

Экспертная система проектирования валов бумагоделательных машин "ESSCAD"

С. А. Бездворных¹
Ю. А. Кликачев
А. В. Питухин

Петрозаводский государственный университет

Создана производственная экспертная система, реализующая прямую цепочку логических рассуждений. Система предназначена для консультирования при проектировании валов бумагоделательной машины.

Ключевые слова: экспертные системы, проектирование, САПР, прямая цепочка логических рассуждений, база знаний.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня под термином "САПР" (в иностранной литературе используется термин CAD - Computer Aided Design) понимается гораздо большее, чем просто "программно-аппаратный комплекс для выполнения проектных работ с использованием компьютерной техники". Эта достаточно емкая область проекционного комплекса включает в себя такой элемент, как "экспертная система" (expert system), служащий для извлечения и накопления общих и частных методов принятия решений и для разрешения в соответствии с ними частных задач проектирования.

В бумагоделательном машиностроении, отличающемся высокой сложностью изготавливаемого оборудования, проблема накопления и воспроизведения знаний стоит достаточно остро. Решить данную проблему можно за счет формализации знаний, приобретенных специалистами в области бумагоделательного машиностроения за время работы. Инструментарием в процессе формализации выступают экспертные системы (ЭС), обеспечивающие существенный рост производительности труда специалистов, улучшение качества их работы. При этом сокращается потребность в привлечении экспертов. Примером использования формализованных знаний и реализации основных законов и правил построения экспертных систем может являться система "ESSCAD", построенная по принципу производственной экспертной системы [1] и предназначенная для оказания помощи конструкторам, инженерам, занимающимся проектированием элементов бумагоделательного оборудования. Результатом работы программы являются текстовые заключения - советы лицу, принимающему решение, представляющие собой логический вывод, полученный на основе анализа исходных данных, условий их существования и с помощью знаний, имеющихся в системе, а также необхо-

димые чертежи и схемы. Таким образом, результаты работы ЭС не являются итогом вычислений как таковых.

СПЕЦИФИКА ОТРАСЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Бумагоделательное машиностроение во многом весьма специфичная отрасль промышленности (единичное производство, очень большой ассортимент конструктивных элементов, уникальность оборудования), поэтому разработка и использование интеллектуальных систем, таких как экспертные системы, требует их значительной адаптации. Кроме того, в последнее время в нашей стране заметна тенденция компьютеризации этого рынка машиностроения, и в связи с этим внедрение систем, способных заменить или облегчить конструктору создание и управление документацией в огромных базах данных, является очень важным.

База знаний представляет собой набор логически взаимосвязанных правил типа:

Если Shaft_name=' Сукнонатяжной вал' и Mach_Speed>1000, то Ribbon_Force=5.

Структура правила приведена на рис. 1.

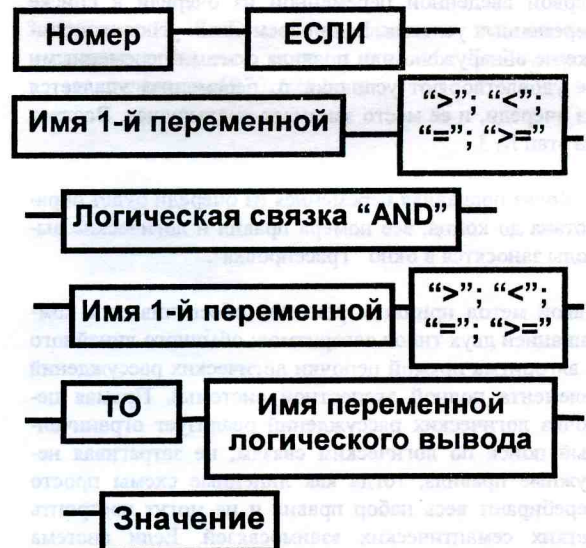


Рис. 1. Структура правила базы знаний

В условной части правила может быть несколько переменных условия, тогда как переменная логического вывода только одна. Для выполнения вывода по правилу должны выполняться все условия.

Порядок принятия экспертного решения системой "ESSCAD":

1. Программа определяет значение всех заданных пользователем переменных и инициализирует их.

¹ Авторы - соответственно аспиранты и профессор кафедры технологии металлов и ремонта

2. Система назначает первую переменную условия и заносит ее первой в очередь переменных логического вывода.

3. В списке переменных условия осуществляется поиск имени переменной, введенной на предыдущем этапе.

4. При нахождении нужного имени, определяется номер правила и число условий в правиле (число переменных условия правила).

5. Все определенные программой значения записываются в соответствующие компоненты окна "Структуры данных".

6. Осуществляется проверка поочередно всех условий правила, и, только если все они истинны, делается вывод. Если хотя бы одно из условий правила не выполняется, осуществляется поиск следующего правила с той же переменной, и программа возвращается на этап № 3.

7. Если вывод сделан, переменная логического вывода заносится последней в очередь, и алгоритм возвращается на этап № 3. Продолжается дальнейший поиск по первой введенной переменной из очереди в списке переменных условия. Если переменных условия в списке не обнаружено или правила с этими переменными не удовлетворяют условию, то переменная удаляется из очереди, и ее место занимает предыдущая. Возврат на этап № 3.

8. Когда последняя переменная из очереди будет обработана до конца, все номера правил и логические выводы заносятся в окно "Трассировка".

Такой метод принятия решения обеспечивается комбинацией двух типов алгоритмов: обычного линейного и алгоритма прямой цепочки логических рассуждений (элемента полной экспертной системы). Прямая цепочка логических рассуждений реализует ограниченный поиск по логическим связям, не затрагивая ненужные правила, тогда как линейные схемы просто перебирают весь набор правил и не могут построить четких семантических взаимосвязей. Если система располагает достаточно большой базой знаний (3000...4000 правил), то линейный алгоритм потребует весьма значительных ресурсов процессорного времени, что заметно снижает эффективность программы [2].

Реализация прямой цепочки логических рассуждений значительно сокращает объем расчетов и проверок. Представленная в виде "древа логических выражений" схема базы знаний изображена на рис. 2.

Здесь важна четкость и полнота базы знаний, и это обеспечивается качеством работы когнитолога (специалиста по базам знаний) и эксперта (представленного заказчиком или разработчиками программы).

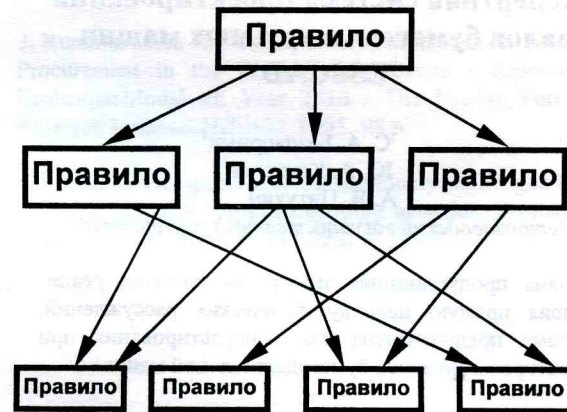


Рис. 2. Схема базы знаний

От того, насколько качественно составлена база знаний, будет зависеть качество работы самой экспертной системы. Существенное влияние на состав базы знаний оказывает область применения ЭС.

СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Программа состоит из нескольких функционально обособленных, но взаимосвязанных интерфейсом модулей:

1. *Модуль ввода переменных для анализа* состоит из трех окон, в которые заносятся: сначала - параметры бумагоделательной машины, вид вала и некоторые его параметры; затем - тип, размеры и материал заготовки рубашки вала (для трубчатой заготовки вызывается дополнительное окно-форма) [3].

2. *Модуль базы знаний* состоит из двух окон, одно из которых отображает саму базу знаний в виде таблицы с закодированными в ней экспертными правилами, а другое окно показывает список переменных (вместе с их описанием, значениями и признаками инициализации [2]), которыми манипулирует экспертная система, производя анализ характеристик вала.

3. *Модули вспомогательного типа* служат для удобства работы пользователя и отображают информацию о правилах ЭС, переменных из правил, их значениях и прочих параметрах, участвующих в обработке задачи пользователя. К ним относятся:

- окно "Структуры данных", выводящее на экран параметры экспертной системы, меняющиеся по ходу решения задачи пользователя. Здесь выводятся: список переменных условия (в нем закодированы переменные условной части правил), указатель переменных условия (выводит в двух полях номер обрабатываемого правила и номер переменной условия в правиле), очередь логического вывода (показывает очередность обработки переменных условия).

- окно "Трассировка", в котором постепенно появляется введенная пользователем и полученная в результате работы программы информация, которая затем может быть распечатана на принтере.

4. Модули информации о программе выводят информацию о программе (окна "О программе" и "Заставка"), о правилах работы с ней (окно "Помощь").

Алгоритм разработанной программы сочетает в себе элементы прямой цепочки логических рассуждений [2] и обычной линейной программы. Основа - графический интерфейс, состоящий из последовательной цепочки окон ввода исходных данных с выходом на последнее окно представления экспертного решения в форме текстового файла. Процесс принятия решения трассируется в дополнительном окне "Структуры данных", где регистрируются анализируемые параметры базы знаний (список переменных условия, список переменных логического вывода, очередь переменных логического вывода [2]).

ВЫВОДЫ

Данная программа прошла апробацию в АО "Петрозаводскмаш" и может быть использована при проектировании вспомогательных валов бумагоделательной машины.

В дальнейшем планируется развить эту систему до уровня оболочки, в которой смогут совместно или параллельно работать несколько модулей (независимых программ), например: модуль анализа конструкции вала на прочность, который будет предоставлять

данные для анализа вала самой ЭС и затем перепроверять выбор решения самой ЭС; также это могут быть модули геометрического представления решения (в виде чертежей, схем, наглядных трехмерных моделей и анимации), модули проверяющие совместимость различных типов валов в одной секции бумагоделательной машины, их взаимодействие друг с другом и пр. Причем сама ЭС "ESSCAD" будет выполнять координирующие и управляющие действия. Такую схему позволяет реализовать многозадачная ОС Windows. Кроме того, планируется значительно увеличить круг возможных решений, дополнив базу знаний, и тем самым расширить сеть взаимосвязей между компонентами базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам: Пер. с англ. / Под ред. Ф. Хайеса-Рота, Д. Уотермана, Д. Лепата. М.: Мир, 1987. 441 с.: ил.
2. Левин Р. и др. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями на Бейсике: Пер. с англ. / Предисл. М. Л. Сальникова, Ю. В. Сальниковой. М.: Финансы и статистика, 1990. 239 с.: ил.
3. Эйдлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины. 3-е изд., испр. и доп. М.: Лесная промышленность, 1970. 624 с.: ил.