**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра МО ЭВМ**

**отчет**

**по лабораторной работе №3**

**по дисциплине «Построение и анализ алгоритмов»**

**Тема: Потоки в сети**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 8304 |  | Рыжиков А. В. |
| Преподаватель |  | Размочаева Н. В. |

Санкт-Петербург

2020

**Цель работы.**

Реализовать алгоритм Форда-Фалкерсона, найти максимальный поток в сети, а также фактическую величину потока, протекающего через каждое ребро.

**Вариант 3.** Поиск в глубину. Рекурсивная реализация.

**Задание.**

Найти максимальный поток в сети, а также фактическую величину потока, протекающего через каждое ребро, используя алгоритм Форда-Фалкерсона.

Сеть (ориентированный взвешенный граф) представляется в виде триплета из имён вершин и целого неотрицательного числа - пропускной способности (веса).

Входные данные:  
N – количество ориентированных рёбер графа

V0 – исток

VN – сток

Vi Vj Wij – ребро графа

Vi Vj Wij – ребро графа

…

Выходные данные:

Pmax – величина максимального потока

Vi Vj Wij – ребро графа c фактической величиной протекающего потока

Vi Vj Wij – ребро графа с фактической величиной протекающего потока

…

В ответе выходные рёбра отсортируйте в лексикографическом порядке по первой вершине, потом по второй (в ответе должны присутствовать все указанные входные рёбра, даже если поток в них равен 0).

**Пример входных данных**

7

a

f

a b 7

a c 6

b d 6

c f 9

d e 3

d f 4

e c 2

**Пример выходных данных**

12

a b 6

a c 6

b d 6

c f 8

d e 2

d f 4

e c 2

**Описание алгоритма.**

В начале работы алгоритму на вход подается граф для поиска максимального потока, вершина-исток и вершина-сток графа. После чего производится поиск в ширину в графе.

На каждом этапе поиска в ширину с помощью очереди находится путь от истока к стоку. Из ребер пути находится ребро с минимальным весом. Из всех ребер пути от истока к стоку вычитается вес минимального ребра пути, а к ребрам пути от стока к истоку вес минимального ребра прибавляется (если такой вершины не существует, то она достраивается). К переменной, отвечающей за максимальный поток в графе, прибавляется вес минимального ребра пути.

Цикл поиска в ширину и изменения ребер графа осуществляется до тех пор, пока поиск в ширину возможен. Результатом является значение переменной, отвечающей за максимальный поток в графе. Фактический поток через ребра определяется как разность между первоначальным ребром и ребром, после преобразований.

В консоль выводится результат работы алгоритма и промежуточные результаты, такие как текущие вершины поиска в ширину и их соседи с расстоянием до них, найденный путь, преобразованный граф.

Сложность алгоритма по операциям: O (E \* F), E – число ребер в графе,

F – максимальный поток

Сложность алгоритма по памяти: O (N+E), N – количество вершин,

E – количество ребер

**Описание функций и структур данных.**

class Path

Структура данных, используемая для хранения путей направленного графа. Хранит имя вершины из которой идём в вершину в которую идём и пропускную способность пути.

bool findPath(std::vector<Path> \*paths, std::vector<Path \*> \*local, std::vector<Path \*> \*local2, char myPoint, char \*endPoint)

Функция поиска в графе в глубину. На вход принимает указатель на вектор путей, указатель на вектор очереди, указатель на вектор посещенных путей, имя вершины которую нужно обработать и конечную вершину.

void findMin(std::vector<Path \*> \*local, int \*maxFlow)

Функция возвращает находит минимальную разность между пропускной способностью и значением потока среди всех посещённых вершин.

bool isVisitedPath(std::vector<Path \*> \*local, char element)

Функция возвращает находит минимальную разность между пропускной способностью и значением потока среди всех посещённых вершин.

**Тестирование.**

Входные данные:

7

a

f

a b 7

a c 6

b d 6

c f 9

d e 3

d f 4

e c 2

Результат работы программы:

12

a b 6

a c 6

b d 6

c f 8

d e 2

d f 4

e c 2

Входные данные:

8

a

h

a b 5

a c 4

a d 1

b g 1

c e 2

c f 3

d e 6

e h 4

f h 4

g h 8

3

a b 0

a c 2

a d 1

b g 0

c e 2

c f 0

d e 1

e h 3

**Выводы.**

В ходе выполнения лабораторной работы был реализован алгоритм Форда-Фалкерсона, который находит максимальный поток в сети, а также фактическую величину потока, протекающего через каждое ребро.

Приложение 1 код

#include <iostream>  
#include <vector>  
#include <algorithm>  
  
class Path {  
public:  
 Path(char nameFrom, char nameOut, int bandwidth) : nameFrom(nameFrom), nameOut(nameOut), bandwidth(bandwidth) {}  
  
 void setFlow(int flow) {  
 Path::flow = flow;  
 }  
  
 char getNameFrom() const {  
 return nameFrom;  
 }  
  
 char getNameOut() const {  
 return nameOut;  
 }  
  
 int getBandwidth() const {  
 return bandwidth;  
 }  
  
 int getFlow() const {  
 return flow;  
 }  
  
private:  
 char nameFrom;  
 char nameOut;  
 int bandwidth;  
 int flow = 0;  
};  
  
void findMin(std::vector<Path \*> \*local, int \*maxFlow) {  
 int Min = local->front()->getBandwidth();  
 for (Path \*path : \*local) {  
 if (Min > (path->getBandwidth() - path->getFlow())) {  
 Min = path->getBandwidth() - path->getFlow();  
 }  
 }  
  
 for (Path \*path : \*local) {  
 path->setFlow(path->getFlow() + Min);  
 }  
  
 \*maxFlow = \*maxFlow + Min;  
}  
  
bool comp(Path a, Path b) {  
 if (a.getNameFrom() != b.getNameFrom()) {  
  
 return a.getNameFrom() < b.getNameFrom();  
 } else {  
 return a.getNameOut() < b.getNameOut();  
 }  
}  
  
bool comp2(Path \*a, Path \*b) {  
 return (a->getBandwidth() - a->getFlow()) <= (b->getBandwidth() - b->getFlow());  
}  
  
bool isVisitedPath(std::vector<Path \*> \*local, char element){  
 for (Path \*path : \*local){  
 if (element == path->getNameFrom()) {  
 return false;  
 }  
 }  
  
 return true;  
}  
  
bool findPath(std::vector<Path> \*paths, std::vector<Path \*> \*local, std::vector<Path \*> \*local2, char myPoint, char \*endPoint) {  
 if (myPoint == \*endPoint) {  
 return true;  
 }  
  
 std::vector<Path \*> localPaths;  
 localPaths.reserve(0);  
 for (auto &path: \*paths) {  
 if (path.getNameFrom() == myPoint) {  
 char sc = path.getNameFrom();  
 localPaths.emplace\_back(&path);  
 }  
 }  
  
   
  
 std::sort(localPaths.begin(), localPaths.end(), comp2);  
  
   
  
 for (Path \*path : localPaths) {  
 if (path->getFlow() < path->getBandwidth()) {  
 if (isVisitedPath(local2, path->getNameOut())) {  
 local2->emplace\_back(path);  
 if (findPath(paths, local,local2, path->getNameOut(), endPoint)) {  
 local->emplace\_back(path);  
 return true;  
 } else{  
 local2->pop\_back();  
 }  
 }  
 }  
 }  
  
 return false;  
  
}  
  
int main() {  
  
 char startPoint, endPoint;  
  
 char start, end;  
 int weight;  
 int count = 16;  
  
 startPoint = 'a';  
 endPoint = 'e';  
  
 std::vector<Path \*> local;  
 local.reserve(0);  
  
 std::vector<Path \*> local2;  
 local.reserve(0);  
  
 std::vector<Path> paths;  
 paths.reserve(0);  
  
 int maxFlow = 0;  
  
  
  
 std::cin >> count;  
 std::cin >> startPoint;  
 std::cin >> endPoint;  
 while (count != 0) {  
 std::cin >> start >> end >> weight;  
 paths.emplace\_back(Path(start, end, weight));  
 count--;  
 }  
  
   
  
 while (findPath(&paths, &local, &local2, startPoint, &endPoint)) {  
 findMin(&local, &maxFlow);  
  
   
 local.clear();  
 local2.clear();  
 }  
  
  
 std::cout << maxFlow << '\n';  
  
 std::sort(paths.begin(), paths.end(), comp);  
  
 for (Path path : paths) {  
 std::cout << path.getNameFrom() << " " << path.getNameOut() << " " << path.getFlow() << "\n";  
 }  
  
  
 return 0;  
}

Приложение 2 uml

