

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математического и компьютерного моделирования

РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В СЕТИ

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 219 группы
направления 01.04.02 - прикладная математика и информатика

механико-математического факультета

Жиброва Дмитрия Сергеевича

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

С. П. Шевырев

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., доцент

уч. степень, уч. звание

Ю. А. Блинков

инициалы, фамилия

Саратов 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Основное содержание работы	5
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	7

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с конца 20-х годов 20 века задача нахождения максимального потока впервые начала приобретать актуальность. Прежде всего это было связано с активным развитием промышленности и строительством железнодорожных сообщений. И только в 1954 году была сформулирована Т.Э Харрисом (Theodore Edward Harris), а в 1955 Лестер Форд (Lester Randolph Ford Jr.) и Делберт Фалкерсон (Delbert Ray Fulkerson) предложили первый метод решения этой задачи. Работы над нахождением более совершенного алгоритма не прекращались и были предложены такие алгоритмы как: Диница (Yefim Dinitz, 1970), Эдмондса-Карпа (Jack Edmonds и Richard Karp, 1972). Карзанову в 1974 году удалось модифицировать алгоритм Диница и ввести новое понятие предпотока, его идею развили в 1986 году Голдберг (Andrew V. Goldberg) и Тарьян (Robert E. Tarjan) и предложили новый подход к задаче нахождения максимального потока. Позднее, в 1994 был разработан алгоритм Кинг-Рао-Тарьяна, а последнее существенное улучшение предложил Орлин в 2013 году.

На сегодняшний день задача имеет достаточное количество эффективных алгоритмов решения, и тем не менее работы по нахождению еще более эффективного алгоритма не прекращаются. Безусловно это связано с тем, что задача имеет достаточно общую формулировку и позволяет применять ее для широкого спектра практических задач.

С конца 20 века увеличилось количество различных транспортных сетей (автомобильные дороги, сеть интернет, сотовые сети, различные локальные сети и другие), а нагрузка на существующие сети возрасла, таким образом проблема модернизации уже существующих сетей и оптимального проектирования новых стала особенно востребованной.

В работе рассмотрены основные методы и алгоритмы нахождения максимального потока, а так же предложены реализации алгоритмов на языке программирования Java. В последнем разделе произведен анализ работы алгоритма на сети автомобильных дорог города Саратова, а так же предложены рекомендации по улучшению дорожной сети.

Работа имеет следующую структуру:

- Задача о максимальном потоке

- Метод Форда-Фалкерсона
- Алгоритм Диница
- Метод проталкивания предпотока
- Алгоритм «поднять в начало»
- Анализ сети автомобильных дорог города Саратова при помощи алгоритма «поднять в начало»

1 Основное содержание работы

Далее приведено краткое описание разделов магистерской работы.

Задача о максимальном потоке. Произведена постановка задачи в простой понятной, а так же математической формулировках. Рассмотрены два случая обобщения задачи: для сетей с антипараллельными ребрами и сетей с несколькими истоками и стоками.

Метод Форда-Фалкерсона. Введены определения остаточной сети, увеличивающего пути, разреза транспортной сети, рассмотрена схема метода Форда-Фалкерсона. Проведено доказательство теоремы Форда-Фалкерсона и доказана асимптотическая оценка количества операций. Предложена реализация метода на языке программирования Java, используя поиск в глубину. Рассмотрен алгоритм Эдмондса-Карпа, как частный случай метода Форда-Фалкерсона, доказана асимптотическая оценка количества операций, предложена реализация алгоритма на языке программирования Java.

Алгоритм Диница. Введены определения блокирующего потока и слоистой сети, описан способ построения слоистой сети. Дано описание алгоритма нахождения блокирующего потока в ациклической сети. Составлена схема работы алгоритма, проведено доказательство корректности работы алгоритма, доказана асимптотическая оценка количества операций. Предложена реализация алгоритма на языке программирования Java.

Метод проталкивания предпотока. Идея метода поясняется на простом примере, после чего вводятся понятия предпотока, высоты вершины и избыточного потока в вершину. Дано описание основных операций : инициализации, проталкивания и подъема. Доказаны корректность алгоритма и асимптотическая оценка количества операций.

Алгоритм «поднять в начало». Введено понятие допустимых ребер и дано описание вспомогательной структуры данных. Дано описание операции разгрузки. Произведено формальное описание алгоритма, доказана его корректность и асимптотическая оценка количества операций. Предложена реализация алгоритма на языке программирования Java.

Анализ сети автомобильных дорог города Саратова при помощи алгоритма «поднять в начало». Проведено трансформирование данных

из исходного формата osm (формат файла позволяющий получить данные из открытой базы данных OpenStreetMap при помощи overpass-api) в структуру данных необходимую для работы алгоритма «поднять в начало». Предложен способ вычисления количественных характеристик на основе качественных, для моделирования реальной транспортной сети. Произведен численный эксперимент на модели транспортной сети автомобильных дорог города Саратова. Проведен анализ результатов работы и сформулированы рекомендации по расширению транспортной сети.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день задача о максимальном потоке, имеет большое количество эффективных алгоритмов, но она не теряет актуальности в силу широкого спектра практических применений. Изначально задача применялась для оптимизации потоков товаров (руды, деталей и т.п.). В последние два десятилетия растет число различных сетей, а следовательно и способов применения задачи. В частности увеличивается количество легковых автомобилей, что приводит к перегрузке автомобильных дорог крупных городов.

Решение задачи может быть применено для компьютерного анализа работы сети крупного города и нахождения проблемных участков. На основе этих данных может быть принято решение как об изменении режима работы светофоров, так и о необходимости модернизации сети (расширение участков дорог или прокладка новых маршрутов).

В работе подробно рассмотрены три различных эффективных алгоритма и предложены реализации на языке программирования Java, проведен численный эксперимент на сети автомобильных дорог города Саратова и анализ результатов численного эксперимента, даны рекомендации по реконструкции сети на основе результатов работы алгоритма.