МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МОЭВМ

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №5
по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»
Тема: **Кодирование**

Студент гр. 9381 _____ Фоминенко А.Н.

Преподаватель _____ Фирсов М.А.

Санкт-Петербург
2020

1. Цель работы.

Познакомиться со статическим кодированием Хаффмана

2. Задание.

Вариант 3

3	Кодирование: статическое Хаффмана

3. Теоретические положения

Алгоритм Хаффмана (англ. Huffman's algorithm) — алгоритм оптимального префиксного кодирования алфавита. Был разработан в 1952 году аспирантом Массачусетского технологического института Дэвидом Хаффманом при написании им курсовой работы. Используется во многих программах сжатия данных, например, PKZIP 2, LZH и др**.**

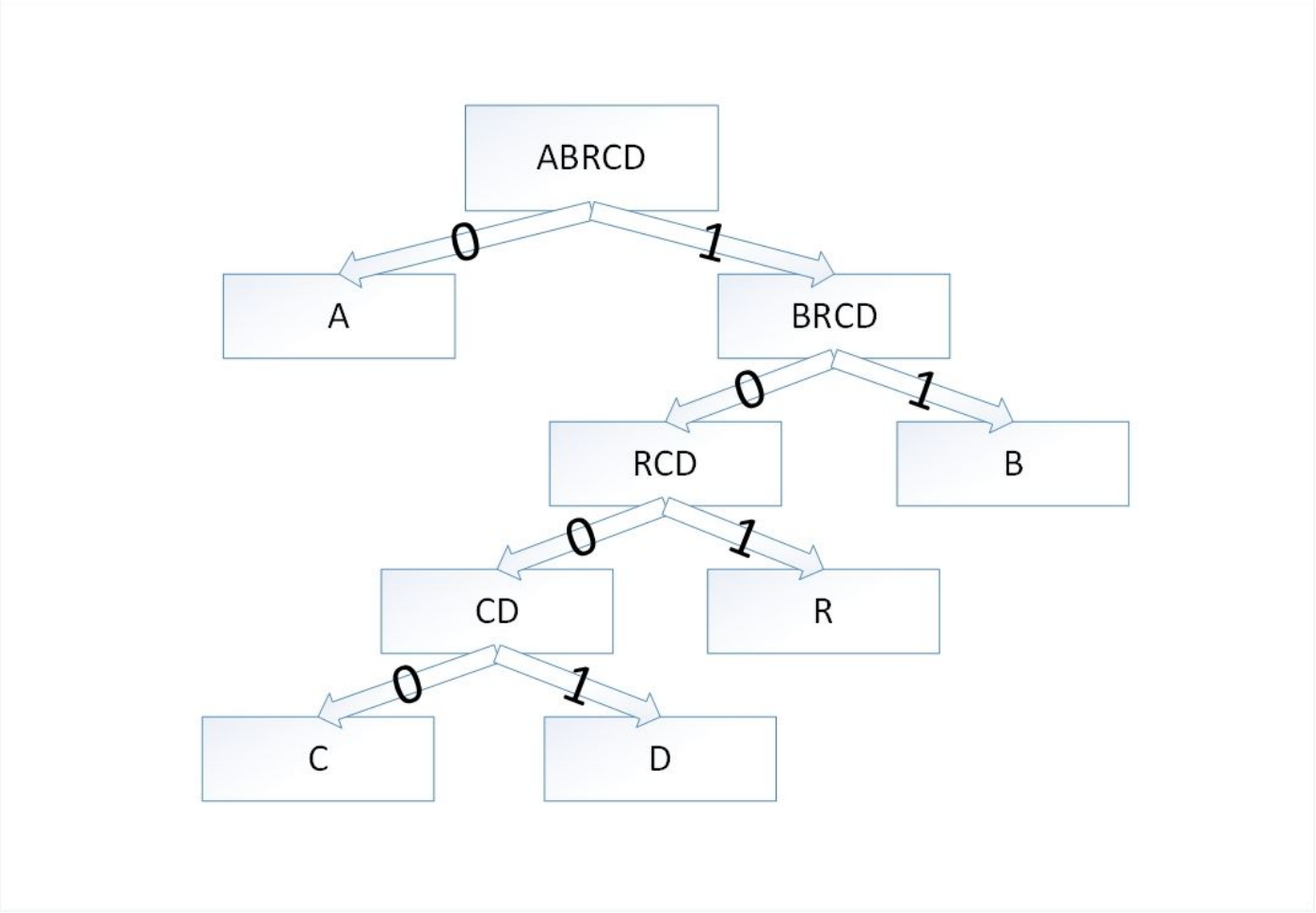
4. Описание работы алгоритма.

Построение кода Хаффмана сводится к построению соответствующего бинарного дерева по следующему алгоритму:

1. Составим список кодируемых символов, при этом будем рассматривать один символ как дерево, состоящее из одного элемента с весом, равным частоте появления символа в строке.
2. Из списка выберем два узла с наименьшим весом.

3. Сформируем новый узел с весом, равным сумме весов выбранных узлов, и присоединим к нему два выбранных узла в качестве детей.
4. Добавим к списку только что сформированный узел вместо двух объединенных узлов.
5. Если в списке больше одного узла, то повторим пункты со второго по пятый.

пример кодирования слова `"abracadabra"`



5. Пример работы программы:

Основной тест №1:

```
Входные данные : qewqweqwwe jhdaskjhdkjash kjahsdkjhaskjhd123aksjdhasdh
```

Выходные данные :

Printing the order of joining nodes ::

3(1) 2(1)

1(1) 32(2)

q(3) e(3)

132(3) w(4)

s(6) k(6)

d(6) a(6)

qe(6) j(7)

132w(7) h(8)

sk(12) da(12)

qej(13) 132wh(15)

skda(24) qej132wh(28)

skdaqej132wh(52)

Code of symbols in alphabet order ::

1(11000) 2(110011) 3(110010) a(011) d(010) e(1001) h(111) j(101) k(001) q(1000) s(000) w(1101)

Code of symbols in numeric order ::

s(000) k(001) d(010) a(011) j(101) h(111) q(1000) e(1001) w(1101) 1(11000) 3(110010) 2(110011)

Encrypted message ::

10001001110110001101100110001101110110011011110100110000011011110100011010110
00111001101011111000010001101111011000001101111010110001100111100100110010001
01010111011000010111

Length :: 174

Дополнительное тестирование :

Номер теста	Входные данные	Результат
2	mama	Code of symbols in alphabet order :: a(1) m(0) Code of symbols in numeric order :: m(0) a(1) Encrypted message :: 0101
3	pizza	Code of symbols in alphabet order :: a(10) i(01) p(00) z(11) Code of symbols in numeric order :: p(00) i(01) a(10) z(11) Encrypted message :: 0001111110
4	Mama mila ramy	Code of symbols in alphabet order :: M(100) a(11) i(001) l(000) m(01) r(1011) y(1010) Code of symbols in numeric order :: m(01) a(11) l(000) i(001) M(100) y(1010) r(1011) Encrypted message :: 1001101110100100011101111011010
5	123+345 = 468	Code of symbols in alphabet order :: +(100) 1(011) 2(010) 3(110) 4(101) 5(001) 6(000) 8(1111) =(1110)

		Code of symbols in numeric order :: 6(000) 5(001) 2(010) 1(011) +(100) 4(101) 3(110) =(1110) 8(1111) Encrypted message :: 01101011010011010100111101010001111
6	message	Code of symbols in alphabet order :: a(00) e(10) g(111) m(110) s(01) Code of symbols in numeric order :: a(00) s(01) e(10) m(110) g(111) Encrypted message :: 1101001010011110
7	1	Code of symbols in alphabet order :: 1(0) Code of symbols in numeric order :: 1(0) Encrypted message :: 0

6. Выполнение программы:

Пользователю требуется ввести строку в файл “input.txt” и сохранить.

Запустить программу.

Посмотреть результат в файле “output.txt”

7. Описание функций и структур:

```
/**
 * структура вершины(узла)
 * string str - строка в узле
 * int num - номер узла(чтобы можно было пройтись dfs и отметить те узлы где мы уже были)
 * int len - длина строки узла
 * int k - вес узла
 * Node* right, left соответственно ссылки на правого и левого ребенка
 */
struct Node
```

```
==================================================
```

```
/**
 * функция обхода графа в глубину
 * @param x - текущая вершина
 * @param c - путь до вершины (бинарная строка)
 */
void dfs(Node *x, stack<char> &c)
```

```
==================================================
```

```
/**
```

```
 * структура для сортировки строк
 * char key - символ
 * string str - строка которая ему соответствует
 */
struct MyStruct
=====================================================
/**
 * структура для сортировки Node*
 * сравнивает Node* a и Node* b , что позволяет поддерживать
priority_queue
 */
struct compare
=========================================================
/**
 * основная функция, кодирующая данную строку
 */
void solve()
```

8. Вывод:

В ходе выполнения лабораторной работы была изучено и реализовано на языке C++ статическое кодирование хаффмана.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Файл main.cpp:

```
#include <utility>
#include <vector>
#include <string>
#include <map>
#include <algorithm>
#include <stack>
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <queue>
#define all(a) begin(a),end(a)
using namespace std;
/**
 * структура вершины(узла)
 * string str - строка в узле
 * int num - номер узла(чтобы можно было пройтись dfs и отметить те узлы где мы уже были)
 * int len - длина строки узла
 * int k - вес узла
 * Node* right, left соответственно ссылки на правого и левого ребенка
 */
struct Node {
    string str;
    int num{};
    int len{};
    int k{};
```

```
    struct Node *right{};
    struct Node *left{};
};


map<char, string> mp;
vector<bool> used;
/**
 * функция обхода графа в глубину
 * @param x - текущая вершина
 * @param c - путь до вершины (бинарная строка)
 */
void dfs(Node *x, stack<char> &c) {
    used[x->num] = true;
    if (x->left != NULL && !used[x->left->num]) {
        c.push('0');
        dfs(x->left, c);
        c.pop();
    }
    if (x->right != NULL && !used[x->right->num]) {
        c.push('1');
        dfs(x->right, c);
        c.pop();
    }
    if (x->left == NULL && x->right == NULL) {
        stack<char> t = c;
        string s;
        while (!t.empty()) s.push_back(t.top()), t.pop();
        reverse(all(s));
        mp[x->str[0]] = s;
    }
}
```

```
/**
 * структура для сортировки строк
 * char key - символ
 * string str - строка которая ему соответствует
 */

struct MyStruct {
    char key;
    std::string str;

    bool operator<(const MyStruct &struct1) const {
        if ((struct1.str.size() != str.size()))
            return struct1.str.size() > str.size();
        else {
            for (int i = 0; i < struct1.str.size(); i++) {
                if (struct1.str[i] != str[i]) {
                    return struct1.str[i] > str[i];
                }
            }
            return struct1.key > key;
        }
    }

    MyStruct(char k, string s) : key(k), str(move(s)) {}
};
/**
 * структура для сортировки Node*
 * сравнивает Node* a и Node* b , что позволяет поддерживать priority_queue
 */
struct compare {
```

```
    inline bool operator()(const Node* a, const Node* b) {
        if (a->k != b->k)
            return a->k > b->k;
        if(a->str.size() != b->str.size())
            return a->str.size() > b->str.size();
        for (int i = 0; i < a->str.size(); i++) {
            if (a->str[i] != b->str[i]) {
                return a->str[i] < b->str[i];
            }
        }
        return false;
    }
};

/**
 * основная функция, кодирующая данную строку
 */
void solve() {
    string s;
    getline(cin, s);
    map<char, int> m;
    for (char c : s) { //put chars into the map and calculate number of occurrences
        if (c != ' ')
            m[c]++;
    }
    int number = 0;
    priority_queue<Node *, vector<Node *>, compare> q;
    for (auto[i, j] : m) {  //take char and create a node with it,put it in queue
        Node *x = new Node();
        x->num = number++;
        x->str.clear();
```

```
        x->str.push_back(i);
        x->len = 1;
        x->k = j;
        q.push(x);
    }
    cout << "Printing the order of joining nodes :: \n";
    while (q.size() > 1) { //take last 2 elements of queue and join it
        Node *left, *right, *parent = new Node();
        left = q.top();
        q.pop();
        right = q.top();
        q.pop();
        cout << left->str << '(' << left->k << ") " << right->str << '(' << right->k <<
")\n";
        parent->left = left;
        parent->right = right;
        parent->str = left->str + right->str;
        parent->len = left->len + right->len;
        parent->num = number++;
        parent->k = left->k + right->k;
        q.push(parent);
    }
    cout << q.top()->str << '(' << q.top()->k << ")\n";
    used.resize(number);
    Node *parent = q.top();
    stack<char> c;
    dfs(parent, c);
    vector<MyStruct> v;
    if(m.size() == 1){
        mp[q.top()->str[0]] = '0';
    }
    cout << "Code of symbols in alphabet order :: \n";
```

```
    for (auto[i, j] : mp) {
        v.push_back(MyStruct(i, j));
        cout << i << '(' << j << ") ";
    }
    sort(all(v));

    cout << '\n' << "\nCode of symbols in numeric order :: \n";
    for (auto[i, j] : v) {
        cout << i << '(' << j << ") ";
    }
    cout << "\n\nEncrypted message :: \n";


    int len = 0;
    for (char p : s) {
        len += mp[p].size();
        cout << mp[p];
    }

    cout << "\n\nLength ::"<< len;
}

int32_t main() {
    freopen("../input.txt", "r", stdin);
    freopen("../output.txt", "w", stdout);
    solve();
    fclose(stdin);
    fclose(stdout);
}
```