

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ БЛОКА АНАЛИЗА ЗНАНИЙ В
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ЭКСНА

Н.В. Семенова

Общие сведения об инструментальной экспертной системе ЭКСНА и подробное описание Блока Анализа Знаний этой системы приведены в [1,2]. Материалы данной статьи представляют собой первую редакцию новых возможностей системы, расширяющих функции Блока Анализа Знаний.

1. Включение формульных выражений в Базу Знаний

Для приложений в различных областях оказалась необходимой возможность использования расширенного представления знаний и алгоритмов их обработки. В настоящее время База Знаний содержит правила, состоящие из булевых или количественных показателей, значения которых задаются отдельным числом, интервалом или полуинтервалом. При этом и заключения правил представляют собой либо логические утверждения, либо содержат числовые интервалы, которые и выдаются пользователю в качестве рекомендаций. Например *) ,

ЕСЛИ
Ищем сернистый газ,

*) Здесь и в дальнейшем работа системы будет иллюстрироваться на примере небольшой тестовой экспертной системы.

Концентрация вещества $<10 \text{ мг/м}^3$

ТО

Концентрация сернистого газа в норме;

Подробное описание структуры Базы Знаний и входных файлов, необходимых для ее создания, приведено в [1].

Один из способов увеличения возможностей системы реализован путем расширения структуры правил. Оно осуществлено посредством ввода в правила математических формул, по которым в процессе логического вывода вычисляются конкретные значения показателей и выдаются в качестве рекомендаций системы либо используются в дальнейшей цепочке вывода. При этом внешняя структура входных файлов практически не изменяется. В файле для ввода знаний продукционного типа, кроме описанных в [1], допускаются правила следующего вида:

ЕСЛИ

Используем линейно-колориметричес. метод,

Длина окрашенного слоя в пробирке [0.0, 100.0] мм,

Объем воздуха, взятый для пробы [0.0, 20.0] л,

ТО

@Концентрация вещества мг/м^3

P2/P3;

В формулах можно использовать произвольные константы, значения показателей входящих в правило посылок, любые арифметические операции и функции, включенные в стандарт языка PASCAL. Порядок выполнения операций полностью соответствует правилам математики и может изменяться при помощи скобок "(" и ")". Символ "P" является идентификатором переменной, соответствующей какому-либо факту из части "ЕСЛИ ...", а число после него показывает порядковый номер этого факта. Если значение показателя задается интервалом, то при вычислении используется его среднее арифметическое. Знак "@" перед именем заключения является специальным указателем программе логического вывода

обратиться к отдельной подпрограмме для осуществления синтаксического разбора и вычисления значения выражения.

Поясним работу с формулами на примере правила, приведенного выше. Допустим, что при описании своей исходной ситуации пользователь выбрал для определения концентрации вещества линейно-колориметрический метод и ввел следующие числовые данные:

Длина окрашенного слоя в пробирке 18 мм,
Объем воздуха, взятый для пробы 1.5 л.

Когда в процессе вывода программа установит возможность применения данного правила, она попытается выдать заключение правила как сообщение для пользователя. Но символ "@" перед именем факта "Концентрация вещества" вынуждает ее вызвать специальную подпрограмму. Обработывая формульное выражение "P2/P3", программа установит, что переменной P2 соответствует показатель "Длина окрашенного слоя в пробирке", а переменной P3 - "Объем воздуха, взятый для пробы", и подставит конкретные значения этих показателей (P2 = 18, P3 = 1.5) в формулу. В результате пользователю будет выдано сообщение "Концентрация вещества 12 мг/м³". Этот же результат будет внесен во временную Базу Исходных Данных и использован в дальнейшей работе логического вывода.

2. Изменение структуры входных файлов, связанное с применением формульных выражений

Структура входного файла для ввода словаря Базы Знаний подробно описана в [1]. Использование формульных выражений требует небольших дополнений. Показатели, для вычисления которых предусмотрены формулы, должны быть описаны в словаре дважды: один раз обычным образом, как показано в [1], другой - со специальным символом "@" в первой позиции строки.

Например,

```
VOU:
Ищем сернистый газ                ,0.000,1.000,      *
Концентрация вещества             ,0.000,150.000 мг/м3, *
@Концентрация вещества            ,0.000,150.000,мг/м3, *
Используем линейно-колориметричес.метод ,0.000,1.000,      *
Длина окрашенного слоя в пробирке ,0.000,100.000 мм,  *
. . .
КОНЕЦ:
```

Правила создания входного файла для ввода знаний продукционного типа тоже практически не отличаются от описанных в [1]. Необходимо лишь перед именами фактов, значения показателей которых вычисляются по формулам, поставить символ "@". Повторим пример продукции, который мы уже приводили:

ЕСЛИ

```
Используем линейно-колориметричес. метод,
Длина окрашенного слоя в пробирке [0.0 , 100.0] мм,
Объем воздуха, взятый для пробы [0.0 , 20.0] л,
ТО
```

```
@Концентрация вещества мг/м3
P2/P3 ;
```

Все остальные действия по созданию Базы Знаний и работе с Блоком Анализа Знаний не изменились. Необходимо только использовать новую программу логического вывода.

3. Использование моделей

Чтобы начать работу с блоком логического вывода, пользователь должен ввести данные о своей ситуации, т.е. ответить на вопросы системы о его конкретных условиях. Из этих ответов система создает временную Базу Исходных Данных, которая вместе со всеми правилами, хранящимися в Базе Знаний, будет использована для логического вывода.

В процессе логического вывода используются только те правила, у которых известны либо уже вычислены значения всех по-

сылок, а расстояния между ними и истинными значениями показателей, заданных в Базе Знаний, не превышают некоторого порогового значения. Подробнее о механизме логического вывода можно узнать из [2].

Одним из усовершенствований на этом пути является подключение моделей к программе логического вывода. Под моделью здесь понимаем некоторую самостоятельную программу, которая используя какие-то входные данные, выдает определенный результат. Если в процессе логического вывода окажется, что значение какого-то показателя, необходимого системе, неизвестно, но имеется модель, вычисляющая это значение, то логический вывод будет приостановлен и пользователю будет предложено следующее меню:

Доопределение показателей
Значение показателя объем пробы при нормальных условиях неизвестно. Для его нахождения (F5) Воспользуйтесь моделью или (F6) Задайте значение показателя сами.

Пользователю предлагается либо запустить модель, либо ввести неизвестный показатель вручную. Но пользователь может отказаться от обоих вариантов, нажав клавишу <ESC>. Тогда система продолжит вывод на основе имеющихся у нее Исходных Данных.

Если пользователь решил воспользоваться моделью (клавиша <F5>), то на экране появится продолжение диалога:

Задайте данные для работы модели
Температура воздуха Атмосферное давление Объем пробы, взятый для анализа

Система предлагает ввести данные, необходимые для работы модели. С помощью клавиши управления выбираются показатели и в ответ на запрос системы вводятся соответствующие им значения (или интервалы значений). Правила задания значений такие же, как и при описании исходной ситуации в начале работы с блоком логического вывода. Отличие состоит лишь в том, что необходимо задать все запрашиваемые системой данные. Если часть данных была уже введена раньше либо задана в отдельном файле, известном модели, то они не выводятся в данном меню. Если не известны значения некоторых показателей, можно отказаться от применения модели, нажав клавишу $\langle \text{ESC} \rangle$. Тогда система продолжит логический вывод на основе имеющихся у нее данных.

Если пользователь может задать значения показателя сам и он выбрал соответствующий пункт меню (клавиша $\langle \text{F6} \rangle$), то система попросит его сделать это:

Введите интервал значений показателя -

После задания всех значений для модели продолжение логического вывода осуществляется по нажатию клавиши $\langle \text{F2} \rangle$. Система обращается к модели (внешней программе) и, в случае ее успешного завершения, заносит вычисленное значение показателя в Базу Исходных Данных. В режиме ручного ввода значение показателя сразу заносится в Исходные Данные (по нажатию $\langle \text{F2} \rangle$). После этого программа логического вывода автоматически возобновляет свою работу с того места, где ее прервали, но уже с обновленными данными. Если для запуска модели недостаточно оперативной памяти, но на экране появится сообщение:

НЕ ХВАТАЕТ ПАМЯТИ ДЛЯ ЗАПУСКА МОДЕЛИ !

В этом случае программа логического вывода автоматически продолжит свою работу как при отказе от использования модели, т.е. на основе имеющихся в системе данных.

4. Изменения в структуре входных файлов, связанные с использованием моделей

Как и в случае с формульными выражениями, нужны небольшие изменения в структуре входных файлов, необходимых для создания Базы Знаний.

Во входном файле для ввода словаря Базы Знаний перед именами фактов, для вычисления значений которых есть модели (что задается в специальном файле), ставится символ "&". Например,

ВОУ:

Ищем сернистый газ	,0.000,1.000,	*
Концентрация вещества	,0.000,150.000,мг/м ³ ,	*
@Концентрация вещества	,0.000,150.000,мг/м ³ ,	*
Используем линейно-колориметричес. метод	,0,000,1,000,	*
&Объем пробы при нормальных условиях	,0.000,20.000,л,	*
Длина окрашенного слоя в пробирке	,0.000,100.000,мм,	*

• • •
КОНЕЦ:

Входной файл для ввода знаний продукционного типа отличается от описанного в п.2 лишь тем, что в правилах перед именами фактов, для вычисления значений которых могут привлекаться модели, ставится символ "&". Например,

ЕСЛИ

Объем раствора для всей пробы	[0.0 , 100.0] мл,
Объем раствора для анализа	[0.0 , 100.0] мл,
Количество выделенного вещества	[0.0 , 50.0] мг,
Используем колориметрический метод,	
&Объем пробы при нормальных условиях	[0.0 , 20.0] л,

ТО

@Концентрация вещества мг/м³
 $P3 * P1 * 1000 / (P5 * P2)$;

Этот пример, в частности, показывает, что в одном и том же правиле могут присутствовать как формульное выражение, так и указание обратиться к модели, только первое допускается в заключении правила, а последнее может присутствовать в части "ЕСЛИ...".

5. Структура входного файла для описания моделей

Для применения моделей в программе логического вывода необходимо наличие файла описаний моделей, используемых в процессе вывода (LIST_MOD.TXT). Этот файл создается пользователем и имеет следующую структуру:

```
&Имя факта I
Полная спецификация вызываемой программы
Условие I1
. . .
Условие IN
. . .
&Имя факта K
Полная спецификация вызываемой программы
Условие K1
. . .
Условие KL
end
```

Здесь символ "&" является специальным символом и размещается в первой позиции строки. За ним записывается имя факта, для вычисления значения которого Вы хотите использовать модель. Это имя должно в точности соответствовать аналогичному имени в словаре Базы Знаний и в правилах. Полная спецификация программы содержит указание полного пути и имени вызываемой программы. Далее перечисляются имена всех входных данных, необходимых для работы модели. Описания моделей отделяются друг от друга пустой строкой, "end" является меткой конца файла.

Пример файла LIST_MOD.TXT:

&Объем пробы при нормальных условиях

c:\integron\model 1.exe

Температура воздуха

Атмосферное давление

Объем воздуха, взятый для пробы

&model 2

c:\integron\model 2.exe

Условие 1 для модели 2

Условие 2 для модели 2

Условие 3 для модели 2

Условие 4 для модели 2

. . .

end

Л и т е р а т у р а

1. БУШУЕВ М.В., ЕЛКИНА В.Н., ЗАГОРУЙКО Н.Г., ШЕМЯКИНА Е.Н. Блок Анализа Знаний в инструментальной экспертной системе ЭКСНА //Методы и системы искусственного интеллекта. - Новоси - бирск, 1992. - Вып. 145: Вычислительные системы. - С.29-78.

2. ЗАГОРУЙКО Н.Г. Партнерские системы //Анализ данных и знаний в экспертных системах. - Новосибирск, 1990. - Вып. 134: Вычислительные системы. - С. 3-18.

Поступила в ред.-изд.отд.

17 июня 1994 года