АВТОМАТИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ УЗЛОВЫХ И КОНТУРНЫХ УРАВНЕНИЙ СЕТЕВОГО ОБЪЕКТА

Назаренко Д.А., Чередникова О.Ю.
Донецкий национальный технический университет

Топология сети задается в виде ориентированного графа $G = (X, \Gamma)$, где $|X| = m$ - множество ветвей, $|\Gamma| = n$ - множество узлов графа [1]. Математическое описание сети включает в себя (n-1) узловое уравнение и $g = m - n + 1$ контурное уравнение. При программной реализации топология графа отображается упакованной матрицей инциденций $V(m,3)$, где $v_{i,1}$ - номер ветви, $v_{i,2}$ - номер начального, $v_{i,3}$ - номер конечного узла.

На первом этапе формируется максимальное дерево графа сети. В этом дереве содержатся все n узлов и $m - g$ ветвей. Остальные g ветвей являются главными ветвями максимального дерева, при последовательном замыкании которых образуется соответствующий замкнутый контур.

Формально процесс построения максимального дерева можно описать следующим образом.

Для исходного графа G создаются первоначально пустые граф D, содержащий ветви максимального дерева, и граф F, содержащий главные ветви дерева. Из графа G выбирается произвольный узел и все ветви, инцидентные этому узлу, переносятся в граф D. После этого в графе D последовательно перебираются ветви, имеющие один свободный узел, и для каждой из них осуществляется поиск в графе G ветви, один из узлов которой совпадает со свободным узлом анализируемой ветви. Если второй узел найденной таким образом ветви отсутствует в графе D, то эта ветвь включается в состав максимального дерева, в противном случае она представляет собой главную ветвь и записывается в граф F.

При программной реализации ни дополнительные графы, ни дополнительные матрицы не создаются. Описанная выше методика осуществляется путем перемещения строк матрицы V таким образом, чтобы обнаруживаемые при этом главные ветви перемещались в верхнюю часть матрицы V и в конечном счете занимали в ней первые g строк.

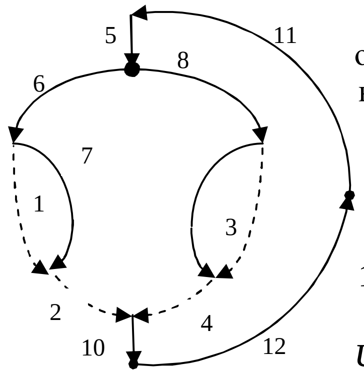

Рисунок 1 – Схема сетевого объекта

На рис.1 приведена упрощенная схема сетевого объекта. Здесь пунктирными линиями показан возможный вариант главных ветвей.

После построения матрицы V производится перенумерация ветвей графа, им присваивается порядковый номер строки матрицы. Следовательно, главные ветви максимального дерева получают номера $1..g$, остальные ветви имеют номера $g+1..m$.

Второй этап – формирование одномерного массива $U(n)$ номеров узлов, упорядоченных по возрастанию, для чего используется информация, содержащаяся в матрице V. При этом номера узлов могут быть произвольными в диапазоне 1 .. 2000.

Третий этап – формирование матрицы узловых уравнений $W(n-1,6)$. Для этого, просматривая строки матрицы V, в матрицу W для соответствующих узлов дописывают номера инцидентных им ветвей, при этом исходящие из узла ветви получают знак «+», а входящие – знак «-».

Узловые уравнения, разрешенные относительно главных ветвей, в данном случае имеют вид

5 = 2 + 4	9 = 4 - 3
6 = 2	10 = 2 + 4
7 = 2 – 1	11 = 2 + 4
8 = 4	12 = 2 + 4

В дальнейшем матрица W преобразуется к упакованому виду. Для этого все ветви, входящие в узловые уравнения, последовательно записываются в одномерный массив T, а начало и конец каждого узлового уравнения отмечаются во вспомогательном индексном массиве S.

В упакованном виде получим:

T = (5,2,4,6,2,7,2,-1,8,4,9,4,-3,10,2,4,11,2,4,12,2,4)

S = (1,4,6,9,11,14,17,20,23)

Четвертый этап – формирование контурных уравнений. Здесь используется то свойство максимального дерева, что при замыкании одной главной ветви в сети образуется один контур. При этом нам требуется определить, какие номера ветвей и с каким знаком входят в состав данного контура.

Будем выполнять обход контура по направлению его главной ветви. Если направление присоединяемой ветви совпадает с направленим обхода контура, то номеру этой ветви присваивается знак «+», в противном случае – знак «-».

Методика построения контура, рассматриваемая в литературных источниках [1,2], как правило, сводится к локальному поиску инцидентных ветвей и узлов. Фактически для каждой главной ветви производится поиск пути, ведущего от конечного узла к начальному узлу этой ветви. По мере построения пути складируются «ответвления» с тем, чтобы по ним мог пройти резервный путь, если основной путь ведет в тупик.

Авторами предложен другоя метод, более эффективный по быстродействию и затратам памяти.

Присвоим потокам в главных ветвях нулевое значение и подадим в i-ую главную ветвь единичный поток. Указанные действия фактически означают замыкание i-ой главной ветви. Подставляя в узловые уравнения, разрешенные относительно главных ветвей, значение i-го потока, мы получим суммарные значения в правой части каждого узлового уравнения, равные 0, +1 или -1. Ненулевые потоки и определяют номера ветвей, входящих в i-ый контур.

К примеру, замыкая ветвь 2, из узловых уравнений получим (в левой части уравнения – номер ветви, в правой – значение потока):

5 = 1; 6 = 1; 7 = 1; 8 = 0; 9 = 0; 10 = 1; 11 = 1; 12 = 1.

Следовательно, в контур входят ветви 2, 10, 12, 11, 5, 6, 7.

Аналогичным образом получаем список номеров ветвей, входящих в контуры 1, 3 и 4, а затем – упакованный массив контурных уравнений.

Литература

1. Цой С., Цхай С.М. Прикладная теория графов. — Алма-Ата: Наука, 1971. – 500с.
2. Липский В. Комбинаторика для программистов. — М., Мир, 1988. — 213 с.