МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

Факультет информационных технологий

Кафедра вычислительных сетей и систем

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

по дисциплине: **«Теория информации»**

на тему: «**Кодирование без потерь**»

Вариант 10

ВЫПОЛНИЛ студент группы

Виноградова А.Д.

ПРОВЕРИЛ преподаватель кафедры ВС

Захарова И.Ю.

Полоцк, 2018 г.

Формулировка задания

1. Изучить теоретический материал гл. 5
2. Реализовать процедуры построения кода Фано.
3. Построить код Фано для текстов на английском языке (использовать файл не менее 1 Кб). Распечатать полученные кодовые таблицы в виде:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Символ | Вероятность | Кодовое слово | Длина кодового слова |
|  |  |  |  |

4. Сравнить средние длины кодового слова с энтропией исходного файла для построенного статического кода. Полученные результаты оформить в виде таблицы:

|  |  |
| --- | --- |
| Энтропия исходного текста | Средняя длина кодового слова |
| Код Фано |
|  |  |

Описание основных методов, используемых в лабораторной работе

Метод Фано построения префиксного почти оптимального кода, для которого , заключается в следующем. Упорядоченный по убыванию вероятностей список букв алфавита источника делится на две части так, чтобы суммы вероятностей букв, входящих в эти части, как можно меньше отличались друг от друга. Буквам первой части приписывается 0, а буквам из второй части – 1. Далее также поступают с каждой из полученных частей. Процесс продолжается до тех пор, пока весь список не разобьется на части, содержащие по одной букве.

Для кодирования была реализована функция **void shannonFano(int in\_begin, int in\_end)**

Декодирование было реализовано с помощью отсеивания неверных кодов путём поочередного сравнения битов.

Результат работы программы

Исходный текст:

Завывал зимний ветер, а в домике было тепло и уютно. В этом домике укрывался цветок. Он укрывался в своей луковице под землей и снегом. Потом выпал дождь. Капли пробили снежное покрывало и застучали по цветочной луковице. Они говорили о светлом наземном мире, и вслед за ними сквозь снег пробился нежный и настойчивый солнечный луч и пригрел луковицу.

— Кто там? Войдите! — сказал цветок.

— Не могу! — сказал луч. — Мне никак не отворить дверь. Подожди до лета, тогда я наберу силу.

— А когда будет лето? — спросил цветок и повторял этот вопрос всякий раз, как новый солнечный луч пробивался под землю. Но до летней поры было еще далеко, повсюду лежал снег, и каждую ночь вода подергивалась ледком.

— Как мне это надоело! — сказал цветок. — Все тело ноет! Я должен потянуться, выпрямиться и выйти на волю, я должен поклониться лету и пожелать ему доброго утра. Ах, какое это будет счастье!

Цветок встал, потянулся и приналег на свою оболочку, размякшую от теплой земли, талой воды и солнечных лучей. Он рванулся вверх, неся на зеленом стебле бледно-зеленый бутон, бережно прикрытый узкими плотными листочками, и очутился в снегу. Снег был холодный, но весь просвечивал, и пробиться сквозь него было куда легче, а солнечные лучи были теперь совсем близко, так близко, как никогда прежде. Они звенели и пели:

—Добро пожаловать! Добро пожаловать! И цветок поднялся из снега навстречу светлому солнечному миру. Лучи гладили и целовали его так нежно, что он совсем раскрылся. Он стоял, белый, как снег, смущенно и радостно склонив голову.

— Прекрасный цветок! — пели солнечные лучи. — Как ты нежен и свеж! Ты первый! Ты единственный! Ты несешь весть о лете, о теплом лете! Весь снег растает, улетят холодные ветры! Придет наша пора! …

Ему было так радостно, будто пел весь воздух, словно лучи света пронизали его листики, и цветок стоял нежный и хрупкий и вместе с тем сильный в своей юной красе.

Но до лета было все еще далеко, тучи закрывали солнце, подул резкий холодный ветер. … И снова наступили холода. Потянулись хмурые дни без единого солнечного луча. Погода стояла такая, что маленькому, слабому цветку впору было замерзнуть насквозь. Но он и сам не знал, какой он сильный: ему прибавляла сил жизнерадостность и вера в то, что лето все равно придет. Он хранил ему верность, а солнечные лучи подтверждали, что ждать стоит. И так он стоял, исполненный любви, веры и надежды, в белом наряде на белом снегу, когда густо падали хлопья и дули ледяные ветры.

**Таблица 1 –** Результат выполнения задания

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Символ** | **Вероятность** | **Кодовое слово** | **Длина кодового слова** |
|  | 0.162525 | 000 | 3 |
| О | 0.0855397 | 001 | 3 |
| Е | 0.0733198 | 0100 | 4 |
| Л | 0.0582485 | 0101 | 4 |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Н | 0.0517312 | 0110 | 4 |
| И | 0.0472505 | 0111 | 4 |
| А | 0.0464358 | 1000 | 4 |
| Т | 0.0456212 | 10010 | 5 |
| С | 0.0427699 | 10011 | 5 |
| В | 0.0370672 | 10100 | 5 |
| Р | 0.0281059 | 10101 | 5 |
| К | 0.0276986 | 10110 | 5 |
| У | 0.0260692 | 10111 | 5 |
| д | 0.0252546 | 11000 | 5 |
| ы | 0.0215886 | 110010 | 5 |
| п | 0.0203666 | 110011 | 6 |
| м | 0.0183299 | 110100 | 6 |
| , | 0.0167006 | 110101 | 6 |
| я | 0.0138493 | 110110 | 6 |
| ч | 0.0138493 | 110111 | 6 |
| й | 0.0138493 | 111000 | 6 |
| б | 0.013442 | 111001 | 6 |
| з | 0.0126273 | 111010 | 6 |
| ь | 0.0126273 | 1110110 | 6 |
| г | 0.0118126 | 1110111 | 7 |
| . | 0.0118126 | 1111000 | 7 |
| ж | 0.00855397 | 1111001 | 7 |
| ц | 0.00570265 | 11110100 | 8 |
| - | 0.00570265 | 11110101 | 8 |
| ! | 0.00570265 | 1111011 | 7 |
| х | 0.00488798 | 11111000 | 8 |
|  | 0.00366599 | 11111001 | 8 |
| ю | 0.00366599 | 111110100 | 9 |
| П | 0.00244399 | 111110101 | 9 |
| О | 0.00244399 | 111110110 | 9 |
| Н | 0.00162933 | 111110111 | 9 |
| К | 0.00162933 | 1111110000 | 10 |
| В | 0.00162933 | 1111/n110001 | 10 |
| э | 0.00162933 | 111111001 | 9 |
| ш | 0.001222 | 1111110100 | 10 |
| И | 0.001222 | 1111110101 | 10 |
| щ | 0.001222 | 111111011 | 9 |
| Т | 0.001222 | 1111111000 | 10 |
| Д | 0.000814664 | 1111111001 | 10 |
| А | 0.000814664 | 11111110100 | 11 |

Окончание таблицы 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| : | 0.000814664 | 11111110101 | 11 |
| : | 0.000814664 | 1111111011 | 10 |
| ? | 0.000814664 | 11111111000 | 11 |
| З | 0.000407332 | 11111111001 | 11 |
| Е | 0.000407332 | 11111111010 | 11 |
| Я | 0.000407332 | 11111111011 | 11 |
| Ц | 0.000407332 | 111111111000 | 12 |
| С | 0.000407332 | 111111111001 | 12 |
| М | 0.000407332 | 11111111101 | 11 |
| - | 0.000407332 | 11111111110 | 11 |
| Л | 0.000407332 | 11111111111 | 11 |

Средняя длина кодового слова – 4,66232

Энтропия – 4,61334

Декодирование:

Завывал зимний ветер, а в домике было тепло и уютно. В этом домике укрывался цветок. Он укрывался в своей луковице под землей и снегом. Потом выпал дождь. Капли пробили снежное покрывало и застучали по цветочной луковице. Они говорили о светлом наземном мире, и вслед за ними сквозь снег пробился нежный и настойчивый солнечный луч и пригрел луковицу.

— Кто там? Войдите! — сказал цветок.

— Не могу! — сказал луч. — Мне никак не отворить дверь. Подожди до лета, тогда я наберу силу.

— А когда будет лето? — спросил цветок и повторял этот вопрос всякий раз, как новый солнечный луч пробивался под землю. Но до летней поры было еще далеко, повсюду лежал снег, и каждую ночь вода подергивалась ледком.

— Как мне это надоело! — сказал цветок. — Все тело ноет! Я должен потянуться, выпрямиться и выйти на волю, я должен поклониться лету и пожелать ему доброго утра. Ах, какое это будет счастье!

Цветок встал, потянулся и приналег на свою оболочку, размякшую от теплой земли, талой воды и солнечных лучей. Он рванулся вверх, неся на зеленом стебле бледно-зеленый бутон, бережно прикрытый узкими плотными листочками, и очутился в снегу. Снег был холодный, но весь просвечивал, и пробиться сквозь него было куда легче, а солнечные лучи были теперь совсем близко, так близко, как никогда прежде. Они звенели и пели:

—Добро пожаловать! Добро пожаловать! И цветок поднялся из снега навстречу светлому солнечному миру. Лучи гладили и целовали его так нежно, что он совсем раскрылся. Он стоял, белый, как снег, смущенно и радостно склонив голову.

— Прекрасный цветок! — пели солнечные лучи. — Как ты нежен и свеж! Ты первый! Ты единственный! Ты несешь весть о лете, о теплом лете! Весь снег растает, улетят холодные ветры! Придет наша пора! …

Ему было так радостно, будто пел весь воздух, словно лучи света пронизали его листики, и цветок стоял нежный и хрупкий и вместе с тем сильный в своей юной красе.

Но до лета было все еще далеко, тучи закрывали солнце, подул резкий холодный ветер. … И снова наступили холода. Потянулись хмурые дни без единого солнечного луча. Погода стояла такая, что маленькому, слабому цветку впору было замерзнуть насквозь. Но он и сам не знал, какой он сильный: ему прибавляла сил жизнерадостность и вера в то, что лето все равно придет. Он хранил ему верность, а солнечные лучи подтверждали, что ждать стоит. И так он стоял, исполненный любви, веры и надежды, в белом наряде на белом снегу, когда густо падали хлопья и дули ледяные ветры.

Анализ результатов

В результате выполнения данной лабораторной работы мне удалось выяснить, что метод Фано есть кодирование без потерь. Так как средняя длина кодового слова больше и приблизительно равна энтропии исходного кода, метод Фано можно отнести к почти оптимальным алгоритмам.