

УДК 004.891

В.М. Рувинская, А. Шумицкий

Одесский национальный политехнический университет, Украина

Многоцелевая экспертная система на основе правил-продукций

В статье показаны результаты проведенного исследования с целью определения способов визуализации работы с экспертными системами на основе различных моделей представления знаний. Была разработана визуальная среда пользователя для оболочки многоцелевой экспертной системы на основе правил-продукций. Визуальная среда отображает факты, знания и выводы, которые используются пользователем в процессе и после проведения консультации. Разработанная визуальная среда и модифицированная оболочка экспертной системы были опробованы на существующей базе знаний.

Введение

Экспертные системы относятся к классу интеллектуальных систем, основанных на знаниях. Экспертные системы находят широкое применение в областях, где создание точных методов решения задач трудоёмко или невозможно. Для решения таких задач обычно привлекается специалист высокой квалификации, который решает задачи на основе собственного опыта. Такого специалиста называют экспертом в данной области. Человек или организация обращаются к эксперту, описывают сложившуюся ситуацию и получают решение проблемы. Экспертные системы – это специальные программы, предназначенные для автоматизации решения подобных задач

Задача разработки экспертной системы (ЭС) по выбору методов монтажа конструкций решалась в составе более общей проблемы – создания САПР (системы автоматизированного проектирования) технологии в строительстве.

Метод монтажа конструкций можно, как правило, описать с помощью некоторой иерархической структуры [1], включающей на верхнем уровне организацию монтажа, механизацию, дополнительные операции, способы управления. В свою очередь эти компоненты можно расчленить, например, организация монтажа включает в себя способ установки конструкций, способ их укрупнения, доставки. Аналогично можно расчленить и другие составляющие. Причем на высоких уровнях иерархии в этой структуре будут присутствовать компоненты, относящиеся к любым строительным конструкциям. Чем ниже мы будем спускаться по структуре, расчлняя метод монтажа, тем чаще там будут появляться компоненты, относящиеся к определенным типам конструкций, подтипам и т.п. На рис. 1 представлена иерархическая структура для описания метода монтажа. Каждая составляющая метода монтажа может принимать несколько значений.

Далее, существуют правила, которые позволяют определить методы монтажа для каждого конкретного случая. Это значит – определить значения для

всех компонентов иерархической структуры. Чтобы сформулировать такие правила, необходимо для каждого типа конструкций определить факторы, влияющие на выбор методов монтажа. Например, для опор линий электропередач этими факторами являются: тип опоры, уровень стесненности стройплощадки, количество стесняющих сторон (всего и пересекающих ось высоковольтной линии), характер местности (проходима или нет для наземных механизмов), масса опоры, расстояние от основания до центра масс опоры. Кроме того, учитываются влияния компонентов метода монтажа друг на друга.



Рис. 1. Дерево целей методов монтажа строительных конструкций

Экспертная система в составе САПР технологии строительства

В системе AutoCAD реализована оболочка экспертной системы консультирующего типа на базе внутреннего языка AutoLISP, которая использована при создании программного обеспечения САПР проектов производства работ (ППР) [2].

Экспертные системы, созданные на основе оболочки, позволяют проводить одноцелевые и многоцелевые консультации в различных областях проектирования внутри графического редактора AutoCAD. Система состоит из трех программ: транслятора правил, транслятора словаря и решателя, использующего обратный логический вывод и поиск в глубину для проведения консультации.

База знаний должна состоять в общем случае из двух файлов: базы правил и толкового словаря. База правил содержит гипотезы, т.е. возможные значения целей, и правила, а словарь – толкования терминов и антонимы для терминов. Однако словарь может быть пустой, а база правил, состоящая из списка гипотез и продукций, может содержать только гипотезы. Входная информация вводится пользователем в ответ на вопросы ЭС.

Перед обработкой знаний их предварительно транслируют. При этом гипотезы, правила, толкования слов и пары антонимов собираются и записываются в структурированные списки AutoLISP, которые в дальнейшем легко обрабатываются при консультации.

Машина вывода пытается доказать одну из гипотез. Сначала выбираются правила, где гипотеза присутствует в виде вывода правила – список возможных правил. Все правила проверяются поочередно. Проверка текущего правила – это проверка его посылок (условий). Посылки проверяются в следующей последовательности:

- 1) Если посылка есть в списке фактов, значит она верна.
- 2) Если посылка есть в списке отрицательных ответов, значит она неверна.
- 3) Является ли посылка выводом какого-либо другого правила (может быть не одного)? Если да, то проверяется это правило(а), после чего возвращаемся назад. Для этого используется рекурсивный вызов функций и стековая организация памяти. В этом случае происходит «связывание» правил. В системе используется поиск «сначала вглубь».
- 4) Если с помощью 1), 2) и 3) не удалось проверить посылку, то тогда задается вопрос пользователю.

Если все посылки некоторого правила из списка возможных для некоторой гипотезы верны, то гипотеза считается доказанной. Если перебраны все возможные правила для некоторой гипотезы, и гипотеза не доказана, то начинается доказательство следующей гипотезы. Если все гипотезы не доказаны, то система сообщает об этом и просит пользователя самого выбрать одну из гипотез из предлагаемого списка.

Разработанная экспертная система использована для проведения консультаций по методам монтажа конструкций. На рис. 1 изображено дерево целей для данной предметной области.

Такая база знаний на практике оказалась слишком обобщенной, и в дальнейшем была создана специализированная база для одного типа конструкций – монтажа опор линий электропередач. Она содержит 350 правил в 12 базах правил. Словарь включает в себя 57 пар антонимов и толкования 25 терминов.

Модернизация экспертной системы

Для описанной выше системы решено было разработать и реализовать графический пользовательский интерфейс, а также сделать ее независимой от графического редактора AutoCAD.

Для этого необходимо было переписать ее с использованием современных программных средств.

При модификации оболочки она была переписана на язык Common Lisp. Это было сделано для обеспечения её независимости от САПР AutoCAD и существования как независимого программного продукта.

Язык Common Lisp был выбран из-за того, что он близок к языку AutoLisp, на котором оболочка была первоначально реализована, что облегчает процесс модификации. Кроме того, именно этот диалект языка Lisp наиболее

распространён и для него существует множество коммерческих и свободно распространяемых систем программирования [3].

Был проведен обзор современных Lisp'ов. В результате был выбран Corman Common Lisp (Corman Lisp) [4]. Данная реализация свободно доступна в сети Интернет и всегда поставляется в полном комплекте. Основой системы является компилятор языка Lisp, разработанный Р. Корманом. Система включает в себя интегрированную среду разработки программ и дополнительные библиотеки.

Среда разработки программ в незарегистрированной версии системы имеет ограничение на время использования. Она достаточно проста и содержит только текстовый редактор программ и окно интерпретатора.

Сама система, помимо поддержки стандарта Common Lisp, предоставляет собственные расширения языка. К ним относятся специальный С-парсер, позволяющий загружать заголовочные файлы С-программ для вызова их функций, и встроенный ассемблер.

Вместе с системой поставляется большое число дополнительных библиотек. Наиболее важные из них это FFI – интерфейс вызова функций из внешних модулей, написанных на других языках программирования, THREAD – для организации многопоточного исполнения программ, WIN32 – содержит некоторые определения и функции WIN32 API.

Система содержит компилятор, генерирующий байт-код. Особенностью данной реализации является то, что все функции программы компилируются сразу после их определения, таким образом исполняется всегда байт-код и система фактически не содержит Lisp-интерпретатора.

Система позволяет производить независимые исполняемые EXE-файлы.

К недостаткам системы следует отнести неразвитость средств для создания графического интерфейса пользователя.

Реализация интерфейса пользователя в данной реализации требует программирования на WinAPI. Для этого в неё включена библиотека, содержащая вызовы WinAPI функций, «обёрнутых» в Lisp-функции. Однако данная библиотека поддерживает весьма ограниченный перечень WinAPI-функций, что практически ограничивает её использование для создания программ с оконным графическим интерфейсом. Кроме того, нет никаких специализированных средств, облегчающих эту работу. Поэтому для реализации графического интерфейса пользователя желательно использовать дополнительные средства и языки программирования, например, язык Visual C++. Самым главным преимуществом этого языка является наличие мощной интегрированной среды разработки, которая облегчает написание приложений с оконным интерфейсом пользователя.

Способы визуализации хода консультации экспертной системы определяются, прежде всего, данными, которые пользователь должен вводить в систему и которые система должна ему сообщать.

Главное окно программы представлено на рис. 2. В ходе консультации в окне отображаются: дерево целей, в котором пользователь отмечает те, которые он хочет решать; списки верных и неверных фактов, текущая проверяемая цель, гипотеза, правило, вопрос к пользователю. Пользователь отвечает на вопрос,

нажимая кнопки «Да» или «Нет», кроме того, он может вызвать отображение пояснения термина, фигурирующего в вопросе.

Перед началом работы пользователь должен выбрать файл, который описывает базу знаний. Этот файл описывает дерево целей, хранит имена файлов баз правил для каждой доказуемой цели и файла словаря.

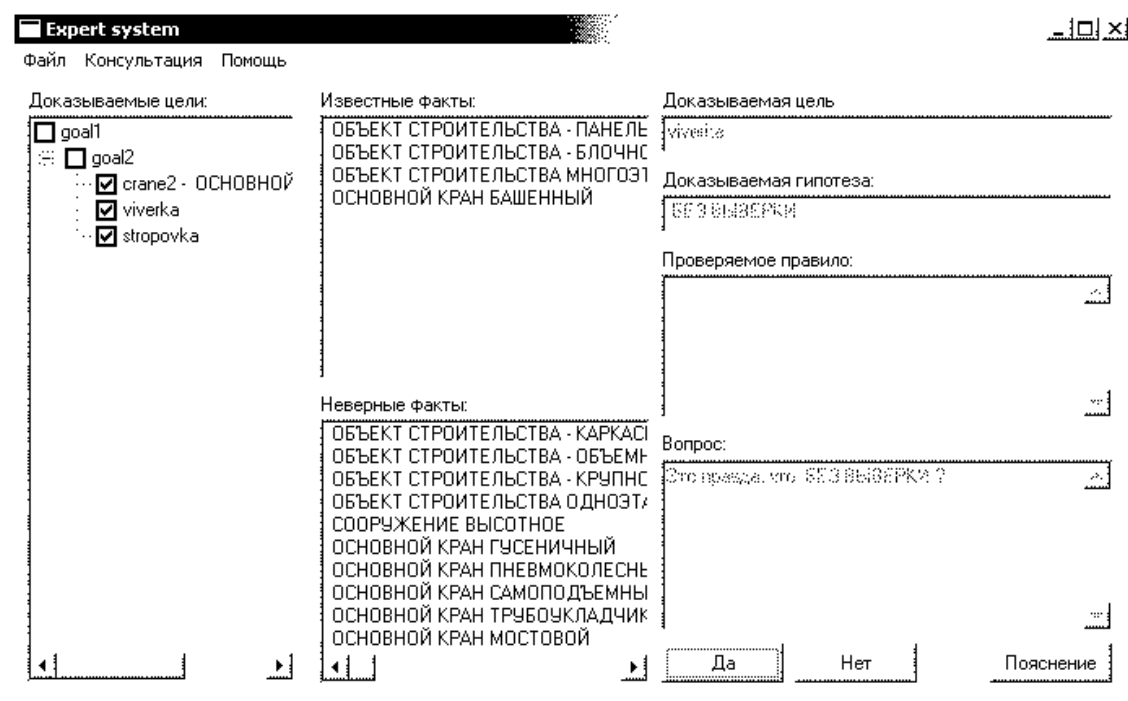


Рис. 2. Главное окно программы

В результате, оболочка экспертной системы состоит из двух модулей – модуля машины выводов и модуля интерфейса пользователя. Последний реализован в виде динамически подключаемой библиотеки.

Проектирование интерфейса для эксперта

Проектирование интерфейса эксперта заключалось в определении необходимых визуальных средств для представления содержимого базы знаний при её пополнении или модификации. При этом рассмотрены были три модели представления знаний: продукционная, семантические сети и фреймовая.

В продукционной модели инженер по знаниям, прежде всего, выявляет понятия или термины предметной области. Кроме этого, он должен определить цель или дерево целей и возможные решения для них. Исходя из этого, было предложено представлять на экране списки понятий и графическое изображение дерева целей с решениями.

Кроме этого, инженер по знаниям формирует правила. Этот процесс можно отображать в виде списка правил с отображением левой и правой частей. Либо можно для каждого решения выбирать понятия, описывающие приводящую к нему ситуацию, и оставлять программе самой составлять правила.

В семантической сети инженер также составляет список понятий, после чего связывает их с помощью отношений, причём обычно используется ограниченное их число. Составление таких списков соответствующим образом отображается на экране. Сама семантическая сеть изображается в виде графа, у которого вершины – это понятия, а стрелки – отношения.

Во фреймовой модели, в отличие от семантической сети, строится список фреймов. При этом для фреймов определяются слоты. Фреймовая модель представляется в виде сети фреймов, и визуально это можно производить так же, как отображается диаграмма классов в системах для объектно-ориентированного программирования.

Заключение

В результате выполнения работы были получены следующие результаты:

1. Была модифицирована существующая оболочка многоцелевой экспертной системы. Модифицированная оболочка работает как автономный программный продукт и может быть использована для проведения консультации в любой предметной области, для которой можно сформировать продукционную базу знаний.
2. Было проведено исследование с целью определения способов визуализации работы с экспертными системами на основе различных моделей представления знаний.
3. Была разработана визуальная среда пользователя для оболочки многоцелевой экспертной системы на основе правил-продукций. Визуальная среда отображает факты, знания и выводы, которые используются пользователем в процессе и после проведения консультации.
4. Разработанная визуальная среда и модифицированная оболочка экспертной системы были опробованы на существующей базе знаний.

Дальнейшая разработка должна включать реализацию визуальной среды для работы с базой знаний эксперта или инженера по знаниям. Кроме того, можно расширить продукционную модель представления знаний, использующуюся в данной системе, элементами из других моделей представления знаний, например семантических сетей.

Литература

1. Технология и организация монтажа строительных конструкций: Справочник / Под ред. В.К. Черненко, В.Р. Баранникова. – К.: Будивельник.
2. Рувинская В.М. Опыт создания экспертной системы для выбора метода монтажа конструкций линий электропередач // Будівництво України. – 1999. – № 3.
3. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001.
4. Corman lisp Home page // <http://corman.net/CormanLisp.html>

The expert system shell for performing multipurpose consultations on technology engineering in construction was designed. The knowledge base describes the method of constructions erection. The rules base was created for each component of erection method. The shell is task-independent, it can be used while technology specialists training.

Статья поступила в редакцию 04.07.02.