниеориентированная модель

Введение. Развитие и широкое применение экспертных систем (ЭС) обусловило необходимость в совершенствовании методологий и инструментальных средств их разработки. В связи с этим, в последнее время появился целый ряд методологий создания ЭС, ориентированных на повторное использование готовых методов решения задач, которые позволяют перейти от специфической области инженерии знаний к классическим инженерным разработкам [1]. Наиболее известными методологиями данного класса являются Task Structures, Role-Limiting Methods, Method-to-Task, KADS. Данные методологии предназначены для анализа, обработки и извлечения предметных знаний и основаны на принципах использования так называемых «парадигм» решения задачи (таких как Heuristic Classification [2] и Propose-and-Revise [3]). На основе данных методологий в конце 80-х начале 90-х годов были созданы такие инструментальные средства, как CommonKADS, PROTÉGÉ-II, Spark/Burn/Firefighter, MIKE и др. Однако, проблемы, связанные со сложностью формального описания задач и проверки соответствия выбранной задачи и метода ее решения, а также ряд других зачастую значительно затрудняют моделирование процесса решения конкретной задачи [4].

В связи с указанными ограничениями, в настоящее время наметился переход к системам, ориентированным, прежде всего, на быструю реализацию сложных динамических систем на основе специализированных графических языков, включающих параметризуемые операторные блоки для представления элементов технологического процесса и типовых задач обработки информации [5]. Наиболее эффективными и мощными инструментальными средствами разработки интеллектуальных систем данного

класса, решающими широкий класс управленческих задач являются G2 (Gensym, США), RT Works (Talarian, США), COMDALE/C (Comdale Techn., Канада), COGSYS (SC, США), ILOG Rules (ILOG, Франция) и др. [5]. Однако в данных системах ведущую роль играет именно визуализация технологических процессов, а не процессов, направленных на извлечение и обработку знаний. В связи с указанными особенностями, в работе [6] разработана библиотека типовых функциональных блоков, направленная на визуализацию знаниеориентированных управленческих процессов и их представление на высоком уровне абстракции. В данной работе будут детально рассмотрены вопросы взаимодействия между функциональными блоками и существующими моделями представления знаний.

Продукционно-фреймовое представление предметных знаний. В работе [6] разработана высокоуровневая модель для представления предметных знаний, которая построена на принципах блочной структуризации и включает пять классов функциональных блоков, которые решают типовые задачи моделирования знаниеориентированных процессов: задачи аналитического и логического характера, задачи, связанные с абстрагированием, конкретизацией, классификацией и нахождением закономерностей. Однако, для моделирования знаниеориентированных процессов, очевидно, помимо предложенных интеллектуальных функциональных блоков, составляющих верхний уровень представления предметных знаний, необходимо организовать эффективное взаимодействие с моделями представления знаний, составляющими нижний уровень ЭС, которые могут быть построены на основе логики предикатов, продукционных моделей, фреймов и т.д. Перспективным направлением в настоящее время является использование гибридных моделей представления знаний, что дает возможность, во-первых, представления максимально широкого спектра знаний о предметной области (ПО), а, во-вторых, возможно организовать обмен знаниями между различными компонентами ЭС, использующими различные парадигмы представления и получения экспертных знаний. В качестве такой гибридной модели для низкоуровневой формализации знаний о ПО предлагается использование продукционно-фреймовой иерархии, в которой структурный аспект знаний выражается в виде объектной фреймовой сети, а поведенческий аспект, характеризующий динамику функционирования объектов и процессов ПО, представлен продукционными системами прямого или обратного вывода, сгруппированными вокруг соответствующих слотов фреймов и функциональных блоков.

Таким образом, необходимо рассмотреть взаимодействие трех компонент базы знаний (БЗ) ЭС принятия решений: высокоуровневых моделей, объектной фреймовой сети и продукционных систем.

Механизмы взаимодействия высокоуровневой и продукционно-фреймовой модели знаний. Фреймы объектной сети взаимодействуют с функциональными блоками высокоуровневой знаниеориентированной мо-

дели посредством специальных служебных входов функциональных блоков: «Класс» (соответствует фрейму-прототипу); «Объект» (соответствует фрейму-примеру); «Атрибут» (соответствует слоту фрейма). При этом взаимодействие между фреймами объектной сети и функциональными блоками высокоуровневой знаниеориентированной модели происходит в обоих направлениях: с одной стороны, фреймы являются входными параметрами функциональных блоков, с другой стороны, знаниеориентированная модель управляет фреймовой сетью (рис. 1). Управление фреймовой сетью при этом необходимо рассматривать в трех различных аспектах:

- означивание некоторого слота фрейма в результате выполнения логической, аналитической или логико-аналитической задачи, а также в результате простого присвоения слоту определенного значения;

- динамическая трансформация структуры фрейма в результате действия блоков «абстрагировать» и «специфицировать», которые позволяют динамически создавать либо удалять слоты фрейма при выводе решений в ЭС;

- динамическая трансформация фреймовой иерархии блоками «классифицировать по правилам» и «классифицировать методом кластеризации», которые позволяют выделять новые классы (фреймы-прототипы) и соотносить исследуемые фреймы-примеры с конкретным фреймом-прототипом.

Необходимо отметить, что означивание слотов фреймов объектной сети осуществляется, как правило, посредством взаимодействия с БД ЭС принятия решений путем посылки SQL-запросов к БД и получения требуемых данных из соответствующих таблиц. Исключение составляет лишь ранее рассмотренный случай означивания слота функциональным блоком.

Поведенческий аспект знаний в предлагаемой ЭС принятия управленческих решений представлен продукционными системами прямого и обратного вывода, а также аналитическими выражениями, описывающими динамику процессов функционирования и взаимодействия объектов ПО. Связь между функциональными блоками модели и единицами знаний нижнего уровня представления (продукционными системами и аналитическими выражениями) осуществляется при помощи механизма указателей. Применение данного механизма позволяет избежать избыточности при описании знаний, а также позволяет легко модифицировать существующие и добавлять новые знания в БЗ. Это означает, что различные функциональные блоки высокоуровневой знаниеориентированной модели могут использовать общие системы продукций и аналитические выражения без дублирования их в БЗ. При этом, в случае необходимости изменения некоторого правила или выражения в БЗ, модификацию достаточно произвести лишь единожды. Функциональный блок в процессе активации связывается с требуемой системой продукций или аналитическим выражением по ссылке и, таким образом, всегда использует актуальную (обновленную) информацию.

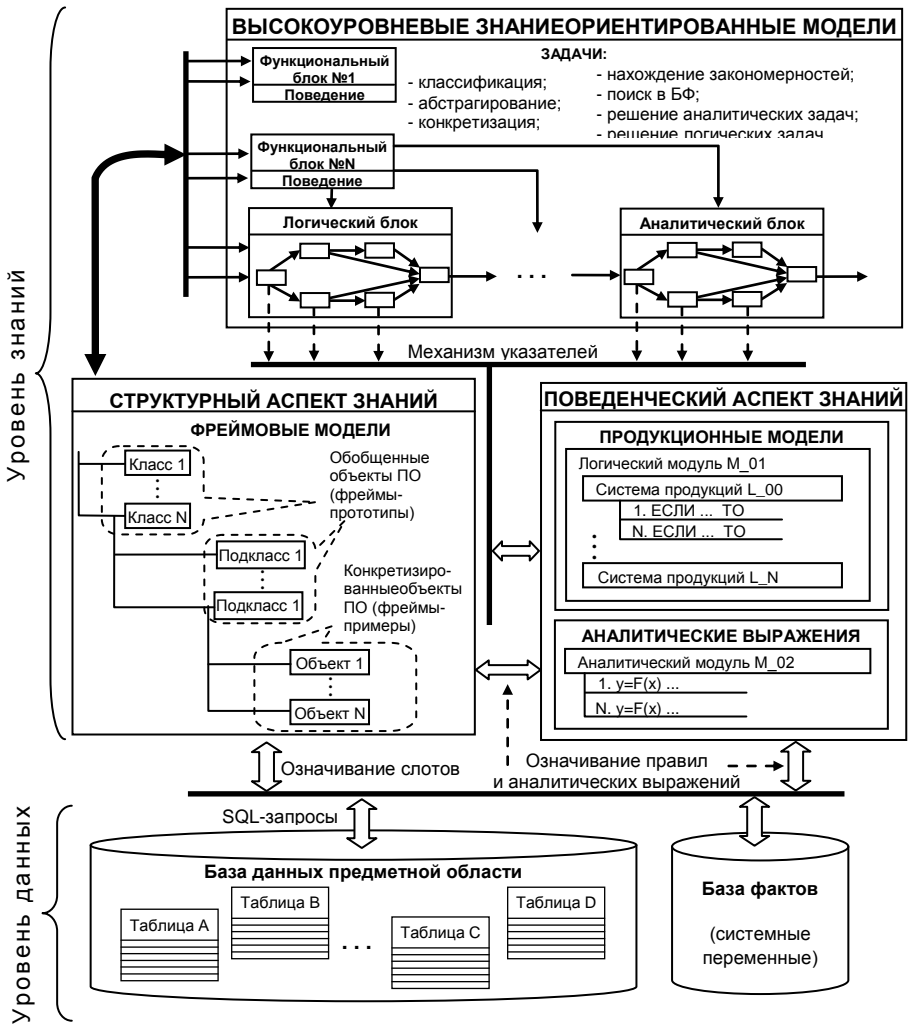


Рис. 1. Механизм взаимодействия между различными компонентами БЗ

Таким образом, происходит группировка систем productions и аналитических выражений вокруг определенных функциональных блоков и, следовательно, соответствующих фреймов и слотов. Означивание конкретных production правил и аналитических выражений осуществляется через означивание системных переменных ЭС, хранящихся в БФ, и через означивание слотов фреймов объектной сети, которые используются в механизме логического вывода. При разработке ЭС принятия решений перед построением высокоуровневых знаниеориентированных моделей необходимо сформировать структурную фреймовую модель ПО. При описании фреймов-прототипов

указывается их связь с БД при помощи механизма SQL-запросов. Таким образом, генерация фреймов-примеров происходит из БД на основании записанных SQL-выражений, а построение фреймовой модели происходит в несколько этапов (описание фреймов прототипов и генерация фреймов-примеров). После формирования структурной фреймовой модели знаний, возможно построение высокоуровневых знаниеориентированных моделей процессов управления сложными технологическими объектами. При этом необходимо сопоставить служебным входам функциональных блоков соответствующие фреймы и слоты объектной сети. Следующим этапом разработки ЭС является задание поведения функциональных блоков в соответствии с их типом. При этом происходит привязка логических и аналитических блоков к соответствующим системам продукции и аналитическим выражениям БЗ.

Заключение. В работе проведена структуризация знаний о ПО на основе взаимодействия высокоуровневой и продукционно-фреймовой моделей. При этом рассмотрены механизмы взаимодействия между типовыми функциональными блоками высокоуровневой знаниеориентированной модели и продукционными и фреймовыми компонентами знаний. Предельная структурированность БЗ, за счет ее модульной организации в виде отдельных знаниеориентированных компонент позволяет удобно представлять и обрабатывать знания, избежать избыточности описания знаний, а также оперативно вносить изменения в БЗ. В статье получила дальнейшее развитие продукционно-фреймовая модель представления знаний, за счет использования высокоуровневой модели для определения значения слотов фреймов и динамической трансформации фреймовой модели в процессе работы с ЭС, что позволяет повысить оперативность процесса обработки знаний при выводе управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Van Heijst G., Schreiber A. T., Wielinga B. J. *Using explicit ontologies in KBS development // International Journal of HCS.* – 1997. – 46(2/3). – P. 183-292.
2. Clancey W. *Heuristic classification // Artificial Intelligence.* – 1985. – 27. – P. 289-350.
3. Marcus S. *SALT: A knowledge-acquisition tool for propose-and-revise systems // Automating Knowledge Acquisition for Expert Systems.* – Boston, 1988. – P. 81-123.
4. Menzies T. *Evaluation Issues for PSMs // Proceedings of the 11th Banff Knowledge Acquisition KAW'98.* – Banff, Canada. – April, 1998.
5. Попов Э.В. *Экспертные системы реального времени.* – М.: Открытые системы, 1995. – № 2. – С. 45-56/
6. Головань К.В. *Высокоуровневые модели анализа, обработки и извлечения знаний в процессе разработки экспертных систем // Радиоэлектронные и компьютерные системы.* – 2006. – № 1 (13) – С. 46-55.

Поступила 11.05.2006

Рецензент: доктор технических наук, профессор Э.Г. Петров,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники.