

Отзыв

официального оппонента ...

на диссертацию Юрина Александра Юрьевича на тему:

«Методы и программные средства создания интеллектуальных систем с декларативными базами знаний на основе модельных трансформаций»,
на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,
комплексов и компьютерных сетей»

Диссертация А.Ю. Юрина посвящена решению актуальной научной проблемы, состоящей в формировании методологии и технологии поддержки процессов создания систем, основанных на знаниях. Необходимо отметить, что задача создания эффективных методов и программных средств разработки баз знаний и систем, основанных на знаниях, до настоящего времени не решена в полном объеме. Процесс создания таких систем является трудным для экспертов предметных областей, являющихся с одной стороны носителями знаний, а с другой – непрограммирующими пользователями, и требует привлечения специалистов из области обработки знаний. Процессы извлечения, концептуализации и формализации знаний сложны и связаны с различными когнитивными проблемами, которые усугубляются необходимостью взаимодействия экспертов и программистов, являющихся специалистами из различных предметных областей. Можно утверждать, что данная проблема является одной из основных причин неэффективного использования методов обработки знаний для решения прикладных задач. Данные факторы обуславливают актуальность исследования, направленного на создание методов и программных средств, обеспечивающих возможность поддержки процесса создания интеллектуальных систем в течение всего их жизненного цикла непосредственно для пользователей, являющихся экспертами предметных областей.

Целью исследования является разработка методов, языков, алгоритмов и программных средств, повышающих эффективность создания интеллектуальных систем с декларативными базами знаний продукционного и прецедентного типа пользователями – специалистами в предметных областях (конечными пользователями - не специалистами в ИТ) за счет поддержки визуального программирования, повторного использования концептуальных моделей и их трансформаций

Структура и содержание работы.

Диссертация включает список принятых сокращений, введение, семь глав, структурированных в три раздела, заключение, библиографию из 374 наименований и 9 приложений. Основной текст диссертации изложен на 264 страницах и включает 22 таблицы и 118 рисунков. Содержание диссертации адекватно отражено в ее автореферате.

Первый раздел содержит две главы, где автором представлены результаты аналитического обзора рассматриваемой области исследования. В первой главе автором рассмотрены основные понятия и определения, описаны существующие технологии, языки и программные средства создания интеллектуальных систем, представлены результаты их аналитического сравнения, особенности и недостатки, отмечена интеграция технологий с направлением End-User Development (EUD), перечислены особенности текстовых и графических языков представления правил (продукций), указана их основная направленность на программистов, а не конечных пользователей, отмечено, что существующие программные средства практически не используют методы EUD, а также не обеспечивают создание отчуждаемых кодов и интеграцию с внешними источниками информации.

Вторая глава описывает принципы модельно-управляемого подхода и модельных трансформаций, в частности, рассмотрены методологии Model Driven Engineering (MDE), Model Driven Development (MDD), Model Driven Architecture (MDA), осуществлено сравнение основных языков описания модельных трансформаций, выделены их недостатки такие как сложность, высокие квалификационные требования к пользователю и жесткая интеграция с программным инструментарием. Также в главе систематизированы аспекты применения модельных трансформаций при разработке интеллектуальных систем, указано, что в существующих решениях отсутствует унифицированная технология, поддерживающая весь жизненный цикл их разработки.

Второй раздел включает главы 3, 4 и 5 и посвящен предлагаемой автором методологии создания программного обеспечения интеллектуальных систем, основанной на идеологии модельных трансформаций. Третья глава содержит описания разработанных языков программирования: языка визуального программирования декларативных баз знаний продукционного типа – Rule Visual Modeling Language (RVML) и языка программирования трансформаций концептуальных моделей – Transformation Model Representation Language (TMRL). Данные языки необходимы для реализации предлагаемых методов проектирования декларативных баз знаний. Соискателем представлено описание основных элементов языков в расширенной нотации Бэкуса-Науэра (РБНФ), также в соответствии с основными положениями MDA/MDE разработаны их метамодели. RVML основан на элементах диаграммы классов UML и ориентирован на использование формализмов продукций и нечетких продукций, включает 8 графических элементов, в том числе для расширения FuzzyRVML. Указаны основные преимущества языка, среди которых необходимо отметить когнитивное свойство, обеспечиваемое однозначной визуализацией элементов правил и действий, продуцируемых правилами. TMRL включает 15 служебных лексем (элементов), используемых для описания исходной и целевой метамодели, трансформации и обеспечения вызова внешних программных компонентов трансформации. Необходимо отметить особенности языка, его ориентированность на описание обработки различных концептуальных моделей, реализуемых далее в XML-подобных форматах, и наличие возможностей не только преобразования структур, но и механизма взаимодействия с другими программными компонентами трансформаций.

В четвертой главе описаны оригинальные модели, метод и программные средства проектирования декларативных баз знаний интеллектуальных систем, реализующие EUD-подходы: визуальное программирование и модельно-ориентированный подход (MDA/MDE) от OMG. Метод проектирования представлен в виде формальной модели, перечисляющей необходимые компоненты метода: языки, модели и операторы трансформации. Схематично показана взаимосвязь предложенной модели метода с существующими принципами MDA/MDE-подхода и степень ее расширения (рис. 4.1.1). Детально описаны этапы предложенного метода с демонстрацией примеров моделей, создаваемых на каждом этапе, структур данных и получаемого программного кода. Каждая модель метода представлена в виде описания понятий модели в нотации РБНФ и графовой модели, описывающей ее структуру. Модели операторов трансформации, обеспечивающие преобразование от концептуальной модели предметной области до программного кода, описаны в виде правил или шаблонов правил в нотации РБНФ. Особенности метода является явное использование спецификации вычислительно-независимой модели и расширении области применения MDA/MDE-подхода на область разработки интеллектуальных систем. Оригинальной особенностью предложенного метода является использование в качестве концептуальной модели деревьев событий, активно используемых при моделировании технических систем. Далее в данной главе

описано авторское программное обеспечение Personal Knowledge Base Designer (PKBD) в настольной и веб-ориентированной версиях, реализующее предлагаемый метод при создании продукционных и прецедентных интеллектуальных систем, в частности, перечислены функции, представлена архитектура, основные формы пользовательского интерфейса и методика использования. Использование моделей деревьев событий обусловило разработку программного средства TreeEditorET/Extended Event Tree Editor для визуального проектирования баз знаний на основе деревьев событий. В работе описаны функции, архитектура и показаны некоторые формы.

В пятой главе изложены модели, методы и программное средство Knowledge Base Development System (KBDS) для программирования трансформаций концептуальных моделей и создания программных компонентов-конверторов для реализации трансформаций концептуальных моделей. Метод программирования трансформаций концептуальных моделей основан на применении разработанного ранее декларативного языка описания модельных трансформаций TMRL и направлен на генерацию целевой модели из исходной, согласно определенному набору правил преобразования (трансформаций). В главе метод представлен в виде формального описания компонентов метода: метамодели исходной (входной) концептуальной модели, метамодели целевой (выходной) модели БЗ, оператора преобразования моделей, и последовательности этапов его выполнения. В рамках метода описаны мета-метамодель метода, метамодели онтологии, продукций, CLIPS и OWL2 DL, а также описаны операторы преобразования (трансформации), соответствующие четырехуровневой архитектуре метамоделирования MOF, и правила их создания на основе соответствий эквивалентности, синонимии, омонимии, избыточности и дефицита. В рамках метода реализована проверка корректности трансформаций концептуальных моделей на основе выявления ошибок и аномалий. Особенностями метода является использование авторского языка трансформаций, позволяющего непрограммирующим пользователям осуществлять описание и корректировку правил преобразования моделей, и предложенных мета-метамодели и метамodelей. Далее в главе описан метод создания программных компонентов-конверторов концептуальных моделей в виде формальной модели и последовательности этапов выполнения, также перечислены ограничения и особенности метода. Особенность метода состоит в предложенной модели типового программного компонента-конвертора, представляющего собой каркас (шаблон) со слотами, настраиваемый на определенные языки представления знаний с помощью языка TMRL, и позволяющего создавать новые компоненты путем копирования типового и его дальнейшей настройки. Для реализации предложенных методов разработано программное средство KBDS. В работе описаны основные функции, архитектура, интерфейсы, формы пользовательского интерфейса и методика использования. Особенностями KBDS являются ориентация на непрограммирующего пользователя, расширяемость в части создания новых программных компонентов-конверторов и наличие программного интерфейса (API) для взаимодействия со внешними программными системами, что позволяет автоматизировать процесс создания баз знаний на основе различных концептуальных моделей.

Третий раздел содержит главы 6 и 7, в которых представлены результаты апробации и оценки эффективности разработанных методов и программных средств. В работе представлены результаты применения при решении задач обеспечения надежности и безопасности оборудования в нефтехимии. В частности, рассмотрены задачи: разработка базы знаний интеллектуальной автоматизированной системы «Экспертиза промышленной безопасности» (ЭПБ) для прогнозирования развития деграционных процессов в нефтехимии, разработка прототипов продукционной и

прецедентной интеллектуальных систем в области конструкционных материалов, разработка интеллектуального планировщика анализа отказов ИС «INFOT-3», разработка программного средства создания интеллектуальных систем диагностики технических состояний конструкций E-INFOT, создание онтологий в области нефтехимии на основе трансформации электронных таблиц из отчетов по ЭПБ. При описании результатов апробации показано последовательное применение предложенной методологии (моделей и методов) и разработанных инструментальных средств: формирование мета-моделей (диаграмма Исикавы, прецедент, каноническая таблица) и концептуальных моделей (деревьев событий, концепт карт, диаграмм Исикавы, онтологий, прецедентов, канонических таблиц), создание диаграмм RVML, отображающих шаблоны правил и конкретные правила, шаблоны прецедентов, генерирование CLIPS-кода и OWL-кода, формы пользовательского интерфейса, демонстрирующие использование предложенных программных инструментов, и результаты использования баз знаний для решения практических задач.

В седьмой главе показаны результаты оценки эффективности языков, методов и программных средств. Оценка произведена на основе двух подходов: косвенном – на основе накопленного опыта в среде разработчиков экспертных систем, и прямом – на тестовых примерах, включенных в учебный процесс. Для оценки эффективности использован временной критерий. Первый подход показал повышение эффективности на 25%. Решение учебных задач показало, что эффективность в отдельных случаях может быть повышена на 48-50% благодаря использованию концептуальных моделей, генераторов и интерпретаторов кодов.

Основные результаты обобщены в заключении диссертации.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследования, их научная новизна. Теоретическая значимость результатов исследования состоит в развитии методологии и технологий создания интеллектуальных систем, в частности, в расширении модельно-ориентированной методологии на область создания систем, основанных на знаниях.

Практическая значимость исследования состоит в разработке программных средств и технологических решений, обеспечивающих реализацию предложенных автором теоретических положений. Предложенные методы и программные средства позволяют снизить трудозатраты и сократить сроки создания интеллектуальных систем. Практическая ценность результатов подтверждается актами внедрения систем поддержки принятия решений для технического диагностирования объектов экспертизы промышленной безопасности, поиска и устранения неисправностей воздушного судна, обнаружения нарушений законодательства РФ о рекламе, выявления характеристик соискателя кадровым сотрудником (рекрутером), а также в учебном процессе ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

Новизна и оригинальность научных результатов, представленных в работе, не вызывает сомнений. Новизна определяется созданием оригинального метода и технологической платформы его реализующей для проектирования декларативных баз знаний интеллектуальных систем, реализующих предложенные автором принципы специализированного модельно-ориентированного подхода, в рамках которого разработаны модели и модельные трансформации, визуальные языки для представления декларативных баз знаний и генерации программного кода, программирования трансформаций концептуальных моделей, методы проектирования программ трансформаций концептуальных моделей и программных компонентов-конверторов концептуальных моделей, обеспечивающих непосредственное участие пользователей-специалистов в предметных областях на всех этапах процесса разработки.

Апробация результатов диссертации. Полученные результаты научных исследований докладывались автором на ведущих международных, всероссийских и региональных конференциях. Они отражены в 110 научных работах, включая 18 публикации в российских журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 26 работ, проиндексированные в международных базах цитирования Web of Science и Scopus, из которых 9 относятся к Q1 и Q2 по рейтингу SJR. На разработанное программное обеспечение получено 14 свидетельств о государственной регистрации. Личный вклад автора в перечисленных работах четко определен и не вызывает сомнений. Публикации полно отражают полученные результаты диссертации.

Соответствие паспорту специальности. Тематика и основные результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» по следующим областям исследований: модели, методы и алгоритмы проектирования и анализа программ и программных систем, их эквивалентных преобразований, верификации и тестирования (п. 1); языки программирования и системы программирования, семантика программ (п. 2).

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации научных положений и выводов подтверждается корректным применением выбранных методов исследования, работоспособностью разработанных программных средств, а также путем их апробации в процессе решения тестовых и прикладных задач.

Рекомендации по использованию результатов диссертации. Разработанные модели и методы могут быть использованы разработчиками для дальнейшего развития технологий создания интеллектуальных систем, в свою очередь созданные программные средства – для решения прикладных задач в различных предметных областях, где существуют экспертные знания и слабоструктурированная информация.

Замечания.

- 1) Некоторые из решаемых в диссертации задач, можно было бы решить и другим способом, например распознавание эмоций можно было провести в парадигме машинного обучения и сравнить полученные результаты.
- 2) При описании метода MDA/MDD^{ES} соискатель описывает компонент PDM^{ES}, как набор моделей описания платформ, однако в дальнейшем при перечислении моделей платформ, используемых в работе, указывает аббревиатуры программных приложений: CLIPS, DROOLS, PHP, PKBD, что обуславливает неоднозначность предлагаемой модели метода – в методе используются модели или непосредственно программные приложения.
- 3) Предлагаемый язык RVML на данный момент имеет ограниченное применение и требует дальнейшего развития для поддержки всех возможностей продукционной модели представления знаний.
- 4) В методе проектирования декларативных баз знаний интеллектуальных систем заявлено, что реализованы трансформации спецификаций Drools и PHP, однако метамodelей данных языков не представлено, поэтому сложно оценить объем выполненных работ и их обоснованность.
- 5) Исследование интересно тем, что результаты охватывают весь жизненный цикл интеллектуальных систем, однако необходимо отметить слабое решение задачи

проверки корректности, полноты и непротиворечивости создаваемых баз знаний.

- 6) Присутствуют некоторые неточности в оформлении: в главе 6 нарушена нумерация рисунков, название рисунка 4.1.2 «Основные этапы и модели предлагаемого метода» не корректно, т. к. на рисунке не представлены модели метода, рисунок описывает этапы метода и перечень используемых на каждом этапе моделей. В работе не все формулы пронумерованы (например, стр.193).
- 7) Одновременно сильным и слабым местом является разработка собственных программных средств, что затруднит распространение предложенных технологий.

Однако в целом перечисленные недостатки не снижают положительного впечатления о работе в целом.

Заключение.

Диссертационная работа Юрина Александра Юрьевича представляет собой завершённое научное исследование, направленное на решение проблемы, имеющей существенное значение для теории и практики создания и сопровождения интеллектуальных систем, а также повышения эффективности процессов обработки и передачи знаний в вычислительных машинах и комплексах. Диссертация хорошо структурирована, написана понятным научным языком, при изложении материалов исследования выдержано единство содержания и терминологии. Автор имеет публикации в признанных профессиональных журналах, например, Expert Systems with Applications, а его индекс Хирша по elibrary 15.

На основании вышесказанного считаю, что диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», а ее автор, Юрин Александр Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:

Гаврилова Татьяна Альбертовна

Доктор технических наук, профессор,

Заведующая кафедрой информационных технологий в менеджменте,

Высшая школа менеджмента,

Санкт-Петербургский государственный университет.



Контактная информация:

Санкт-Петербургский государственный университет,
Высшая школа менеджмента,
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Волховский пер.3.
E-mail: gavrilova@gsom.spbu.ru +79119929678