Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

# Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Кафедра Вычислительных машин, систем и сетей

**Лабораторная работа №3**

**по курсу «Методы и средства передачи информации»**

Задание выполнил: Винокуров Р.Н.

Студент группы А-12-19

Проверил: Оцоков Ш.А.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва 2021 НИУ «МЭИ»

**Задание**

Вариант 1

Закодировать сообщения методом Шенона-Фано

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| сообщение | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| вероятность | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |

2.1. Написать программу для определения средней длины кодовых слов 2.2. Написать программу для определения является ли код префиксным. 2.3. Написать программу для кодирования и декодирования с помощью функции xor (исключающее или)

**Описание результатов**

Для задачи 1:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № теста | Смысл теста | Вводные значения | Вывод |
| 1 | Кодируемое слово состоит из одного символа. | Кодируемое слово: «1». | Закодированное слово: «00». |
| 2 | Кодируемое слово – набор одинаковых символов. | Кодируемое слово: «111». | Закодированное слово: «000000». |
| 3 | Кодируемое слово состоит из последнего символа алфавита. | Кодируемое слово: «7». | Закодированное слово:  «1111». |
| 4 | Нормальный тестовый вариант. | Кодируемое слово: «125». | Закодированное слово: «00011101». |
| 5 | Кодируемое слово содержит символы алфавита. | Кодируемое слово: «1234567». | Закодированное слово: «0001101100110111101111». |

Для задачи 2\_1:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № теста | Смысл теста | Вводные значения | Вывод |
| 1 | Нормальный тестовый вариант. | Количество кодируемых символов: 7  Вероятности их появления: 0.4,0.2,0.2,0.05,0.05,0.05,0.05. | Среднее количество информации на символ: 2.4 бит(а). |
| 2 | Суммарная вероятность появления кодов >1. | Количество кодируемых символов: 5  Вероятности их появления: 0.3,0.3,0.3,0.3,0.3. | «Введены неверные значения вероятностей(суммарная вероятность <>1)!» |
| 3 | Суммарная вероятность появления кодов <1. | Количество кодируемых символов: 5  Вероятности их появления: 0.1,0.1,0.1,0.1,0.1. | «Введены неверные значения вероятностей(суммарная вероятность <>1)!» |
| 4 | Количество кодируемых символов <1. | Количество кодируемых символов: 0 | «Введено неверное значение! Повторите ввод» |
| 5 | Граничный случай: 2 символа одинаковой вероятности. | Количество кодируемых символов: 2  Вероятности их появления: 0.5,0.5 | «Среднее количество информации для кодирования одного символа: 1 бит(а)» |

Для задачи 2\_2:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № теста | Смысл теста | Вводные значения | Вывод |
| 1 | Все кодовые слова одинаковы. | Введите количество кодовых слов: 3  Кодовые слова: 0,0,0. | «Код не префиксный» |
| 2 | Минимальный префиксный код: два символа – 0 и 1. | Введите количество кодовых слов: 2  Кодовые слова: 0,1. | «Код префиксный». |
| 3 | Нормальный тестовый вариант. | Введите количество кодовых слов: 4  Кодовые слова: 00,10,110,01. | «Код префиксный». |
| 4 | Два кодовых слова одинаковы. | Введите количество кодовых слов: 5  Кодовые слова: 00,01,10,110,10. | «Код не префиксный» |
| 5 | Одно кодовое слово является началом другого слова. | Введите количество кодовых слов: 5  Кодовые слова: 00,01,10,110,101. | «Код не префиксный» |

Для задачи 2\_3:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № теста | № теста | Вводные значения | Вывод |
| 1 | Кодирование для двоичного кода. | Введите кодируемую строку:  1001  Введите ключ:  011 | Закодированное слово: 1010 |
| 2 | Декодирование для двоичного кода. | Введите декодируемую строку:  1010  Введите ключ:  011 | Декодированное слово: 1001 |
| 3 | Кодирование для десятичного кода. | Введите кодируемую строку:  14325  Введите ключ:  233 | Закодированное слово: 14108 |
| 4 | Декодирование для десятичного кода. | Введите декодируемую строку:  14108  Введите ключ:  233 | Декодированное слово: 14325 |
| 5 | Слово совпадает с ключом. | Введите кодируемую строку:  11111  Введите ключ:  11111 | Закодированное слово: 00000 |

2.4 бита

Для текста из 50 символов выигрыш в кодировании методом Шеннона-Фано в среднем составит 3\*50-2.4\*50=30 бит.

**Текст программы**

Для задания 1:

#include <iostream>

#include <windows.h>

#include <stdlib.h>

#include <math.h>

#include <string.h>

using namespace std;

int cmpfunc (const void \* a, const void \* b)

{

return (\*(double\*)b > \*(double\*)a) ? 1 : (\*(double\*)b < \*(double\*)a) ? -1:0 ;

}

int divide(int first, int last, double arr[])

{

double med\_ver = 0;

double current\_diff;

double current\_sum;

double current\_ind = first;

for(int i = first;i<=last;i++) med\_ver+=arr[i]/2;

for(int i = first;i<=last;i++)

{

current\_sum = 0;

for(int j = first; j<=i;j++) current\_sum+=arr[j];

if(i==first) current\_diff = abs(current\_sum-med\_ver);

else

if (abs(current\_sum-med\_ver)<current\_diff && (current\_ind=i)>0) current\_diff = abs(current\_sum-med\_ver);

}

return current\_ind;

}

void get\_code(int k,int last,double arr[])

{

int a = 0;

int b = last;

while(a-b!=0)

{

if(k<=divide(a,b,arr))

{

b = divide(a,b,arr);

cout<<"0";

}

else

{

a = divide(a,b,arr)+1;

cout<<"1";

}

}

}

int main()

{

SetConsoleCP(1251);

SetConsoleOutputCP(1251);

int number;

do

{

cout<<"Введите количество кодируемых символов(>=1): "<<endl;

cin>>number;

if(number<1) cout<<"Введено неверное значение! Повторите ввод"<<endl;

}while(number<1);

double arr[number];

double sum;

do

{

sum = 0;

cout<<"Введите вероятности появления кодируемых символов: "<<endl;

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

{

cin>>arr[i];

sum+=arr[i];

}

if(abs(sum-1)>=pow(10,-13)) cout<<"Введены неверные значения вероятностей(суммарная вероятность <>1)! "<<endl;

}while(abs(sum-1)>=pow(10,-13));

qsort(arr, number, sizeof(double), cmpfunc);

cout<<"Кодовый словарь: "<<endl;

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

{

cout<<i+1<<" ";

get\_code(i,number-1,arr);

cout<<" "<<endl;

}

string a;

cout<<"Введите кодируемую строку: "<<endl;

cin>>a;

cout<<"Закодированное слово: "<<endl;

for(int i = 0;a[i]!='\0';i++) get\_code(a[i]-'1',number-1,arr);

return 0;

}

Для задания 2\_1:

#include <iostream>

#include <windows.h>

#include <stdlib.h>

#include <math.h>

#include <string.h>

using namespace std;

int cmpfunc (const void \* a, const void \* b)

{

return (\*(double\*)b > \*(double\*)a) ? 1 : (\*(double\*)b < \*(double\*)a) ? -1:0 ;

}

int divide(int first, int last, double arr[])

{

double med\_ver = 0;

double current\_diff;

double current\_sum;

double current\_ind = first;

for(int i = first;i<=last;i++) med\_ver+=arr[i]/2;

for(int i = first;i<=last;i++)

{

current\_sum = 0;

for(int j = first; j<=i;j++) current\_sum+=arr[j];

if(i==first) current\_diff = abs(current\_sum-med\_ver);

else

if (abs(current\_sum-med\_ver)<current\_diff && (current\_ind=i)>0) current\_diff = abs(current\_sum-med\_ver);

}

return current\_ind;

}

int get\_length(int k,int last,double arr[])

{

int g = 0;

int a = 0;

int b = last;

while(a-b!=0)

{

if(k<=divide(a,b,arr))

{

b = divide(a,b,arr);

g++;

}

else

{

a = divide(a,b,arr)+1;

g++;

}

}

return g;

}

int main()

{

SetConsoleCP(1251);

SetConsoleOutputCP(1251);

int number;

do

{

cout<<"Введите количество кодируемых символов(>=1): "<<endl;

cin>>number;

if(number<1) cout<<"Введено неверное значение! Повторите ввод"<<endl;

}while(number<1);

double arr[number];

double sum;

do

{

sum = 0;

cout<<"Введите вероятности появления кодируемых символов: "<<endl;

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

{

cin>>arr[i];

sum+=arr[i];

}

if(abs(sum-1)>=pow(10,-13)) cout<<"Введены неверные значения вероятностей(суммарная вероятность <>1)! "<<endl;

}while(abs(sum-1)>=pow(10,-13));

qsort(arr, number, sizeof(double), cmpfunc);

double fano = 0;

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

fano+=arr[i]\*get\_length(i,number-1,arr);

cout<<"Среднее количество информации для кодирования одного символа: "<<fano<<" бит(а)"<<endl;

return 0;

}

Для задания 2\_2:

#include <iostream>

#include <windows.h>

#include <string.h>

using namespace std;

char\* to\_char\_arr(string s)

{

char\* a = new char[s.length()];

int i = -1;

while(s[++i]=='0' || s[i]=='1') a[i]=s[i];

a[s.length()]='\0';

return a;

}

bool check\_for\_pref(char\* arr[],int number)

{

bool b = true;

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

for(int j = 0;j<number;j++)

if(j!=i && strstr(arr[j],arr[i])!=NULL && arr[j]-strstr(arr[j],arr[i])==0) b = false;

return b;

}

int main()

{

SetConsoleCP(1251);

SetConsoleOutputCP(1251);

int number;

do

{

cout<<"Введите количество кодовых слов(>=1): "<<endl;

cin>>number;

if(number<1) cout<<"Введено неверное значение! Повторите ввод"<<endl;

}while(number<1);

string word;

char\* arr[number];

cout<<"Введите кодовые слова: "<<endl;

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

{

cin>>word;

arr[i] = to\_char\_arr(word);

fflush(stdin);

}

if(check\_for\_pref(arr,number))

cout<<"Код префиксный!"<<endl;

else

cout<<"Код не префиксный!"<<endl;

return 0;

}

Для задания 2\_3:

#include <iostream>

#include <windows.h>

#include <ctype.h>

using namespace std;

string xor\_func(string a,string b)

{

string c = a;

string d;

int i = -1;

while(c[++i]!='\0')

if(c[i]=='1')

c[i]=0;

c[i+1]='\0';

i = -1;

while(b[++i]) c[i+a.length()-b.length()]=b[i];

i = -1;

d = c;

while(a[++i]!='\0')

{

if(a[i]==c[i])

d[i]='0';

else

d[i]='1';

}

return d;

}

int main()

{

SetConsoleCP(1251);

SetConsoleOutputCP(1251);

string a;

string b;

int f,g;

char m;

cout<<"Введите основание системы счисления(a - 2,b - 10): "<<endl;

cin>>m;

if(toupper(m)=='A')

{

cout<<"Введите кодируемую строку: "<<endl;

cin>>a;

cout << "Введите ключ: " << endl;

cin>>b;

cout<<"Закодированное слово: "<<xor\_func(a,b)<<endl;

cout<<"Введите декодируемую строку: "<<endl;

cin>>a;

cout << "Введите ключ: " << endl;

cin>>b;

cout<<"Декодированное слово: "<<xor\_func(a,b)<<endl;

}

else if(toupper(m)=='B')

{

cout<<"Введите кодируемую строку: "<<endl;

cin>>f;

cout<<"Введите ключ: " << endl;

cin>>g;

int e = f^g;

cout<<"Закодированное слово: "<<e<<endl;

cout<<"Введите декодируемую строку: "<<endl;

cin>>f;

cout << "Введите ключ: " << endl;

cin>>g;

e = f^g;

cout<<"Декодированное слово: "<<e<<endl;

}

else

cout<<"Ошибка! Неверная команда"<<endl;

return 0;

}

**Выводы**

В ходе выполнения данной работы мы ознакомились с такими важными темами как коды Шеннона-Фано и оценка средней длины длины кодовых слов. Данный способ позволяет однозначно декодировать любую последовательность кодовых слов. Несмотря на то, что данный способ кодирования менее эффективен, чем метод Шаффмана и практически редко используется, ознакомление с ним является важным для понимания основ кодирования информации.