

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ, МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Рыбина Г.В., Колобашкина М.В., Пышагин С.В., Рудина С.В., Рыбин И.В., Смирнов В.В.

Московский государственный инженерно-физический институт (МИФИ)
115409, г. Москва, Каширское ш., 31 Тел.: (095)3243384 Факс: 3242111

Была предложена, теоретически обоснована и экспериментально исследована задачно-ориентированная методология компьютерного построения интегрированных экспертных систем (ИЭС) для статических проблемных областей. Эта методология представляет собой совокупность разработанных моделей, методов, алгоритмов и процедур для создания прикладных ИЭС. В результате проведенных исследований были разработаны: эвристические модели решения типовых задач (диагностика, проектирование, обучение, планирование, управление); комбинированный метод приобретения знаний в ИЭС; модели ИЭС и ее компонентов, построенные на основе анализа проблемы интеграции в ИЭС и предложенной классификации ИЭС; модель компьютерной технологии создания ИЭС и модели типовых процессов создания ИЭС.

Все разработанные модели и методы являются оригинальными и формируют единую концептуальную основу задачно-ориентированной методологии компьютерного построения ИЭС.

Для реализации и экспериментальной проверки разработанной методологии был создан программный макет инструментальной среды для поддержки разработки ИЭС, на основе которого было создано несколько демонстрационных прототипов прикладных ИЭС для задач диагностики, проектирования, обучения, планирования и управления. Все полученные результаты были опубликованы в 1996-1997 г.г.

The problem-oriented computer methodology for integrated expert systems (IES) design for static problem domains have been proposed, substantiated and experimentally examined. This methodology includes models, methods, algorithms and procedures for integrated expert systems design. The following researches was executed during this period: models for particular types of tasks solving (diagnosis, planning, tutoring, design, control), the combined method of knowledge acquisition, IES models and its items were built on the basis analysis of integration problems and IES classification suggested, the model of computer technology and models of standart-type processes for IES design were developed.

All models and methods created are unique and form common conceptual base of problem-oriented computer methodology for IES design.

For realization and experimental check of developed methodology was created a program breadboard model of tool environment for support of development IES, on the basis of which was created some demonstration prototypes of applied IES, for problems of diagnostic, designing, training, planning and management. All received results were published in 1996-1997 years.

Объявленные ранее цели проекта:

Комплексное системное исследование, теоретическое обобщение и анализ нового класса интеллектуальных систем поддержки решения задач - интегрированных экспертных систем

Степень выполнения поставленных задач:

Задачи, поставленные в проекте, выполнены полностью (несмотря на существенное снижение объемов финансирования в 1996-1997 г.г.)

Полученные важнейшие результаты:

К важнейшим результатам, полученным в ходе выполнения проекта, следует отнести решение комплекса научных и методологических вопросов, связанных с созданием

задачно-ориентированной методологии построения интегрированных экспертных систем (ИЭС) для статических проблемных областей.

Задачно-ориентированная методология (ЗОМ) компьютерного проектирования ИЭС представляет собой совокупность разработанных на основе авторского подхода (Рыбина Г.В.) "ориентация на модель решения типовой задачи" моделей, методов, алгоритмов и процедур для создания прикладных ИЭС. Комплекс взаимосвязанных инструментальных средств (ИС) будет обеспечивать автоматизированную поддержку разработки ИЭС на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) построения ИЭС, начиная от извлечения знаний из экспертов и проблемно-ориентированных текстов до конфигурирования и тестирования прототипа ИЭС.

За отчетный период в рамках создания ЗОМ были получены следующие основные результаты, играющие ключевую роль в формировании строгой концепции ИЭС и определяющие базовые принципы создания проблемно-ориентированной инструментальной среды для построения прикладных ИЭС: на основе анализа и исследования различных классов задач, наиболее типичных для приложений методов и средств ИЭС (диагностика, проектирование, планирование, обучение, управление) разработаны эвристические модели решения типовых задач (МРТЗ) и методы реализации этих моделей на всех этапах ЖЦ построения ИЭС; разработан комбинированный метод приобретения знаний, включающий совокупность взаимосвязанных процедур компьютерного извлечения знаний из экспертов и проблемно-ориентированных текстов на основе МРТЗ; на основе предложенной классификации ИЭС и анализа проблемы интеграции в ИЭС построены модели ИЭС и ее компонентов; разработаны модель автоматизированной технологии создания ИЭС и модели типовых процессов создания ИЭС; развиты методы структурного анализа и объектно-ориентированного проектирования для систем типа ИЭС, исследованы возможности сращивания диаграммной техники компьютерной технологии проектирования прикладных ИЭС с методами приобретения знаний, разработаны модели, методы и процедуры интеграции разнородных компонентов в

Степень новизны полученных результатов:

Анализ работ теоретического и методического характера, а также изучение опыта прикладных разработок в области экспертных систем (ЭС) выявили три важных особенности. Во-первых, подавляющее число ЭС, используемых для решения практически значимых задач, являются интегрированными, т.е. состоящими из традиционных (простых) ЭС и других программных систем (ПС), с которыми ЭС взаимодействует в процессе работы (СУБД, пакеты прикладных программ (ППП) и т.д.). Во-вторых, несмотря на широкое использование ИЭС в настоящее время отсутствует единая концепция ИЭС как объекта научных исследований и разработок, что приводит к следующим трудностям: терминологическим различиям ("гибридные ЭС", "интегрированные ЭС" и т.д.); отсутствию единого представления в ИЭС различных классов моделей (информационных, функциональных, моделей ИИ), а также методов организации процессов решения задач на этих моделях; недостаточной исследованности проблемы интеграции в рамках ИЭС; отсутствию моделей, методов и средств создания прикладных ИЭС для различных классов задач и проблемных областей (ПО), наиболее типичных для использования концепции ИЭС; отсутствию методов и процедур компьютерного приобретения знаний в ИЭС и др.

И в третьих, с точки зрения требований, предъявляемых к процессам создания традиционных ПС, в частности, к поддержке ЖЦ разработки программ - для ЭС практически отсутствуют ИС, которые бы поддерживали некоторую стандартную, четко определенную технологию разработки прикладных ЭС. Тем более не приходится говорить о наличии специальных ИС, автоматизирующих процессы построения ИЭС.

Поэтому целью исследований и разработок, проводимых в рамках данного проекта, является решение комплекса научных проблем, связанных с автоматизированным построением ИЭС на основе предложенной "задачно-ориентированной" методологии

(ЗОМ) компьютерного проектирования прикладных ИЭС для статических ПО. Важно отметить, что понятие "проблемная область" включает понятие "предметная область" плюс совокупность решаемых в ней задач, причем считается, что ИЭС функционирует в статической ПО, если она использует статическое представление и решает статические задачи.

Научная новизна ЗОМ полностью определяется совокупностью оригинальных моделей, методов, алгоритмов и процедур, разработанных в рамках ЗОМ.

Сопоставление с мировым уровнем:

Отдельные попытки решения указанных проблем постоянно проводятся как в нашей стране, так и за рубежом, однако большинство из них охватывает только часть проблем и не может претендовать на роль конкретной методологии построения ИЭС. Из отечественных работ можно выделить цикл исследований по созданию PIES-технологии и интегрированной среды Pies WorkBench (В.Ф.Хорошевский) для традиционных экспертных систем. Из зарубежных работ наиболее известна инструментальная система G2 фирмы Gensum для поддержки проектирования ИЭС реального времени, однако, ПО, для которых обычно разрабатываются системы реального времени, не относятся к классу статических областей, а являются открытыми динамическими ПО.

Использованные методы и подходы:

Приведем краткую характеристику методов и подходов, использованных в рамках создания ЗОМ. Поскольку ИЭС - это системы, реализованные на основе объединения методов и средств ЭС с методами и средствами традиционного программирования, то базовой проблемой в ИЭС является проблема интеграции, которую в ЗОМ предлагается рассматривать с точки зрения следующих аспектов: интеграция в рамках ИЭС различных компонентов, реализующих формализованные (Ф-задачи) и неформализованные задачи (НФ-задачи) и определяющих специфику функционирования ИЭС в целом (верхний уровень интеграции); интеграция (функциональная, структурная, концептуальная), связанная с основными системными решениями и концепциями разработки и проектирования конкретных классов ИЭС и их компонентов (средний уровень интеграции); интеграция (информационная, программная, техническая), связанная с используемыми технологиями, ИС и платформами (нижний уровень интеграции).

При анализе проблемы интеграции верхнего уровня была предложена классификация ИЭС, введены понятия ИЭС с поверхностной и глубинной интеграцией компонентов, и показано, что методологии разработки простых ЭС могут применяться только для создания ИЭС с поверхностной интеграцией и совершенно неприменимы для ИЭС с глубинной интеграцией. В этом случае предлагается применить подход, связанный с усовершенствованием ЭС путем включения нетрадиционных для них функций некоторого компонента N (где N - это СУБД, ППП и т.д.), что и является важной концептуальной основой ЗОМ.

Исходя из этого, с точки зрения верхнего уровня интеграции модель (М) архитектуры ИЭС определяется как совокупностью базовых функций простой ЭС, так и некоторым набором функций, не свойственных ЭС.

В качестве подобных функций могут выступать любые "расширители" простой ЭС, такие как: обучающие функции, функции создания и интерпретации гипертекстовых структур, функции, обеспечивающие интерфейс с ППП расчетного или графического характера и т.д. В ЗОМ предусматривается, что функция извлечения знаний из экспертов также входит в виде отдельной функции.

Средний уровень интеграции соответствует спецификациям наборов функций в модели М для каждой конкретной ИЭС, что отражает состав и структуру всех компонентов ИЭС и их информационные и управляющие связи, а также место и роли НФ-задач среди Ф-задач. Эти спецификации определяются на начальных этапах ЖЦ построения ИЭС - этапе

идентификации решаемой проблемы (анализа системных требований пользователя на разработку ИЭС) и этапе извлечения знаний (при наличии НФ-задач).

В ЗОМ для построения моделей, отображающих взаимосвязи реальной системы, используются методологические средства структурного анализа, в результате чего модель М конкретизируется до уровня расширенной информационно-логической модели, представляющей собой совокупность диаграмм информационных потоков и описаний их элементов в графической нотации Гейна-Сарсона, дополненную специальным элементом "ЭС", указывающим на необходимость привлечения к процессу извлечения знаний конкретных экспертов и осуществления этого этапа ЖЦ.

С точки зрения нижнего уровня интеграции, в частности интеграции ПС, в ЗОМ предусматривается реализация всех видов интеграции ПС: по данным, по управлению, по представлению. Важно отметить, что в рамках ЗОМ реализация конкретных функций может быть осуществлена автономными ПС (модулями, ИС, оболочками для ЭС и т.д.).

Таким образом, на уровне программной интеграции в состав методологических средств ЗОМ включено понятие модели инструментальных средств, которая содержит множество описаний отдельных базовых ПС, вспомогательных средств и типов представления данных.

Следующий важный аспект - это методология разработки собственно ЭС. Опыт показывает, что методы и средства, применяемые при создании ЭС, в значительной степени зависят от того, насколько структурирована решаемая НФ-задача и можно ли при ее решении воспользоваться некоторой моделью.

Поэтому традиционный подход, который заключается в получении от экспертов отдельных фрагментов знаний о решаемой НФ-задаче и использовании поиска в пространстве состояний в качестве универсального механизма вывода - оказывается неэффективным, т.к. приводит к ненадежным, некачественным решениям.

Следовательно возникает необходимость в использовании структурирования процесса решения на основе некоторых "моделей решения типовых задач" (МРТЗ) для конкретных классов ПО и типов задач (что, конечно, не исключает одновременного использования и обычного подхода). Характерно, что в традиционном программировании использование структурной методологии позволяет анализировать процесс решения Ф-задачи и производить на его основе описание как данных, так и операций.

МРТЗ специфицируют наборы функций-расширителей в модели М, отражающей структуру конкретной ИЭС, причем в качестве одной из обязательных функций для любого типа ИЭС в ЗОМ выступает функция, реализующая метод автоматизированного извлечения знаний. На сегодня нет универсальных методов, позволяющих достаточно эффективно решать проблему компьютерного извлечения знаний, однако, по нашему мнению, наиболее реальным и перспективным подходом здесь также является ориентация на МРТЗ, т.е. на задачи определенного типа, которые решаются сходным образом, что дает возможность считать знания о способе (схеме) решения задач известными.

Поэтому опрос эксперта может быть направлен на получение знаний требуемых видов, например, за счет построения наборов соответствующих сценариев диалога различных МРТЗ. Следовательно, в качестве основы ЗОМ исходя из общности и универсальности создаваемых средств поддержки разработки всех компонентов модели М предложен подход, названный "ориентация на модель решения типовой задачи".

Для пяти НФ-задач, наиболее распространенных в практике создания ИЭС, были построены эвристические модели, отражающие управляющие знания о схеме или способе решения этих задач.

На основе МРТЗ для автоматизированного формирования базы знаний о ПО (или ее отдельных фрагментов) был разработан комбинированный метод приобретения знаний,

представляющий собой интеграцию процессов компьютерного интервьюирования экспертов и обработки проблемно-ориентированных текстов с целью создания наиболее полной и адекватной базы знаний ПО, а также ее проверки на полноту и непротиворечивость.

Что касается ЖЦ построения ИЭС, то в ЗОМ введено понятие модели ЖЦ, определяющей совокупность и, возможно, подчиненность необходимых этапов создания ИЭС.

Основными этапами ЖЦ построения ИЭС являются: анализ системных требований пользователей на создание прикладных ИЭС (построение модели М); извлечение знаний из экспертов и проблемно-ориентированных текстов (на основе разработанных методов компьютерного интервьюирования экспертов и автоматизированной обработки естественно-языковых текстов), структурирование полученных знаний, формирование базы знаний (или ее фрагментов) о ПО; проектирование (общее и детальное) архитектуры прикладной ИЭС и ее блоков на основе модели М и моделей типовых процессов создания ИЭС; программирование, конфигурирование и тестирование прототипов ИЭС.

Совокупность рассмотренной выше ЗОМ и средств ее поддержки на этапах ЖЦ представляют собой конкретную автоматизированную технологию создания прикладных ИЭС (АТ-ТЕХНОЛОГИЯ).

Заметим, что в данной работе под моделью технологии и иерархией ее частичных моделей подразумевается множество элементов с заданной на нем системой отношений.

Таким образом, можно говорить об "инженерии прикладных ИЭС", причем базисными элементами "инженерии прикладных ИЭС" являются формализованные описания моделей решения типовых задач для выявления общих свойств и закономерностей, характеризующих элементы и функции прикладных ИЭС и способы их отображения (в том числе и в виде повторно используемых компонентов).

ПУБЛИКАЦИИ

1. Модели, методы и средства построения интегрированных экспертных систем для статических проблемных областей

Рыбина Галина Валентиновна

КИИ-96. Пятая национальная конференция с международным участием "Искусственный интеллект - 96". Сборник научных трудов в трех томах II (1996) 202-207

Описываются концептуальные основы задачно-ориентированной методологии построения интегрированных экспертных систем для задач реальной практической сложности и значимости, где малоэффективны средства традиционных экспертных систем

2. Задачно-ориентированная методология приобретения знаний для компьютерного построения интегрированных экспертных систем

Колобашкина Маргарита Викторовна Рыбина Галина Валентиновна, Сергеевская Ольга Георгиевна, Смирнов Виталий Валерьевич

КИИ-96. Пятая национальная конференция с международным участием "Искусственный интеллект - 96". Сборник научных трудов в трех томах II (1996) 270-274

Представлены результаты исследований и разработок в области приобретения знаний, реализованные в виде задачно-ориентированной методологии приобретения знаний для компьютерного построения интегрированных экспертных систем

3. Инструментальный комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ для поддержки проектирования интегрированных экспертных систем

Пышагин Сергей Владимирович Рыбина Галина Валентиновна, Смирнов Виталий Валерьевич

КИИ-96. Пятая национальная конференция с международным участием

"Искусственный интеллект - 96". Сборник научных трудов в трех томах II (1996) 522-527

Описывается макет инструментального комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ для поддержки проектирования интегрированных экспертных систем

4. Опыт создания интегрированных экспертных систем семейства ТЕРРА для экологических задач

Вагин Алексей Ильич Рыбина Галина Валентиновна, Рыбин Игорь Викторович, Рудина Светлана Вадимовна, Стрыков Александр Иванович

КИИ-96. Пятая национальная конференция с международным участием

"Искусственный интеллект - 96". Сборник научных трудов в трех томах II (1996) 220-224

Работа посвящена описанию единого подхода к проектированию интегрированных экспертных систем на примере экологических задач. Приводится сравнительный анализ трех интегрированных экспертных систем семейства ТЕРРА, реализованных на основе разработанного подхода

5. A Combined Method of Knowledge Acquisition

Рыбина Галина Валентиновна Колобашкина Маргарита Викторовна, Сергиевская Ольга Георгиевна, Смирнов Виталий Валерьевич

Proceedings of CESA'96 IMACS Multiconference. Computation Engineering in Systems Applications. Symposium on Robotics and Cybernetics (1996) 177-180

В работе детально описывается комбинированный метод приобретения знаний, поддерживаемый средствами инструментального комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, предназначенного для построения интегрированных экспертных систем

6. A Combined Method of Knowledge Acquisition

Рыбина Галина Валентиновна Колобашкина Маргарита Викторовна, Сергиевская Ольга Георгиевна, Смирнов Виталий Валерьевич

Proceedings of ECAI'96 12-h European Conference on Artificial Inteligence. W 30. Applied Semiotics (1996) 43-46

Обсуждаются общие вопросы приобретения знаний в интегрированных экспертных системах и описывается комбинированный метод приобретения знаний, поддерживаемый средствами инструментального комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ

7. Knowledge Acquisition in AT-TECHNOLOGY Complex

Рыбина Галина Валентиновна Колобашкина Маргарита Викторовна

Proceedings of JCKBSE'96 Second Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering (1996) 168-173

В работе представлено описание задачно-ориентированной методологии приобретения знаний для компьютерного построения интегрированных экспертных систем на основе средств комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ

8. The prototype of a Real Time Expert System for Control of Electrophysical Complex

Рыбин Виктор Михайлович Рыбина Галина Валентиновна

Proceeding of 15-th IMACS World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics 4 (1997) 97-100

В работе описывается применение разработанной задачно-ориентированной методологии построения интегрированных экспертных систем для проблемной области, связанной с созданием систем управления сложными электрофизическими комплексами

9. Problem-oriented methodology of knowledge acquisition

Рыбина Галина Валентиновна Колобашкина Маргарита Викторовна

Proceedings of 7-th International Conference AIICSR'97 and 2-nd Workshop on Applied Semiotics (1997) 105-110

Работа посвящена описанию проблемно-ориентированной методологии приобретения знаний, разработанной в рамках исследований по проекту

10. Вопросы построения интегрированных экспертных систем для диагностики сложных технических систем

Рыбина Галина Валентиновна

KDS-97. Шестая Международная конференция "Знания-Диалог-Решение". Сборник научных трудов в 2-х томах. 2 (1997) 421-428

Проводится сравнительный анализ и обзор подходов и методов к построению интегрированных экспертных систем диагностического типа для статических и динамических проблемных областей

11. Принципы реализации экспертной системы реального времени для комплекса экологического мониторинга

Рыбина Галина Валентиновна Рыбин Игорь Викторович, Федосеев Юрий Николаевич

KDS-97. Шестая Международная конференция "Знания-Диалог-Решение". Сборник научных трудов в 2-х томах. 2 (1997) 558-562

Рассматриваются вопросы применения задачно-ориентированной методологии построения интегрированных экспертных систем для экологических задач

12. Задачно-ориентированная методология автоматизированного построения интегрированных экспертных систем для статических проблемных областей

Рыбина Галина Валентиновна

Известия РАН. Теория и системы управления (5) (1997) 129-137

Изложены базовые принципы и основы задачно-ориентированной методологии построения интегрированных экспертных систем для статических проблемных областей

13. Using integrated expert system for control of electrophysical complex.

Рыбина Галина Валентиновна Рыбин Игорь Викторович

Proceedings of the Fourth International Conference "Applications of Computer Systems" (1997) 356-359

Описываются основные подходы к построению интегрированной экспертной системы для управления современным электрофизическим комплексом