

«1С: Репетитор. Математика» – учебный материал, отображаемый программной оболочкой «1С: РЕПЕТИТОР 2.1», компонент образовательной среды. Эта оригинальная обучающая система адресована школьникам старших классов, абитуриентам, студентам, учителям-математикам. Она позволяет ученику самостоятельно дома готовиться к тестам и восполнять пробелы в знаниях по мере их обнаружения.

В 2002 году программа была поставлена в 8400 городских и поселковых школ Российской Федерации в рамках федеральной целевой программы «Развитие единой образовательной среды (2001–2005)». В Беларуси данный продукт распространяется на коммерческих правах, поэтому широкого распространения в школах получить не может.

Однако в учебном процессе ЭВМ не должна просто заменять и подменять собой классную доску, плакат, кино, диапроектор, натуральный эксперимент. Такая замена целесообразна только тогда, когда использование ЭВМ даст весомый дополнительный эффект по сравнению с использованием других средств обучения. При этом ЭВМ и другие средства обучения должны взаимно дополнять друг друга.

СЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ»

Л. Л. Гладков¹, Л. П. Князева², Г. А. Гладкова³

¹ Высший государственный колледж связи

*² Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники*

*³ Военная академия Республики Беларусь
Минск, Беларусь
E-mail: llglad@tut.by*

Рассмотрены алгоритмы решения задач оптимизации для сетевых моделей, используемых в учебном процессе Высшего государственного колледжа связи.

Ключевые слова: методы оптимизации, сетевые модели.

Бурное развитие методов математического моделирования и вычислительной техники стимулировало разработку эффективных алгоритмов решения задач оптимизации с большим числом варьируемых параметров. Для отрасли связи большой интерес представляют сетевые методы оптимизации, которые важны как для подготовки специалистов экономического профиля, так и инженеров. Практическая значимость этих задач, высокий

уровень интерфейса разработанных компьютерных программ обеспечивают высокую мотивацию познавательной деятельности студентов при изучении этих методов.

Нами разработаны следующие лабораторные работы: «Нахождение кратчайшего маршрута в сети», «Нахождение максимального потока в сети», «Сетевые методы планирования и управления» и «Задача почтальона». Для каждой работы разработаны компьютерные программы, подготовлены методические указания, включающие теоретические сведения о постановке и методе решения рассматриваемой задачи, описание хода выполнения работы и интерфейс используемой программы.

При нахождении кратчайшего пути для сетей без циклов использован известный алгоритм Дейкстры, основанный на составлении таблицы решений, в которой столбцы соответствуют узлам сети, строки – шагам итерационного процесса, а ее элементы – постоянным и временным пометкам. Студенты изображают на графе дерево кратчайших путей и выделяют требуемый кратчайший маршрут.

Для нахождения максимального потока использован алгоритм, основанный на теореме Форда – Фалкерсона: на любой сети максимальная величина потока из истока S сети в сток T равна минимальной пропускной способности разреза, отделяющего S от T этой сети. Алгоритм начинает работу с произвольного допустимого потока (обычно нулевого), затем стремится увеличить на каждом шаге величину потока с помощью систематического поиска увеличивающих поток цепей, т. е. такой последовательности дуг, по которым можно дополнительно послать несколько единиц потока из S в T . Как только найдена одна из таких цепей, поток вдоль нее увеличивается до максимально возможного значения (при этом, по крайней мере, одна дуга цепи становится насыщенной). Затем корректируется матрица пропускных способностей – вычисляется матрица остаточных пропускных способностей F_{ij}^* , элементы которой равны: $C_{ij}^* = C_{ij} - x_{ij}$, где x_{ij} – поток из узла i в узел j . Вновь полученный поток используется в качестве исходного для дальнейшего поиска увеличивающей цепи. Алгоритм заканчивает работу и дает максимальный поток, если нельзя найти ни одну увеличивающую цепь. В данном алгоритме вершины рассматриваются как промежуточные пункты передачи потока, а дуги – как распределительные каналы. Получающиеся на каждом шаге насыщенные дуги образуют минимальный разрез сети.

В данной работе основное внимание уделим алгоритму решения так называемой задачи почтальона, который, как нам кажется, менее известен. Ее постановка заключается в следующем. Любой почтальон должен забрать на почте письма, относящиеся к его участку, доставить их адресатам, располагающимся вдоль маршрута его следования, и вернуться на почту, чтобы возратить оставшуюся неврученной корреспонденцию. Решение задачи почтальона заключается в том, чтобы пройти все улицы маршрута и вернуться в его начальную точку, минимизируя при этом длину пройденного пути.

Задача почтальона может быть переформулирована в терминах теории графов. Для этого построим граф $G = (X, E)$, в котором каждое ребро соответствует улице в маршруте движения почтальона, а каждая вершина – стыку двух улиц. Пусть S – начальная вершина маршрута. Тогда маршрут, в котором каждое ребро обходится точно один раз, называется эйлеровым маршрутом. Очевидно, что количество приходов почтальона в некоторую вершину должно быть равно количеству уходов его из этой вершины. При этом, если почтальон не проходит более одного раза по ребру, инцидентному некоторой вершине, то эта вершина должна быть инцидентна четному числу ребер. Общее количество ребер, инцидентных вершине x , назовем степенью вершины x . Если в графе G все вершины имеют четную степень, то граф называется четным.

Разберем алгоритм решения задачи почтальона для четного неориентированного графа $G = (X, E)$, в котором ребра могут обходиться в каждом из двух направлений. Если граф четный, то оптимальное решение задачи почтальона является эйлеровым маршрутом. В этом случае почтальон не должен обходить более одного раза любое ребро графа.

Как же найти на графе G эйлеров маршрут, в котором вершина S является начальной вершиной? Для этого необходимо пройти любое ребро (S, x) , инцидентное вершине S , а затем любое не использованное еще ребро, инцидентное вершине x . Этот процесс прохождения неиспользованных ребер повторяется до тех пор, пока не происходит возврата в вершину S . Ребра, по которым почтальоном совершен обход, образуют цикл C_1 . Если в цикл C_1 вошли все ребра графа G , то C_1 является эйлеровым маршрутом (а значит и оптимальным решением задачи). В противном случае следует образовать цикл C_2 , состоящий из нескольких ребер и начинающийся с произвольного неиспользованного ребра. Образование циклов $C_3, C_4, \dots, C_n$, состоящих из неиспользованных ребер, продолжается до тех пор, пока не будут использованы все ребра графа. Далее следует соединить все циклы $C_1, C_2, \dots, C_n$ в один цикл C , который содержит все ребра графа G . В цикл C каждое ребро графа входит только по одному разу, и поэтому он является оптимальным решением задачи почтальона.

Пусть граф G не является четным графом. В любом маршруте почтальона число входов в вершину равно числу выходов из нее. Следовательно, если вершина x имеет нечетную степень, то, по крайней мере, одно ребро, инцидентное вершине x , должно обходиться почтальоном повторно. Пусть $f(i, j)$ – число дополнительных прохождений почтальоном ребра (i, j) . Значит, ребро (i, j) обходится почтальоном $f(i, j) + 1$ раз.

Очевидно, что $f(i, j) + 1$ должно быть неотрицательным целым числом. Заметим, что $f(i, j)$ не содержит информации о направлении движения вдоль ребра (i, j) . Построим новый граф $G^* = (X, E^*)$, в котором ребро (i, j) графа G повторено $f(i, j) + 1$ раз. Очевидно, что эйлеров маршрут в графе G^* соответствует маршруту почтальона в графе G . Почтальон желает выбрать значения переменных $f(i, j)$ такими, чтобы:

- а) граф G^* был четным графом;
- б) сумма $a(i, j)f(i, j)$ – общая длина повторно обходимых ребер – была минимальной.

Если вершина x в графе G имеет нечетную степень, то для того, чтобы в графе G^* вершина x имела четную степень, почтальон должен повторно обойти нечетное число ребер, инцидентных этой вершине. Аналогично, если вершина x в графе G имеет четную степень, то для того чтобы в графе G^* вершина x имела четную степень, почтальон должен повторно обойти четное число ребер, инцидентных этой вершине (нуль является четным числом). Таким образом, повторно обходимые ребра образуют цепи, началом и концом которых являются вершины с нечетной степенью. Конечно, любая такая цепь может содержать в качестве промежуточных вершины с четной степенью. Следовательно, почтальон должен:

- а) решить, какие вершины с нечетной степенью будут соединены цепью повторно обходимых ребер;
- б) знать точный состав каждой такой цепи.

Для определения пары вершин с нечетной степенью, которые должны быть соединены цепью повторно обходимых ребер, почтальон может поступить следующим образом. Построить граф $G' = (X', E')$, множество вершин которого состоит из всех вершин с нечетной степенью графа G , а множество ребер соединяет каждую пару вершин. Присвоить каждому ребру графа вес, равный некоторому очень большому числу за вычетом длины кратчайшего пути между соответствующими вершинами графа G . Далее на графе

G' следует построить паросочетание с максимальным весом. Так как граф G' имеет четное число вершин и каждая пара вершин в G' соединена ребром, то паросочетание с максимальным весом будет покрывать каждую вершину в точности одним ребром. Это паросочетание связывает на графе G пары вершин с нечетными степенями. Почтальон повторно должен обходить ребра, составляющие цепь кратчайшей длины и соединяющие пару связанных в паросочетании вершин. Поскольку это паросочетание имеет наибольший общий вес, то получаемый в результате маршрут почтальона должен иметь минимальную общую длину.

При выполнении лабораторной работы «Задача почтальона» студенты составляют сетевую модель задачи – матрицы инцидентий и весовых коэффициентов ребер, и, следуя методическим указаниям, формируют на сети цикл наименьшей длины, содержащий все дуги графа, по крайней мере, по одному разу.

ОБУЧЕНИЕ АСПИРАНТОВ ОСНОВАМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С. Л. Глухарева

*Белорусский государственный
педагогический университет
имени Максима Танка
Минск, Беларусь
E-mail: gluhareva@tut.by*

В статье описан опыт преподавания практической части курса «Основы информационных технологий» для аспирантов.

Ключевые слова: информационные технологии, обучение аспирантов.

Работу над диссертационным исследованием или научной статьей значительно облегчает использование компьютерных информационных технологий. Поэтому соответствующий курс «Основы информационных технологий» уже давно введен в учебный план подготовки аспирантов. В предлагаемой статье описан накопленный в течение нескольких лет опыт преподавания практической части данного курса.

Целью подготовки в аспирантуре является не просто изучение компьютерных информационных технологий, а обучение их использованию в сфере научного труда. Попробуем выделить основные задачи, с которыми сталкивается исследователь при ведении научной работы на основе использования компьютерных информационных технологий:

- поиск литературы с использованием электронных каталогов и библиотек, поисковых систем;