

Курс лекций «Введение в ИИ.». Часть I.
От психофизиологической проблемы до экспертных
систем.

Лекция 8. Экспертные системы. Часть I.

О.Г. Чанышев

Содержание

1 Введение	1
1.1 Назначение экспертных систем	1
1.2 Неформализованные задачи	2
1.3 Типы задач, решаемых ЭС, и их области применения	3
2 Структура экспертных систем	4
2.1 Основные подсистемы	4
2.2 Статические и динамические ЭС	5
3 Разработка экспертных систем	5
3.1 Возможность разработки	5
3.2 Оправданность разработки	5
3.3 Соответствие приложения методам ЭС	6
3.4 Специальности и функции разработчиков	6
3.5 Основные режимы работы ЭС	6
3.6 Этапы разработки ЭС	7
3.6.1 Эволюционная методология	7
3.6.2 Последовательность и содержание этапов	7

1 Введение

1.1 Назначение экспертных систем

Система является интеллектуальной, если она обладает знаниями и умеет использовать их для достижения сформулированной ей же или заданной извне цели. Знания - это то, без чего нет интеллектуальной системы. Экспертные системы (ЭС) явились первыми действительно интеллектуальными системами и, в конечном счете, интеллектуальность определила их коммерческий успех. Экспертные системы явились результатом двадцатилетних исследований в

Обработка данных	Инженерия знаний
Представление и использование данных	Представление и использование знаний
Алгоритмы	Эвристики
Повторный прогон	Логический вывод
Обработка больших БД	Обработка больших БЗ

Таблица 1: Отличия ЭС от классических программных систем

области создания систем, моделирующих мышление человека. Разработки универсальных программ, использующих общие методы решения широкого класса задач, существенных практических результатов не принесли, но появилось понимание крайней ограниченности применения формально-математических методов в этой области. 70-е годы [Уотермен] были посвящены разработке методов представления (способы формулирования проблемы) и поиска (оптимального по времени и памяти способа управления ходом решения). В результате была принята принципиально новая концепция: Чтобы сделать систему интеллектуальной, ее нужно снабдить множеством высококачественных специальных знаний о некоторой предметной области." [Уотермен]

Процесс создания ЭС на первых этапах заключается в специфическом взаимодействии эксперта (экспертов) и инженера по знаниям с целью "извлечения" из эксперта и встраивания в систему процедур, стратегий эмпирических правил, которые он использует для решения задач. "Эксперт - это человек, который благодаря обучению и опыту может делать то, что мы все, остальные люди делать не умеем; эксперты работают не просто профессионально, но быстро и эффективно. : [они] хорошо умеют распознавать в проблемах, с которыми сталкиваются, примеры тех типовых проблем, с которыми они уже знакомы." Очень важно подчеркнуть, что эксперт должен не только знать, но и уметь. Если коротко, то именно этим свойством отличаются Базы данных от Баз знаний - Базы знаний активны.

Экспертные системы (ЭС) как отдельное направление выделилось из общего русла исследований по ИИ в начале 80-х гг. XX в. Основным предметом исследований нового направления являются знания - их приобретение, представление и использование. Специалисты, работающие в этой области все чаще используют для ее наименования термин "инженерия знаний knowledge engineering.

Чем отличаются ЭС от традиционных программ? Коротко на этот вопрос отвечает нижеследующая таблица (взято из [Уотермен]).

Еще одним отличием ЭС от классических программ, работа которых основана на точных данных - ЭС могут ошибаться. Важно, по крайней мере, чтобы они ошибались не чаще, чем ошибается человек-эксперт. Причина ошибок лежит в том, что наши знания, как и знания, заложенные в ЭС, не точны. Мир, во-всяком случае, с субъективной точки зрения, имеет вероятностный характер. Мир не формализован. Но мы в нем живем, т.е. формулируем и достигаем цели. То же делают и ЭС.

1.2 Неформализованные задачи

База знаний содержит правила, подобные нижеследующему:

IF

инфекция – первичная бактеремия
&
материал для посева культуры взят из обычного
стерильного источника

&
предполагаемый путь внедрения микроорганизма –
желудочно-кишечный тракт

THEN

есть основания предполагать (0.7), что этот
микроорганизм имеет бактериальный характер.

Таким образом, ЭС предназначены для решения наиболее широкого класса задач - неформализованных.

Неформализованные задачи обычно обладают следующими особенностями:

- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью исходных данных и знаний,
- большой размерностью пространства решения,
- данные и знания изменяются со временем, т.е. являются динамическими.

Экспертные системы и системы искусственного интеллекта отличаются от систем обработки данных тем, что в них в основном используются символьный (а не числовой) способ представления знаний, символьный вывод и эвристический поиск решения (а не исполнение известного алгоритма). В 1980 г. один из основоположников ИИ А. Ньюэлл писал: "наиболее существенным вкладом искусственного интеллекта и вычислительных наук: в науку познания явилось понятие физической символьной системы, т.е. понятие о широком классе систем, способных использовать и обрабатывать символы, которые могут быть реализованы в нашем физическом мире"(цит. по [ПострЭкспСистем]).

ЭС производит вычисления, но на нижних уровнях работы, так же как человек только запускает процесс ходьбы, но не задумывается о том, как он ходит. Эволюция за него "подумала" и заложила соответствующие автоматизмы контроля и управления в нижние эволюционно старые отделы головного мозга. Прикладная математика, получая строгие решения, предлагает их интеллектуальным системам. Те же используют эти готовые решения, когда реальные граничные условия более или менее близки к идеальным. Решения экспертных систем обладают "прозрачностью", т.е. могут быть объяснены пользователю на качественном уровне, что также является следствием умения оперировать символами. ЭС способны рассуждать о своих знаниях и умозаключениях; они способны пополнять свои знания в ходе взаимодействия с экспертом.

По мнению ведущих специалистов:

- * ЭС будут играть ведущую роль во всех фазах проектирования, разработки, производства, распределения, продажи, поддержки и оказания услуг;
- * технология ЭС обеспечит революционный прорыв в интеграции приложений из готовых интеллектуально-взаимодействующих модулей.

1.3 Типы задач, решаемых ЭС, и их области применения

В настоящее время технология экспертных систем используется для решения различных типов задач.

- Интерпретация - анализ информации с целью определения ее смысла.
- Диагностика - классификация и поиск неисправностей в живых и неживых системах, основанные на результатах интерпретации.
- Мониторинг - непрерывный процесс интерпретации сигналов и выдача сообщений в ситуациях, требующих вмешательства системы более высокого уровня или человека.
- Предсказание - прогнозирование хода событий в будущем на основании модели прошлого и настоящего.
- Планирование - подготовка программы действий, которые необходимо выполнить для достижения сформулированных целей.
- Проектирование - разработка подробной документации, предназначенной для создания объектов, удовлетворяющим специфицированным требованиям.

Области использования ЭС:

финансы, военное дело
нефтяная и газовая промышленность
энергетика, транспорт
фармацевтическое производство
космос, металлургия
горное дело, химия
образование
целлюлозно-бумажная промышленность
телекоммуникации и связь

и этот список непрерывно увеличивается.

На протяжении 1960 - 1985 гг. успехи ИИ касались в основном исследовательских разработок, которые демонстрировали пригодность СИИ для практического использования. Начиная примерно с 1985 г. (в массовом масштабе с 1988 - 1990 гг.), в первую очередь ЭС, а в последние годы системы, воспринимающие естественный язык (ЕЯ-системы), и нейронные сети (НС) стали активно использоваться в коммерческих приложениях.

2 Структура экспертных систем

2.1 Основные подсистемы

Типичная статическая ЭС состоит из следующих основных подсистем

- решателя (интерпретатора);
- рабочей памяти (РП), называемой также базой данных (БД);

- базы знаний (БЗ);
- компонентов приобретения знаний;
- объяснительного компонента;
- диалогового компонента.

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, и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области.

Решатель, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из БЗ, формирует 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.

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

2.2 Статические и динамические ЭС

Статические ЭС используются в тех приложениях, где можно не учитывать изменения окружающего мира, происходящие за время решения задачи. Первые ЭС, получившие практическое использование, были статическими.

Динамические ЭС по сравнению со статической ЭС содержат два дополнительных компонента: подсистема моделирования внешнего мира и подсистема связи с внешним окружением. Последняя осуществляет связи с внешним миром через систему датчиков и контроллеров. Кроме того, традиционные компоненты статической ЭС (база знаний и машина вывода) претерпевают существенные изменения, чтобы отразить временную логику происходящих в реальном мире событий.

3 Разработка экспертных систем

Использовать ЭС следует только тогда, когда разработка ЭС возможна, оправдана и методы инженерии знаний соответствуют решаемой задаче.

3.1 Возможность разработки

Чтобы разработка ЭС была возможной для данного приложения, необходимо одновременное выполнение по крайней мере следующих требований:

- существуют эксперты в данной области, которые решают задачу значительно лучше, чем начинающие специалисты;
- большинство экспертов сходятся в оценке предлагаемого решения;
- знания могут быть получены у экспертов и представлены в базе знаний;
- задача хотя и не должна быть выражена в формальном виде, но все же должна относиться к достаточно "понятной" и структурированной области, т.е. должны быть выделены основные понятия, отношения и известные (хотя бы эксперту) способы получения решения задачи;
- существует комплекс программно-технических средств (алгоритмы, языки, ЭВМ) для реализации задачи.

3.2 Оправданность разработки

Использование ЭС в данном приложении может быть возможно, но не оправдано. Применение ЭС может быть оправдано одним из следующих факторов:

- решение задачи принесет значительный эффект, например экономический;
- использование человека-эксперта невозможно либо из-за недостаточного количества экспертов, либо из-за необходимости выполнять экспертизу одновременно в различных местах;
- использование ЭС целесообразно при необходимости решать задачу в окружении, враждебном для человека.

3.3 Соответствие приложения методам ЭС

Приложение соответствует методам ЭС, если

- решаемая задача может быть естественным образом решена посредством манипуляции с символами (т.е. с помощью символических рассуждений), а не манипуляций с числами, как принято в математических методах и в традиционном программировании;
- задача должна иметь эвристическую, а не алгоритмическую природу, т.е. ее решение должно требовать применения эвристических правил. Задачи, которые могут быть гарантированно решены (с соблюдением заданных ограничений) с помощью некоторых формальных процедур, не подходят для применения ЭС;
- задача должна быть достаточно сложна, чтобы оправдать затраты на разработку ЭС.

3.4 Специальности и функции разработчиков

В разработке ЭС участвуют представители следующих специальностей:

- эксперт в проблемной области ЭС;

- инженер по знаниям - специалист по разработке ЭС (используемые им технологию, методы называют технологией (методами) инженерии знаний);
- программист по разработке инструментальных средств (ИС), предназначенных для ускорения разработки ЭС.

Необходимо отметить, что отсутствие среди участников разработки инженеров по знаниям (т. е. их замена программистами) либо приводит к неудаче процесс создания ЭС, либо значительно удлиняет его.

Эксперт определяет знания (данные и правила), характеризующие проблемную область, обеспечивает полноту и правильность введенных в ЭС знаний.

Инженер по знаниям помогает эксперту выявить и структурировать знания, необходимые для работы ЭС; осуществляет выбор того ИС, которое наиболее подходит для данной проблемной области, и определяет способ представления знаний в этом ИС; выделяет и программирует (традиционными средствами) стандартные функции (типичные для данной проблемной области), которые будут использоваться в правилах, вводимых экспертом.

Программист разрабатывает ИС (если ИС разрабатывается заново), содержащее в пределе все основные компоненты ЭС, и осуществляет его сопряжение с той средой, в которой оно будет использовано.

3.5 Основные режимы работы ЭС

Экспертная система работает в двух режимах: режиме приобретения знаний и в режиме решения задачи (называемом также режимом консультации или режимом использования ЭС).

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет (через посредничество инженера по знаниям) эксперт. В этом режиме эксперт, используя компонент приобретения знаний, наполняет систему знаниями, которые позволяют ЭС в режиме решения самостоятельно (без эксперта) решать задачи из проблемной области. Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования с данными, характерные для рассматриваемой области.

Отметим, что режиму приобретения знаний в традиционном подходе к разработке программ 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 (с помощью ЭС), не владеющий программированием.

В режиме консультации 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 проблемной области (в этом случае он обращается к ЭС за результатом, не умея получить его сам), или быть специалистом (в этом случае пользователь может сам получить результат, но он обращается к ЭС с целью либо ускорить процесс получения результата, либо возложить на ЭС рутинную работу).

В режиме консультации данные о задаче пользователя после обработки их диалоговым компонентом поступают в рабочую память. Решатель на основе входных данных из рабочей памяти, общих данных о проблемной области и правил из БЗ формирует решение задачи. ЭС при решении задачи не только исполняет предписанную последовательность операции, но и предварительно формирует ее. Если реакция системы не понятна пользователю, то он может

потребовать объяснения: "Почему система задает тот или иной вопрос?", "как ответ, собираемый системой, получен?".

3.6 Этапы разработки ЭС

3.6.1 Эволюционная методология

Практические успехи в создании ЭС, работающих в теоретически слабо обустроенных предметных областях, в немалой степени обусловлены методологией, получившей название эволюционной (или инкрементальной). Сущность ее заключается в построении прототипа, решающего некоторую исходную подзадачу и обеспечивающего требуемые характеристики общения с системой. В результате последующего обширного цикла итераций ЭС эволюционирует, переходя ко все более сложным задачам. Возможна существенная реорганизация вплоть до перестройки всей архитектуры системы в случае невозможности при внести новые свойства исходя существующих возможностей.

3.6.2 Последовательность и содержание этапов

В ходе работ по созданию ЭС сложилась определенная технология их разработки, включающая шесть следующих этапов (рис. 1.4):

- идентификацию,
- концептуализацию,
- формализацию,
- выполнение,
- тестирование,
- опытную эксплуатацию.

На этапе идентификации определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей.

На этапе концептуализации проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

На этапе формализации выбираются ИС и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями.

На этапе выполнения осуществляется наполнение экспертом базы знаний. В связи с тем, что основой ЭС являются знания, данный этап является наиболее важным и наиболее трудоемким этапом разработки ЭС. Процесс приобретения знаний разделяют на извлечение знаний из эксперта, организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу системы, и представление знаний в виде, понятном ЭС. Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям на основе анализа деятельности эксперта по решению реальных задач.

Следующая лекция

Лекция 9. Экспертные системы. Часть II.