

Т. Г. КАЛЕКИНА, канд. техн. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО КАНАЛЬНОГО ТРАФИКА ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Системный подход к проектированию транспортной сети предполагает решение целого комплекса задач: проектирование структуры (структурный уровень); проектирование алгоритмов функционирования системы (функциональный уровень); анализ и оценка конечных характеристик транспортной сети.

Для решения задач на структурном уровне прежде всего необходимо сформулировать задачу синтеза структуры транспортной сети. Затем строится математическая модель данной задачи и в зависимости от вида модели выбирается известный метод, разрабатывается специальный метод или модифицируется известный алгоритм для ее решения. Формально процесс проектирования структуры транспортной сети следует рассматривать как решение совокупности двух основных задач: выбор структуры (структурный синтез) и выбор числовых значений параметров заданной структуры, удовлетворяющих совокупности условий (параметрический синтез).

В силу трудностей формальной разрешимости задач структурного синтеза при автоматизации проектирования сети эти задачи сводятся к параметрическому синтезу за счет использования в качестве базовых избыточных либо минимальных структур и алгоритмов локальных структурных преобразований, приводящих к локальному оптимуму по заданному критерию.

Для решения задач на функциональном уровне необходимо провести анализ, выбор и оптимизацию алгоритмов маршрутизации; оценку и оптимизацию алгоритма управления потоком; выбор и анализ стопки протоколов 2-4 уровней OSI, оптимизацию их системных параметров.

Для анализа и оценки конечных характеристик транспортной сети необходимо обеспечить:

- 1) оценку характеристик отдельных компонентов сети каналов связи, узлов коммутации;
- 2) оценку совокупности конечных характеристик реальной сети в процессе ее функционирования (моделирование и измерение на сети);
- 3) получение обобщенной модели сети, позволяющей связывать экономические и структурные характеристики сети с характеристиками процессов доставки сообщений, надежности, управления и технического обслуживания;
- 4) моделирование сети с учетом динамики всех сетевых процессов, включая процессы управления, технического обслуживания и внешние воздействия на компоненты сети.

С точки зрения методов и подходов, используемых при решении перечисленных задач, целесообразно выделить следующие направления: построение математических моделей сетей и аналитическое определение характеристик; построение имитационных моделей и статистическая оценка характеристик; комбинированное моделирование (аналитико-имитационное); создание опытных фрагментов сети и статистическое определение характеристик, основанное на реальных измерениях и испытаниях.

Задача синтеза и оптимизации структуры распределенной транспортной сети в общем виде формулируется следующим образом: географическое положение узлов коммутации считается заданным $X = \{x_i\}$, задается ряд пропускных способностей каналов связи $D = \{d_1, d_2 \dots d_n\}$, задается функция стоимости каналов связи с пропускной способностью d_i

длиною l_i , задается внешний трафик в виде матрицы $P = \| p_{ij} \|$ $i, j = \overline{1, N}$ между всеми узлами сети i, j , где p_{ij} интенсивность потока, который необходимо передавать из узла i в узел j в единицу времени.

Требуется построить структуру распределенной транспортной сети заданной связности $K_{св}$; пропускные способности всех каналов d_i , при которых обеспечивается передача заданных трафиков между любой парой узлов (i, j) с минимальной средней задержкой $T_{ср}$. Приведенные затраты на сеть должны быть минимальными. В такой постановке задачи ограничение по надежности сети учтено формально только через связность сети, и при отказе не более чем $(K - 1)$ узлов или ребер гарантируется сохранение связности. Однако при этом никак не учитывается ухудшение функционирования сети, в частности, уменьшение общей пропускной способности и увеличение задержек в сети (эти вопросы будут исследованы в специальной работе). Поэтому дополнительно могут выдвигаться ограничения по надежности: на допустимое уменьшение общей пропускной способности транспортной сети при отказах одной, двух и более ветвей.

В общем случае распределенная транспортная сеть является многосвязной, и в ней имеется несколько возможных маршрутов передачи информации между любой парой узлов и требуется обеспечить возможность одновременного обмена информацией между любой парой узлов. Поэтому методы синтеза, разработанные для проектирования абонентских сетей, оказываются не пригодными для построения распределенной транспортной сети.

В настоящее время не существует точных аналитических методов синтеза распределенной структуры сети, удовлетворяющих заданным ограничениям и минимизированным по какому-либо параметру, что обусловлено большой размерностью такого вида задач и отсутствием быстрых алгоритмов их решения. Поэтому предлагается использовать идею декомпозиции общей задачи на более мелкие задачи, которые решаются отдельно и объединяются по определенному алгоритму:

- 1) синтез распределенной топологии транспортной сети (с параметром связности $S = 2$) с минимальной избыточностью и длиной маршрутов (между любыми парами узлов), не превышающей двух прямых расстояний между данными узлами;
- 2) расчет внутреннего трафика в транспортной сети: выбор маршрутов для каждой пары отправитель–адресат и расчет потоков, т.е. распределение внешнего трафика, поступающего в сеть, по кратчайшим маршрутам между всеми парами узлов сети;
- 3) оптимальный расчет пропускных способностей каналов связи по методу «квадратного корня» (минимизирует среднее время задержки в сети) и выбор соответствующих дискретных значений пропускной способности каналов из заданного ряда.

Решение первой задачи было рассмотрено в работе [1], в результате чего была построена двухсвязная распределенная топология, состоящая из колец, соединенных между собой, поэтому алгоритм был назван алгоритмом «минимальных колец».

Решение второй задачи, расчет внутреннего трафика в транспортной сети осуществляется с помощью разработанного алгоритма «трафик», в котором в качестве модуля используется алгоритм Дейкстры. Целью расчета внутреннего трафика в транспортной сети с помощью алгоритма «трафик» является обеспечение наиболее быстрой доставки сообщений потребителям и, соответственно, снижение затрат на использование ресурсов сети.

В общем случае алгоритм Дейкстры находит дерево кратчайших маршрутов от одного узла (заданного) сети ко всем остальным узлам сети, поэтому в предлагаемом алгоритме «трафик» он используется N раз (N – число узлов в транспортной сети).

С помощью алгоритма Дейкстры в алгоритме «трафик» все потоки передаются по кратчайшим путям. Результатом работы алгоритма «трафик» является матрица потоков во всех ветвях сети связи (матрица внутреннего трафика) и матрица кратчайших маршрутов между всеми парами узлов (длины маршрутов и узлы, через которые проходят маршруты).

Ниже приводится формальное описание разработанного алгоритма «трафик».

- 1) Вводится матрица распределенной топологии транспортной сети $L[i, j]$, $(i, j = \overline{1, N})$, полученная в результате работы алгоритма «минимальных колец».
- 2) Вводится матрица внешнего трафика сети $P1[i, j]$, $(i, j = \overline{1, N})$.
- 3) Рассчитывается число непомяченных узлов (M) в матрице $L[i, j]$.
- 4) Проверяется условие: если $M=0$, то выводится матрица внешнего трафика $P2[i, j]$, выводится матрица маршрутов $M[i, j]$ – конец работы алгоритма.

Из первого непомяченного узла i строится дерево кратчайших маршрутов ко всем остальным узлам j сети, которое записывается в матрицу маршрутов $M[i, j]$, $(j = \overline{1, N})$.

- 5) Внешний трафик сети, входящий в узел i , $(P1[i, j], j = \overline{1, N})$, направляется по дереву кратчайших маршрутов из узла i $(M[i, j], j = \overline{1, N})$, т.е. для всех элементов матрицы внутреннего трафика $P2[i, j], (j = \overline{1, N})$ выполняются следующие действия: потоки $P2$ прибавляются по всем элементам матрицы $P2[i, j]$, попавшим в маршрут $i - j$, $(j = \overline{1, N})$, т.е. интенсивность потока по каналу складывается из суммы интенсивностей потоков сообщений по всем маршрутам, которые проходят через этот канал.
- 6) Помечается узел i и осуществляется переход к п. 3.

Алгоритм «трафик» реализован на языке программирования Object Pascal с применением визуальной среды программирования Delphi 4. Программа вычисляет матрицу внутреннего трафика в транспортной сети и осуществляет выбор маршрутов для каждой пары отправитель–адресат (список узлов, через которые проходит маршрут), определяет длину маршрута. Для работы программы необходима матрица, описывающая распределенную топологию сети, и матрица внешнего трафика.

Список литературы: 1. Калекина Т.Г., Русанов С.А. Синтез двухсвязной распределенной топологии телекоммуникационной сети // Радиотехника. Всеукр. межвед. научн.- техн. сб. 2001. Вып. 123. С. 119 – 121. 2. Васильев В.И., Буркин А.П., Свириденко В.А. Системы связи. М.: Высш. шк. 1987. 280 с. 3. Деордица Ю.С., Нефедов Ю.М. Исследование операций в планировании и управлении. К.: Высш. шк. 1991. 272 с. 4. Зайченко Ю.П., Гонга Ю.В. Структурная оптимизация сетей ЭВМ. К.: Техника, 1986. 168 с. 5. Шварц М. Сети ЭВМ: Анализ и проектирование. М.: Радио и связь, 1981. 336 с.