**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

**Кафедра МОЭВМ**

**отчет**

**по лабораторной работе** №**3**

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

**Тема: Потоки в сети**

Студент гр.8304 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сани З. Б.

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Размочаева Н.В.

Санкт-Петербург

2020

**Задание.**

Вариант 4

Поиск в глубину. Итеративный метод.

**Цель работы.**

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

**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 {\displaystyle c\_{\min }}.
5. Для каждого ребра на найденном пути увеличиваем поток на {\displaystyle c\_{\min }}, а в противоположном ему — уменьшаем на {\displaystyle c\_{\min }}.
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.
7. Возвращаемся на шаг 2.

Сложность алгоритма O(Ef), где E – количество ребер в графе, f – максимальный поток в графе.

**Описание функций и структур данных.**

Граф хранится в словаре std::map<**char**, Vertex>, где Vertex– структура, где хранится информация о предыдущем элементе и о том, присутствует ли данный элемент в пути(Нужно для поиска в глубину итеративным способом) Также в ней хранится информация о вершинах в которые можно попасть из данной и пропускная способность и поток этих путей.

**struct** Vertex {   
 std::vector<std::pair<**char**, VectorInfo>> destinations;

**char** parentVertex;  
 **bool** visited;  
};

**struct** VertexInfo{  
 **int** capacity;  
 **int** flow;  
};

Была определена функция итеративного поиска в глубину std::string dfsAugmentedPath(std::map<**char**, Vertex> graph, **char** source, **char** sink), возвращающая путь, если он был найден и строку, состоящую из символа source, если путь не был найден.

Функция возвращающая минимальную пропускную способность на пути: **int** minCapacity(std::string augPath, std::map<**char**, Vertex> residualgraph)

Функция изменения потоков и модификации пропускных способностей:

**void** updateResidualGraph(std::string augmentedPath, std::map<**char**, Vector>& residualGraph)

**Выводы.**

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.

7

a

f

a b 7

a c 6

b d 6

c f 9

d e 3

d f 4

e c 2

**Sample Output:**

12

a b 6

a c 6

b d 6

c f 8

d e 2

d f 4

e c 2

**Тестирование**

Таблица 1 – результаты работы

|  |  |
| --- | --- |
| **Input** | **Output** |
| 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 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**ИСХОДНЫЙ КОД**

#include <iostream>

#include <map>

#include <vector>

#include <string>

#include <algorithm>

struct VertexInfo{

int capacity;

int flow;

};

struct Vertex {

std::vector<std::pair<char, VertexInfo>> destinations;

bool visited;

char parentVertex;

};

char selectAvailabevertex(std::vector<std::pair<char, VertexInfo>> const& destinations,std::map<char, Vertex> graph){

char availableVertex = 0;

for(auto i : destinations){

if(!graph[i.first].visited && i.second.capacity > 0) {

availableVertex = i.first;

}

}

return availableVertex;

}

std::string dfsAugmentedPath(std::map<char, Vertex> graph, char source, char sink){

char currentVertex = source;

std::string path = {source};

char selectedVertex = selectAvailabevertex(graph[currentVertex].destinations, graph);

//iterative DFS

while(currentVertex != sink && !(currentVertex == source && selectedVertex == 0)){

graph[currentVertex].visited = true;

if(selectedVertex != 0) {

char parentVertex = currentVertex;

currentVertex = selectedVertex;

graph[currentVertex].parentVertex = parentVertex;

path += currentVertex;

}

else {

path.erase(path.end()-1);

currentVertex = graph[currentVertex].parentVertex;

}

selectedVertex = selectAvailabevertex(graph[currentVertex].destinations, graph);

}

return path;

}

int minCapacity(std::string augPath, std::map<char, Vertex> residualGraph){

int min = INT\_MAX;

while(augPath.size() > 1){

for(auto vertex : residualGraph[augPath[0]].destinations)

if(vertex.first == augPath[1] && vertex.second.capacity < min) {

min = vertex.second.capacity;

}

augPath.erase(augPath.begin());

}

return min;

}

void updateResidualGraph(std::string augPath, std::map<char, Vertex>& residualGraph){

int min = minCapacity(augPath,residualGraph);

while(augPath.size() > 1){

for(auto& vertex : residualGraph[augPath[0]].destinations)

if(vertex.first == augPath[1]) {

vertex.second.flow += min;

vertex.second.capacity -= vertex.second.flow;

for(auto& j:residualGraph[augPath[1]].destinations) {

if(j.first == augPath[0]) {

j.second.flow -= min;

j.second.capacity -= j.second.flow;

}

}

}

augPath.erase(augPath.begin());

}

}

bool cmp(std::pair<char, VertexInfo> const& a, std::pair<char, VertexInfo> const& b) {

return a.first < b.first;

}

void maxFlow(std::map<char, Vertex> graph, char source, char sink){

std::string augPath = dfsAugmentedPath(graph,source,sink);

while (augPath != std::string(1,source)) {

updateResidualGraph(augPath,graph);

augPath = dfsAugmentedPath(graph,source,sink);

}

//max flow going out from source = the flow coming to sink

int maxFlowOut = 0;

for(auto i : graph[source].destinations){

maxFlowOut += i.second.flow;

}

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

for(auto vertex : graph) {

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

for(auto dest : vertex.second.destinations)

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

}

}

int main(){

int N;

char source,sink;

std::map<char, Vertex> residualGraph;

std::cin >> N;

std::cin >>source;

std::cin>> sink;

char from,to;

int capacity;

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

int flow = 0;

std::cin >> from >> to >> capacity;

residualGraph[from].destinations.push\_back({to,{capacity,flow}});

}

maxFlow(residualGraph,source,sink);

return 0;

}