**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

**Кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ**

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе №**3

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

**Тема: Потоки в сети**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 8304 |  | Кирьянов Д.И. |
| Преподаватель |  | Размочаева Н.В. |

Санкт-Петербург

2020

## Цель работы.

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

**Вариант 5.**

Поиск не в глубину и не в ширину, а по правилу: каждый раз выполняется переход по дуге, имеющей максимальную остаточную пропускную способность. Если таких дуг несколько, то выбрать ту, которая была обнаружена раньше в текущем поиске пути.

## Описание алгоритма.

1. Обнуляем все потоки. Остаточная сеть изначально совпадает с исходной сетью.
2. В остаточной сети находим любой путь из источника в сток. Если такого пути нет, останавливаемся.
3. Пускаем через найденный путь (он называется увеличивающим путём или увеличивающей цепью) максимально возможный поток:
4. На найденном пути в остаточной сети ищем ребро с минимальной пропускной способностью Cmin.
5. Для каждого ребра на найденном пути увеличиваем поток на {\displaystyle c\_{\min }}Cmin, а в противоположном ему — уменьшаем на {\displaystyle c\_{\min }}Cmin.
6. Модифицируем остаточную сеть. Для всех рёбер на найденном пути, а также для противоположных им рёбер, вычисляем новую пропускную способность. Если она стала ненулевой, добавляем ребро к остаточной сети, а если обнулилась, стираем его.

4. Возвращаемся на шаг 2.

Сложность алгоритма O(|E|f), где

E – количество ребер в графе,

f – максимальный поток в графе.

## Описание основных структур данных и функций.

struct elem {

int capacity;

int flow;

};

- структура для хранения пропускной способности и потока элемента.

std::map<char, std::vector<std::pair<char, elem>>> card;

- словарь для хранения графа. Для каждой вершины хранится вектор с парами, в которых хранится вершина, в которую можно перейти, ее пропускная способность и поток.

std::map<char, char> prev;

- словарь для хранения вершины, из которой мы пришли в текущую.

std::map<char, bool> visited;

- словарь для проверки на посещение каждой из вершин.

bool comp(std::pair<char, elem> i, std::pair<char, elem> j);

- компаратор для сортировки по минимальной пропускной способности

bool cmp(std::pair<char, elem> i, std::pair<char, elem> j);

- компаратор для сортировки в лексикографическом порядке

int find(std::map<char, std::vector<std::pair<char, elem>>>& card, char current, char finish, std::map<char, char>& prev, std::map<char, bool> visited, int result);

- функция для поиска пути и ребра с минимальной пропускной способностью. Возвращает минимальную пропускную способность на пути, если он есть. Если пути нет, возвращает 0.

void net(char start, char finish, std::map<char, char> prev, std::map<char, std::vector<std::pair<char, elem>>>& card, int min);

- функция для изменения значений пропускной способности и потока для каждой из вершин в соответствии с передаваемой минимальной пропускной способностью на пути. На найденном пути обновляется каждое ребро, а также обратные ребра, если они имеются.

**Тестирование.**

Таблица 1 – Результат работы.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ввод** | **Вывод** |
| 7  a  f  a b 7  a c 6  b d 6  c f 9  d e 3  d f 4  e c 2 | Result:  12  a b 6  a c 6  b d 6  c f 8  d e 2  d f 4  e c 2 |
| 9  a  d  a b 3  b c 7  c d 5  h c 12  e f 9  g h 20  b e 10  a g 17  f d 8 | Result:  5  a b 3  a g 2  b c 3  b e 0  c d 5  e f 0  f d 0  g h 2  h c 2 |
| 11  a d  a b 3  b c 7  c d 5  b a 2  h c 12  e f 9  g h 20  b e 10  h g 10  a g 17  f d 8 | Result:  5  a b 3  a g 2  b a 0  b c 3  b e 0  c d 5  e f 0  f d 0  g h 2  h c 2  h g 0 |

# Вывод.

В ходе выполнения данной работы была написана программа, которая находит максимальный поток в сети, а также фактическую величину потока, протекающего через каждое ребро, используя алгоритм Форда - Фалкерсона.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А.  
ИСХОДНЫЙ КОД**

#include <iostream>

#include <vector>

#include <map>

#include <algorithm>

#include <queue>

#include <fstream>

std::string input\_way = "C:/Users/Danielka/source/repos/piaa\_lr3/input";//пути до файлов

std::string output\_way = "C:/Users/Danielka/source/repos/piaa\_lr3/output";

struct elem {//структура для хранения

int capacity;//пропускной способности

int flow;//и потока элемента

};

bool comp(std::pair<char, elem> i, std::pair<char, elem> j) {//компаратор

if (i.second.capacity == j.second.capacity)//для сортировки

return i.first < j.first;//по минимальной пропускной способности

return i.second.capacity < j.second.capacity;

}

bool cmp(std::pair<char, elem> i, std::pair<char, elem> j) {

return i.first < j.first;//компаратор для сортировки

}//в лексикографическом порядке

void net(char start, char finish, std::map<char, char> prev, std::map<char, //обновление значений

std::vector<std::pair<char, elem>>>& card, int min) {//элементов

std::vector<char> result;

char current = finish;

result.push\_back(current);

while (current != start) {//записываем путь в вектор

current = prev[current];

result.push\_back(current);

}

std::cout << "Found way: ";//отладочный вывод

for (unsigned long int i = 0; i < result.size(); ++i) {

std::cout << result[result.size() - i - 1];//выводим найденный путь

}

std::cout << std::endl << std::endl;

std::cout << "Changes of edges:" << std::endl;//отладочный вывод

for (unsigned long int i = 0; i < result.size()-1; ++i) {//изменяем значения элементов

for (auto& next : card[result[result.size()-i-1]]) {//для обычных путей

if (next.first==result[result.size() - i-2]) {

std::cout << "Capacity " << result[result.size() - i - 1] << next.first << ": " << next.second.capacity;

next.second.capacity -= min;//выводим изменения

std::cout << " -> " << next.second.capacity << std::endl;

std::cout << "Flow " << result[result.size() - i - 1] << next.first << ": " << next.second.flow;

next.second.flow += min;//выводим изменения

std::cout << " -> " << next.second.flow << std::endl << std::endl;

for (auto& j : card[result[result.size() - i-2]]) {//для обратных путей

if (j.first == result[result.size() - i - 1]) {

std::cout << "Capacity " << result[result.size() - i - 2] << j.first << ": " << j.second.capacity;

j.second.capacity += min;//выводим изменения

std::cout << " -> " << j.second.capacity << std::endl;

std::cout << "Flow " << result[result.size() - i - 2] << j.first << ": " << j.second.flow;

j.second.flow -= min;//выводим изменения

std::cout << " -> " << j.second.flow << std::endl << std::endl;

}

}

}

}

}

std::cout << std::endl;

}

int find(std::map<char, std::vector<std::pair<char, elem>>>& card, char current, char finish,//поиск пути

std::map<char, char>& prev, std::map<char, bool> visited, int result) {//и минимального результата

std::cout << "Visiting: " << current << std::endl;//отладочный вывод

if (current == finish)//если дошли до конца

return result;//возвращаем результат

std::sort(card[current].begin(), card[current].end(), comp);//сортируем по возрастанию пропускной способности

visited[current] = true;//считаем, что посетили текущую вершину

for (auto& next : card[current]) {

if ((!visited[next.first]) && (next.second.capacity > 0)) {//если не посещена и пропускная способность>0

result = next.second.capacity;//первое ребро - начальный результат

prev[next.first] = current;//обновляем путь

int minim = find(card, next.first, finish, prev, visited, result);//рекурсия

if (minim > 0) {//если нашли путь

if (minim < result)//если меньше

result = minim;//то обновляем результат

return result;

}

}

}

return 0;

}

int main() {

std::cout << "How do you want to input?" << std::endl << std::endl

<< "Press 1 to input from console." << std::endl//выбор как считать

<< "Press 2 to input from file." << std::endl;

int count = 0;

char start = '0';

char finish = '0';

std::map<char, std::vector<std::pair<char, elem>>> card;//хранение графа

char first, second;

int len=0;

int menu = 0;

while (menu != 1 && menu != 2) {//пока не введется нужная цифра

std::cin >> menu;

if (menu == 1) {//считывание с консоли

std::cin >> count;

std::cin >> start >> finish;

for (int i = 0; i < count; ++i) {

std::cin >> first >> second >> len;

card[first].push\_back({ second, {len, 0} });

}

}

else if (menu == 2) {//считывание из файла

std::ifstream file;

file.open(input\_way);

if (!file.is\_open()) {

std::cout << "Can't open file!" << std::endl;

return 0;

}

file >> count;

file >> start >> finish;

for (int i = 0; i < count; ++i) {

file >> first >> second >> len;

card[first].push\_back({ second, {len, 0} });

}

}

else {//если неверно введена цифра, выводится сообщение

std::cout << std::endl << "Wrong choice! Try again!" << std::endl;

}//а цикл продолжается

}

std::map<char, char> prev;//для сохранения пути

prev[start] = start;

std::map<char, bool> visited;//проверка на посещение

int test = 0;

int flow = 0;

std::cout << std::endl;

while (test = find(card, start, finish, prev, visited, 0)) {//пока есть путь

std::cout << std::endl << "Minimal capacity: " << test << std::endl;//найденное минимальное ребро

flow += test;//максимальное значение

net(start, finish, prev, card, test);//обновляем показатели

}

std::cout << "No more ways." << std::endl;

menu = 0;

std::cout << std::endl << "How do you want to output?" << std::endl << std::endl

<< "Press 1 to output by console." << std::endl//выбор как вывести

<< "Press 2 to output into file." << std::endl;

while (menu != 1 && menu != 2) {//пока не введется нужная цифра

std::cin >> menu;

if (menu == 1) {//вывод на консоль

std::cout << std::endl << "Result: " << std::endl;

std::cout << flow << std::endl;

for (auto k : card) {

std::sort(k.second.begin(), k.second.end(), cmp);

for (auto i : k.second)

std::cout << k.first << " " << i.first << " " << std::max(0, i.second.flow) << std::endl;

}

}

else if (menu == 2) {//вывод в файл

std::ofstream file;

file.open(output\_way);

if (!file.is\_open()) {

std::cout << "Can't open file!\n";

}

file << "Result: " << std::endl;

file << flow << std::endl;

for (auto k : card) {

std::sort(k.second.begin(), k.second.end(), cmp);

for (auto i : k.second)

file << k.first << " " << i.first << " " << std::max(0, i.second.flow) << std::endl;

}

}

else {//если неверно введена цифра, выводится сообщение

std::cout << std::endl << "Wrong choice! Try again!" << std::endl;

}//а цикл продолжается

}

return 0;

}