МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Санкт-Петербургский государственный

электротехнический университет

«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Кафедра САПР

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 2

по дисциплине «Алгоритмы кодирования»

Студент гр. 8301 _____ Готовский К.В.

Преподаватель _____ Тутева А.В.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы

Реализовать кодирование и декодирование по алгоритму Шеннона-Фано.

Описание реализуемого класса

Класс Shennon_Fano, содержит вложенный класс Node, который в свою очередь имеет три публичных поля: указатели на Node *Left (Указатель на левый элемент), Node *Right (Указатель на правый элемент) и переменную value класса Pair (вспомогательный класс, состоящий из двух публичных шаблонных полей). А сам класс имеет поля Node* head (вершина дерева) и List<Pair<char,int>>* list_symbol (список символов в дереве). Сам класс подразумевает собой дерево кодирования построенное на основе алгоритма кодирования Шеннона-Фано. Класс содержит следующие методы:

- Констуктор – который получает на вход строку, и строит список типа Node символов и их частоты появления в строке. Потом этот список передаётся в функцию *build_tree*.
- Деструктор – реализован деструктор, который вызывает метод clear (на основе обычного удаления двоичного дерева).
- Node* build_tree(Node*& root, List<Pair<char, int>>*& list) – функция построения дерева кодирования. Само добавление проходит по следующему алгоритму: проверяем, есть ли хотя бы один элемент списка для создания дерева; если элемент один, делаем его корнем и всё; иначе разделяем на 2 список и уходим в рекурсию до тех пор, пока листьями не будут односимвольные элементы.
- Map<char,string>*& get_tree_with_code() – функция получения ассоциативного массива символов и их кодов. Для этого вызывается функция *fill_tree*.
- void fill_tree (Map<char, string>* shennon, Node* root, string cur) – функция заполнения ассоциативного массива, ключом которого является символ, присутствующий в строке, а значением код символа (каждый символ – это элемент, не имеющий сыновей). Методом Шенона-Фано мы определяем код каждого элемента и записываем его в ассоциативный массив.
- List<Pair<char, int>>* get_list_symbol() – функция получения списка пар символов и их частот появления в строке.
- void Decoding(Node* root, string& coding_str, string& decoding_str, int& position) – функция декодирования закодированной строки. Мы идём по закодированной строке и, если встречаем 0, то идём влево, иначе – вправо, и, если встречаем символ, то возвращаемся в корень, не меняя позиции продвижения по строке, тем самым декодируем закодированную строку.

Оценка временной сложности алгоритмов

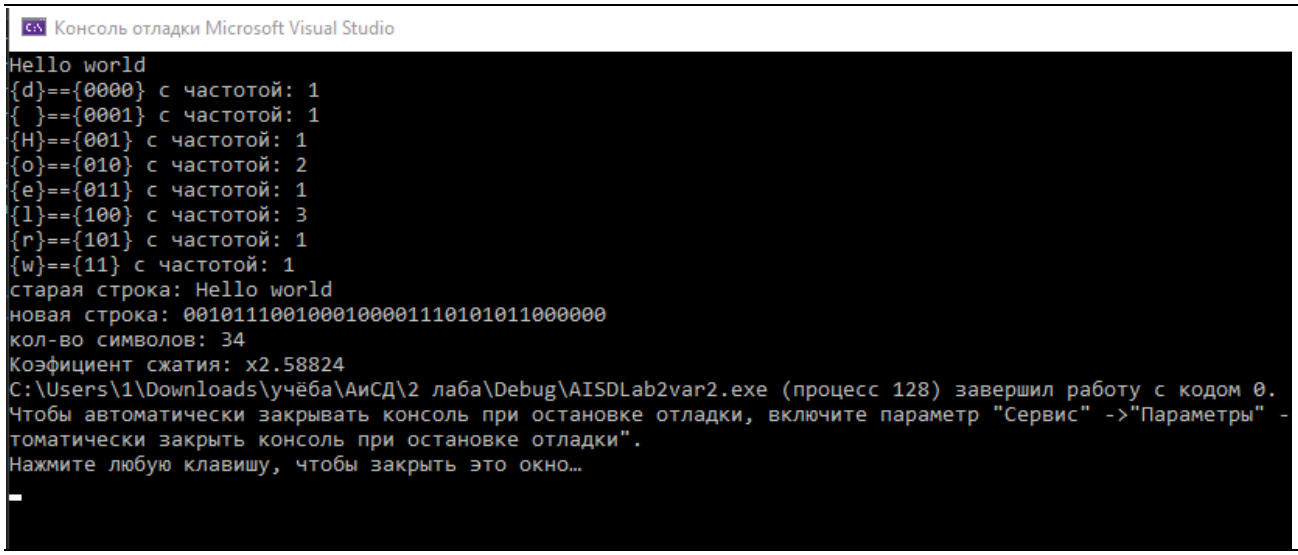
- *build_tree (List<Node>*& list_for_build_tree)* – O(Nlog n)
- *get_tree_with_code()* – O(N)
- *fill_tree (Map<char, string>* shennon, Node* root, string cur)* – O(N)
- *get_list_symbol()* – O(1)
- *Decoding(Node* root, string& coding_str, string& decoding_str, int& position)* – O(Nlog n)

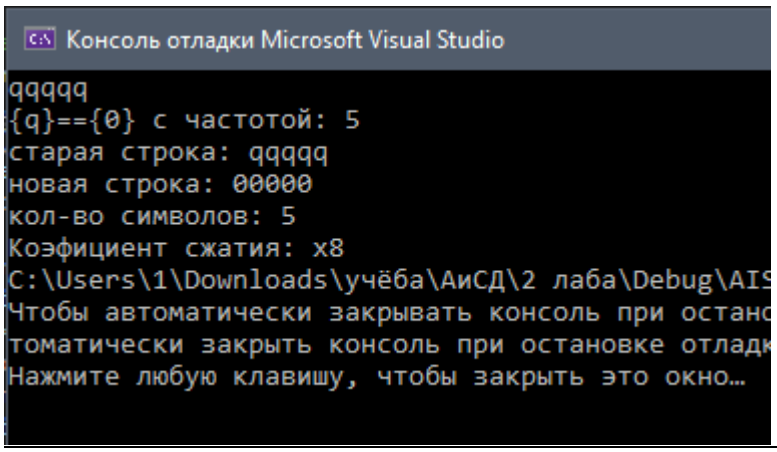
Описание реализованных unit-тестов

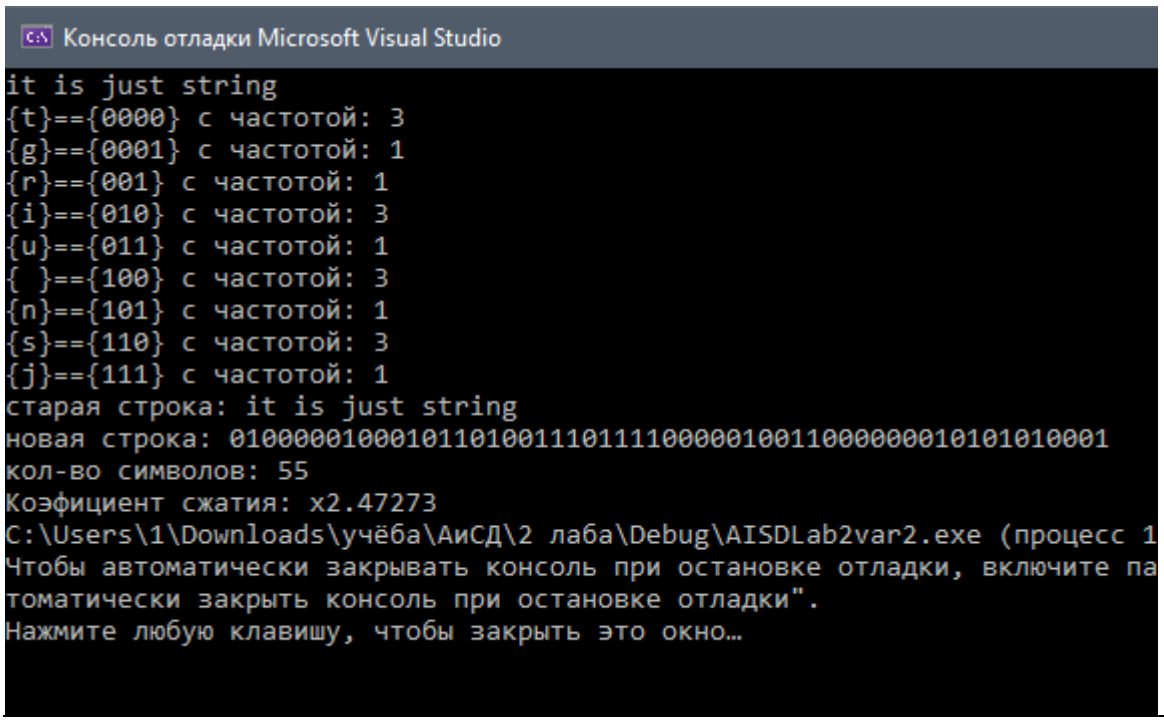
Реализованные мною тесты проверяют правильность кодирования информации методом Шенона-Фано. В них мы рассматриваем такие случаи, как предложение, слова из разных символов и слова из повторяющихся символов.

Пример работы программы

Пример







Листинг

Shannon_Fano.h

```
1.  #pragma once
2.  #include"Map.h"
3.  #include"List.h"
4.  #include"Pair.h"
5.  #include"string"
6.  class Shennon_Fano
7.  {
8.          class Node {
9.          public:
10.                 Node(Pair<char, int> value = Pair<char, int>(), Node* left = NULL, Node* right = NULL) :valu
    left(left), right(right) {}
11.                 Pair<char, int> value;
12.                 Node* left;
13.                 Node* right;
14.         };
15. public:
16.         Shennon_Fano(string str) {
17.                 Map<char, int>* map_symbol = new Map<char, int>();
18.                 list_symbol = new List<Pair<char, int>>();
19.                 for (int i = 0; i < str.size(); i++) {
20.                         if (!map_symbol->find_is(str[i]))//если символа нет в списке тогда добавляем значение
    символов иначе увеличиваем кол-во
21.                                 map_symbol->insert(str[i], 1);
22.                         else
23.                                 map_symbol->increment_value(str[i]);
24.                 }
25.                 List<Pair<char, int>>* list_of_pairs = map_symbol->get_pairs();
26.                 map_symbol->clear();//больше не нужен только занимает теперь память
27.                 list_of_pairs->sort();//сортируем для дальнейшего оборачивания
28.                 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////построение дерева
29.                         build_tree(head, list_of_pairs);
30.                 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
31.         }
32.         List<Pair<char, int>>* get_list_symbol() {
33.                 return list_symbol;
34.         }
35.         Map<char, string>*& fill_tree_with_code() {
36.                 Map<char, string>* shennon = new Map<char, string>();
37.                 string cur;
38.                 fill_tree(shennon, head, cur);
39.                 return shennon;
40.         }
41.         string Decoding_shennon_tree(string& coding_str) {
42.                 string decoding_str;
43.                 int pos = 0;
44.                 Decoding(head, coding_str, decoding_str, pos);
45.                 return decoding_str;
46.         }
47. private:
48.         void Decoding(Node* root, string& coding_str, string& decoding_str, int& position) {
49.                 if (coding_str.size() > position) {
50.                         while (root->right != NULL && root->left != NULL) {
51.                                 if (coding_str[position] == '0')
52.                                         root = root->left;
53.                                 else
54.                                         root = root->right;
55.                                 position++;
56.                         }
57.                         decoding_str += root->value.first;
58.                         if (head->left == NULL && head->right == NULL)
59.                                 position++;
60.                         Decoding(head, coding_str, decoding_str, position);
61.                 }
62.         }
```

```
63.         Node* build_tree(Node*& root, List<Pair<char, int>>*& list) {//построение самого дерева
64.                 if (list->get_size() >= 1) {
65.
66.
67.                         if (list->get_size() == 1) {
68.                                 list_symbol->push_back(list->at(0));
69.                                 root = new Node(list->at(0));
70.                         }
71.                         else {
72.                                 root = new Node();
73.                                 if (list->get_size() > 1) {
74.                                         List<Pair<char, int>>* list1 = list;
75.                                         List<Pair<char, int>>* list2 = new List<Pair<char, int>>();
76.                                         absolute_cut(list1, list2);
77.                                         if (list->isEmpty()) {
78.                                                 root->left = build_tree(root->left, list1);
79.                                                 root->right = build_tree(root->right, list2);
80.                                         }
81.                                 }
82.                         }
83.                         return root;
84.                 }
85.         }
86.         void fill_tree(Map<char, string>* shennon, Node* root, string cur) {//заполнение дерева кодов
87.                 if (head->left != NULL && head->right != NULL) {
88.                         if (root->left != NULL && root->right != NULL) {
89.                                 fill_tree(shennon, root->left, cur + '0');
90.                                 fill_tree(shennon, root->right, cur + '1');
91.                         }
92.                         else
93.                         {
94.                                 shennon->insert(root->value.first, cur);
95.                         }
96.                 }
97.                 else {
98.                         shennon->insert(root->value.first, cur+'0');
99.                 }
100.
101.                }
102.                void absolute_cut(List<Pair<char, int>>*& list1, List<Pair<char, int>>*& list2) {//разделени
    списка
103.                        int cost = 0;
104.                        for (int i = 0; i < list1->get_size(); ++i) {
105.                                cost += list1->at(i).second;
106.                        }
107.                        list1->sort();
108.                        list1->reverse();
109.                        int cost_list1 = cost;
110.                        int cost_list2 = 0;
111.
        ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
112.                        for (int i = 0; i < list1->get_size() && list1->isEmpty(); ++i) {
113.                                if (list1->at(i).second + cost_list2 <= cost / 2) {
114.                                        cost_list2 += list1->at(i).second;
115.                                        list2->push_back(list1->at(i));
116.                                        list1->remove(i);
117.                                }
118.                        }
119.                        cost_list1 = cost_list1 - cost_list2;
120.                        if (list1->get_size() == 0 || cost_list2 == cost / 2)
121.                                for (int i = 0; i < list1->get_size() && list1->isEmpty(); ++i) {
122.                                        for (int j = 0; j < list2->get_size() && list2->isEmpty(); ++j) {
123.                                                if ((cost_list2 - list2->at(j).second + list1->at(i).second > co
    (cost_list2 - list2->at(j).second + list1->at(i).second) <= cost / 2) {
124.                                                        cost_list2 = cost_list2 - list2->at(j).second + list1->at
125.                                                        cost_list1 = cost_list1 + list2->at(j).second - list1->at
126.                                                        Pair<char, int > cur1 = list1->at(i);
```

```
                                                Pair<char, int > cur2 = list2->at(j);
                                                list1->set(i, cur1);
                                                list2->set(j, cur2);
                                        }
                                }
                                if (cost_list2 == cost / 2)
                                        break;
                        }
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
                }
                Node* head;
                List<Pair<char, int>>* list_symbol;
        };
```

UnitTestitFano.cpp

```
#include "pch.h"
#include "CppUnitTest.h"
#include<string>
#include"\Users\1\source\repos\Lab 2\Shennon_Fano.h"
#include"\Users\1\source\repos\Lab 2\Map.h"
#include"\Users\1\source\repos\Lab 2\List.h"

using namespace Microsoft::VisualStudio::CppUnitTestFramework;

namespace UnitTestitFano
{
        TEST_CLASS(UnitTestitFano)
        {
        public:

                TEST_METHOD(TestCodingFano_different_symbol_words)
                {
                        string str = "Hello world";//
                        string coding_str;
                        Shennon_Fano* Shennon_Fano_tree = new Shennon_Fano(str);
                        Map<char, string>* Fano = Shennon_Fano_tree->fill_tree_with_code();
                        int counter = 0;
                        List<Pair<char, int>>* list_symbol = Shennon_Fano_tree->get_list_symbol();
                        for (int i = 0; i < str.size(); i++)
                                coding_str += Fano->find(str[i]);
                        Assert::AreEqual(coding_str, string("00101110010001000011101010110000000"));
                }
                TEST_METHOD(TestCodingFano_same_symbol_words)
                {
                        string str = "qqqqq";//
                        string coding_str;
                        Shennon_Fano* Shennon_Fano_tree = new Shennon_Fano(str);
                        Map<char, string>* Fano = Shennon_Fano_tree->fill_tree_with_code();
                        int counter = 0;
                        List<Pair<char, int>>* list_symbol = Shennon_Fano_tree->get_list_symbol();
                        for (int i = 0; i < str.size(); i++)
                                coding_str += Fano->find(str[i]);
                        Assert::AreEqual(coding_str, string("00000"));
                }
                TEST_METHOD(TestCodingFano_text)
                {
                        string str = "it is just string";//
                        string coding_str;
                        Shennon_Fano* Shennon_Fano_tree = new Shennon_Fano(str);
                        Map<char, string>* Fano = Shennon_Fano_tree->fill_tree_with_code();
                        int counter = 0;
                        List<Pair<char, int>>* list_symbol = Shennon_Fano_tree->get_list_symbol();
                        for (int i = 0; i < str.size(); i++)
```

```
49.                             coding_str += Fano->find(str[i]);
50.                         Assert::AreEqual(coding_str,
    string("0100000100010110100111011110000010011000000010101010001"));
51.                 }
52.
53.
54.         };
55. }
56.
57.
```

Вывод

В данной лабораторной работе я ознакомился с методом кодирования Шенона-Фано, а также закрепил свои навыки в объектно-ориентированном программировании.