и значимость проблемы, выделяемой в декомпозиции в соответствующую иерархию.

Оригинальность предложенной схемы декомпозиции состоит в том, что четыре первых проектных уровня (синтез топологии сетей; выбор технологии передачи данных; маршрутизация информационных потоков; обеспечение надежности в возможных аварийных ситуациях) выделены с целью адекватного описания информационных процессов с помощью простых моделей. Однако для поиска оптимальных решений четыре построенных и исследованных класса моделей интегрируются в специальную задачу частично-целочисленного линейного программирования. Последняя в свою очередь уже с использованием других приемов разбивается на отдельные задачи о мультипотоках с координирующей NP-трудной задачей перебора альтернативных технологий. В результате такого подхода за приемлемое время автором были получены решения, удовлетворительные для практики и близкие к оптимальным (эпсилон-оптимальные).

Литература

[1].Танаев В.С. Декомпозиция и агрегирование в задачах математического программирования. – Мн.: Наука, 1987. – 183 с.

[2].Катышев С. Об одной концепции управления распределенными ресурсами. / / Открытые системы. – М., 1998. – №3. – С.21-27.

[3].Олифер В.Г., Олифер Н.А. Новые технологии и оборудование IP-сетей. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000. – 512с.

[4].Щербо В.К. Стандарты вычислительных сетей. Взаимосвязи сетей. Справочник. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. – 272с.

[5].Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях.–М.: Мир, 1974. – 519с.

АЛГОРИТМ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ ДВОИЧНОЙ КОММУТАЦИОННОЙ МАТРИЦЫ

Т. М. Татарникова

Кафедра информационных управляющих систем, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 12-я линия В.О. , д. 51, Санкт-Петербург, РОССИЯ, тел. (812) 323-34-09

Аннотация

С увеличением числа коммутационных элементов (КЭ) в двоичной матрице типа Баньян становится затруднительно описывать связи между элементами в табличном виде.

В статье предлагается алгоритм, согласно которому выстраиваются связи между входами/выходами КЭ коммутационной системы матричного типа.

1. Введение

В сетях АТМ широко используются двоичные коммутационные системы матричного типа Баньян (КС-Б) [1]. Такая КС–Б представляет собой регулярную решетку, составленную из однотипных двоичных коммутационных элементов (КЭ). Каждый КЭ имеет два входа и два выхода, и может находиться в одном из двух состояний: 1) передача пакета с верхнего (нижнего) входа КЭ на верхний (нижний) выход КЭ (а) – “транзит”; 2) передача пакета с верхнего (нижнего) входа КЭ на нижний (верхний) выход КЭ (б) – “кросс” 2].

Число каскадов (столбцов матрицы – решетки) в КС-Б зависит от числа входов в нее. При числе входов N необходимо иметь число каскадов $n = logN$. Соответственно, КС-Б содержит $(N/2)\times logN$ КЭ. Каждый КЭ имеет два входа и два выхода. Таким образом, матрица КС-Б имеет размерность $(N/2)\times logN\times n$.

2. Пример построения связей между КЭ для N=16

Для N=16 матрица содержит 128 позиций. Задавать описание матрицы такой размерности в табличном виде нерационально. Тем более, что КС-Б рассчитываются на десятки и сотни входов [1]. Однако, учитывая регулярность решетки, построение связей между входами/выходами КЭ матрицы можно описать алгоритмически.

Будем использовать обозначения для входов/выходов КЭ согласно Рис. 1. Нумерацию строк будем вести сверху вниз, $i=1,\ldots,N/2$; каскады (столбцы) будем нумеровать справа налево, $j=1,\ldots,n$, т.е. оконечные выходные КЭ располагаются в 1-м каскаде, а оконечные входные КЭ располагаются в n-м каскаде.

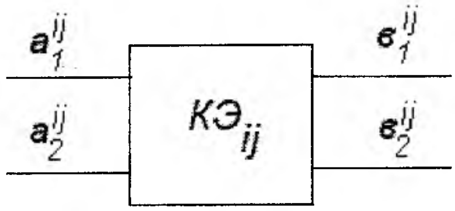

Рисунок 1. Коммутационный элемент, расположенный в i-й строке и j-м столбце КМ

Рассмотрим пример матрицы с N = 16, для которой i = 1,…,8; j= 1,…,4 (Рис.2).

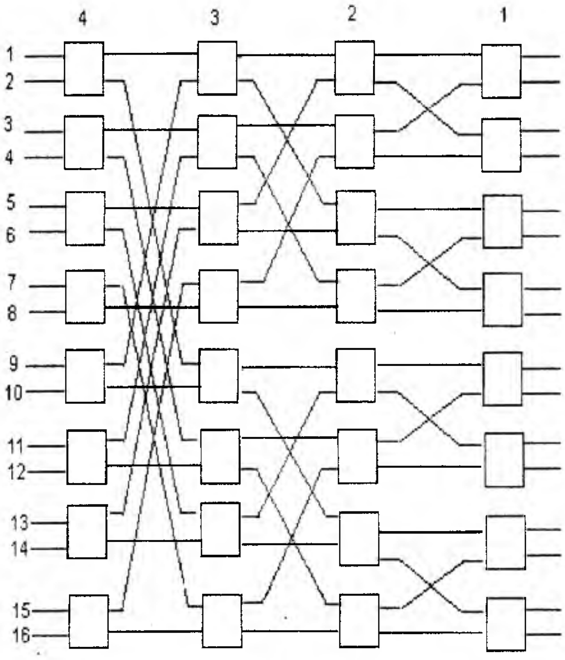

Рисунок 2. Коммутационная матрица на N=16 входов/выходов

Для рассматриваемой в качестве примера 4-х каскадной матрицы соединения (связи) между КЭ можно записать в следующем виде.

Связь между КЭ 1-го и 2-го каскадов

$$b_1^{i2}a_1^{i1},\quad i = 1,3,5,7 \tag{1.1}$$

$$b_2^{i2}a_1^{(i+1)1},\quad i = 1,3,5,7 \tag{1.2}$$

$$b_1^{i2}a_2^{(i-1)1},\quad i = 2,4,6,8 \tag{1.3}$$

$$b_2^{i2}a_2^{i1},\quad i = 2,4,6,8 \tag{1.4}$$

Связь между КЭ 2-го и 3-го каскадов (j=2, j+1=3)

$$b_1^{i3}a_1^{i2},\quad i = 1,2,5,6 \tag{2.1}$$

$$b_2^{i3}a_1^{(i+2)2},\quad i = 1,2,5,6 \tag{2.2}$$

$$b_1^{i3}a_2^{(i-2)2},\quad i = 3,4,7,8 \tag{2.3}$$

$$b_2^{i3}a_2^{i2},\quad i = 3,4,7,8 \tag{2.4}$$

Связь между КЭ 3-го и 4-го каскадов (j=3, j+1=4)

$$b_1^{i4}a_1^{i3},\quad i = \overline{1,4} \tag{3.1}$$

$$b_2^{i4}a_1^{(i+4)3},\quad i = \overline{1,4} \tag{3.2}$$

$$b_1^{i4}a_2^{(i-4)3},\quad i = \overline{5,8} \tag{3.3}$$

$$b_2^{i4}a_2^{i3},\quad i = \overline{5,8} \tag{3.4}$$

Расширим размерность матрицы. Пусть N=32, n=5. Соответственно в матрице, имеющей 5 каскадов и N/2=16 строк, соединения между КЭ соседних каскадов могут быть аналогично описаны следующим образом.

Связи между КЭ 1-го и 2-го каскадов:
связи (1.1) и (1.2) для i = 1,3,5,7,9,11,13,15;
связи (1.3) и (1.4) для i = 2,4,6,8,10,12,14,16;
Связи между КЭ 2-го и 3-го каскадов:
связи (2.1) и (2.2) для i = 1,2,5,6,9,10,13,14;
связи (2.3) и (2.4) для i = 3,4,7,8,11,12,15,16;
Связи между КЭ 3-го и 4-го каскадов:
связи (3.1) и (3.2) для i = 1,2,3,4,9,10,11,12;
связи (3.3) и (3.4) для i = 5,6,7,8,13,14,15,16;
Связи между КЭ 4-го и 5-го каскадов:

$$b_1^{i5}a_1^{i4},\quad i = \overline{1,8} \tag{4.1}$$

$$b_2^{i5}a_1^{(i+8)4},\quad i = \overline{1,8} \tag{4.2}$$

$$b_1^{i5}a_2^{(i-8)4},\quad i = \overline{9,16} \tag{4.3}$$

$$b_1^{i2}a_2^{(i-1)1},\quad i = 2,4,6,8 \tag{4.4}$$

Анализ полученных соотношений между строками, сдвигами строк соединений КЭ при расширении матрицы за счет последовательного увеличения числа каскадов и строк позволяет сделать следующие выводы.

В качестве базовых конструкций КС-Б, учитывая симметричность матриц, можно принять матрицы для N = 4, 8, 16. Эти базовые матрицы имеют размерность (N/2)×n, где n = 2,3,4 соответственно.

При расширении размерности матрицы за счет последовательного наращивания каскадов (от n=4 к n=5, от n=5 к n=6 и т.д.) размерность матриц на каждом шаге удваивается, структура матриц сохраняется, сдвиги по строкам в связях (*.2) и (*.3) при соединении КЭ j-го и (j+1)-го каскадов ($j=\overline{1,n-1}$) составляют $2^{(j-1)}$.

При увеличении числа каскадов до n=5 для новой пары соединений КЭ каскадов (j = 4,

$j+1=5$) справедливы связи (*.1) и (*.2) для значений $i=\overline{1,\frac{n}{4}}$, связи (*.3) и (*.4) для значений $i=\overline{1,\frac{n}{4}}$.

Для остальных пар базовых конструкций справедливыми остаются связи (*.1)÷(*.4) для расширенного состава строк. Расширение множеств значений строк осуществляется в виде ($i+N/4$) для каждого значения i каждой базовой конструкции для каждой связи (*.1) ÷ (*.4).

Аналогично строятся расширения при переходе от матрицы с $n=5$ к матрице с $n=6$ и т.д.

Таким образом, построение соединений в КС-Б, имеющей $n\geq 4$ можно отобразить рекуррентным соотношением

$$[\,]_n = [\,]_{j=n-1,\,j=n} + [\,]^*_{n-1}, \qquad (5)$$

где

$[\,]_n$ - расширенная матрица с n каскадами;

$[\,]^*_{n-1}$ - расширение матрицы, имеющей (n-1) каскадов, за счет расширения множеств значений i в виде $\{i\}+\{i+(2^n/4)\}$;

$[\,]_{j=n-1,\,j=n}$ - связи между КЭ добавленного n-го и (n-1)-го каскадами.

В соответствии с этим рекуррентным соотношением можно предложить следующий алгоритм, обеспечивающий автоматизацию построения КС с матрицей типа "Баньян" с числом каскадов $n \geq 4$.

Преамбула. Матрица коммутации размерностью $(N/2)\times n$,

где

$n = logN$; N – число входов матрицы;

$N/2$ - число строк (КЭ) матрицы;

n – число столбцов (каскадов) матрицы;

$i = 1,\ldots, N/2$ – нумерация строк сверху вниз;

$j = 1,\ldots,n$–нумерация столбцов (каскадов) справа налево.

3. ШАГИ АЛГОРИТМА

1. Для базовых конструкций (n=4) для пар каскадов ($j+1, j$), j = 1,2,3 строятся связи

$$\left.\begin{matrix} b_1^{i(j+1)} a_1^{ij} \\ b_2^{i(j+1)} a_1^{(i+2^{j-1})j} \end{matrix}\right\} \text{ для } \begin{matrix} j=3\ i=\overline{1,4} \\ j=2\ i=1,2,5,6 \\ j=1\ i=1,3,5,7 \end{matrix} \qquad (6.1)$$

$$\left.\begin{matrix} b_1^{i(j+1)} a_2^{(i-2^{j-1})j} \\ b_2^{i(j+1)} a_2^{ij} \end{matrix}\right\} \text{ для } \begin{matrix} j=3\ i=\overline{5,8} \\ j=2\ i=3,4,7,8 \\ j=1\ i=2,4,6,8 \end{matrix} \qquad (6.2)$$

2. Если текущее значение $n<logN$, то осуществляется расширение матрицы по соотношению (5) и $n := n + 1$. Для пары каскадов ($j+1=n$, $j=n-1$), строятся связи:

$$\begin{matrix} b_1^{in} a_1^{i(n-1)} \\ b_2^{in} a_1^{(i+2^{n-2})(n-1)} \end{matrix}, \quad i=\overline{1,2^{n-2}} \qquad (7.1)$$

$$\begin{matrix} b_1^{in} a_2^{(i-2^{n-2})(n-1)} \\ b_2^{in} a_1^{i(n-1)} \end{matrix}, \quad i=\overline{(2^{n-2}+1),2^{n-1}} \qquad (7.2)$$

иначе переход к п.5.

3. Расширение множеств значений i на $2^{(n-2)}$ для каждого значения i матрицы $2^{(n-2)}(n-1)$;
4. Переход к п.2;
5. Конец.

ЛИТЕРАТУРА

[1].Кульгин М. Технология корпоративных сетей. Энциклопедия – СПб.: Издательство "Питер", 1999.-704 с.

[2].Лазарев В.Г. Интеллектуальные цифровые сети: Справочник/Под ред. Академика Н.А.Кузнецова.- М.: Финансы и статистика, 1996.-224 с