**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 |  | Птухов Д.А. |
| Преподаватель |  | Размочаева Н.В. |

Санкт-Петербург

2019

**Вариант 1.**

## Цель работы.

Построение и анализ алгоритма Форда-Фалкерсона на основе на решения задачи о нахождении максимального потока в сети.

## Основные теоретические положения.

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).

## Описание алгоритма.

Для решения поставленной задачи был реализован класс Network, cодержащий в себе следующие методы – findWay, findMin, modifyFlow, modifyCapacity. findWay – функция, находящая при помощи поиска в ширину любой путь от истока до стока. Хранение пути осуществляется при помощи хранения имени предыдущей вершины. findMin – функция, осуществляющая поиск ребра с минимальной пропускной способностью. modifyFlow – функция, увеличивающая и уменьшающая (для противоположных ребер) величину потока в каждом ребре, входящем в состав ранее найденного пути. modifyCapacity – функция, осуществляющая пересчет пропускной способности каждого ребра, входящего в ранее найденный путь, на основе потока, протекающего в нем. Алгоритм заканчивает свою работу, когда пути от истока в сток не было найдено.

Сложность алгоритма О(|V|\*).

**Вывод промежуточной информации.**

Во время основной части работы алгоритма происходит вывод промежуточной информации, а именно, выбранная на данном шаге вершина (поиск в ширину), величину минимальной пропускной способности для данного пути, поток в ребрах, входящих в состав ранее найденного пути.

**Тестирование.**

Таблица 1 – Результаты тестирование

|  |  |
| --- | --- |
| **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 | 12  a b 6  a c 6  b d 6  c f 8  d e 2  d f 4  e c 2 |
| 5  a d  a b 20  b c 20  c d 20  a c 1  b d 1 | 21  a b 20  a c 1  b c 19  b d 1  c d 20 |
| 9  a d  a b 8  b c 10  c d 10  h c 10  e f 8  g h 11  b e 8  a g 10  f d 8 | 18  a b 8  a g 10  b c 0  b e 8  c d 10  e f 8  f d 8  g h 10  h c 10 |
| 16  a e  a b 20  b a 20  a d 10  d a 10  a c 30  c a 30  b c 40  c b 40  c d 10  d c 10  c e 20  e c 20  b e 30  e b 30  d e 10  e d 10 | 60  a b 20  a c 30  a d 10  b a 0  b c 0  b e 30  c a 0  c b 10  c d 0  c e 20  d a 0  d c 0  d e 10  e b 0  e c 0  e d 0 |

# Вывод.

В ходе работы был построен и анализирован алгоритм Форда-Фалкерсона на основе решения задачи о нахождении максимального потока в сети. Исходный код программы представлен в приложении А.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А.  
ИСХОДНЫЙ КОД**

#include <iostream>

#include <string>

#include <vector>

#include <algorithm>

#include <queue>

#include <map>

#include <stack>

struct Network

{

public:

struct WayInfo

{

char to;

int capacity;

int flow;

};

struct VertexInfo

{

char prev = 0;

bool is\_used = false;

std::vector<WayInfo> ways;

};

private:

char start = 0;

char end = 0;

size\_t min\_capacity = 0;

std::map<char, VertexInfo> d;

public:

Network() = default;

Network(Network const& other)

{

start = other.start;

end = other.end;

d = other.d;

}

void addElem(char vertexName, WayInfo way)

{

d[vertexName].ways.push\_back(way);

}

void setEnds(char start, char end)

{

this->start = start;

this->end = end;

}

bool findWay()

{

std::queue<char> q;

q.push(start);

while (!q.empty())

{

char cur = q.front();

q.pop();

d[cur].is\_used = true;

for (auto& next : d[cur].ways)

{

if (d[next.to].is\_used == true)

continue;

if (next.capacity <= 0)

continue;

if (next.to == end)

{

d[next.to].prev = cur;

return true;

}

q.push(next.to);

d[next.to].prev = cur;

}

}

return false;

}

void findMin()

{

char cur = end;

while (cur != start)

{

char prev = d[cur].prev;

for (auto& way : d[prev].ways)

{

if (way.to == cur)

{

if (min\_capacity == 0 || min\_capacity > way.capacity)

min\_capacity = way.capacity;

break;

}

}

cur = prev;

}

}

void modifyFlow()

{

char cur = end;

while (cur != start)

{

char prev = d[cur].prev;

for (auto& way : d[prev].ways)

{

if (way.to == cur)

{

way.flow += min\_capacity;

break;

}

}

for (auto& reverse\_way : d[cur].ways)

{

if (reverse\_way.to == prev)

{

reverse\_way.flow -= min\_capacity;

break;

}

}

cur = prev;

}

}

void modifyCapacity()

{

char cur = end;

while (cur != start)

{

char prev = d[cur].prev;

for (auto& way : d[prev].ways)

{

if (way.to == cur)

{

way.capacity -= way.flow;

break;

}

}

for (auto& reverse\_way : d[cur].ways)

{

if (reverse\_way.to == prev)

{

reverse\_way.capacity -= reverse\_way.flow;

break;

}

}

cur = prev;

}

min\_capacity = 0;

for (auto& i : d)

i.second.is\_used = false;

}

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, Network net)

{

net.sort();

size\_t res\_flow = 0;

for (auto& start\_way : net.d[net.start].ways)

res\_flow += std::max(0, start\_way.flow);

std::cout << res\_flow << "\n";

for (auto& elem : net.d)

{

for (auto& way : elem.second.ways)

out << elem.first << " " << way.to << " " << std::max(0, way.flow) << "\n";

}

return out;

}

void sort()

{

for (auto& i : d)

{

std::sort(i.second.ways.begin(), i.second.ways.end(), [](WayInfo i1, WayInfo i2) {return i1.to < i2.to; });

}

}

void reverse\_sort()

{

for (auto& i : d)

{

std::sort(i.second.ways.begin(), i.second.ways.end(), [](WayInfo i1, WayInfo i2) {return i1.capacity > i2.capacity; });

}

}

};

int main()

{

Network StartNetwork;

char start = 0;

char end = 0;

int n = 0;

std::cin >> n >> start >> end;

StartNetwork.setEnds(start, end);

char p1 = 0;

char p2 = 0;

int len = 0;

for (int i = 0; i < n; ++i)

{

std::cin >> p1 >> p2 >> len;

Network::WayInfo way = { p2, len, 0 };

StartNetwork.addElem(p1, way);

}

Network CurrentNetwork(StartNetwork);

CurrentNetwork.reverse\_sort();

while (true)

{

bool res = CurrentNetwork.findWay();

if (res == false)

break;

CurrentNetwork.findMin();

CurrentNetwork.modifyFlow();

CurrentNetwork.modifyCapacity();

}

std::cout << CurrentNetwork;

return 0;

}