

## ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

к.т.н. проф. Г. Ф. Дюбко, П. Л. Самофалов

В предлагаемой работе авторы рассматривают вопросы, связанные с представлением знаний и концептуальными вопросами проектирования и реализации экспертных систем. Существенным элементом предлагаемой технологии разработки экспертных систем являются таблицы решений.

Под интеллектуальными системами (ИС) понимают прежде всего системы, оперирующие знаниями. Являясь в конечном счете интеллектуальными системами, ИС при их разработке приводят к тем же проблемам, что и программные системы. Поэтому при разработке ИС применяют те же приемы, что и при разработке программы: оболочки, настраиваемые на конкретную работу с помощью структур данных; специальные языки; программные схемы и т. д.

Одним из важных классов интеллектуальных систем являются экспертные системы (ЭС). Авторы, находясь на позициях автоматизированной технологии разработки ЭС, рассматривают некоторые концепции разработки ЭС. Рассматриваемые концепции реализуются в виде компонент (например, Delphi) некоторой интегральной технологии разработки ЭС.

ЭС моделирует работу специалиста - эксперта в некоторой проблемной области. Экспертом может считаться человек, понимающий язык формулировки задачи, умеющий выбрать стратегию решения задачи, обладающий умениями манипулировать объектами предметной области на каждом шаге решения. Схема, представленная на рис.1, позволяет моделировать действия эксперта.

Структурные элементы и процедурные блоки, представленные на рис.1, могут рассматриваться как компоненты технологии разработки ЭС. При этом такие структуры данных как базы знаний, являются, в свою очередь, довольно сложными объектами со своими процедурами, определяющими поведение таких структур. Здесь мы обсудим некоторые аспекты представления знаний и эффективности связанных с ними процедур.

Исходными данными для ЭС является исходная языковая конструкция (ИЯК), которая может формулироваться на подмножестве естественного языка.

Авторами разрабатывается языковой процессор (ЯП), который позволит понимать смысл естественного языка. В основу ЯП положена процедура синтаксического анализа в атрибутивной транслирующей грамматике, поддерживаемой смыслом. В качестве моделей смысла используется суперпозиция языковых функций, предложенных авторами. ЯП настраивается на конкретную языковую область с помощью ЯБЗ. Результатом работы ЯП является ЯК в виде атрибутивного синтаксического дерева, полученного в результате формального вывода с использованием ЯБЗ.

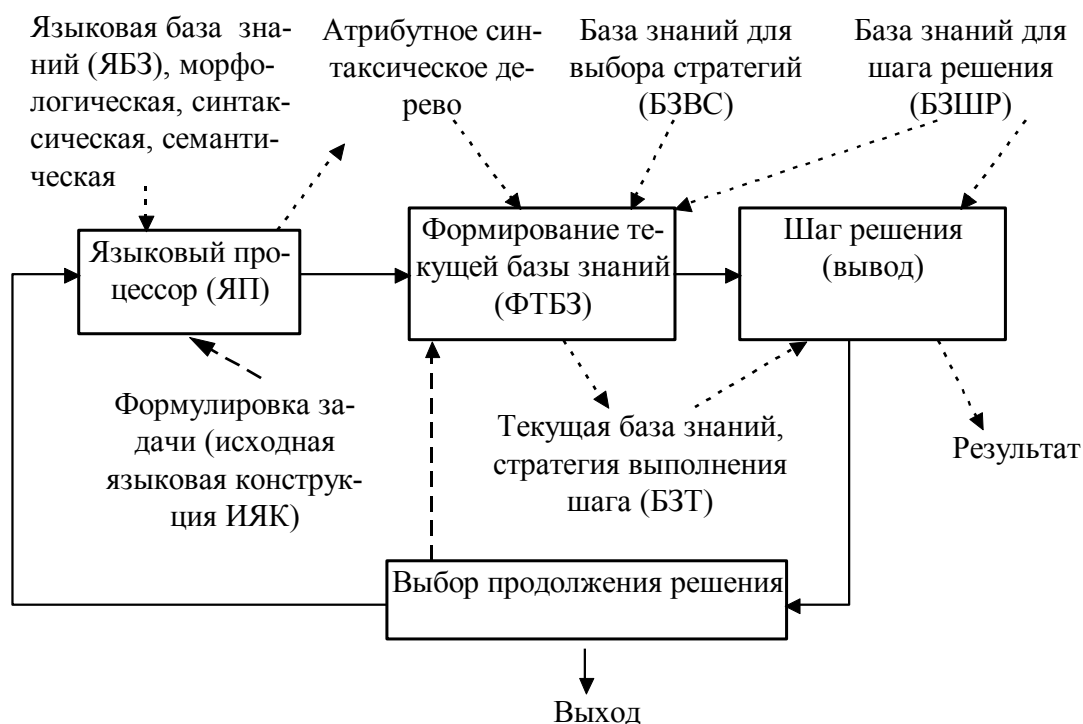


Рис.1. Концептуальные элементы разработки ЭС

Атрибутивное синтаксическое дерево (АСД) задает в формальном виде объекты и отношения между ними. Для выбора стратегии решения задачи АСД представляет исходные данные. Знания же для этого выбора содержатся в БЗВС, которая представляется в виде многоуровневой семантической сети. Вывод будет производиться на ограниченной БЗТ под управлением заданной стратегии.

Отметим, что схема на рис. 1 вместила в себя базы знаний с различными формами представления. Так, ЯБЗ и атрибутивные деревья явно тяготеют к фреймовой модели представления знаний, БЗВС — семантическая сеть на продукционной системе, БЗШР — логическая модель. Эта схема несомненно отвечает стремлению разработчиков технологий построения ЭС интегрировать в одной системе различные модели знаний [1].

Предложенный подход к разработке экспертных систем был апробирован в различных проблемных областях: обучающие системы, проблемы диспетчеризации, автоматическое распознавание речи, автоматический перевод. Были разработаны фрагменты соответствующих баз знаний и программных систем. Эксперименты с этими фрагментами дают обнадеживающие результаты. Существенным элементом предлагаемой технологии разработки ЭС являются таблицы решений. Они применяются как управляющие компоненты формального вывода (вывод в грамматиках, логический вывод), что позволяет говорить о стратегии вывода. Кроме того, таблицы решений применяются для формулировки БЗВС. Система связанных таблиц решений есть аналогия многоуровневой семантической сети, сформулированной на продукциях. Применение таблиц решений для формулировки стратегий вывода и баз знаний является весьма эффективным, так как значительно упрощает этот трудоемкий процесс. Получение же машинных эквивалентов таблиц решений происходит автоматически путем компиляции.

Продемонстрируем на простом примере разработку ЭС для работы с алгебраическими выражениями. Пусть нам необходимо решить уравнение, например,

$$x(x+1)=5 \quad (1)$$

Языковая конструкция (1) преобразуется языковым процессором в дерево. На рис. 2 представлена таблица решений TP1, являющаяся фрагментом БЗВС.

Если комбинация условий не совпадает с  $R_1$ , нужно переходить в другие таблицы (TP2-TP5), т.е. на другие уровни сети. В соответствии с  $R_1$  формулируются операции умножения и соответствующие предикаты.

Факты: 
$$UR(\text{conc}(\varepsilon, x, x+1, \varepsilon)); \quad (2)$$

$$UM_{\text{одн,мног}}(x, x+1), \quad (3)$$

цель: 
$$\neg UR(\alpha, \beta). \quad (4)$$

В БЗШР содержится предикат - правило

$$\neg UR(\text{conc}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4), \beta) \vee \neg UM_i(\alpha_2, \alpha_3) \vee UR(\text{conc}(\alpha_1, f^*_i(\alpha_2, \alpha_3), \alpha_4), \beta), \quad (5)$$

который вместе с (2), (3), (4) будет включен в ВЗТ. Кроме того, будет выдана стратегия: “Вывод в хорновской системе дизъюнктов”.

| TP1                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------|---|---|---|---|---|
| D=‘уравнение’          |   |   |   |   |   |
| D.f одна переменная    |   |   |   |   |   |
| D.‘*’<br>D.левая_часть | ∈ |   |   |   |   |
| функция ∉ D            |   |   |   |   |   |
| O(D.‘*’)               |   |   |   |   |   |
| FORM UR, UM, S         |   |   |   |   |   |
| TP2                    |   |   |   |   |   |
| TP3                    |   |   |   |   |   |
| TP4                    |   |   |   |   |   |
| TP5                    |   |   |   |   |   |

Рис.2. Фрагмент БЗВС

Вывод:

$$1. \neg \text{UMодн,мног}(x,x+1) \vee \text{UR}(\text{conc}(\varepsilon, f^* \text{одн,мног}(x,x+1), \varepsilon), 5) \quad (6)$$

из (2),(5)

$$2. \text{UR}(\text{conc}(\varepsilon, f^* \text{одн,мног}(x,x+1), \varepsilon), 5) \quad (7)$$

из (3), (6)

3. <пустой дизъюнкт>, из (4),(7), последняя унификация

$$\alpha = f^* \text{одн,мног}(x,x+1), \beta = 5$$

дает результат: функция умножения одночлена на многочлен, т. е.

$$x^2 + x = 5.$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективы развития вычислительной техники. / Под ред. Ю. М. Смирнова. Кн. 2. Интеллектуализация ЭВМ.— М.:Высш. шк., 1989.—159 с.
-