**ИТМО Кафедра Информатики и прикладной математики**

Отчет по лабораторной работе №2

«Эффективное кодирование дискретных сообщений»

Вариант 7

**Выполнил: студент группы P3217**

**Плюхин Дмитрий**

**Преподаватель: Тропченко А. А.**

**2017 год**

1. **Постановка задачи**

Сообщение *X* с символами *x1*, *x2*, *x3*, *x4*, *x5* передается по дискретному двоичному каналу. Полоса пропускания канала обеспечивает возможность передачи двоичных символов длительностью τ. Требуется выбрать наилучший способ кодирования.

1. **Расчет пропускной способности дискретного двоичного канала**

В данном случае Hmax = 1 (канал двоичный) и (в соответствии с вариантом), поэтому

1. **Закодированное пятью способами сообщение**

Вероятности появления каждого из пяти символов в исходном сообщении соответственно равны

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,3 |

Первый способ : равномерное двоичное кодирование

|  |  |
| --- | --- |
| x | код |
| x1 | 000 |
| x2 | 001 |
| x3 | 010 |
| x4 | 011 |
| x5 | 100 |

Второй способ : кодирование методом Шеннона-Фоно

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | p(x) | код | | | |
| x5 | 0,3 | 0 | 0 |  |  |
| x3 | 0,3 | 0 | 1 |  |  |
| x2 | 0,2 | 1 | 0 |  |  |
| x4 | 0,1 | 1 | 1 | 0 |  |
| x1 | 0,1 | 1 | 1 | 1 |  |

Третий способ : кодирование методом Шеннона-Фоно с укрупнением

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | p(x) | код | | | | | | |
| x5x5 | 0,09 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |
| x5x3 | 0,09 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |
| x3x5 | 0,09 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |
| x3x3 | 0,09 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |  |  |
| x5x2 | 0,06 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |
| x3x2 | 0,06 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
| x2x5 | 0,06 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |
| x2x3 | 0,06 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  |
| x2x2 | 0,04 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |  |  |
| x5x4 | 0,03 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  |
| x5x1 | 0,03 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |  |
| x3x4 | 0,03 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |  |
| x3x1 | 0,03 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |  |
| x4x5 | 0,03 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  |
| x4x3 | 0,03 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  |
| x1x5 | 0,03 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |  |
| x1x3 | 0,03 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |  |
| x2x4 | 0,02 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |  |
| x2x1 | 0,02 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |
| x4x2 | 0,02 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |
| x1x2 | 0,02 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |
| x4x4 | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |  |
| x4x1 | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |
| x1x4 | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| x1x1 | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Четвертый способ : кодирование методом Хаффмана

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | p(x) | Код | | |
| x5 | 0,3 | 1 | 0 |  |
| x3 | 0,3 | 1 | 1 |  |
| x2 | 0,2 | 0 | 0 |  |
| x4 | 0,1 | 0 | 1 | 0 |
| x1 | 0,1 | 0 | 1 | 1 |

Пятый способ : кодирование методом Хаффмана с укрупнением

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | p(x) | код | | | | | | |
| x5x5 | 0,09 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |  |
| x5x3 | 0,09 | 0 | 1 | 1 |  |  |  |  |
| x3x5 | 0,09 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |
| x3x3 | 0,09 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |
| x5x2 | 0,06 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |
| x3x2 | 0,06 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |
| x2x5 | 0,06 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |
| x2x3 | 0,06 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |  |  |
| x2x2 | 0,04 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |  |
| x5x4 | 0,03 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |
| x5x1 | 0,03 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  |
| x3x4 | 0,03 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |  |
| x3x1 | 0,03 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |  |
| x4x5 | 0,03 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |  |
| x4x3 | 0,03 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |  |  |
| x1x5 | 0,03 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |  |
| x1x3 | 0,03 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |
| x2x4 | 0,02 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |
| x2x1 | 0,02 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |
| x4x2 | 0,02 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |
| x1x2 | 0,02 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |
| x4x4 | 0,01 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| x4x1 | 0,01 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| x1x4 | 0,01 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| x1x1 | 0,01 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

1. **Расчет скорости передачи информации для каждого спосо**ба

Первый способ : равномерное двоичное кодирование

Каждая кодовая комбинация имеет одинаковую длину и передается в течение одного и того же времени :

Второй способ : кодирование методом Шеннона-Фоно

Некоторые кодовые комбинации имеет разную длину и передаются в течение разного времени, поэтому понадобится сделать некоторое усреднение:

Третий способ : кодирование методом Шеннона-Фоно с укрупнением

При расчете потребуется дополнительно учесть то, что рассматривается передача пары символов:

Четвертый способ : кодирование методом Хаффмана

Вычисления аналогичны расчету в случае метода Шеннона-Фоно:

Пятый способ : кодирование методом Хаффмана с укрупнением

Вычисления похожи на расчет в случае метода Шеннона-Фоно с укрупнением:

Таким образом, имеются три наиболее эффективных способа кодирования заданного сообщения с равной скоростью передачи информации.

1. **Примеры декодирования сообщений**

Первый вариант : кодирование методом Шеннона-Фоно

Предположим, что было получено двоичное сообщение 1100100. Пользуясь таблицей соответствия, пытаемся найти символы, соответствующие кодам: 1, далее - 11, далее - 110. Коду 110 соответствует символ x4. Просматриваем коды далее : коду 0 не соответствует ни один символ, а коду 01 - символ x2. Коду 00 соответствует символ x1, значит, было передано сообщение x4x1x2.

Второй вариант : кодирование методом Шеннона-Фоно с укрупнением

Декодируем сообщение 11001000. Пользуясь таблицей соответствия, можем сказать, что в сообщении четыре символа с кодами пар соответственно 1100 и 1000. Декодированное сообщение имеет вид x4x5x2x5.

Третий вариант : кодирование методом Хаффмана

Рассмотрим сообщение 110010 и разделим его на коды отдельных символов : 11 00 10. Получаем сообщение x3x2x5.

Четвертый вариант : кодирование методом Хаффмана с укрупнением

Декодируем сообщение 110010000. Пользуясь таблицей соответствия, можем сказать, что в сообщении четыре символа с кодами пар соответственно 11001 и 0000. Декодированное сообщение имеет вид x5x1x3x5.

1. **Выводы по работе**

В ходе лабораторной работы были рассмотрены несколько способов кодирования дискретных сообщения для передачи по двоичному каналу: равномерное двоичное кодирование, кодирование методом Шеннона-Фоно без укрупнения и с укрупнением, кодирование методом Хаффмана без укрупнения и с укрупнением. Можно говорить о том, что укрупнение дает выигрыш не во всех случаях, но, как правило, его использование оправдано в случае, если требуется увеличить скорость передачи данных по каналу связи. Равномерное двоичное кодирование представляется наиболее простым для понимания, но не обеспечивает высоких скоростей передачи данных, в отличие от более сложных методов - Шеннона-Фоно и Хаффмана. Метод Шеннона-Фоно обеспечивает оптимальное соотношение сложности кодирования сообщения и скорости передачи информации, метод Хаффмана же находит свое применение там, где скорость передачи является наиболее критическим параметром. Метод Хаффмана создает наибольшие сложности в сравнении с остальными рассмотренными алгоритмами (особенно при использовании укрупнения).