

РАЗРАБОТКА БАЗ ЗНАНИЙ И ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

М.А. Грищенко

Институт динамики систем и теории управления СО РАН

Россия, 664033, Иркутск, Лермонтова ул., 134

E-mail: makcgri@gmail.com

Ключевые слова: экспертные системы, СУБЗ, базы знаний, онтология, MDA, ODA, RVML

Аннотация: Разработана технология создания БЗ и ЭС, обеспечивающая визуальное моделирование предметной области и последующее автоматизированное создание продукционных баз знаний и экспертных систем на основе разработанных моделей предметной области. В качестве методологической основы используется модельно-ориентированный подход MDA (Model Driven Architecture; архитектура, управляемая моделью), являющийся перспективным подходом в области программной инженерии и предполагающий разработку программных систем на основе трансформации и интерпретации информационных моделей. В работе предлагается при описании платформенно-независимой модели использовать дополнительно к UML, разработанную автором, нотацию для представления продукции именуемую Rule Visual Modeling Language (RVML). Для моделирования функциональности использованы элементы ODA, Ontology Driven Architecture – архитектуры, управляемой онтологией. Апробация подхода осуществлена на примере разработки баз знаний экспертных систем для решения задач обеспечения надежности и безопасности опасных нефтехимических объектов.

1. Введение

Использование интеллектуальных систем в управлении стимулирует разработку программных инструментальных средств для создания соответствующих прикладных программ. Разновидностью прикладных программ являются Экспертные Системы (ЭС), встраиваемые в системы управления. Основным элементом ЭС является база знаний, представленная множеством систематизированных знаний, используемых для решения различных задач, в том числе задач управления. Знания формулируются экспертом или извлекаются из эксперта или формулируются на основе анализа больших статистических массивов данных.

Проблема повышения эффективности разработки баз знаний и экспертных систем, является актуальной и решается в различных направлениях: от совершенствования методик (методологии) разработки до создания специализированного инструментария, автоматизирующего процесс разработки и извлечения знаний. Анализ существующих технологий разработки баз знаний и экспертных систем показывает, что они ориентированы, в основном, на пользователей, обладающих знаниями в области программной инженерии [1]. Разработка баз знаний является одним из самых трудоемких этапов при создании интеллектуальных систем. При этом решаются задачи концептуализации, формализации и моделирования предметной области на определенном Языке Пред-

ставления Знаний (ЯПЗ). В большинстве случаев, разработчик ЭС должен иметь навыки программирования и знать какой-либо ЯПЗ. Однако эксперты достаточно редко знают ЯПЗ. В свою очередь, если разработку базы знаний (БЗ) осуществляет программист ему необходимо разобраться в огромном объеме предметных, зачастую, мультидисциплинарных знаний специалистов-практиков и способов их логической обработки. В большинстве случаев это затруднительно.

При разработке прикладных информационных систем применяются классические технологии, использующие информационные модели и обеспечивающие на их основе генерацию программного кода (в большинстве случаев – скелетного программного кода). Нам неизвестно чтобы такой подход применялся для разработки баз знаний и экспертных систем. Поэтому актуально перенесение методов, опробованных при разработке информационных систем, на процесс разработки баз знаний и экспертных систем, что существенно сократит трудоемкость из создания.

Для использования отработанных информационных технологий при создании БЗ и ЭС разработана технология, обеспечивающая визуальное моделирование предметной области и последующее автоматизированное создание продукционных баз знаний и экспертных систем на основе разработанных моделей предметной области. В качестве методологической основы используется подход, известный в литературе как «Архитектура, управляемая моделью» – MDA [2] (Model Driven Architecture), являющийся перспективным направлением в области программной инженерии и предполагающий разработку программных систем на основе последовательной трансформации и интерпретации множества информационных моделей, при этом модели описывают как обрабатываемые данные, так и бизнес-логику приложения.

2. Разработки баз знаний продукционного типа на основе модельно-ориентированного подхода

2.1. Технология

Согласно одной из реализаций модельно-ориентированного подхода – Архитектура, управляемая моделью или MDA [3], процесс разработки информационной системы включает описание основных понятий какой-либо предметной области, отношений между ними и способов их обработки и представляется в виде множества информационных моделей, определяющих состав, структуру и поведение будущего программного продукта.

При этом выделяют несколько моделей: вычислительно-независимую – CIM (Computation Independent Model), платформенно-независимую – PIM (Platform Independent Model), платформенно-зависимые – PSM (Platform Specific Model) и модели платформы – PDM (Platform Description Model). CIM и PIM не содержат привязку к конкретным языкам или средам реализации и являются, по своей сути, моделями предметной области. PSM и PDM зависят от платформы разработки и выполняют функции адаптеров или трансляторов, преобразующих модели предметной области в программный код или их интерпретирующих. При этом процесс разработки информационных систем представляет собой последовательный переход от модели к модели, сопровождаемый их трансформацией или интерпретацией.

На рис. 1 показана схема СУБЗ, на которой выделена и декомпозирована функция создания баз знаний.

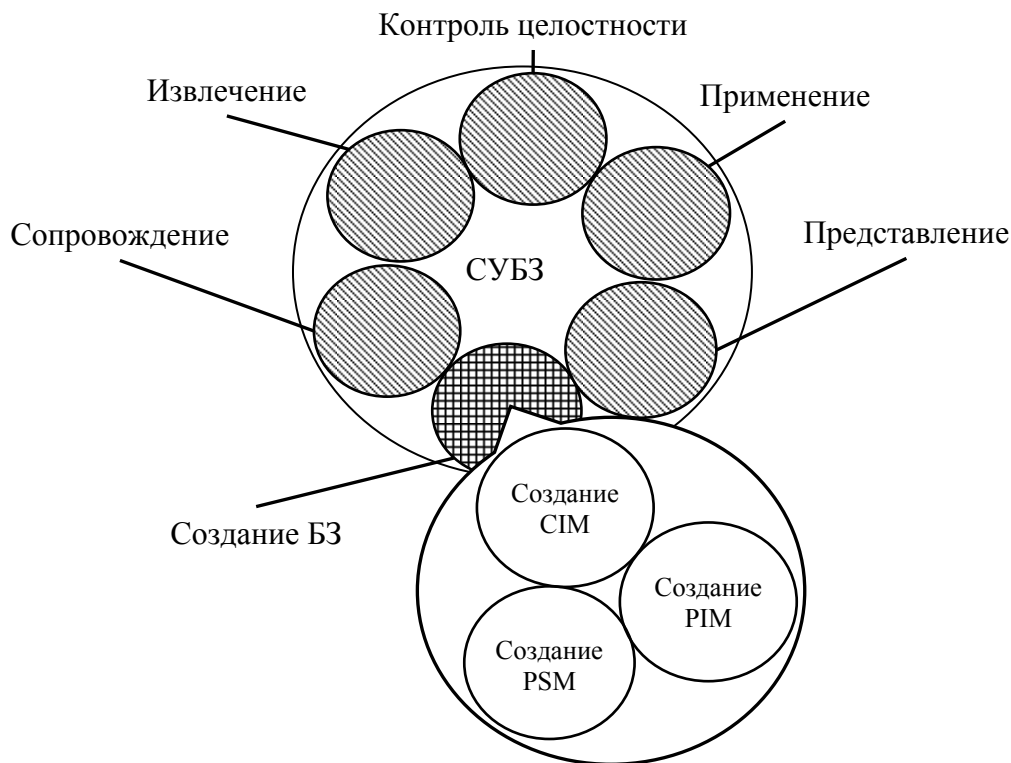


Рис. 1. Функции СУБЗ и детализированная функция создания БЗ.

В работе предлагается применить данный метод для создания баз знаний и экспертных систем продукционного типа, которые в дальнейшем будут использованы для решения задач обеспечения надежности и безопасности опасных нефтехимических объектов.

Модели и этапы создания программной системы, представлены следующим образом:

- вычислительно-независимая модель (СИМ) реализована в виде онтологии, описывающей основные понятия и отношения предметной области. При этом, помимо понятий и отношений типа «является частью» и «является потомком» (иерархические связи) вводится дополнительное отношение «зависит от», обеспечивающее описание причинно-следственных зависимостей. Так же описываются свойства понятий предметной области. Для описания архитектурных элементов экспертной системы вводятся дополнительные понятия: форма ввода, форма вывода, машина вывода.
- платформенно-независимая модель (РИМ) представлена описанием продукций, полученных путем автоматизированной трансформации СИМ и уточнения полученных результатов. При трансформации СИМ понятиям ставятся в соответствии шаблоны и элементы правил (условие и действие), причинно-следственные отношения преобразовываются в «ядро» правил. На данном этапе пользователю предлагается выбрать «начальное» правило, на основе анализа которого и всей цепочки возможного логического вывода автоматически формируется архитектура разрабатываемой ЭС, при этом отдельным экземплярам форм ввода и вывода ставятся в соответствие отдельные логические правила.
- платформенно-зависимая модель (ПСМ) – в результате трансформации РИМ, представлена в виде продукций на ЯПЗ JESS, их интерпретация и объяснение вывода в специальной среде-оболочке. В процессе интерпретации и объяснения вывода про-

исходит генерация (синтез) элементов пользовательского интерфейса, соответствующих PIM на языке программирования PHP и их исполнение.

- модель платформы (PDM) – синтаксические правила ЯПЗ JESS и PHP, которые используются для формирования PSM на основе PIM.

Разработка ЭС, помимо разработки БЗ, подразумевает разработку интерфейса взаимодействия пользователя и БЗ. При этом используются элементы подхода известного как – ODA (Ontology Driven Architecture, раздел в рамках MDA), посвященное разработке теории и средств создания программных систем на основе трансформации модели онтологий. Формирование интерфейса происходит в два этапа: при создании PIM создается модель, описывающая отношения (взаимосвязи) форм ввода и вывода; при создании PSM происходит интерпретация разработанной модели на языке программирования (например, PHP).

Сопоставление трех подходов разработки баз знаний и экспертных систем: классического, MDA и предлагаемой технологии (методы и средства) приведено на рис. 2.

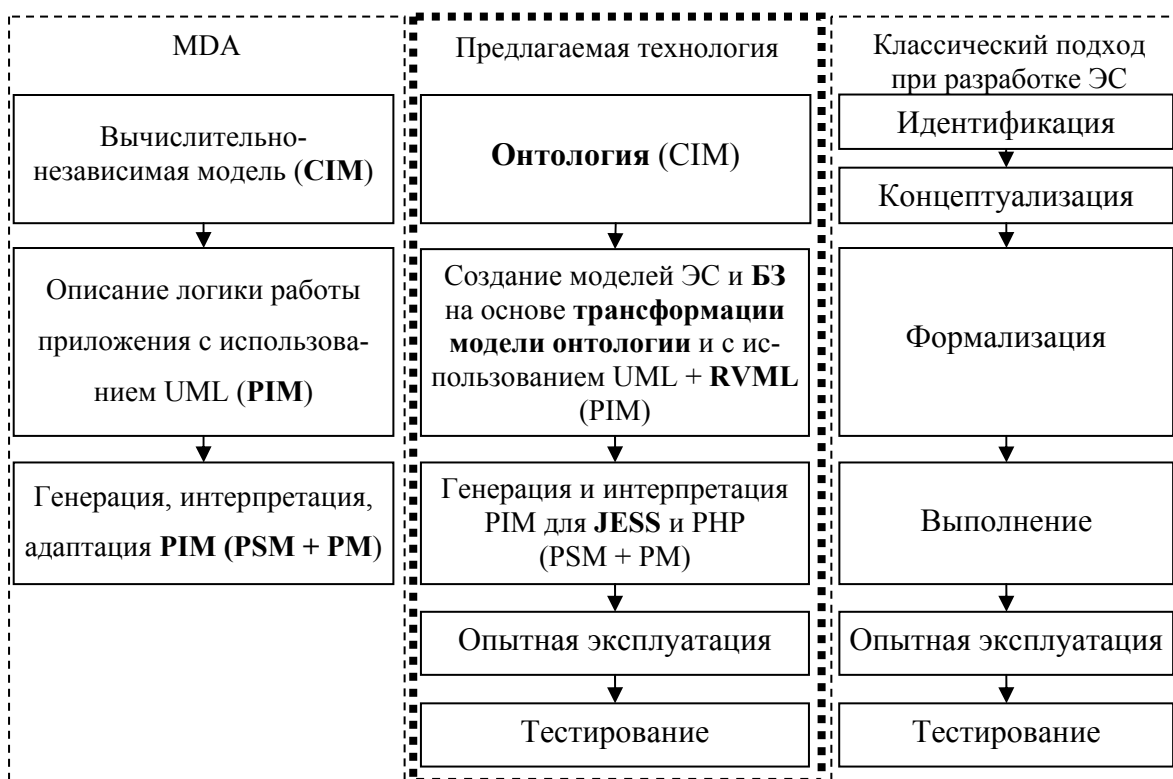


Рис. 2. Сопоставление методологий.

2.2. Визуальное моделирование

Важным аспектом применения MDA является визуальное моделирование. При этом MDA традиционно использует UML (Unified Modeling Language) для построения моделей предметной области [1]. UML не позволяет наглядно и однозначно представить причинно-следственные зависимости, поэтому предлагается при описании PIM дополнительно к UML использовать для представления продукций авторскую нотацию Rule Visual Modeling Language (RVML) [4-6].

Предлагаемая нотация обладает большей выразительностью при описании причинно-следственных зависимостей по сравнению с UML, в частности RVML позволяет (рис. 3):

- использовать отдельные специализированные графические примитивы для отображения всех элементов продукций, а не стереотипы или типизированные классы как в UML: задать условие и действие;
- присваивать отдельным фактам субъективные вероятности в виде коэффициентов уверенности [7];
- более наглядно отображать тип выполняемых действий (добавление, удаление, установка);
- отображать логические операторы в условиях правил («или» и «не»).

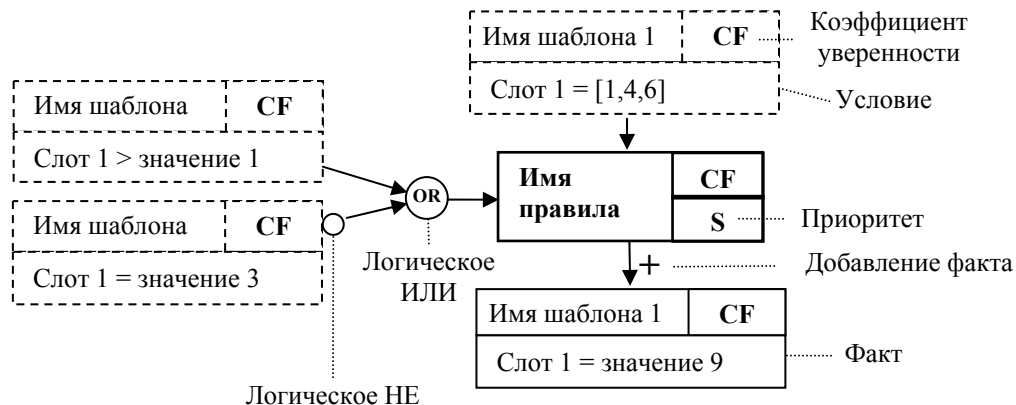


Рис. 3. Основные элементы нотации RVML.

2.3. Апробация

Для реализации и апробации предлагаемой технологии при решении практических задач, был разработан исследовательский прототип программного комплекса – система управления базами знаний.

Разработанные и реализованные методика и программные средства (технология) целесообразно использовать при проектировании продукционных баз знаний и экспертных систем, направленных на решение проблем в междисциплинарных предметных областях, требующих участия в разработке экспертов различных предметных областей, например, при решении проблем техногенной безопасности. Созданные с помощью разработанной технологии экспертные системы: «Причины инцидентов и аварий» обеспечивает определение причин деградиационных процессов, приводящих к повреждению, разрушению, отказу, инциденту и аварии в химической и нефтехимической промышленности; «Создание планов локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» обеспечивает поддержку принятия решений разработки ПЛАРНов.

Список литературы

1. Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 608 с.
2. <http://www.omg.org/mda/>
3. Грибачев К. Г. Delphi и Model Driven Architecture. Разработка приложений баз данных. СПб. Питер, 2004. 348 с.
4. Берман А.Ф., Павлов А.И., Грищенко М.А. Онтология предметной области предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Современные технологии, системный анализ, моделирование. 2012. № 1 (33). С. 94-101.

5. Грищенко М.А., Юрин А.Ю., Павлов А.И. Программный комплекс разработки экспертных систем на основе трансформации информационных моделей предметной области // Программные продукты и системы. 2013. №3 (103). С. 143-147.
6. Юрин А.Ю., Грищенко М.А. Редактор баз знаний в формате CLIPS // Программные продукты и системы. 2012. №4 (100). С. 84-87.
7. Shortliffe E.H. Comper-Based Medical Consulttions: MYCIN. New York, 1976.
8. Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю. Компонентный подход: модуль продукционной экспертной системы // Программные продукты и системы. 2010. № 3. С. 41-44.