УДК 62.50

Н. Г. ЛЫСЕНКО, канд. техн. наук, *Г. Ф. КРИВУЛЯ*

СИНТАКСИС И СЕМАНТИКА ПОРОЖДАЮЩЕЙ И РАСПОЗНАЮЩЕЙ ГРАММАТИК ДВУХОСНОВНОЙ АЛГЕБРЫ ПРЕДИКАТА

В работе [1] предлагается двухосновная алгебра предиката и алгоритм построения кратчайшей д. н. ф. Алгоритм построения кратчайшей д. н. ф. предикатов двухосновной алгебры предиката в нормальной форме Б экуса представляет:

$$\langle\text{предложение}\rangle ::= \langle\text{слово}\rangle \mid \langle\text{слово}\rangle_1 \ldots \langle\text{слово}\rangle_n;$$

$$\langle\text{слово}\rangle_1 \text{ несвязано со } \langle\text{слово}\rangle_n;$$

$$\langle\text{слово}\rangle ::= \langle\text{слог}\rangle \mid \langle\text{слог}\rangle_1 \ldots \langle\text{слог}\rangle_k;$$

$$\langle\text{слог}\rangle ::= \langle\subseteq\text{символ}\rangle \mid \langle\supseteq \text{ символ}\rangle \mid \langle\subseteq\ \supseteq \text{ символ}\rangle;$$

$$\langle\text{символ}\rangle ::= \langle\text{конституэнта кратчайшей д. н. ф.}\rangle.$$

Двухосновная алгебра предиката порождает множество всевозможных грамматик. В данной работе рассматриваются лишь грамматики, однозначно определяемые двухосновной алгеброй предиката и выше указанным алгоритмом.

Синтаксис и семантика порождающей грамматики. По отношению к нетерминальным символам (предложение, слово, слог) алгоритм построения кратчайшей д. н. ф. является синтаксисом некоторой грамматики, поскольку существует произвол, например, задания предложения словами. Выясним алгебраическую структуру такой грамматики. Все формулы данного языка истинные, поскольку строятся лишь по области, где функция принимает значение «1» и представима в виде кратчайшей д. н. ф. предикатов X^c «узнавания» проекции сегмента C на переменную X благодаря наличию алгоритма построения кратчайшей д. н. ф. Объектная область языка определяется объектом, описываемым данной грамматикой так, что для N-мерного объекта каждому из $(N-1)$ сортов сопоставляется двумерное пространство $X_1 \times X_N$.

Таким образом, проблема построения кратчайшей д. н. ф. многомерного объекта не возникает вообще, так как строятся кратчайшие д. н. ф. лишь двумерных проекций. Минимальное множество функциональных символов языка определяется сигнатурой операций порождающей двухосновной алгебры предиката и состоит из логических операций $\vee$ и $\wedge$, необходимых для записи предложения в д. н. ф., и теоретико-множественных операций $\cup$ и $\cap$, необходимых для задания порядка слов, слогов, символов. По способу задания правильных цепочек (кратчайших д. н. ф. предикатов) грамматика данного языка относится к порождающим и отличается от последних тем, что список элементов алфавитов и схема грамматики являются продукциями процесса построения правильной цепочки.

Схема грамматики представляет собой дерево синтаксического анализа. Максимальные вершины этого дерева-вывода являются терминальными символами (конституэнтами) правильной цепочки (кратчайшей д. н. ф. предикатов) с разбивкой по слогам. Максимальные вершины дерева — продолжение вершин слогов. Вершины слогов — продолжение вершин слов. В свою очередь, вершины слов — продолжение одной вершины — корня дерева (предложения). Эта схема грамматики является древовидной формой табличной модели объекта (любое множество представимо списком, сетью, деревом).

Такое представление позволяет решить «проблему минимизации описания объекта без существенной потери информации» [2] при наличии одинаковых слов в предложении, одинаковых слогов в одном слове и разных словах предложения, одинаковых символов в пределах всего предложения и просто за счет перечисления только единичных элементов разреженного множества и групп единичных элементов, объединенных в символ, при большой «скученности» элементов множества. Такая минимизация описания объекта находится в полном соответствии с идеей структурного объединения «грубой локальной» (описание нетерминальными символами) с набором «точных локальных» (описание терминальными символами) моделей, предложенной в [3]. Забегая вперед, отметим, что при представлении схемы грамматики множеством деревьев возможен еще больший эффект минимизации при наличии аналогичных фрагментов между разными деревьями. Можно доказать неуменьшаемость этой грамматики, соответствующей конкретному объекту, по отношению к данному объекту исходя из минимальности числа символов, слогов и слов.

Неуменьшаемую грамматику можно поставить в соответствие как обычному конечному множеству, так и конечному нечеткому множеству путем присвоения степени принадлежности каждого символа объединенного алфавита интервалу граничных значений своих параметров.

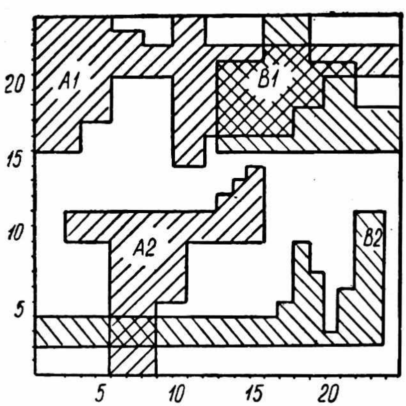
Определение. Образом объекта называется неуменьшаемая грамматика двухосновной алгебры предиката.

Это определение находится в полном согласии с требованием [4]: понятие «образ» в распознавании зрительных изображений должно быть в такой же степени обобщением формального языка, в какой понятие нечеткого множества обобщает простое понятие множества.

Синтаксис и семантика распознающей грамматики. В двухосновной алгебре предиката правильной цепочкой является любая кратчайшая д. н. ф. предикатов. Каждая из порождающих грамматик своей схемой вносит дополнительные ограничения на правильность цепочки. Сформулируем две ослишь одна простейшая операция пересечения образов. Суть операций над образом заключается в замене операции над элементами множества операциями над символами объединенного алфавита образа. В качестве примера рассмотрим пересечение множеств A и B, каждое из которых состоит из двух несвязных подмножеств (рисунок) соответственно A1, A2 и B1, B2. С помощью алгоритма построения кратчайших д. н. ф. предикатов строим схемы неуменьшаемых порождающих грамматик A и B:

$$A = A1 \cup A2;$$
$$A1 = A11 \cup A12;$$
$$A2 = A21 \cup A22;$$
$$A11 = A111 \cup A112 \cup A113 \cup A114;$$
$$A12 = A121 \cup A122 \cup A123 \cup A124;$$
$$A21 = A211 \cup A212 \cup A213;$$
$$A22 = A221 \cup A222 \cup A223.$$

$$B = B1 \cup B2;$$
$$B1 = B11;$$
$$B2 = B21 \cup B22;$$
$$B11 = B111 \cup B112 \cup B113;$$
$$B21 = B211 \cup B212 \cup B213 \cup B214;$$
$$B22 = B221 \cup B222.$$



Перемножение множеств A и B на уровне структур

Грубое описание нетерминальных символов A — A22, B — B22 и точное описание терминальных символов A111—A223, B111 — B222 признаками горизонтального анализа (линейного преобразования в минимальный терминальный символ), опустив преобразование симметрии и вращения, выполним в терминах описания массивов на языке ПЛ/1 с указанием вначале индекса по вертикали, а затем по горизонтали:

$$A \to (1:24,\quad 1:24);$$
$$A1 \to (15:24,\quad 1:24);$$
$$A2 \to (1:14,\quad 3:15);$$
$$A11 \to (16:24,\quad 1:24);$$
$$A12 \to (15:24,\quad 10:19);$$
$$A21 \to (1:11,\quad 3:15);$$
$$A22 \to (10:13,\quad 14:15);$$
$$A111 \to (16:24,\quad 1:3);$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$A211 \to (1:11,\quad 6:8)$$

$$B \to (3:24,\quad 1:24);$$
$$B1 \to (16:24,\quad 13:24);$$
$$B2 \to (3:11,\quad 1:23);$$
$$B11 \to (16:24,\quad 13:24);$$
$$B21 \to (3:9,\quad 1:23);$$
$$B22 \to (3:11,\quad 21:23);$$
$$B111 \to (16:24,\quad 16:18);$$
$$B112 \to (16:21,\quad 13:21);$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$B212 \to (3:3,\quad 1:23)$$

На первом шаге выполнения процедуры пересечения образов A и B выясняем возможность их пересечения по грубым описаниям корней их деревьев:

$$A \cap B \neq \varnothing, \text{ так как } (3:24,\quad 1:24) \cap (1:24,\quad 1:24) \neq \varnothing. \tag{1}$$

В таком случае есть смысл продолжить анализ возможности пересечения всех комбинаций вершин продолжения А и В (комбинации слов):

$$A1 \cap B1 \neq \varnothing, \text{ так как } (15:24, \quad 1:24) \cap (16:24, \quad 13:24) \neq \varnothing. \qquad (2)$$
$$A1 \cap B2 = \varnothing, \text{ так как } (15:24, \quad 1:24) \cap (3:11, \quad 1:23) = \varnothing, \qquad (3)$$
$$A2 \cap B1 = \varnothing, \text{ так как } (1:14, \quad 3:15) \cap (16:24, \quad 13:24) = \varnothing. \qquad (4)$$
$$A2 \cap B2 \neq \varnothing, \text{ так как } (1:14, \quad 3:15) \cap (3:11, \quad 1:23) \neq \varnothing. \qquad (5)$$

Целесообразно продолжить анализ возможности пересечения всех комбинаций слогов комбинации слов $A1 \cap B1$ и $A2 \cap B2$ (второй и пятый шаг):

$$A11 \cap B11 \neq \varnothing, \text{ так как } (16:24, \quad 1:24) \cap (16:24, \quad 13:24) \neq \varnothing, \qquad (6)$$
$$A12 \cap B11 \neq \varnothing, \text{ так как } (16:24, \quad 10:19) \cap (16:24, \quad 13:24) \neq \varnothing, \qquad (7)$$
$$A21 \cap B21 \neq \varnothing, \text{ так как } (1:11, \quad 3:15) \cap (3:9, \quad 1:23) \neq \varnothing, \qquad (8)$$
$$A21 \cap B22 = \varnothing, \text{ так как } (1:11, \quad 3:15) \cap (3:11, \quad 11:23) = \varnothing, \qquad (9)$$
$$A22 \cap B21 = \varnothing, \text{ так как } (10:13, \quad 14:15) \cap (3:9, \quad 1:23) = \varnothing, \qquad (10)$$
$$A22 \cap B22 = \varnothing, \text{ так как } (10:13, \quad 14:15) \cap (3:11, \quad 21:23) = \varnothing; \qquad (11)$$

Делаем заключение о целесообразности продолжить анализ теперь уже фактического пересечения всех комбинаций символов комбинации слогов 6, 7 и 8-го шагов, результаты которого, как и результаты указанных одиннадцати шагов (за исключением первого), сведены в таблицу со следующим обозначением: пустая клетка — анализ не ведется, нуль — символы не пересекаются, единица — символы возможно пересекаются для нетерминальных символов и однозначно пересекаются для терминальных символов. Общее число нулей и единиц указывает общее число шагов анализа и в данном примере равно сорока семи шагам вместо $24 \times 24 = 576$ операций над элементами множеств А и В.

AB	1	2	11	21	22	111	112	113	211	212	213	214	215
1	1	0											
2	0	1											
11			1										
12			1										
21				1	0								
22				0	0								
111						0	0	0					
112						0	0	0					
113						0	0	0					
114						0	1	1					
121						0	0	0					
122						1	1	1					
123						0	1	1					
211									1	1	0	0	0
212									0	0	0	0	0
213									0	0	0	0	0

Список литературы: 1. *Лысенко Н. Г.* Двухосновная алгебра предиката//Пробл. бионики, 1984.—Вып. 32.—С. 17—22. 2. *Ивахненко А. Г.* Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления.—К.: Техніка, 1969.— 120 с. 3. *Скурихин В. И., Житецкий Л. С., Проценко Н. М.* Итеративно-табличные автоматы.—К.: Наук. думка, 1977.—140 с. 4. *Шлезингер М. И.* Синтаксический анализ двумерных зрительных сигналов в условиях помех// Кибернетика.—1976.—№ 4.—С. 113—130. 5. *Ивахненко А. Г.* Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике.—К.: Наук. думка. 1970.— 372 с.

Поступила в редколлегию 07.07.83.