

УДК 621.3

С.В. Савченко

Национальный технический университет «ХПИ», Харьков

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С УЧЕТОМ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФРАГМЕНТОВ СЕТИ

В статье рассмотрены вопросы синтеза топологической структуры сетей интегрированного обслуживания с учетом существующих фрагментов сети на основе использования предложенного модифицированного метода Стейглица.

цифровая сеть интегрированного обслуживания, передача единицы информации

Анализ литературы и постановка задачи исследования. Анализ работ [1 – 4] показывает, что известные методы синтеза топологической структуры сети ориентированы на проектирование вновь создаваемых сетей без учета условий по использованию существующих сетевых фрагментов. Кроме того, при создании ведомственных сетей могут использоваться узлы коммутации и типовые каналы связи, получаемые у первичной сети на условиях аренды.

При синтезе сетей без использования обходных путей передачи информации эти обстоятельства могут оказаться несущественными, так как вместо стоимости прокладки независимой линии между каждой парой узлов всегда можно использовать стоимость аренды кратчайшего пути между этими узлами по первичной сети. Однако организация прямых направлений связи между различными узлами коммутации по независимым трассам более предпочтительны с точки зрения надежности связи. Поэтому при построении вторичных сетей связи большое значение имеет соответствующий учет структуры первичной сети. В результате решения данной задачи необходимо получить следующие данные:

- перечень арендуемых пучков каналов по узлам первичной сети с указанием их канальной емкости и протяженности;
- трассировку всех арендуемых пучков каналов по узлам первичной сети;
- общую стоимость арендной платы;
- оценки надежности и живучести сети.

Результаты исследований

Чтобы перейти от определения местоположения узлов коммутации к синтезу вторичной сети, необходимо привести тяготения между абонентами к тяготениям между узлами коммутации. После этого задача построения межузловой сети может быть сформулирована следующим образом. На некоторой территории задано расположение k узлов коммутации, между которыми необходимо организовать обмен потоками информации, соответствующий матри-

це тяготений $\|\lambda_{ij}\|$, $i, j = \overline{1, k}$. Требование к качеству задано допустимой величиной средней задержки $\bar{T}_{\text{сaa}}$ и уровнем отказов в обслуживании $P_{\text{оaa}}$.

Также необходимо предусмотреть наличие нескольких независимых маршрутов передачи информации между каждой парой тяготеющих узлов S и t , чтобы вероятность связности этих узлов была не менее заданной. Нужные каналы могут быть выделены из первичной сети, причем стоимость аренды и зависимость надежности канала от расстояния известны. Требуется построить вторичную сеть связи, удовлетворяющую вышеперечисленным требованиям при минимальной стоимости ее реализации. В случае больших нагрузок начальная эффективность использования каналов оказывается достаточно большой, поэтому их объединение не приводит к положительному результату, так как приращение эффективности компенсируется увеличением стоимости.

Таким образом, для решения первой частной задачи вначале целесообразно организовать прямые пучки каналов по кратчайшим путям между сильно тяготеющими узлами коммутации, чтобы исключить возможность перенасыщения остальных каналов транзитными потоками информации. Эти пучки каналов наносятся на карту первичной сети связи. Если полученная в результате топологическая структура будет существенно отличаться от планируемой регулярной структуры, то необходимо осуществить ее дальнейшее преобразование с использованием, например, известных методов замены [5,6] с целью максимального приближения к реальным возможностям первичной сети.

Наиболее целесообразно для этой цели использовать метод Стейглица [6] поскольку в этом случае наиболее просто удовлетворить требования по надежности при минимальной стоимости сети. В качестве допустимой начальной структуры, удовлетворяющей требованию по связности, может быть использована регулярная топологическая структура с заданным числом узлов графа и соответствующим

расположением на карте первичной сети. Замена подлежат те ветви, которые в полученной структуре отсутствуют, и прокладка которых не может быть осуществлена.

Основные и наиболее существенные недостатки, связанные с решением задач сетевого уровня, а именно, маршрутизации и управления потоками, могут быть преодолены за счет использования предлагаемого модифицированного метода Стейглица.

Рассмотрим решение задачи синтеза структуры межузловой сети в приведенной выше постановке с использованием модифицированного метода Стейглица, если известно число k и местоположение узлов коммутации и заданы нагрузки между каждой парой (i, j) узлов коммутации в виде приведенной матрицы нагрузок $\|F_{ij}\|$. Подлежащее оптимизации среднее время задержки $\bar{O}_{\text{сдд}}$ определяется из формулы Литтла:

$$\bar{O}_{\text{сдд}} = \frac{1}{\gamma} \sum_{i,j=1}^k N_{i,j}. \quad (1)$$

В простейшем случае СМО типа М/М/1 [7], получим

$$\bar{O}_{\text{сдд}} = \frac{1}{\gamma} \sum_{i,j=1}^k \frac{F_{i,j}}{V_{i,j} - F_{i,j}} \rightarrow \min. \quad (2)$$

В качестве ограничения используем суммарную стоимость всех ветвей, которую представим в следующем виде:

$$D = \sum_{i,j} (z_{i,j} a_{i,j} + b_{i,j} F_{i,j}) \leq D_{\text{оддд}}, \quad (3)$$

где $z_{i,j} = 1$, если между узлами i, j есть ветвь;

$z_{i,j} = 0$, если ветвь отсутствует;

$a_{i,j}, b_{i,j}$ - коэффициенты пропорциональности.

Составляем функционал оптимизации:

$$\hat{O} = \frac{1}{\gamma} \sum_{i,j=1}^k \frac{F_{i,j}}{V_{i,j} - F_{i,j}} + P \sum_{i,j=1}^k (z_{i,j} a_{i,j} + b_{i,j} F_{i,j}). \quad (4)$$

Используя метод неопределенных множителей Лагранжа и вычисляя значения частных производных $\frac{\partial \hat{O}}{\partial F_{i,j}} = 0$, получаем оптимальные значения потоков в каждой ветви:

$$F_{i,j} = V_{i,j} - d \sqrt{V_{i,j}}, \quad (5)$$

где

$$d = \frac{\sum_{i,j=1}^k (z_{i,j} a_{i,j} + b_{i,j} V_{i,j}) - D_{\text{оддд}}}{\sqrt{b_{i,j}} \sum_{i,j=1}^k \sqrt{b_{i,j} V_{i,j}}}$$

При этом минимальное среднее время задержки с учетом (2) и (5) определяется следующим выражением:

$$\bar{O}_{\text{сдд}}^{\min} = \frac{k}{\gamma d} \left(-1 + \frac{1}{k} \sum_{i,j=1}^k \sqrt{V_{i,j}} \right). \quad (6)$$

Выводы

Таким образом, удается установить зависимость пропускных способностей ветвей от нагрузки и учесть показатель качества – среднее время задержки. В качестве начальной структуры можно использовать регулярный граф с заданной связностью. В дальнейшем работа алгоритма не меняется, и поиск допустимых X – трансформаций осуществляется в той же последовательности, пока не будет найдена локально-оптимальная структура сети.

Список литературы

1. Мизин И.А. Сети коммутации пакетов. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
2. Присяжнюк С.П. Интегральные сети АСУВ. Системы коммутации пакетов. Уч. пособие. – Л.: ВИКИ, 1989. – 90 с.
3. Клейнрок Л. Вычислительные сети с очередями. Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 586 с.
4. Кучук Г.А., Кіріллов І.Г., Пашиєв А.А. Моделювання трафіка мультисервісної розподіленої телекомунікаційної мережі // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2006. – Вип. 9 (58). – С. 50-59.
5. Линец Г.И., Фомин Л.А., Зданевич С.Н., Павленко Н.А., Будко П.А. Синтез сети передачи данных при ограниченных сетевых ресурсах // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНИ, ХВУ. – 2000. – Вып. 1 (7). – С. 65-71.
6. Кучук Г.А. Метод дослідження фрактального мережного трафіка // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2005. – Вип. 5 (45). – С. 74-84.
7. Новиков О.А., Петухов С.И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. – М.: Наука, 1989. – 400 с.

Поступила в редколлегию 14.03.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Козелков, Центральный НИИ навигации и управления, Киев.