

УДК 681.03.06

В.Н. Павлыш, А.И. Ольшевский

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОПОЛОГИИ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ДИСКРЕТНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ОБЪЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Наводятся характеристики интерактивной системы проектирования технологий компьютерных сетей для организации сбора информации про стан локальных объектов у системы підприємства.

Приводится характеристика интерактивной системы проектирования технологии компьютерных сетей для организации сбора информации о состоянии локальных объектов, входящих в систему предприятия.

The parameters of interactive system of projecting of topology of computer nets for organization of moving of information about the status of local objects of working complex are considering.

С появлением компьютерных сетей появилась проблема маршрутизации информационных потоков. Эта проблема существует во многих вычислительных сетях. В качестве примеров можно рассматривать видеоконференции, телевещания, рассылку файлов пользователям внутри предприятия и телеконференции конкретных пользователей, а также информационную диспетчерскую систему сбора и обработки информации от локальных источников, в том числе точек замера состояния горного массива.

Общее в этих задачах то, что требуется разослать одно и то же сообщение нескольким пользователям в сети. В условии задачи могут вводиться такие ограничения, как ограничение на время доставки сообщения, пропускная способность каналов передачи. Главная из встречающихся проблем – нахождение оптимального пути или путей, при которых задача будет решена [1].

В западной печати эти проблемы обсуждаются и ищутся пути их решения уже достаточно давно, начиная с 60-х годов. Задача нахождения оптимального маршрута в несколько точек сети, получившая название Multiple Destination Routing (MDR), является одной из важнейших задач нахождения пути для многопользовательских сетей. Доказано, что эта задача является NP-полной (Nondeterministic Polynomial), т.е. решается при помощи полного перебора. С ростом количества пользователей задача становится трудно-разрешимой.

Следовательно, мы будем рассматривать только эвристические алгоритмы, представляющие практический интерес.

Эффективный роутинг (маршрут) сообщений в сети является одним из факторов, влияющих на эффективность всей сети.

Задача нахождения оптимального решения задачи MDR без дополнительных условий является эквивалентом хорошо известной задачи дерева Штайнера (ST – Steiner Tree problem). Задача Штайнера известна как самая простая задача нахождения роутинга в

сетях. Алгоритмы решения задачи Штайнера применимы и для организации компьютерных сетей дистанционного сбора информации.

В рамках дистанционной обработки представление информации для центрального пульта может осуществляться с использованием современных технологий.

Решение этих задач может быть обеспечено специальной системой, ориентированной на: предварительное исследование информационных потоков предметной области и стоимостных зависимостей; интерактивное построение моделей компьютерных сетей; создание современного графического интерфейса; построение топологии компьютерных сетей и маршрутизации; решение задачи дерева Штайнера; предоставление возможности анализа используемых алгоритмов построения.

В рассматриваемой системе решена задача дерева Штайнера, которая заключается в следующем:

Дано:

– сеть, представленная в виде ненаправленного графа  $G = (V, E)$ , где  $V$  – набор узлов, а  $E$  – набор связей;

– матрица стоимости  $W$ , где  $W_{ij}$  показывает стоимость использования связи  $(i, j) \in E$ ;

– узел-центр  $s \in V$  и набор узлов-участников  $D \subseteq V$ ;

– каждый узел  $w_{ij}$  имеет координаты  $x_i$  и  $y_i$  на экране, название и тип (центр, участник, вершина Штайнера, незадействованный узел).

Нужно найти дерево  $T$  сети  $G$  с корнем в  $s$ , стягивающее всех членов набора  $D$  так, что полная стоимость ребер дерева  $T$  будет минимальна [2]. В стоимость обычно включается время передачи единицы данных по каналу, расстояние или денежный эквивалент данного соединения, пропускная способность канала или комбинация этих и других критериев. Стоимость может быть постоянной или изменяться во время существования сети.

Анализ стоимостных характеристик каналов связей подтвердил, что функция приведенных затрат на пе-

редачу інформації являється существенно нелинейной функцией от расстояния и от объема передаваемой информации [1], все данные для построения гра-

фиков этой функции были взяты из прейскуранта фирм крупнейших провайдеров Донецкой области. На рис. 1 представлена эта зависимость.

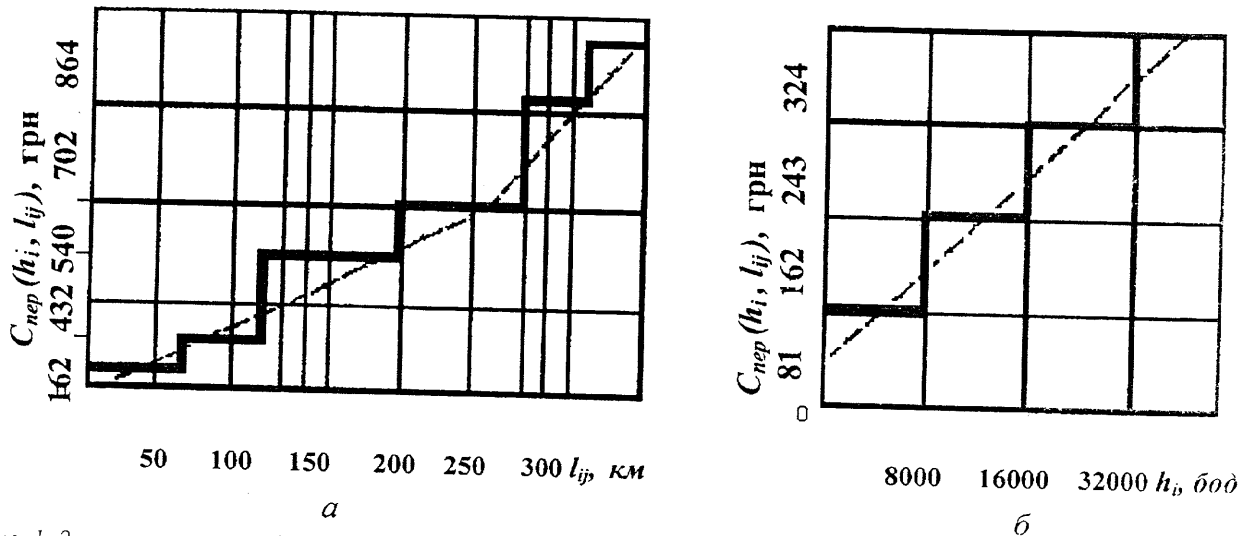


Рис. 1. Зависимость приведенных затрат на передачу информации (выделенный доступ к сети) от расстояния между пунктами  $l_{ij}$  (а) и от объема передаваемой информации (трафик)  $h_i$  (б)

Созданная интерактивная система автоматизированного построения топологии позволяет оперативно, с высокой степенью точности, устроить дерево Штайнера, стягивающее участников дистанционной обработки в один центр. Решение задачи можно разбить на несколько этапов и изобразить в виде следующей функциональной структуры (рис. 2).

Разработанный в интерактивной системе современный графический интерфейс позволяет размещать узлы сети и связи между ними на экране дисплея, строить модель сети, назначать центр, участников и строить дерево Штайнера. После ввода исходных данных, которыми являются узлы сети, каналы связи между ними и стоимостные характеристики каналов связи, они анализируются в блоке анализа входных данных и по ним строится сеть на экране.

Используемый интерактивный режим проектирования позволяет объединить в едином процессе мощные математические методы и алгоритмы оптимизации с опытом и неформализованными знаниями проектировщика. Интерактивный (диалоговый) режим проектирования представляет собой итерационный процесс, состоящий из последовательности чередующихся фаз: фазы работы программы синтеза структуры сети, которая завершается выдачей на экран графической информации новой структуры, и фазы анализа полученной топологии, которая выполняется проектировщиком, принимающим очередные решения: принять или отклонить текущую топологию, ввести дополнительные ограничения или нет. Таким образом, проектировщик может контролировать ход выполнения оптимизационных процедур и активно вмешиваться в процесс поиска оптимальной структуры.

В данной системе реализованы наиболее известные и новые алгоритмы решения задачи дерева Штайнера, сравнительно недавно появившиеся в западной печати. Некоторые алгоритмы были усовершенствованы и реализованы на практике.

Рассмотрим используемые алгоритмы решения задачи дерева Штайнера.

В одном из первых алгоритмов, называемом RS. T1 и T2 – это два ближайших дерева к потенциальной вершине Штайнера с минимальным значением используемой функции стоимости [3]. Вершина Штайнера – это узел, который не является узлом-центром или узлом-участником, но через него может проходить маршрут, стягивающий участников с центром. Эти два дерева T1 и T2 объединяются по минимальному маршруту через вершину Штайнера. Но существует проблема выбора всех возможных комбинаций деревьев для нахождения кратчайшего маршрута. Полный перебор ведет не только к медленной работе алгоритма, но также является трудно программируемым.

Поэтому позднее авторами Фукуокой и Олой (FO-алгоритм) была предложена более простая, эвристическая реализация FBT алгоритма.

В этой реализации дерево T1 всегда выбирается таким образом, чтобы оно содержало узел-центр, а дерево T2 – один из узлов-участников и имело наибольшее количество связей за минимальную цену с деревом T1. Дерево T2 присоединяется к T1 по минимальному пути. Недостатком этого алгоритма является то, что этот алгоритм не принимает во внимание потенциальные вершины Штайнера.

FBT1 и FBT2 улучшенные, но тоже эвристические алгоритмы типа FBT.

Цель алгоритмов FBT1 и FBT2 выбрать дерево T1, содержащее узел-центр, как и в алгоритме FBT, и дерево T2 таким образом, чтобы цена маршрута была минимальной.

В алгоритме FBT1 дерево любое дерево T<sub>i</sub> действительно содержит только один узел-участник из множества D.

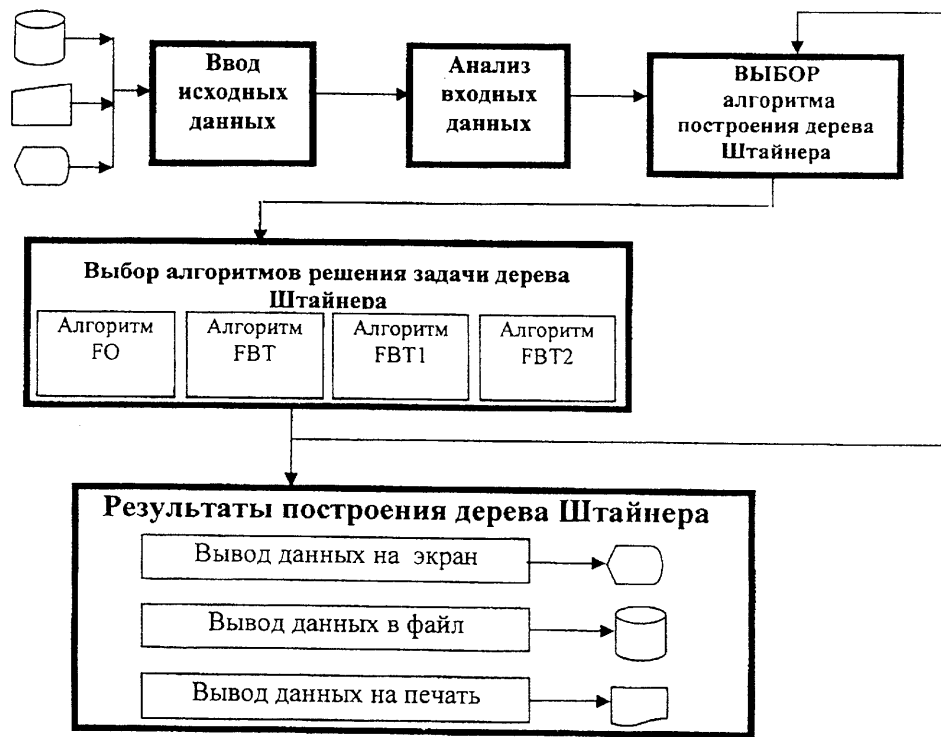


Рис. 2. Функциональная структура интерактивной системы проектирования топологии сетей

Во втором алгоритме FBT2 не только рассматривается дерево T2 в качестве замены для дерева T1, но выбирается дерево T<sub>2</sub> такое, что полная стоимость соединения дерева, содержащего узел-центр и T<sub>2</sub>, а впоследствии с деревом T1, минимальна для двух удачных шагов алгоритма. Поэтому алгоритм FBT2 гарантирует, что выбор дерева T<sub>2</sub> будет наиболее дешевым.

По проведенным тестам было доказано, что вычислительная сложность алгоритмов FBT1 и FBT2 примерно в 2 раза и в  $|D|/2$  больше сложности FBT(FO) соответственно. Однако эти алгоритмы дают лучшие результаты, чем FBT(FO).

Эффективное обеспечение дистанционной обработки (ДО) немисливо без применения современных информационных технологий. Информационно-обрабатывающая среда представляет собой системно организованную совокупность средств передачи данных, информационных ресурсов, протоколов взаимодействия, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения, ориентированную на удовлетворение информационных потребностей пользователей.

Проведен анализ информационных потоков и получены различные топологии компьютерных сетей с целью использования их для организации ДО, с учетом анализа стоимостных характеристик кана-

лов связи при пересылке сообщений с учетом расстояний между узлами и объема передаваемой информации. По полученным связям, вошедшим в дерево Штайнера, были даны рекомендации по организации оптимальной пересылки информации потребителям.

Следует отметить, что область применения разработанной системы довольно широка. Кроме синтеза дерева Штайнера для заданной модели сети возможно применение программы с целью проектирования маршрутов по автомобильным дорогам, решение задачи коммивояжера и других.

#### Список литературы

1. Зайченко Ю.П., Гонта Ю.В. Структурная оптимизация сетей ЭВМ. – К.: Техника, 1986. – С. 11-33.
2. Chao, T.-H., and Hsu, Y.-C. Rectilinear Steiner Tree Construction by Local and Global Refinement // Proc. of IEEE Int. Conf. on CAD. – 1990. – С. 432-435.
3. Guo-Qing Hu. Forest build tree algorithms for multiple destinations // The Potential. – 1998. – № 3. – С. 13-16.

Рекомендовано до публікації д.т.н. Г.В. Кузнецовим 21.10.08