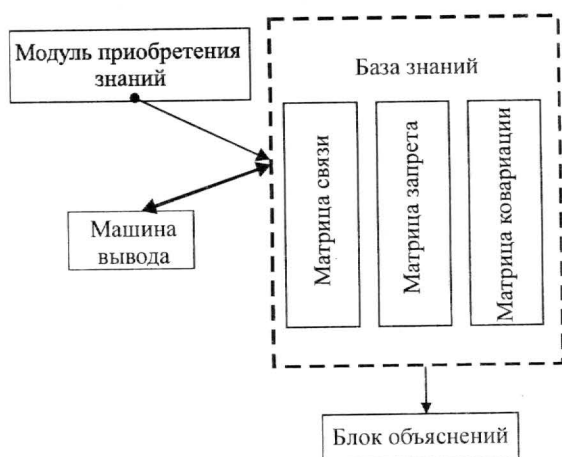


Объектно-ориентированная диагностическая экспертная система «МАЛЭКС»

А.Л.Ездаков

Московский государственный институт электронной техники
(технический университет)

При работе сложных технических комплексов возникает ряд задач, связанных с диагностикой неисправностей и сбоев. Задачи локализации и устранения неисправностей решаются с применением сложных технических средств контроля и диагностики квалифицированными работниками ремонтных служб, использующими накопленный профессиональный опыт и знания. В этой ситуации, как и в других, где решение задачи требует применения знания и опыта, целесообразно использовать диагностические экспертные системы [1].



Структура ЭСТОП

Рассмотрим принципы функционирования и структуру одного из видов экспертных систем, названных экспертными системами типа объект-признак (ЭСТОП), на примере разработанной экспертной системы «МАЛЭКС». Структура таких систем приведена на рисунке.

База знаний ЭСТОП состоит из наборов символической информации двух типов: объектов и признаков. Каждое из этих множеств может быть структурировано в зависимости от уровня дифференцирования по требуемой глубине решения (глубине определения объекта). При этом структура базы знаний иерархична, понятие более высокого уровня объединяет в себе группу понятий более низкого уровня. Кроме того, в состав базы знаний ЭСТОП входит матрица связи (МС), элементы которой указывают на наличие и отсут-

ствие, или в вероятностном случае – «уровень наличия», каждого признака для каждого объекта. Элемент МС a_{ij} в детерминированном случае может принимать следующие значения:

- 1) «0», если j -й признак отсутствует у i -го объекта;
- 2) «1», если j -й признак присутствует у i -го объекта;
- 3) «-», если j -й признак не связан с i -м объектом.

В вероятностном случае a_{ij} указывает вероятность наличия j -го признака у i -го объекта.

Важными элементами базы знаний ЭСТОП являются матрица запрета (МЗ) и коэффициенты корреляций. МЗ отражает апостериорные связи между признаками и вместе с коэффициентами корреляций участвует в определении оптимального признака.

Заполнение базы знаний ЭСТОП происходит в три этапа. Первый – этап начального заполнения. На этом этапе эксперт при участии инженера по знаниям вводит в систему множества объектов, признаков и элементов МС в диалоговом режиме с использованием многоуровневого меню. Второй этап – активное обучение («игра»). На данном этапе эксперт самостоятельно работает с системой, задавая описания возможных ситуаций и проверяя на них работу системы, при этом происходит пополнение множеств объектов и признаков, коррекция элементов МС, формирование МЗ и первичных коэффициентов корреляции. Третий этап, который можно также определить как этап самообучения, – процесс функционирования экспертной системы в реальной ситуации. На данном этапе идет постоянное накопление данных, их статистическая об-

работка и сопоставление с имеющимся знанием. В случае поступления данных, находящихся в противоречии с установленным системой запрета и коэффициентами корреляции, происходит более полная проверка ситуации. В результате проверки возможно отклонение данных как неверных (неточных) или изменение описанной МЗ системы ограничений –запретов.

Поиск решения в ЭСТОП осуществляется машиной вывода прямым путем от посылок к цели. На каждом шаге решения задачи происходит выбор оптимального признака. Оптимальность признака определяется по ряду критериев, учитывающих состояние базы знаний и на основе данных, поступивших к этому моменту в систему. Одним из основных показателей оптимальности является разделение множества по принципу «деление множества пополам».

Система проверяет выбранный признак либо в диалоге с пользователем, либо путем опроса некоторых подчиненных устройств (датчиков). В результате проверки признака происходит разбиение объектов на множества трех типов:

- 1) достоверные (в детерминированном случае полностью подтвержденные);
- 2) вероятные (в детерминированном случае имеющие не более двух опровержений);
- 3) недостоверные (исключаемые из рассмотрения).

Конечной целью работы ЭСТОП является выделение подмножества достоверных объектов и предъявление его в качестве ответа на поставленную пользователем задачу. Решение может быть достигнуто на разных уровнях (класса, подкласса, конкретного объекта) в зависимости от количества и качества полученной системой информации.

В любой момент работы ЭСТОП пользователь может прервать процесс поиска решения и затребовать объяснения пройденного системой пути. Блок объяснения ЭСТОП предоставляет пользователю информацию в виде описания пути, пройденного системой по дереву решений от начальной вершины до точки прерывания процесса, а также описания состояния системы и состава каждого из трех указанных типов множеств.

В отличие от экспертных систем общего типа [2], ЭСТОП имеют следующие особенности:

- ЭСТОП оперируют в основном численными данными, что существенно расширяет возможности применения стандартных методов математического формализма;
- возможна реализация ЭСТОП с помощью алгоритмических языков программирования типа C++, Pascal, ФОРТРАН;
- ЭСТОП носят диагностический характер и имеют узкую область применения, где связи типа объект–объект гораздо слабее связей типа объект–признак.

Разработанная экспертная система «МАЛЭКС» является объектно-ориентированной ЭСТОП, написанной на языке программирования ФОРТРАН-77 с «пустой» базой знаний, сформированной машиной вывода и дружественным интерфейсом. База знаний может содержать информацию о 300 объектах по 300 признакам. На данном этапе разработки системы связи между объектами и признаками детерминированы.

В настоящее время разрабатывается более мощная система типа объект–признак, проект которой носит условное название «БОЛЭКС».

Литература

1. Экспертные системы / Под ред. Р.Форсайта. – М.: Радио и связь, 1987. – С. 260.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – С. 382.

Поступило
18 апреля 2008 г.

Ездаков Андрей Леонидович – доцент кафедры проектирования и конструирования интегральных микросхем МИЭТ. *Область научных интересов:* искусственный интеллект, экспертные системы.