

ОБОЛОЧКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ: ЭФФЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ

© И. Р. Усамов, Б. Ж. Юхигов, З. А. Магазиева

ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионищикова, Грозный, Россия

Экспертная система – это интеллектуальная компьютерная программа, которая использует знания и процедуры вывода для решения проблем, которые считаются достаточно сложными, чтобы для их решения хватило человеческого опыта. С момента внедрения первых экспертных систем в начале 1970-х годов и последовавших за этим успехов в сочетании с преимуществами, которые человечество получило от этих ранних экспертных систем и их преемников, можно было бы ожидать, что пять десятилетий спустя произойдет бум использования экспертных систем для выполнения более специализированных задач в конкретных областях применения. Причины этого могут быть обусловлены сущностью технических факторов, финансовых последствий, культурных и религиозных убеждений и ограничений, связанных с внедрением экспертных систем, особенно в слаборазвитых странах, либо отсутствием достаточных знаний о существовании оболочек экспертных систем и предоставляемых ими средств, утилит и инструментов, которые делают разработку новых экспертных систем своего рода «довольно легким делом». В этой статье основное внимание уделяется базовой концепции оболочек экспертных систем с целью выделения их базового использования и создания некоторой формы углубленного общего представления о некоторых компонентах и утилит, которые они предоставляют, предлагая более эффективную модель получения знаний, которая позволила бы устранить узкое место в приобретении знаний при разработке экспертных систем, а также выделить функции, выполняемые оболочками экспертных систем, в попытке подчеркнуть их возможность повторного использования в различных других конкретных областях применения внутри, либо за пределами одной и той же области.

Ключевые слова: экспертные системы, оболочки экспертных систем, база знаний, эксперт-человек, инженер по знаниям, экспертные знания, модель знаний.

Рассмотрим, что же собой представляют экспертные системы. Экспертные системы имеют множество определений, рассмотрим наиболее популярные из них:

Экспертная система – это компьютерная программа, которая содержит значительную часть специализированных знаний эксперта-человека в определенной, узкой области и имитирует способность эксперта-человека принимать решения в этой области [1].

Экспертная система – это программа, предназначенная для вынесения обоснованных суждений или оказания помощи в сложной области, в которой человеческие навыки подвержены ошибкам или недостаточны [2].

Экспертная система – это программа, предназначенная для решения задач на уровне, сопоставимом с уровнем эксперта-человека в

данной области [3].

Экспертная система – это компьютерная программа или система, которая работает путем применения механизма вывода к совокупности специальных знаний, представленных в форме «знаний» [4].

Однако одно из наиболее широко применяемых определений экспертных систем было дано Эдвардом Фейгенбаумом из Стэнфордского университета. Он определил экспертную систему как «интеллектуальную компьютерную программу, которая использует знания и процедуры вывода для решения проблем, которые считаются достаточно сложными, чтобы для их решения требовался значительный человеческий опыт» [3].

Прежде чем продолжить, необходимо также понять следующие термины:

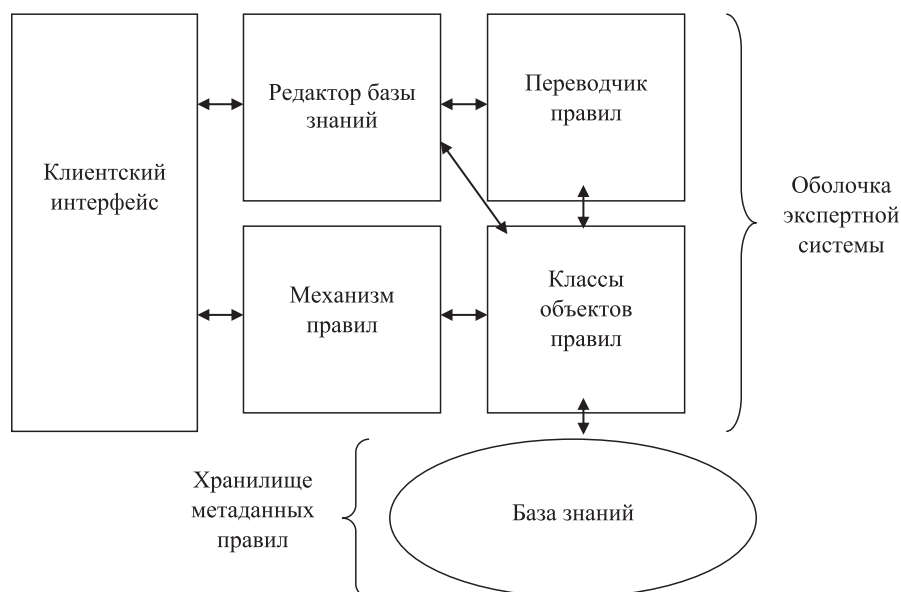


Рис. 1. Общая архитектура Экспертной системы

Язык – это переводчик команды, написанной в определенном синтаксисе. Язык экспертной системы предоставляет механизм вывода для выполнения инструкций языка [4].

Инструмент применяется к языку и связанному с ним служебному программному обеспечению для отладки, разработки и развертывания компьютерных приложений. Примеры: текстовые редакторы, компиляторы, генераторы кода. Некоторые инструменты также могут быть интегрированы со всеми его служебными программами в единый интегрированный пользовательский интерфейс [5].

Как правило, экспертная система состоит из двух основных частей: базы знаний и оболочки экспертной системы. На приведенной ниже схеме показана типичная архитектура экспертной системы (рис. 1).

Процесс создания экспертной системы обычно называют инженерией знаний. Это, по сути, подразумевает получение знаний от эксперта-человека или другого источника, а затем кодирование и представление таких знаний в базе знаний экспертной системы. Основными этапами процесса приобретения знаний являются:

- процесс диалога, в котором инженер по знаниям получает знания от эксперта-человека в предметной области и явно кодирует их в базу знаний экспертной системы (процесс, известный как инженерия знаний);

- после кодирования эксперт-человек оценивает экспертную систему и дает обратную связь или критические замечания инженеру по знаниям;

- затем инженер по знаниям изменяет базу знаний, чтобы отразить комментарии эксперта-человека [3].

Процесс разработки знаний проиллюстрирован на схеме ниже (рис. 2).

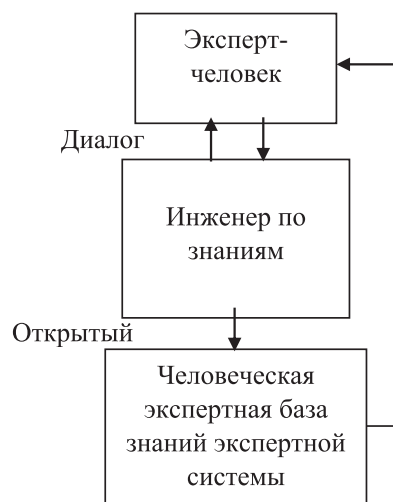


Рис. 2. Процесс разработки знаний

Сегодня многие руководители желают иметь у себя в распоряжении экспертные системы, хотя это сложный процесс. Для того

чтобы иметь такую систему, необходимо иметь несколько программистов у себя в компании, чтобы те обслуживали эту систему.

В 1992 году Сьюзан Лэнд провела исследование оболочек проектирования экспертных систем с уделением основного внимания их роли в решении проблем в области образования и обучения. В 2005 году Л. К. Белкейн, Д. С. Хариссон и Д. Л. Харли разработали объектно-ориентированную оболочку экспертной системы под названием «Предиктор онкологических заболеваний» для использования клиническими специалистами на больных онкологией при проведении химиотерапии. В 2002 году доктор медицинских наук Салим Вильявисенсио и Мариос Тиммерман описали вариант Методологии анализа функциональных точек (разработанной Альбрехтом в 1979 году) – для оценки пакета программного обеспечения, который может измерять как точность, так и удобство использования оболочки экспертной системы – для оценки оболочек экспертных систем в педагогике промышленных технологий. В 2012 году Микел Булос продемонстрировал возможность использования оболочек экспертных систем для разработки модуля быстрой поддержки клинических решений, в котором оболочка экспертной системы использовалась для построения простой системы, основанной на правилах, для грубой диагностики последствий онкологии. В январе 2013 года Самави отметил, что многие программисты экспертных систем страдают от сложностей с получением знаний, добавив, что оболочки экспертных систем содержат средства, которые могут упростить получение знаний таким образом, чтобы эксперты по предметной области сами несли ответственность за разработку знаний. Они пошли дальше, разработав арабскую экспертную систему Shell, которая была способна диагностировать заболевания на основе естественного языка. Система состоит из двух этапов. На первом этапе выполняется автоматическое получение экспертных знаний человека на естественном арабском языке, и полученные знания анализируются с использованием арабской морфологической системы, которая анализирует данную арабскую фразу и находит необходимые ключевые слова (корни).

Система содержит встроенный необходимый словарь предметной области, который будет использоваться арабской морфологической системой. На втором этапе основная проблема связана с разработкой механизма вывода вместе с пользовательским интерфейсом, который использует метод обратной цепочки (интерфейс конечного пользователя) [12].

Далее рассмотрим схему работы подсистемы получения знаний арабской экспертной системы Shell (рис. 3).

Когда арабская экспертная система Shell была протестирована как экспертами, так и конечными пользователями, было установлено, что она обладает очень точной производительностью в построении базы знаний и диагностике проблем. Таким образом, они пришли к выводу, что объединение морфологической системы с приобретением знаний является очень эффективным методом построения целевых систем без дублирующих или противоречивых правил. Также этот метод может быть использован при построении оболочек экспертных систем на основе других естественных языков (таких как русский, английский, французский и другие) с единственной разницей, заключающейся в создании подходящей морфологической системы для этого языка вместе с требуемым словарем предметной области. Все это всего лишь «крошечный кусочек пирога» по сравнению с очень обширными исследованиями и научными докладами, которые были проведены и опубликованы относительно необходимости оболочек экспертных систем в различных конкретных областях, некоторые из которых привели к созданию этих специализированных оболочек экспертных систем [12].

Оболочка экспертной системы – это, по сути, инструмент специального назначения, построенный в соответствии с требованиями и стандартами приложений конкретной предметной области или области экспертных знаний. Его можно определить как программный пакет, который облегчает построение экспертных систем, основанных на знаниях, предоставляя схему представления знаний и механизм вывода. Оболочка относится к программному модулю, содержащему интерфейс, механизм вывода и структурированный каркас

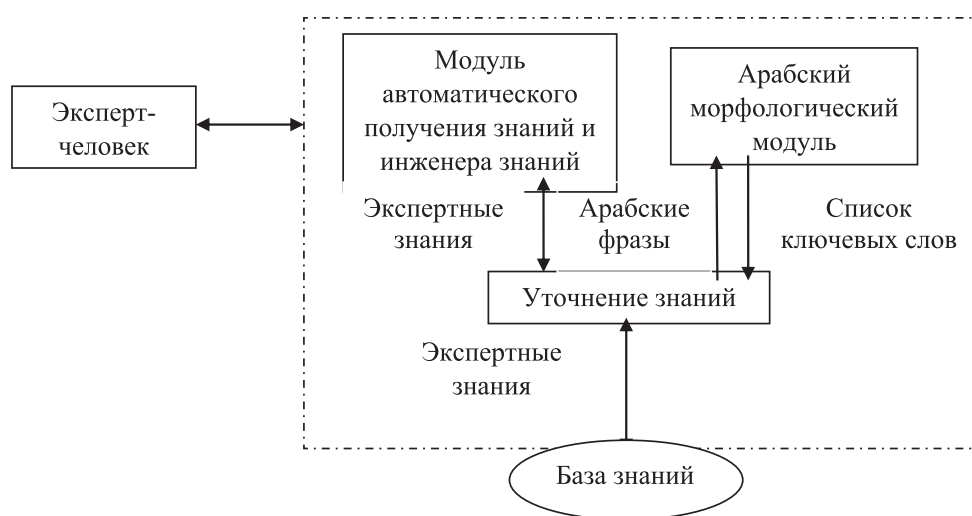


Рис. 3. Подсистема получения знаний арабской экспертной системы Shell

базы знаний с соответствующими средствами представления знаний. С точки зрения непрофессионала, его можно рассматривать как пустую чашу, которую еще предстоит заполнить элементами экспертных знаний, которые вместе с механизмом вывода могут использоваться для обработки запросов пользователей для создания решений пользовательских проблем. По сути, любая компьютерная программа, которая при поставке с определенной базой знаний выдает экспертную систему, называется оболочкой экспертной системы [13-14].

Как было отмечено Троллипом и Липпертом, оболочки экспертных систем предоставляют методы построения экспертных систем без обширных знаний в области программирования с помощью механизмов, которые:

- вводят решения, вопросы и правила, которым следует следовать;
- структурируют базу данных знаний, которой могут управлять последующие части системы;
- проверяют возможные нарушения поверхностной достоверности;
- управляют «механизмом вывода», который работает по правилам, задает вопросы пользователям и определяет, является ли конкретное решение действительным.

Оболочка экспертной системы отвечает:

- за управление и обработку запросов на

ввод и обслуживание от пользователей и генерирование выходных данных;

- поддержку создания и модификации правил вывода инженерами знаний;
- перевод созданных правил вывода в машиночитаемые формы;
- обработку информации, предоставленной пользователем и модулями прикладного уровня, и соотнесение такой информации с концепциями, содержащимися в базе знаний, с помощью правил вывода;
- предоставление решений для конкретных проблем в рамках своей интегрированной области знаний;
- предоставление средств для неопределенных рассуждений;
- предоставление средств для представления знаний и редактирования содержимого базы знаний;
- предоставление низкоуровневой поддержки компонентам экспертной системы [4].

По сути, системная оболочка безразлична к правилам, которые она выполняет. Это различие очень важно, поскольку оно означает, что оболочка экспертной системы может быть применена ко многим различным проблемным областям с небольшими изменениями или без них. Это также означает, что редактирование правил экспертной системы может внести некоторые изменения в поведение программы, не

обязательно затрагивая базовый управляющий компонент – оболочку.

Один из способов создания экспертной системы, помимо создания ее с нуля, заключается в том, что она может быть построена с использованием части уже разработанной программной системы, которая известна как «инструмент», «скелет» или «оболочка». Используя эти программные системы, можно создавать экспертные системы, содержащие полезные методы решения проблем без каких-либо знаний о предметной области [6].

Ниже приведены некоторые общие компоненты оболочки экспертной системы:

1. База знаний – это хранилище фактических и эвристических знаний. Оболочка экспертной системы предоставляет одну или несколько схем представления знаний для выражения знаний о предметной области приложения.

2. Механизм рассуждения или вывода – это относится к механизмам вывода, которые используются для манипулирования символической информацией и знаниями, содержащимися в базе знаний, с целью формирования пути рассуждения к решению проблемы.

3. Подсистема получения знаний – это подсистема, которая помогает экспертам создавать базы знаний. Она содержит язык представления знаний. Процесс сбора соответствующих знаний предметной области, необходимых для решения проблем, и создания базы знаний по-прежнему представляет собой самое большое узкое место в создании экспертных систем.

4. Подсистема объяснения – это подсистема, которая объясняет действия системы, пытаясь объяснить причины, по которым экспертная система выбрала определенную причину действия или определенный вывод. Объяснение может варьироваться от того, как были приняты окончательные или промежуточные решения, до обоснования необходимости в дополнительных данных.

5. Пользовательский интерфейс представляет собой средство связи с пользователем. Пользовательский интерфейс обычно не является общей частью технологии экспертных систем, и ему не уделялось особого внимания

в первые годы разработки экспертных систем. Однако в настоящее время широко признано, что пользовательский интерфейс может существенно повлиять на воспринимаемую полезность экспертной системы независимо от производительности системы. Пользователи вводят запрос на естественном языке, и экспертная система обрабатывает запрос, чтобы предоставить результат, используя правило вывода для выбора подходящего решения из базы знаний.

6. Средство трассировки – это компонент оболочки экспертной системы, который позволяет отслеживать и проверять процесс вывода [7].

Использование оболочек при проектировании экспертных систем несет в себе множество преимуществ. Систему можно построить для выполнения уникальной задачи, запрограммировав оболочку так, чтобы она содержала все необходимые знания о конкретной области задач. Механизм вывода, который применяет знания к поставленной задаче (возможно), уже встроен в оболочку. Если программа не слишком сложна, и эксперт прошел некоторую подготовку по использованию оболочки, эксперт может самостоятельно запрограммировать знания в оболочку, потому что каждая оболочка экспертной системы или инструмент построения предлагают формальный язык – формат декларативных знаний в базе знаний, известный как формализм представления знаний, для кодирования знаний предметной области в базу знаний [8, 15].

Как справедливо заметил Сенер, хотя люди стремятся иметь в своем распоряжении экспертов, которых они желают, с помощью экспертных систем, приложения экспертных систем в основном остаются в области тех, кто обладает высокой квалификацией в программировании. Узкое место в приобретении знаний оставалось на протяжении многих лет, потому что разрыв между инженером по знаниям и специалистом-человеком постоянно увеличивался. Инженер по знаниям всегда воспринимается как своего рода эксперт-программист с большим количеством специализированных навыков программирования, в то время как эксперт-человек постоянно воспринимается как

внутренняя ИТ-фобия, и как таковые, знания и правила вывода могли попасть в базу знаний только через инженера по знаниям, которому, в свою очередь, приходилось сидеть месяцами, чтобы понять, попытаться понять навыки и технический язык эксперта-человека, чтобы они могли быть адекватно и точно представлены в базе знаний с использованием правильного набора правил вывода и с минимальными ошибками. Этот пробел может быть устранен, когда эксперт-человек перестанет быть новичком, чуждым процессу и технике разработки знаний с использованием оболочек экспертных систем и простых в использовании функций и модулей, предоставляемых этими оболочками. Кроме того, если бы формализмы представления знаний экспертной системы могли использовать формальный язык, который имеет тенденцию очень точно моделировать естественный язык человека, то большинство оболочек экспертных систем могли бы обеспечить форму абстракции языка программирования сверхвысокого уровня – как форму стандартизации, которой придерживались бы при создании этих оболочек, которая скрывала бы явные детали базовых исходных кодов и языка программирования, которые питают оболочку, тогда человечество испытало бы бум в разработке, внедрении и использовании экспертных систем, к которым оно всегда стремилось. Таким образом, мы предлагаем модель, в которой подчеркивается, что при наличии вышеупомянутых предложений и стандартов и при более глубоком понимании простоты программирования экспертных систем с использованием уже разработанных оболочек в конкретной предметной области или областях применения эксперты-люди фактически смогут самостоятельно осуществлять процесс разработки знаний, устраняя, таким образом, узкое место в получении знаний в короткое время и приводя к буму в разработке и использовании экспертных систем. Эта модель проиллюстрирована на диаграмме ниже (рис. 4).

Вывод: Стилиану, Мэди и Смит отметили, что выбор адекватной оболочки экспертной системы часто является разницей между успешным и неудачным промышленным применением. Но затем в научных трудах «Van Name» и

«Catchings» они отметили, что из-за большого количества пакетов оболочки экспертных систем на рынке и отсутствия стандартизированных средств для описания функций и возможностей, предоставляемых этими продуктами, – выбор подходящего пакета оболочки для приложения может быть «геркулесовой задачей» даже для опытных пользователей [3].

Сегодня существует множество коммерческих и бесплатных оболочек, обычно варьирующихся по размеру от оболочек на небольших ПК и рабочих станциях до оболочек на больших мэйнфреймах. Также различающихся по сложности от простых систем, основанных на правилах с прямой или обратной связью, требующих всего нескольких дней обучения, до сложных, что только высококвалифицированные инженеры по знаниям могут использовать их с пользой, и по масштабу от оболочек общего назначения до пользовательских оболочек, адаптированных для выполнения определенного класса задач, таких как финансовое планирование и аудит, управление процессами в режиме реального времени [3].

Несмотря на то, что большинство оболочек экспертных систем, используемых сегодня, помогают упростить задачу программирования экспертных систем, они, как правило, очень мало помогают в приобретении знаний и связанных с этим узких местах, что является совершенно другой проблемой. Приобретение знаний далее относится к задаче обеспечения экспертных систем знаниями, задаче, которая в настоящее время выполняется только инженерами знаний. Выбор метода рассуждения, или оболочки, довольно важен, но он может быть не так важен, как задача накопления высококачественных знаний, требуемых в экспертных системах. Сила экспертной системы заключается в ее запасе знаний о конкретной области задач, потому что чем больше знаний имеет экспертная система, тем более компетентной она становится [3].

Стилиану, Мэди и Смит далее определили следующие восемь категорий критериев для оценки оболочек экспертных систем:

- интерфейс конечного пользователя;
- интерфейс разработчика;
- системный интерфейс;



Рис. 4. Эффективная модель для получения знаний

- механизм вывода;
- база знаний;
- интерфейс данных;
- стоимость и другие аспекты, связанные с поставщиком [4].

Таким образом, в общем случае оболочки экспертной системы могут быть повторно использованы во многих других областях применения, как только ее база знаний будет очищена – как это было в случае с «MYCIN», в котором база знаний была очищена для формирования оболочки «EMYCIN», которая была разработана в 1970 году. Это сделало оболочку более удобной для использования в других областях приложений в том же домене. Внедрение оболочки «MYCIN» в других областях области медицинской диагностики привело к созданию системы «PUFF» для диагностики легочных заболеваний, «CADUCEUS THERAPIST» – для диагностики бактериальных инфекций, «CASNET» – причинно-следственной ассоциативной сети для диагностики и предложения методов лечения различных типов глаукомы, и это лишь некоторые из них, в которых правила были просто добавлены в базу знаний экспертами по предметной области с использованием текстовых или графических редакторов, которые затем были интегрированы в системную оболочку. Следует также отметить, что оболочки экспертных систем в основном полезны для доменов, подобных тому, для которого изначально была написана оболочка [10].

Некоторые другие распространенные примеры оболочек или инструментов экспертных

систем включают: CLIPS, JESS, AION-DS, GURU, PERSONAL CONSULTANT PLUS, AN OBJECT NEXPERT, ZEICON, GENESIA, VP EXPERT, EXPERTTECH и EXPERTTECH XI PLUS, KAS, KRITON, OPS, ROSIE, ART, KI, LOOPS, TEIRESII, RUMORS III, AGE, RITA, AGNES и другие [3].

Кроме того, слабое развитие в приобретении знаний оставалось на протяжении многих лет во многом из-за того, что инженеры по знаниям оставались единственным связующим звеном между экспертами-людьми и базой знаний экспертных систем на этапах разработки и проектирования, в сочетании с тем фактом, что инженеры по знаниям в большинстве случаев являются новичками в предметных областях, знания которых они пытаются спроектировать (рис. 5).

С помощью этой предлагаемой новой модели приобретения знаний эксперты-люди смогут повторно использовать эти оболочки экспертной системы и программировать свои знания в области непосредственно в базу знаний без узкого места, связанного с инженерами знаний, как единственным интерфейсом между базой знаний и экспертом-человеком на этапах разработки экспертной системы [16, 17].

Исследования могут быть проведены в области языковых формализмов представления знаний оболочек экспертных систем с целью разработки более высокоуровневой формы языка, чтобы они были ближе к естественному языку человека. Улучшенные абстракции ти-

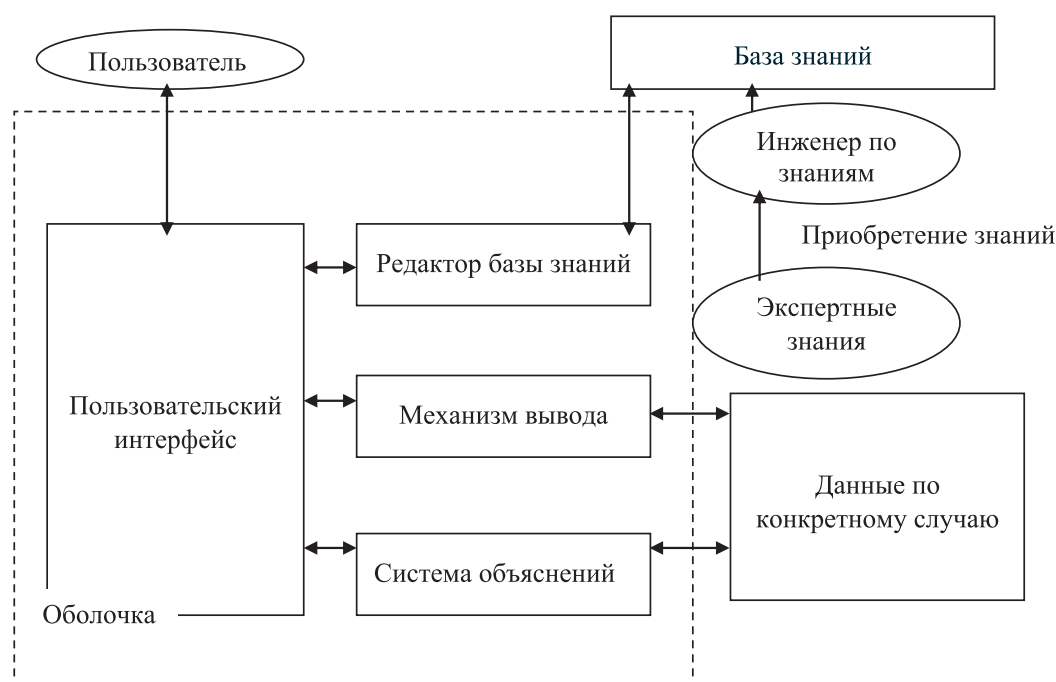


Рис. 5. Архитектура экспертной системы, иллюстрирующая текущий процесс получения знаний.

пов данных, методы и классы могут быть разработаны и добавлены в некоторые из существующих языков программирования высокого уровня, чтобы они могли быть более полезными для программирования на основе основной логики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минцаев. М. Ш., Барзаева М. А., Таймасханов З. Х. Анализ и перспективная оценка состояния образовательного сектора и рынка труда Чеченской Республики // Журнал «TERRA ECONOMICUS» Южного федерального университета. Том № 10. № 2-2. 2019.
2. Алисултанова. Э. Д., Моисеенко Н. А., Албакова А. А. Использование информационных систем для оценки научной деятельности преподавателей вуза // Управление образованием: теория и практика. № 6-46. 2021.
3. Алисултанова. Э. Д., Моисеенко Н. А., Усамов И. Р. Цифровая образовательная среда как основа формирования современного IT-специалиста // ЦИТИСЭ. № 3 (20). 2019.
4. Экспертные системы (оболочки). 2020. URL: <https://www.tadviser.ru/>
5. Оболочки экспертных систем. 2017. URL: <http://www.aiportal.ru/>
6. Представления знаний в интеллектуальных системах, экспертные системы. 2018. URL: <https://habr.com/>
7. Алан. Гарнем. Искусственный Интеллект: Введение. Лондон, Соединенное Королевство. 2017. URL: <https://www.ijsr.net/>
8. Брайан С. Тодд. Введение в экспертные системы. Оксфорд, Англия: Оксфордский университет, 2012.
9. Купер. Г. Ф. Современные направления исследований в области разработки экспертных систем на основе сетей убеждений. Применяемые Стохастические модели и анализ данных. 2018.
10. Гудолл А. Руководство по экспертным системам. Изученная информация. Оксфорд, Нью-Джерси, 2015.

11. Вулери Л. К., Харр Д. С. и Харр Д. Л. Оболочка экспертной системы как экономически эффективный инструмент прогнозирования риска преждевременных родов // Журнал Американской ассоциации медицинской информатики. 1995. С. 986.
12. Лауритцен С. Л., Шпигельхальтер Д. Дж. Локальные вычисления с вероятностями на графических структурах и их применение к экспертным системам // Журнал Королевского статистического общества. 1988. С. 157-224.
13. Салим А. Вильявисенсио и М. А. Тиммерман. Метод оценки оболочек экспертных систем для обучения в классе // Журнал промышленных технологий. Том 19. № 1. 2012.
14. Магед Н., Камель Булос. Оболочки экспертной системы для быстрой разработки модуля поддержки клинических решений: Демонстрация ESTA простой системы, основанной на правилах, для диагностики выделений из влагалища // Журнал исследований в области информатики здравоохранения. 2012. № 18 (4). С. 252-258.
15. Овидиу С. Норан. Эволюция экспертных систем. Университет Гриффита, Школа вычислительной техники и информационных технологий, Квинсленд, Австралия. 2003.
16. Алан Грэм. Искусственный Интеллект: Введение. Лондон, Соединенное Королевство. (1987). URL: <https://vc.ru/>.
17. Кутепов М. М., Иляшенко Л. К., Морозов Д. Л. Технологии организации учебного процесса с использованием онлайн-курса // БГЖ. 2019. № 1 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/>.
18. Адаева Х. Н., Халиева Х. С. Построение информационного общества через призму развития технологических инноваций // Вестник ГГНТУ. Гуманитарные и социально-экономические науки. 2020. Т. 16. № 2 (20). С. 5-11.

EXPERT SYSTEMS SHELL: AN EFFECTIVE KNOWLEDGE ACQUISITION MODEL

© I. R. Usamov, B.Zh. Yukhigov, Z. A. Magazieva

GSTOU named after acad. M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia

An expert system is an intelligent computer program that uses knowledge and inference procedures to solve problems that are considered complex enough to have enough human experience to solve them. Since the introduction of the first expert systems in the early 1970s and the subsequent successes combined with the benefits that humanity received from these early expert systems and their successors. one would expect that five decades later there would be a boom in the use of expert systems to perform more specialized tasks in specific applications. The reasons for this may be due to the nature of technical factors, financial consequences, cultural and religious beliefs and restrictions associated with the introduction of expert systems, especially in underdeveloped countries, or the lack of sufficient knowledge about the existence of expert system shells and the tools, utilities and tools provided by them that make the development of new expert systems a kind of "pretty easy thing". This article focuses on the basic concept of expert system shells in order to highlight their basic use and create some form of in-depth general understanding of some of the components and utilities they provide, offering a more effective knowledge acquisition model that would eliminate the bottleneck in knowledge acquisition in the development of expert systems, as well as highlight the functions performed by expert system shells, in an attempt to emphasize their reusability in various other specific applications within, or outside the same area.

Keywords: expert systems, expert system shells, knowledge base, human expert, knowledge engineer, expert knowledge, knowledge model.

REFERENCES

1. Mintsaeв, M. Sh., Barzayeva, M. A. and Taimaskhanov Z. H. (2019) Analiz i perspektivnaya otsenka sostoyaniya obrazovatel'nogo sektora i rynka truda chechenskoй respubliki. Zhurnal «TERRA ECONOMICUS» Yuzhnogo federal'nogo universiteta. [Analysis and perspective assessment of the state of the educational sector and the labor market of the Chechen Republic. The journal «TERRA ECONOMICUS» of the Southern Federal University]. Volume 10. № 2-2.
2. Alisultanova, E. D., Moiseenko, N. A. and Albakova, A. A. (2021) Ispol'zovanie informatsionnykh sistem dlya otsenki nauchnoy deyatel'nosti prepodavatelei vuza. Zhurnal «Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika». [The use of information systems for evaluating the scientific activities of university teachers. Journal «Education Management: Theory and Practice»]. Issue 6-46.
3. Alisultanova, E. D., Moiseenko, N. A. and Usamov, I. R. (2019) Tsifrovaya obrazovatel'naya sreda kak osnova formirovaniya sovremennogo IT-spetsialista. Zhurnal «TsITISE». [Digital educational environment as the basis for the formation of a modern IT specialist. Journal «CITISE»]. № 3 (20).
4. Ekspertnye sistemy (obolochki). (2020) [Expert systems (shells)]. Available at: URL: <https://www.tadviser.ru/>
5. Obolochki ekspertnykh sistem. (2017). [Expert systems shells]. Available at: URL: <http://www.aiportal.ru/>
6. Predstavleniya znaniy v intellektual'nykh sistemakh, ekspertnye sistemy (2018). [Knowledge representations in intelligent systems, expert systems]. Available at: URL: <https://habr.com/>
7. Alan Garnham (2017). Iskusstvennyi Intellekt: Vvedenie. London, Soedinennoe Korolevstvo. [Artificial Intelligence: An Introduction. London, United Kingdom]. Available at: URL: <https://www.ijsr.net/>
8. Brian, S. Todd. (2012) Vvedenie v ekspertnye sistemy. Oksfordskii universitet. [Introduction to expert systems]. Oxford University, Oxford, England.
9. Cooper, G. F. (2018) Sovremennye napravleniya issledovaniy v oblasti razrabotki ekspertnykh sistem na osnove setei ubezhdenii. Primenyaemye Stokhasticheskie modeli i analiz dannykh. [Modern research directions in the development of expert systems based on belief networks. Applied Stochastic models and data analysis].
10. Goodall, A. (2015) Rukovodstvo po ekspertnym sistemam. Izuchennaya informatsiya. [Guide to Expert Systems. Studied information]. Oxford, New Jersey.
11. Woolery, L. K., Harr, D. S. and Harr, D. L. (1995) 'Obolochka ekspertnoi sistemy kak ekonomicheski effektivnyi instrument prognozirovaniya riska prezhddevremennykh rodov'. Zhurnal Amerikanskoi assotsiatsii meditsinskoi informatiki. [«The shell of an expert system as a cost-effective tool for predicting the risk of premature birth» Journal of the American Association of Medical Informatics]. p. 986.
12. Lauritzen, S. L. and Spiegelhalter, D. J. (1988) 'Lokal'nye vychisleniya s veroyatnostyami na graficheskikh strukturakh i ikh primeneniye k ekspertnym sistemam'. Zhurnal Korolevskogo statisticheskogo obshchestva. [«Local calculations with probabilities on graphical structures and their application to expert systems». Journal of the Royal Statistical Society]. Pp. 157-224.
13. Doctor of Medical Sciences Villavicencio, Salim, A. and Timmerman, M. A. (2012) 'Metod otsenki obolochek ekspertnykh sistem dlya obucheniya v klasse,. Zhurnal promyshlennykh tekhnologii. [«Method of evaluation of expert systems shells for classroom teaching». Journal of Industrial Technologies]. Volume 19. № 1.
14. Maged, N. Kamel Bulos (2012) 'Bulos «Obolochki ekspertnoi sistemy dlya bystroй razrabotki modulya podderzhki klinicheskikh reshenii: Demonstratsiya ESTA prostoi sistemy, osnovannoi na pravilakh, dlya diagnostiki vydelenii iz vlagalishcha». Zhurnal issledovaniy v oblasti informatiki zdavookhraneniya. [«Expert system shells for the rapid development of a clinical decision support module: ESTA demonstration of a simple rule-based system for the diagnosis of vaginal discharge». Journal of Health Informatics Research]. 18 (4). Pp. 252-258.

15. Ovidiu, S. Noran (2003) *Evolyutsiya ekspertnykh sistem*. Universitet Griffita, Shkola vychislitel'noi tekhniki i informatsionnykh tekhnologii. [Evolution of expert systems. Griffith University, School of Computing and Information Technology]. Queensland, Australia.
16. Alan, Graham (1987) *Iskusstvennyi Intellekt: Vvedenie*. [Artificial Intelligence: An Introduction]. London, United Kingdom. Available at: URL: <https://vc.ru/>.
17. Kutepov, M. M., Ilyashenko, L. K. and Morozov, D. L. (2019) 'Tekhnologii organizatsii uchebnogo protsessa s ispol'zovaniem onlain-kursa'. *BGZh*. [Technologies for organizing the educational process using an online course. BGZH]. № 1 (26). Available at: URL: <https://cyberleninka.ru/>.
18. Adaeva, H. N. and Halieva, H. S. (2020) 'Postroenie informacionnogo obshhestva cherez prizmu razvitija tehnologicheskikh innovacij'. *Vestnik GGNTU. Gumanitarnye i social'no-jekonomicheskie nauki*. [Building the information society through the prism of the development of technological innovations. Herald of GSTOU. Humanitarian, social and economical sciences]. V. 16. № 2 (20). Pp. 5-11.