

ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»

Кафедра систем автоматизированного проектирования
и информационных систем

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
«Разработка экспертной системы,
основанной на продукционных правилах»
по дисциплине «Интеллектуальные информационные
системы» для студентов специальности 230201
«Информационные системы и технологии»
очной формы обучения



Воронеж 2007

Составитель канд. техн. наук Ю.В. Литвиненко

УДК 681.3

Методические указания к выполнению лабораторных работ «Разработка экспертной системы, основанной на продукционных правилах» по дисциплине «Интеллектуальные информационные системы» для студентов специальности 230201 «Информационные системы и технологии» очной формы обучения / ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Ю.В. Литвиненко. Воронеж, 2007. 17 с.

Методические указания содержат теоретические сведения об экспертных системах и практические рекомендации по разработке экспертных систем, основанных на правилах, необходимых для проведения лабораторных работ.

Предназначены для студентов пятого курса.

Рецензент канд. техн. наук, доц. Э.И. Воробьев

Табл. 1. Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

Ответственный за выпуск зав. кафедрой
д-р техн. наук, проф. Я.Е. Львович

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

©ГОУВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2007

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, ОСНОВАННОЙ НА ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛАХ.

Целью данной лабораторной работы является проведение исследования процесса разработки экспертных систем в заданной предметной области и реализация продукционной экспертной системы.

В результате выполнения лабораторной работы должны быть приобретены следующие знания и навыки:

- знание назначения и основных свойств экспертных систем;
- знание структуры экспертных систем;
- знание областей применения экспертных систем;
- знание основных моделей представления знаний;
- навыки формализации базы знаний экспертной системы в виде правил «Если-То».

1. НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

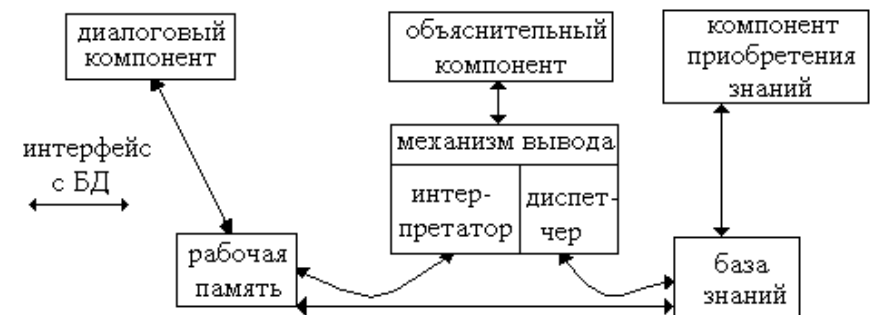
В начале 80-х годов в исследованиях по искусственному интеллекту сформировалось самостоятельное направление, получившее название "экспертные системы" (ЭС). Основным назначением ЭС является разработка программных средств, которые при решении задач, трудных для человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решения, решениям получаемым человеком-экспертом. Экспертная система - это программное средство, использующее экспертные знания для обеспечения высоко-

эффективного решения неформализованных задач в узкой предметной области. ЭС используются для решения так называемых неформализованных задач, общим для которых является то, что:

- задачи не могут быть заданы в числовой форме;
- цели нельзя выразить в терминах точно определённой целевой функции;
- не существует алгоритмического решения задачи;
- если алгоритмическое решение есть, то его нельзя использовать из-за ограниченности ресурсов (время, память).

Кроме того, неформализованные задачи обладают ошибочностью, неполнотой, неоднозначностью и противоречивостью как исходных данных, так и знаний о решаемой задаче.

Обобщенная структура статических экспертных систем представлена на рисунке.



Структура статической экспертной системы

База данных (рабочая память) предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

База знаний (БЗ) в ЭС предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области.

Механизм вывода (решатель), используя исходные данные из рабочей памяти и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи.

Компонент приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.

Объяснительный компонент объясняет, как система получила решение задачи (или почему она не получила решение) и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату. Ответ на вопрос «Как?» – это трассировка всего процесса получения решения (т. е. всех шагов цепи умозаключений). Вопрос «Почему?» – ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению (отход на один шаг назад).

Диалоговый компонент ориентирован на организацию дружественного общения с пользователем как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

В работе ЭС можно выделить два основных режима: режим приобретения знаний и режим решения задачи (режим консультации или режим использования). В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет эксперт (при помощи инженера знаний).

Используя компонент приобретения знаний, эксперт описывает проблемную область в виде совокупности фактов и правил. Другими словами, "наполняет" ЭС знаниями, которые позволяют ей самостоятельно решать задачи из проблемной области.

Отметим, что этому режиму при традиционном подходе к программированию соответствуют этапы: алгоритмизации, программирования и отладки, выполняемые программистом. Таким образом, в отличие от традиционного подхода в случае ЭС разработку программ осуществляет не программист, а эксперт, не владеющий программированием.

В режиме консультаций общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения. Необходимо отметить, что в зависимости от назначения ЭС пользователь может:

не быть специалистом в данной предметной области, и в этом случае он обращается к ЭС за результатом, который не умеет получить сам;

быть специалистом, и в этом случае он обращается к ЭС с целью ускорения получения результата, возлагая на ЭС рутинную работу.

Следует отметить, что в отличие от традиционных программ ЭС при решении задачи не только исполняют предписанную алгоритмом последовательность операций, но и сама предварительно формирует её.

Хорошо построенная ЭС имеет возможность самообучаться на решаемых задачах, пополняя автоматически свою БЗ результатами полученных выводов и решений.

Особенности ЭС, отличающие их от обычных программ, заключаются в том, что они должны обладать:

1. Компетентностью: достигать экспертного уровня решений (т.е. в конкретной предметной области иметь тот же уровень профессионализма, что и эксперты-люди), быть умелой (т.е. применять знания эффективно и быстро, избегая, как и люди, ненужных вычислений), иметь адекватную робастность (т.е. способность лишь постепенно снижать качество работы по мере приближения к границам диапазона компетентности или допустимой надёжности данных).

2. Возможностью к символьным рассуждениям: представлять знания в символическом виде, переформулировать символичные знания. На жаргоне искусственного интеллекта символ — это строка знаков, соответствующая содержанию некоторого понятия. Символы объединяют, чтобы выразить отношения между ними. Когда отношения представлены в ЭС они называются символическими структурами.

3. Глубиной: работать в предметной области, содержащей трудные задачи, использовать сложные правила (т.е. использовать либо сложные конструкции правил, либо большое их количество)

4. Самосознанием: исследовать свои рассуждения (т.е. проверять их правильность), объяснять свои действия.

Существует ещё одно важное отличие ЭС. Если обычные программы разрабатываются так, чтобы каждый раз порождать правильный результат, то ЭС разработаны с тем, чтобы вести себя как эксперты. Они, как правило, дают пра-

вильные ответы, но иногда, как и люди, способны ошибаться.

Традиционные программы для решения сложных задач, тоже могут делать ошибки. Но их очень трудно исправить, поскольку алгоритмы, лежащие в их основе, явно в них не сформулированы. Следовательно, ошибки нелегко найти и исправить. ЭС, подобно людям, имеют потенциальную возможность учиться на своих ошибках.

2. ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

В настоящее время сложилась определенная технология разработки экспертных систем, которая включает следующие шесть этапов: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование, опытная эксплуатация.

Этап идентификации проблемной области включает определение назначения и сферы применения ЭС, подбор экспертов и инженеров по знаниям, выделение ресурсов, постановку и параметризацию решаемых задач, неформальное описание задачи.

На этапе построения концептуальной модели создается целостное и системное описание используемых знаний, отражающее сущность функционирования проблемной области. От качества построения концептуальной модели проблемной области во многом зависит насколько часто в дальнейшем по мере развития проекта будет выполняться перепроектирование базы знаний. Хорошая концептуальная модель может только уточняться (детализироваться или упрощаться), но не перестраиваться.

Результат концептуализации проблемной области обычно фиксируется в виде наглядных графических схем на объектном, функциональном и поведенческом уровнях моделирования:

- объектная модель описывает структуру предметной области как совокупности взаимосвязанных объектов, отражает знания о составе объектов, их свойствах;
- функциональная модель отражает действия и преобразования над объектами;
- поведенческая модель рассматривает взаимодействия объектов во временном аспекте, отражает изменение состояний объектов в результате возникновения некоторых событий, влекущих за собой выполнение определенных действий.

Первые две модели описывают статические аспекты функционирования проблемной области, а третья модель - динамику изменения ее состояний.

На этапе формализации базы знаний осуществляется выбор метода представления знаний. В рамках выбранного формализма осуществляется проектирование логической структуры базы знаний. Выходом этапа формализации является описание того, как рассматриваемая задача может быть представлена в выбранном формализме и определение способов манипулирования знаниями.

Цель этапа выполнения - создание одного или нескольких прототипов ЭС, решающих требуемые задачи. Затем на данном этапе по результатам тестирования и опытной эксплуатации создается конечный продукт, пригодный для промышленного использования. Разработка прототипа состоит в программировании его компонентов или выборе их

из известных инструментальных средств и наполнении базы знаний.

В ходе этапа тестирования производится оценка выбранного способа представления знаний в ЭС в целом. Для этого инженер по знаниям подбирает примеры, обеспечивающие проверку всех возможностей разработанной ЭС.

На этапе опытной эксплуатации проверяется пригодность ЭС для конечного пользователя. Пригодность ЭС для пользователя определяется в основном удобством работы с ней и ее полезностью. Под полезностью ЭС понимается ее способность в ходе диалога определять потребности пользователя, выявлять и устранять причины неудач в работе, а также удовлетворять указанные потребности пользователя (решать поставленные задачи). В свою очередь, удобство работы с ЭС подразумевает естественность взаимодействия с ней (общение в привычном, не утомляющем пользователя виде), гибкость ЭС (способность системы настраиваться на различных пользователей, а также учитывать изменения в квалификации одного и того же пользователя) и устойчивость системы к ошибкам (способность не выходить из строя при ошибочных действиях неопытного пользователя).

В ходе разработки ЭС почти всегда осуществляется ее модификация. Выделяют следующие виды модификации системы: переформулирование понятий и требований, переконструирование представления знаний в системе и усовершенствование прототипа.

3. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ ОБЛАСТИ

На начальном этапе проектирования экспертной системы необходимо изучить и описать предметную область, для которой она разрабатывается. Знания обычно собираются и систематизируются путем диалога инженера по знаниям с несколькими специалистами-экспертами в данной проблемной области.

В рамках исследования искусственного интеллекта созданы многочисленные экспертные системы для разных областей знания, таких, например, как медицинская диагностика и обследование пациентов, генные и молекулярные исследования, составление конфигурации вычислительных машин, образование, поиск неисправностей в устройствах и системах и многие другие практические приложения. В рамках данной лабораторной работы предложено разработать экспертную систему, связанную с диагностикой заболеваний или экспертную систему определения породы дерева.

Например, пусть предметной областью будут заболевания гортани: ларингит острый, ларингит хронический катаральный, ларингит хронический гипертрофический, ларингит хронический атрофический. В результате диалога с врачом-отоларингологом установлено, что каждое из перечисленных заболеваний характеризуется набором признаков (симптомов). Для удобства восприятия анализ предметной области можно свести в таблицу.

Столбцы этой таблицы соответствуют названиям заболеваний, а строки - симптомам. На пересечении столбцов и строк стоит знак "+", если симптом соответствует исследуемой болезни. Одни и те же симптомы могут являться признаками разных заболеваний.

Описание предметной области

Симптом/ заболевание	ларингит острый	ларингит хронический катараль- ный	ларингит хронический гипертро- фический	ларингит хронический атрофиче- ский
общее недомогание	+	+	+	+
сухость першение, саднение	+	+		+
кашель сначала сухой, затем с мок- ротой	+			
голос хриплый или беззвучный	+	+		+
иногда боль при глотании	+			
головная боль	+			
повышение темпе- ратуры тела	+			
быстрая утомляе- мость голоса		+		
периодический кашель с мокротой		+		
охриплость с афо- нией			+	
ощущение нелов- кости			+	
жжение в горле			+	
кашель при обострении			+	
сухой кашель				+
слизистая покрыта густой слизью				+
откашливание с прожилками крови				+

Пусть предметной областью будет определение породы дерева. В результате диалога со специалистом-экспертом в данной области для идентификации породы внутри каждого подмножества сформирован список атрибутов. Количество характеристик определяет степень точности классификации. Различающей не обязательно является какая-нибудь единственная характеристика - все множество атрибутов используется для достижения целей в строящихся правилах. Все перечисленные ниже атрибуты являются необходимыми, так как ни один из них не характерен для всех пород одновременно.

Таким образом, древесина может быть: лиственная; хвойная; мягкая; твердая; очень твердая; серо-коричневая; светло-красная; светлая; темная; смолистая; очень смолистая; крупная текстура; мелкая текстура. Каждая характеристика для конкретной породы либо верна, либо не верна.

Для каждой породы справедливы следующие характеристики. Дуб принадлежит к деревьям лиственной породы, древесина твердая, светло-коричневого цвета с мелкой текстурой. Бук также является лиственным деревом с твердой древесиной крупной текстуры светло-красного цвета. Осина – дерево лиственной породы с мягкой древесиной светлого цвета и мелкой текстуры. Тис - дерево лиственной породы с очень твердой древесиной темной окраски. Ель – дерево хвойной породы с мягкой смолистой древесиной светлой окраски.

4. ВЫБОР МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Основу любой ЭС составляет база знаний (БЗ) о предметной области, которая накапливается в процессе построения и эксплуатации ЭС. Поэтому следующим этапом проектирования экспертной системы является разработка (выбор) способа представления знаний, полученных от эксперта в данной проблемной области в базе знаний.

В настоящее время существует большое количество моделей представления знаний, многие из которых можно свести к нескольким классам: фреймы, семантические сети, логические модели, продукционные модели.

Один из часто используемых в экспертных системах способов представления знаний – продукционная модель. Основная идея заключается в ассоциировании с соответствующими действиями набора условий в виде правил типа "если-то", называемых также продукциями: ЕСЛИ условие ТО действия. "Если-то"-правила обычно оказываются весьма естественным и выразительным средством представления знаний. Кроме того, они обладают следующими положительными свойствами:

- модульность: каждое правило описывает небольшой, относительно независимый фрагмент знаний;
- возможность инкрементного наращивания: добавление новых правил в базу знаний происходит относительно независимо от других правил;
- удобство модификации (как следствие модульности): старые правила можно изменять и заменять на новые относительно независимо от других правил;

- применение правил способствует прозрачности системы, т.е. способности к объяснению принятых решений и полученных результатов.

Однако, продукционные системы не свободны от недостатков:

- процесс вывода менее эффективен, чем в других системах, поскольку большая часть времени при выводе затрачивается на непроизводительную проверку применимости правил;

- этот процесс трудно поддается управлению;

- сложно представить родовидовую иерархию понятий.

Представление знаний, основанное на фреймах, является альтернативным по отношению к системам продукций: оно дает возможность хранить родовидовую иерархию понятий в базе знаний в явной форме. Фреймом называется структура для описания стереотипной ситуации, состоящая из характеристик этой ситуации и их значений. Характеристики называются слотами, а значения – значениями слотов. Слот может содержать не только конкретное значение, но и имя процедуры, позволяющей вычислить его по заданному алгоритму, а также одну или несколько продукций (эвристик), с помощью которых это значение можно найти. В слот может входить не одно, а несколько значений. Иногда слот включает компонент, называемый фасетом, который задает диапазон или перечень его возможных значений. Фасет указывает также граничные значения заполнителя слота.

Совокупность фреймов, моделирующая какую-нибудь предметную область, представляет собой иерархическую структуру, в которую фреймы соединяются с помощью

родовидовых связей. На верхнем уровне иерархии находится фрейм, содержащий наиболее полную информацию, истинную для всех остальных фреймов. Фреймы обладают способностью наследовать значения характеристик своих родителей, находящихся на более высоком уровне иерархии. Значения характеристик фреймов могут передаваться по умолчанию фреймам, находящимся ниже них в иерархии, но если последние содержат собственные значения данных характеристик, то в качестве истинных принимаются именно они.

Достоинства фреймовых систем представления знаний проявляются в том случае, если родовидовые связи изменяются нечасто и предметная область насчитывает немного исключений. Во фреймовых системах данные о родовидовых связях хранятся явно, т.е. так же, как и значения всех других типов. Значения слотов представляются в системе в единственном экземпляре, поскольку включаются только в один фрейм, описывающий наиболее общее понятие из всех тех, которые содержат слот с данным именем. Такое свойство систем фреймов дает возможность уменьшить объем памяти, необходимый для их размещения в компьютере. Еще одно достоинство фреймов состоит в том, что значение любого слота при необходимости может быть вычислено с помощью соответствующих процедур или найдено эвристическими методами.

Как недостаток фреймовых систем следует отметить их относительно высокую сложность, что проявляется в снижении скорости работы механизма вывода и в увеличении трудоемкости внесения изменений в родовидовую иерархию. Кроме того, во фреймовых системах затруднена обработка исключений.

Семантическая сеть, по мнению специалистов, - наиболее общий способ представления знаний. В ней понятия и классы, а также отношения и связи между ними представлены в виде сети. Семантическая сеть отображает совокупность объектов предметной области и отношений между ними, при этом объектам соответствуют вершины (или узлы) сети, а отношениям - соединяющие их дуги. В качестве объектов могут выступать события, действия, обобщенные понятия или свойства объектов. Свойства представляются в сети также в виде вершин и служат для описания классов объектов. Вершины сети соединяются дугой, если соответствующие объекты предметной области находятся в каком-либо отношении.

Как и в системе, основанной на фреймах, в семантической сети могут быть представлены родовидовые отношения, которые позволяют реализовать наследование свойств от объектов-родителей. Это обстоятельство приводит к тому, что семантические сети приобретают большинство недостатков и достоинств представления знаний в виде фреймов. Но основное преимущество семантических сетей заключается в их наглядности и непосредственной связанности понятий через сеть, которая позволяет быстро находить связи понятий и на этой основе управлять принимаемыми решениями. Основной недостаток сетей - сложность обработки исключений.

Выбор модели представления знаний определяется характеристиками предметной области и требованиями, предъявляемыми к системе. В рамках данной работы предложено формализовать знания в виде продукционной модели.

5. ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

1. Выбрать предметную область и сформулировать перечень вопросов, подлежащих разработке.
2. Провести анализ предметной области и выбрать способ представления знаний.
3. Представить знания в проблемной области в рамках выбранного формализма.
4. Выбрать инструментальное средство разработки экспертной системы.
5. Разработать меню, обеспечивающее взаимодействие пользователя с системой, предусмотрев режимы добавления знаний в базу знаний, просмотра правил, содержащихся в базе знаний, корректировки знаний, сохранения правил, удаления правил, логического вывода, объяснения логического вывода.
6. Протестировать разработанную систему в режиме ввода дополнительных правил.
7. Протестировать разработанную систему в режиме консультаций.

6. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

1. Теоретический минимум.
2. Описание базы знаний для выбранной проблемной области.
3. Инструкцию пользователя.
4. Описание примеров работы программы.
5. Листинг программы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. СПб.: Питер, 2001.-384 с.
2. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта / Н. Нильсон. М.: Мир, 1985.-360 с.
3. Таусенд К., Фохт Д. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ: пер. с англ. / К. Таусенд, Д. Фохт. М.: Финансы и статистика, 1990.- 320 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение, основные свойства и структура экспертных систем.....	1
2. Этапы разработки экспертных систем.....	6
3. Анализ проблемной области.....	9
4. Выбор модели представления знаний.....	12
5. Задание на лабораторную работу.....	16
6. Указания по оформлению отчета.....	16
Библиографический список.....	17

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к выполнению лабораторных работ «Разработка экспертной системы, основанной на производственных правилах» по дисциплине «Интеллектуальные информационные системы» для студентов специальности 230201 «Информационные системы и технологии» очной формы обучения

Составитель

Литвиненко Юлия Владимировна

В авторской редакции. Подписано в печать 21.11.2007.
Формат 60х84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. 0,9. Уч.-изд. л. 0,7. Тираж 50 экз. «С» .
Зак. №

ГОУВПО «Воронежский государственный технический
университет»
396026 Воронеж, Московский просп., 14