

УДК 681.03.06

А.И. Ольшевский

Донецкий государственный институт искусственного интеллекта

Интерактивная система проектирования топологии сетей дистанционного обучения на базе ДонГИИИ

В статье дана характеристика интерактивной системы проектирования топологии компьютерных сетей для организации дистанционного обучения на базе ДонГИИИ. Излагаются основные алгоритмы, позволяющие автоматизировать построения топологии сетей, оперативно, с высокой степенью точности строить дерево Штайнера, стягивающего участников дистанционного обучения в один центр.

С появлением компьютерных сетей появилась проблема маршрутизации в них. Эта проблема существует во многих вычислительных сетях. В качестве примеров можно рассматривать видеоконференции, телевещания, рассылку файлов пользователям внутри предприятия и телеконференции конкретных пользователей.

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.

В западной печати эти проблемы обсуждаются, начиная с 60-х годов и поиск решения проблемы продолжается и в настоящее. 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 простейшая задача нахождения роутинга в сетях. Алгоритмы решения задачи Штайнера применимы и для организации компьютерных сетей дистанционного обучения.

Проблема организации дистанционного обучения является очень актуальной в наше время, это обуславливается развитием возрастающего, всестороннего воздействия научно-технического прогресса на жизнедеятельность

общества. По данным экспертов, уже к 2001 году каждый работающий будет нуждаться в высшем образовании. Обучение такой массы студентов заочной или дневной форм обучения вряд ли выдержат бюджеты даже самых благополучных стран. Поэтому неслучайно за последние несколько лет численность обучающихся по нетрадиционным технологиям обучения растет быстрее числа студентов дневных отделений.

В рамках дистанционного обучения представление информации для обучаемых может осуществляться с применением современных технологий.

За несколько последних лет почти в 4 раза возросло количество курсов дистанционного обучения, использующих новые компьютерные технологии и глобальную сеть Internet.

Как было упомянуто выше, курсы дистанционного обучения могут быть организованы при помощи проведения видеоконференций, гипертекстовой документации на WWW-серверах и при помощи двунаправленной пересылки сообщений. Для этого очень важна правильная маршрутизация в сети. В некоторых случаях важно время пересылки, в других – стоимость.

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.

Такая система создана и используется для организации дистанционного обучения на базе ДонГИИИ. В данной 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 v_i имеет координаты x_i и y_i на экране, название и тип (центр, участник, вершина Штайнера, недействующий узел).

Нужно найти такое 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 меняться во время существования сети.

Анализ стоимостных характеристик каналов связи подтвердил, что функция приведенных затрат на передачу информации является существенно нелинейной функцией от расстояния и от объема передаваемой информации [1], все данные для построения графиков этой функции были взяты из прейскуранта фирм крупнейших провайдеров Донецкой области. На рис. 1 представлена эта зависимость.

на базе

компьютерных
ются основные
вно, с высокой
дистанционногорутизации в
В качестве
рассылку
конкретныхсообщение
ться такие
пропускная
нахождение-х годов и
нахождения
Multiple
дения пути
NP-полной
ребора. С
решимой.
лгоритмы,

одним из

ительных
ра (ST –
задача
мы и длян очень
ающего,
ельность

2'2001

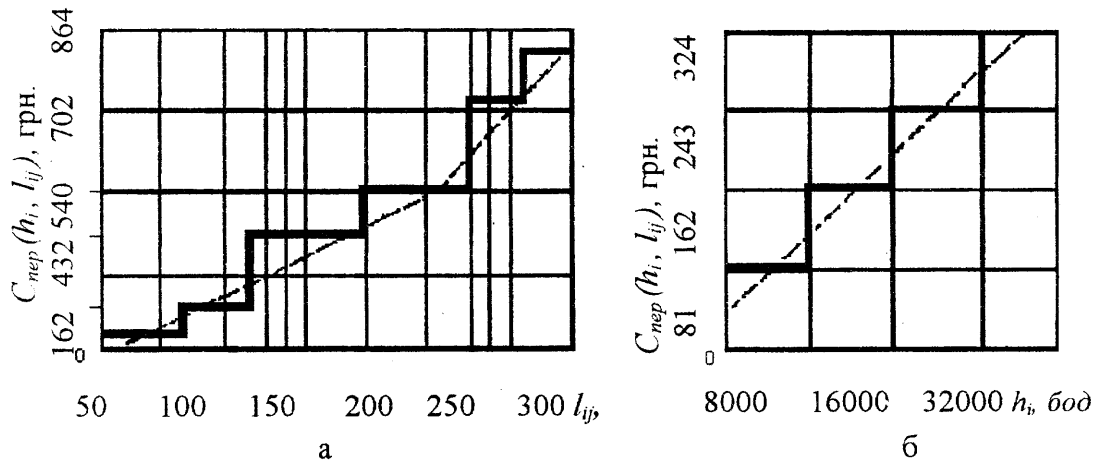


Рисунок 1. Зависимость приведенных затрат на передачу информации (выделенный доступ к сети) от расстояния между пунктами l_{ij} (а) и от объема передаваемой информации (трафик) h_j (б)

Созданная интерактивная система автоматизированного построения топологии позволяет оперативно, с высокой степенью точности строить дерево Штайнера, объединяющего участников дистанционного обучения в одном центре. 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 монитора, строить модель сети, назначать центр, участников и строить дерево Штайнера. После ввода исходных данных, ими являются: узлы сети, каналы связи между ними, и стоимостные характеристики каналов связи. Эти данные 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 автором.

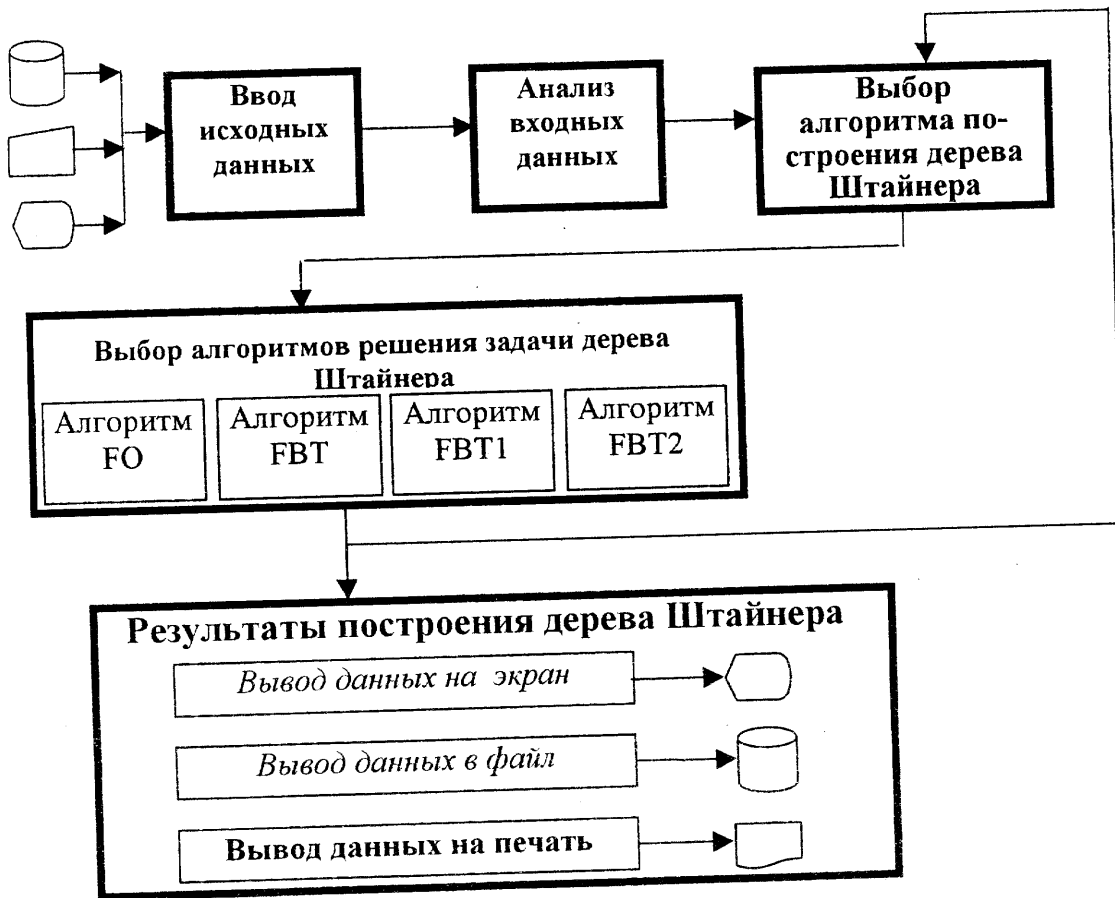


Рисунок 2. Функциональная структура интерактивной системы проектирования топологии сетей

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, соединяющий 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 Одой (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.

д) h, бод

нформации
от объема

построения
ить дерево
ом центре.
ть в виде

афический
на экране
ить дерево
налы связи
ые анали-
кране.

позволяет
алгоритмы
ировщика.
ет собой
щихся фаз:
выдачей на
олученной
очередные
нительные
рывать ход
есс поиска

алгоритмы
в западной
автором.

Цель алгоритмов FBT1 и FBT2 выбрать дерево T_1 , содержащее узел-центр, как и в алгоритме FBT, и дерево T_2 таким образом, чтобы цена маршрута была минимальной.

В алгоритме FBT1 дерево любое дерево T_i действительно содержит только один узел-участник из множества D .

Во втором алгоритме FBT2 не только рассматривается дерево T_2 в качестве замены для дерева T_1 , но выбирается дерево T_v такое, что полная стоимость соединения дерева, содержащего узел-центр и T_v , а в последствии с деревом T_1 , минимальна для двух удачных шагов алгоритма. Поэтому алгоритм FBT2 гарантирует, что выбор дерева T_v 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 дистанционного образования (ДО) немыслимо без применения современных информационных технологий. Информационно-образовательная среда представляет собой системно организованную совокупность средств передачи данных, информационных ресурсов, протоколов взаимодействия, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения, ориентированную на удовлетворение образовательных потребностей пользователей [4]. Существует множество форм дистанционного образования, для апробации системы был задействован заочный факультет ДонГИИИ и те объемы информации, которые необходимо переслать обучающемуся по учебному плану специальности «Программное обеспечение автоматизированных систем».

Проведен анализ информационных потоков и получены различные топологии компьютерных сетей с целью использования их для организации ДО, с учетом анализа стоимостных характеристик каналов связи при пересылке заданий и сообщений с учетом расстояний между узлами и объема передаваемой информации. По полученным связям, вошедшим в дерево Штайнера, были даны рекомендации по организации оптимальной пересылки заданий для студентов-заочников.

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. Также данную разработку можно применять в качестве учебного материала по курсу «Дискретная математика», в рамках изучения темы «Маршруты в графах».

Литература

1. Зайченко Ю.П., Гонга 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.
4. Дистанционное образование – 1999. – № 4. – С. 24-31.

Материал поступил в редакцию 06.03.01.