

Принципы работы и структура современной экспертной системы

А. С. Макарова

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University
makarova-ass@mail.ru

Аннотация. В современном мире компьютерные технологии занимают очень важное место в жизни не только отдельного человека, но и в деятельности организации и функционирования общества в целом. И с каждым годом человек доверяет компьютеру все больше и больше, ведь технологии не стоят на месте, они постоянно развиваются. Это доказывает тот факт, что машина умеет думать и самостоятельно принимать определенного вида решения. Это намного упрощает и автоматизирует деятельность человека.

Ключевые слова: эксперт; данные; модель; алгоритм; система; экспертная система

Для того, чтобы правильно принять решение, от которого будет зависеть дальнейшая судьба субъекта, необходимо было руководствоваться мнением авторитетных в данной области экспертов, либо анализировать большой объем информации, что повышало транзакционные издержки. С появлением искусственного интеллекта данная задача значительно упростилась. Создание экспертных систем (ЭС) и систем поддержки принятия решения (СППР) помогают субъекту выбрать лучший вариант исхода события на основе работы системы, принцип которой состоит в анализе имеющейся информации и принятия на ее основе наиболее выгодного для субъекта решения.

Однако для более четкого понимания механизма функционирования данных программ необходимо рассмотреть методы их проектирования. Вследствие этого, целью данной работы является изучение методики построения экспертных систем и систем поддержки принятия решений.

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, ЕЕ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЗАДАЧИ

После создания искусственного интеллекта, умевшего выполнять несвойственные машинам функции, ученые решили научить искусственный интеллект самостоятельно принимать решения, которые по своему качеству ничем бы не уступали решению, принятому экспертом в данной проблеме. Тогда и было введено понятие «экспертная система». Экспертная система – определенное программное средство, которое позволяет заметить эксперта в трудных для выбора решения вопросах в определенной предметной области.

ЭС нельзя назвать помощником человека, данная система является полноценным экспертом в какой-либо

области, которая способна принимать решения, руководствуясь теми знаниями, которые она имеет. Однако нельзя также сказать, что ЭС полностью заменяет собой эксперта, наоборот, она дополняет его деятельность путем расширения сферы применения. Ведь она накапливает в себе опыт экспертов, и даже через большой промежуток времени, когда не будет возможности обратиться к эксперту вживую, система сможет использовать полученную ей ранее информацию. Также вся информация, содержащаяся в системе, может быть передана иным пользователям, ведь она записана в компьютерной программе.

Еще одной причиной нереальности полной замены экспертов ЭС является невозможность системы адекватно работать в изменчивых условиях (например, при изменении методики принятия решения). Это связано с тем, что ЭС способна воспринимать только символьную информацию, поэтому, для того чтобы система приняла корректное решение, новую информацию следует представить на понятном системе языке.

Основным назначением экспертной системы является решение неформализованных задач, которые обычное программное средство решить не в состоянии. Для того, чтобы быть признанной неформализованной задачей, ситуация должна обладать следующими свойствами:

- не существует возможности преобразовать данные в числовую форму;
- не существует определенного алгоритма принятия решения в тех условиях, которыми ограничена ситуация;
- существует определенная ограниченность ресурсов (время, память и т.д.), которое не позволяет использовать алгоритм решения, если он все же применим к данной ситуации;
- противоречивость, неполнота данных и т.д.

Как было сказано ранее, ЭС является отличным дополнением к работе экспертов, но она не может анализировать ситуацию в изменчивом состоянии, поэтому, чаще всего экспертная система используется в следующих направлениях [2]:

- Интерпретация данных (система анализирует полученную информацию с целью последующего определения зависимости и смысла; система должна так организовать данные, чтобы в итоге данные были согласованы между собой).

- Диагностика (здесь система анализирует данные на предмет наличия каких-либо отклонений от нормы).
- Мониторинг (система интерпретирует данные в режиме реального времени, чтобы не допустить возникновения угрозы, способной повлиять на деятельность субъекта).
- Проектирование (система создает проектные решения с заранее определенными свойствами).
- Прогнозирование (система анализирует предоставленные ей ситуации и выводит вероятные следствия).
- Планирование (система производит планирования действий реальных объектов).
- Обучение (система анализирует процесс обучения ученика, в основном его ошибки, и подготавливают правильное решение; также система может организовывать обучение в зависимости от успехов ученика).

Таким образом, экспертная система имеет возможность самостоятельно принимать решение, искать наилучший исход события на основе экспертного мнения без участия субъекта. Это намного упрощает деятельность субъекта, ведь знания, содержащиеся в программе намного обширнее знаний и опыта самого субъекта. Вследствие этого, программа имеет больше вариантов разрешения ситуации в пользу субъекта.

II. ПРИНЦИП РАБОТЫ И СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

В большинстве случаев, экспертные системы имеют сложную архитектуру, однако по смысловой нагрузке очень похожую друг на друга. В их основе лежит возможность системы анализировать полученные данные и сопоставлять их с уже имеющимися в ней знаниями. Это характеризует следующий простой пример, хотя он не очень типичен для экспертной системы. Например, программа была создана только для того, чтобы решать квадратные уравнения с помощью расчета дискриминанта. Значит, она имеет достаточно информации о методике расчета дискриминанта и правилах решения квадратного уравнения. Однако данное знание так закреплено в программе, что оно не поддается ни чтению, ни редактированию. Поэтому, если субъект, использующий данную программу, изъявит желания решать уравнения по теореме Виета, либо вообще решать уравнения иного типа, то, для того чтобы научить программу это делать, ему придется обратиться за помощью к программисту.

В другом случае программа изначально анализирует тип уравнения и, в зависимости от результата данного анализа, применяет содержащиеся в ней знания для решения уравнения. В этом случае также очень важно, чтобы субъект смог прочесть принцип работы программы, и при необходимости внести различные корректировки или добавления. Последняя описанная программа характеризует основной принцип работы ЭС: наличие в системе определенной базы знаний, которую, при желании, субъект может изменить самостоятельно, без

помощи специалистов. В зависимости от назначения ЭС, количество и принцип работы некоторых ее архитектурных блоков может отличаться, однако каждая система будет включать в себя следующие составляющие: базу знаний, машину вывода, редактор базы знаний, а также интерфейс пользователя [2].

База знаний – совокупность всей информации об области анализа и обо всех различных способах решения проблем. База знаний записана на понятном субъекту языке так, чтобы он мог самостоятельно вносить в нее корректировки. [1] Использование понятного пользователю языка представления знаний (ЯПЗ) значительно упрощает обслуживание системы, ведь субъекту не требует дополнительно приглашать специалиста, а он самостоятельно может разобраться в принципах работы системы. К таким языкам относят ЛИСП, Пролог и др. В базе знаний хранятся два вида информации: факты, непосредственно связанные с предметной областью, а также правила, по которым система выводит решение. Машина ввода чаще всего является неизменной частью ЭС, поскольку она моделирует действия эксперта на основе информации, содержащейся в базе знаний. Редактор базы знаний предоставляет возможность разработчикам ЭС вносить изменения в базу знаний, путем корректировки старой информации или добавлением новой. Интерфейс пользователя предназначен для взаимодействия субъекта с ЭС. Именно с его помощью субъект предоставляет необходимую для анализа информацию, а ЭС представляет пользователю свои результаты. В зависимости от программы, интерфейс может быть четко запрограммирован, т.е. требовать от пользователя вносить информацию в строго регламентированном порядке, либо быть более свободным, чтобы предоставлять субъекту более эффективные результаты анализа ситуации.

Работа ЭС включает в себя несколько этапов. На начальном уровне ЭС пользователь предоставляет основную информацию о ситуации, представленную на ЯЗП. После этого система считывает информацию и начинает сопоставлять предоставленные субъектом факты с составляющими базы знаний, которые помогают найти решение. И в том случае, если какое-нибудь правило решения задачи доказывается исходными фактами при использовании программой прямого и обратного логического вывода, то программа выводит решение, а ту информацию, которая была введена субъектом, добавляет в базу знаний. Таким образом, принцип работы системы не очень сложен для понимания. Система анализирует предоставленные данные, сопоставляет их с уже имеющейся в базе знаний информацией, использует разного вида логические выводы, и предоставляет пользователю свой вариант решения проблемы.

III. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

После рассмотрения принципов работы ЭС, необходимо обратиться к методам создания программы. В настоящее время процесс создания ЭС подразделяется на шесть этапов: идентификация, концептуализация, формализация, разработка прототипа, экспериментальная эксплуатация, разработка продукта, промышленная

эксплуатация. Этап идентификации характеризуют следующие положения:

- идентификация задач, для решения которых создается ЭС;
- формирование основных требований, предъявляемых к ЭС;
- определение ресурсов, необходимых для создания ЭС.

Также на данном этапе происходит идентификация задачи, для решения которой создается система. Иными словами, происходит подробный разбор задачи на ее составляющие с описанием. Идентификация задачи включает в себя следующие стадии: выделение общих характеристик задачи, расчленение данной задачи на подзадачи, определение основных знаний, которые необходимы для решения данной задачи, определение основных понятий, которыми будет руководствоваться система; также необходимые для решения задачи данные, которые должен будет предоставить субъект, данные которые программа должна будет выводить в качестве решения, предполагаемый вид решения. На данном этапе программист и эксперт в предметной области работают совместно, так как эксперт разъясняет специалисту основные ключевые термины для корректной работы программы, а также помогает определиться с основными источниками информации. Немаловажной частью данного этапа является определение ресурсов, которые могут быть направлены на создание системы. К основным ресурсам можно отнести: эксперты, программисты, различные программные средства, которые будут использоваться в процессе создания системы, объем финансирования, а также срок исполнения работы. В конце данного этапа разработчик определяет основные функции ЭС, сферу ее деятельности, а также какие именно затраты ресурсов необходимо будет понести, чтобы система работала.

Следующий этап связан с концептуализацией работы системы, а именно с проведением анализа предметной области с целью выявления используемых понятий и определения их взаимосвязи и взаимозависимости, а также раскрытие методов решения задач. На данном этапе создание ЭС рассматривается под следующей призмой: определение метода построения системы знаний об области, определяются основные виды и типы задач, которые будет решать программа, более подробно раскрываются описанные на первом этапе данные на вход и на выход, обозначаются привычные для решения задач стратегии, которые использовались экспертами ранее, выявляются типы отношений между фактами (причинно-следственная связь, иерархическая структура и т.д.), определяется состав знаний, который необходим для принятия решения, а также учитываются различные ограничения, которые каким-либо образом могут повлиять на ход решения.

В настоящее время выделяется два основных метода построения системы знаний об области: атрибутивный и структурный. Атрибутивный метод предполагает наличие обширной информации о предметах, объектах, их основных признаках и характеристиках, а также информацию об их объединении в классы и т.д. Таким образом, информация предоставляется в виде цепочки: класс – объект (предмет) – признак – значение признака.

Основой структурного подхода является выделение взаимосвязи и взаимозависимости элементов. Здесь важное значение имеют понятия, взаимосвязи и смысловая взаимосвязь. И все выделяемые понятия должны образовывать такую совокупность понятий, которая будет отвечать требованиям полноты, достоверности и уникальности.

Третий этап формализации предназначен для преобразования полученных ранее данных в форму, которая будет понятна программе. То есть на данном этапе необходимо выбрать из существующих, или разработать новый формальный язык, который позволит внести данные в программу, а также даст возможность редактировать их в дальнейшем. Далее все полученные на ранних этапах данные представляются в том виде, в котором их будет распознавать система. Существует несколько основных моделей представления знаний, основными из которых являются продукционная, семантическая, логическая модели и фреймы.

Продукционная модель позволяет представить знания в форме ЕСЛИ (условие), ТО (действие). При использовании данного типа модели база знаний состоит из набора правил. И вывод данных производится путем логического прямого и обратного вывода, о которых говорилось ранее в принципах работы ЭС. Семантическая сеть представляет собой определенного вида граф, вершинами которого являются понятия, и дуги характеризуют взаимосвязь между ними. Данная модель характеризует три типа отношений: класс – элемент класса; свойство – значение; пример элемента класса. Логическая модель основывается на исчислении предикатов I порядка, при этом область знаний или задача описывается с помощью аксиом. Однако данная модель не пользуется популярностью, так как имеет большое число ограничений к предметной области. Следующим этапом является разработка прототипа, которая включает в себя три основных шага: программную реализацию системы, создание базы знаний и пробное тестирование. На данном этапе выявляются недостатки работы системы с целью последующего их устранения. После того, как все недочеты устранены, ЭС позволяют решать реальные задачи, однако ее решения не допускаются к применению на практике. Постепенно задачи, предлагаемые к решению, усложняются, и при обнаружении ошибок работа системы корректируется. Здесь также происходит налаживание интерфейса, обновление вариантов представления результатов, выводимых системой и т.д. На шестом этапе на основе прототипа разрабатывается программный продукт, редактирование информации в котором будет производиться без помощи специалиста – программиста. Также производится анализ работы системы при возможности значительного увеличения объема базы знаний, а также при значительном увеличении числа задач и изменения их качества. Разработчики также обращают внимание на мнение экспертов о работе экспертной системы.

И, в конце концов, после всех редакций, система переходит к этапу промышленной эксплуатации. Теперь система уже не просто просчитывает наилучший результат, а он начинает использоваться субъектом на

практике. Для этого система должна пройти сертификацию у заказчика, т.е. она получает юридически оформленное документальное подтверждение своего статуса.

Таким образом, создание экспертной системы занимает большой промежуток времени, так как существует множество различных вариантов прохождения того или иного этапа, однако смысловая нагрузка от выбора определенной модели не изменяется.

IV. ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Системы поддержки принятия решений очень схожи с экспертными системами, однако существуют определенные отличия [4]:

- экспертная система позволяет субъекту принять решение, которое находится за гранью его собственного опыта, а иногда и понимания проблемы, а система поддержки принятия решений позволяет принять только то решение, которое отражает уровень понимания ее субъектом;
- экспертные системы имеют логически обоснованный процесс рассуждений, в отличие от СППР;
- экспертные системы используют знания как основу своей работы, чего нельзя сказать о системе поддержки принятия решений.

Нельзя дать точного определения СППР, так как данные системы могут быть направлены на решение различных типов задач, иметь разную структуру, а также их работа находится в сильной зависимости от самого субъекта, использующего данную систему. Первоначально системы поддержки принятия решений возникли из слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных. Они были созданы для решения неструктурированных и слабоструктурированных задач с множеством критериев. В настоящее время СППР направлены на помощь лицу, принимающему решение (ЛПР), в различных областях жизнедеятельности человека.

Несмотря на такое разнообразие программ, связанных с поддержкой принятия решения, у СППР существуют признаки, характерные для всех систем. К ним можно отнести:

- при принятии решения используется различные данные и модели;
- основное предназначение данных систем состоит в оказании поддержки в принятии решения для неструктурированных или слабоструктурированных задач;
- СППР не могут сделать выбор за субъекта, а только лишь подсказать ему, как поступить в данной ситуации.

В основе СППР лежит признание факта, что выбор из альтернатив носит строго субъективный характер. Иными словами, если разные лица, принимающие решения на базе абсолютно идентичных альтернатив, сделают совершенно разный выбор, то такое решение будет относиться к субъективному, так как она зависело от каких-либо

критериев, известных данным субъектам. Данная система не призвана ориентироваться на общественное мнение, на этическую составляющую выбора и т.д., поэтому она в полной мере отражает желания самого субъекта.

Еще одна принципиальная особенность системы СППР связана с тем, что современные математические методы не позволяют осуществлять оптимизацию и ранжирование непосредственно на основе полной совокупности критериев, и требуют предварительного сведения ее к единой числовой оценке. В процессе работы с системой, пользователь указывает свои предпочтения в той или иной ситуации, а система, проанализировав различные показатели, создает определенную функцию предпочтений пользователя. Таким образом, программа формирует личные предпочтения и желания субъекта, никак не связанные с предпочтениями разработчика.

Функция предпочтений является так называемой моделью пользователя, так как отражает конкретные действия субъекта. И чем чаще пользователь будет прибегать к помощи данной программы, тем больше информации будет содержать в себе функция предпочтений, и тем более приближенными к истинным желаниям субъекта будут становиться ее советы.

Однако это не значит, что системой может пользоваться только один субъект. Даже наоборот, система накапливает информацию о предпочтениях многих пользователей, и в нужной ситуации может прибегнуть к их сравнению. Впрочем, при отсутствии желания у субъекта предоставлять данные о своих выборах, то он может закрыть доступ к данной информации.

Еще одним достоинством системы является отсутствие необходимости в наличии у субъекта специальных навыков использования данной программой, в отличие от работы с экспертными системами, где все же требуется первоначальное обучение работе с программой. В данном случае будет достаточным наличие элементарных компьютерных навыков.

Таким образом, СППР помогает пользователю на основе его предпочтений и предпочтений прийти к наиболее выгодному для него решению в определенной задаче. Однако данную систему можно использовать только для решения неструктурированных или слабоструктурированных многокритериальных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Статистика, 1980. 264 с.
- [2] Звягин Л.С. Системный анализ и моделирование управления инвестициями в условиях экономической турбулентности // М.: Финансовый университет, 2016. 382 с.
- [3] Звягин Л.С. Метасистемный подход в решении современных управленческих задач в экономике // В сборнике: Системный анализ в экономике – 2016. Сб. тр. IV Международной научно-практической конференции–биеннале / Под редакцией Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. 2016. С. 315-320.
- [4] Кравченко Т.К. Экспертная система принятия решений/ Т.К. Кравченко, Г.И. Перминов. М.: ГУ-ВШЭ, 1999. 241 с.
- [5] Элти Д. Экспертные системы: концепции и примеры/ Д.Элти, М. Кумбс. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с.