

3. HENTENRYCK P., van.Constraint satisfaction in logic programming. - Cambridge: The MIT Press, 1989.

## СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

Новосельцев В.Б., Габриель В.Д., Томск

Ниже предложены структура данных и дисциплина их использования, предназначенные для организации описаний предметных областей. Подобные описания могут служить формульными спецификациями при автоматическом синтезе программ. В качестве базового используется понятие схемы отношения. Этот объект определяется выражением вида:  $T = (A_1, \dots, A_n | Q)$ , где  $A_i$  - атрибуты,  $Q$  - предикат, отражающий функциональные связи между ними. Атрибут  $A_i$  может иметь вид:  $N_i : D_i$ , где  $N_i$  - имя атрибута, а  $D_i$  - имя домена. В этом случае атрибут называется простым, а совокупность всех таких объектов образует общую часть отношения. Кроме этого, атрибут может быть представлен выражением:

$$\begin{aligned} & \text{if } P_1(x) \text{ then } A_1, \dots, A_{n1}, \dots \\ & \dots P_2(x) \text{ then } B_1, \dots, B_{n2} \text{ fi,} \end{aligned}$$

где  $A_i, B_i$  - как и прежде, атрибуты, причем по крайней мере одна из ветвей  $\text{if} \dots \text{fi}$  не содержит рекурсивно определенных описаний;  $P_j(x)$  - имена предикатов, аргументами которых выступают имена атрибутов общей части схемы отношения. Для отличия имен атрибутов на различных шагах рекурсии используется точечная дисциплина именования.

При отсутствии дополнительных условий вполне реальной представляется ситуация, когда наборы атрибутов, поставленные в соответствие одному и тому же набору объектов моделируемого "мира", появляются в разных отношениях (являясь, таким образом, различными в модели) вместе с семантически эквивалентными, но различными в предметной теории наборами связей. Последнее зачастую приводит к потере эффективности синтеза, по меньшей мере, в силу тавтологичности спецификации. Для устранения этого недостатка предложен формализм, в котором набор схем отношений дополнительно структурируется.

Базисным в предлагаемой модели является понятие метаотношения. Метаотношение определяется тройкой:  $M\tau = (H | T | R)$ , где  $M\tau$  - имя метаотношения;  $H$  - заголовок (список имен переменных метаотношения);  $T$  - список ссылок на другие метаотношения (каждая ссылка имеет вид:  $NT = (HT)$ , где  $HT$  - имя метаотношения, на которое производится ссылка,  $HT$  - список имен переменных);  $R$  -

список схем отношений данного метаотношения. Имена переменных в ссылках на некоторое метаотношение не обязаны совпадать с именами в описании метаотношения, на которое производится ссылка. Рекурсии в определениях через ссылки запрещены. В рамках одного метаотношения все имена величин глобальны, а в рамках всей модели глобальны лишь имена, указанные в заголовках метаотношений. Таким образом, существенно сокращается количество глобальных переменных в описании предметной области.

На множестве схем рекурсивных отношений заводится реляционная алгебра, описанная в [1]. Это позволяет использовать в качестве схем рекурсивных отношений выражения вида:  $H = E_{xp}$ , где  $E_{xp}$  - выражение алгебры, в котором используются имена схем данного метаотношения.

В результате возможна постановка задачи на синтез в следующем виде: "На модели по множеству аргументов Arg вычислить множество результатов Res". Для обработки данного запроса предлагается процедура:

```
PROCEDURE Query (Arg, Res, Name);
```

```
LOOP
```

```
IF <Существует метаотношение, содержащее в заголовке множество U = Arg U Res >
```

```
THEN
```

```
LOOP
```

```
IF < Существует отношение, содержащее в общей части множество U >
```

```
THEN < Производится структурный синтез > END THEN;
```

```
IF < Существует множество отношений, в объединении общих частей которых содержится множество U >
```

```
THEN < Средствами алгебры строится схема отношения, удовлетворяющая условиям первого случая > END THEN;
```

```
IF < Существует множество G отношений и ссылок на метаотношения такое, что в объединении общих частей отношений и заголовков метаотношений содержится множество U >
```

```
THEN < Формулируется запрос для каждой ссылки из G вида: Query(Narg, Nres, Nname), где Narg = H ∩ Arg; Nres = H ∩ Res, причем множество H выбирается отдельно для каждого отношения. Синтезированные процедуры помещаются в библиотеку стандартных процедур, а множество отношений пополняется отношением NRel = (Narg, Nres | Nname (Narg, Nres)); > ELSE < EXIT >
```

```
END ELSE;
```

```
END LOOP;
```

```
END THEN;
```

```
ELSE < Поиск совокупности метаотношений, содержащих множество U = Arg U Res в заголовке, и построение метаотношения в списке ссылок. Если это невозможно, то выход с неудачей >
```

```
END ELSE;  
END LOOP;  
END Query.
```

При этом происходит построение множества метаотношений, имеющих в заголовках множество переменных Arg, Res и ссылки на метаотношения, необходимые для синтеза. Очевидно, что количество элементов данного множества зависит от описания предметной области. Сформулированная процедура позволяет получить все метаотношения, удовлетворяющие указанному свойству. Исходя из описания предметной области, полученные метаотношения будут неразличимы, хотя синтезированные программы могут описывать различные алгоритмы и давать различные результаты при идентичных входных данных.

### *Литература*

1. ГАБРИЕЛЬ В.Д., НОВОСЕЛЬЦЕВ В.Б. Об одном расширении реляционной алгебры //Тез. докл. 9 Всесоюз. школы-семинара "Программное обеспечение математического моделирования управления и искусственного интеллекта". - Иркутск, 1991 (Иркут. ВЦ).

## УСТОЙЧИВОСТЬ ПРАВИЛ ИНДУКТИВНОГО ВЫВОДА

Нудельман А.С., Новосибирск

Общеизвестно, что системы наиболее развитого искусственного интеллекта содержат в себе процедуры индуктивного вывода.

Применяемое в предметной области  $U$  правило индуктивного вывода  $I$  (называемое также методом индукции, методом эмпирического предсказания, методом распознавания образов и т.п.) можно представить в виде пары  $\langle Z, r \rangle$ , где  $Z$  - семейство закономерностей на  $U$ , с которыми имеет дело метод  $I$ , а  $r$  - критерий выбора, позволяющий по известным экспериментальным данным из области выбрать в семействе  $Z$  одну закономерность, которая в дальнейшем используется для предсказания новых фактов из  $U$ .

Формально методом индукции, позволяющим предсказывать, например, погоду на завтра, будет метод "подбрасывания монеты". Ясно, что такой метод предсказания нельзя назвать научным, поскольку предсказания ("ясно" или "пасмурно"), полученные этим методом, зависят не от известных фактов, относящихся к предметной области (например, от состояния погоды на сегодня), а от фактора случайности. Конечно, в существующих методах индукции фактор случайности столь явной природы и в столь явном виде не встречается. Однако менее явно факторы случайности иной, менее явной природы в известных методах индукции присутствовать могут (на-