Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерных технологий

Лабораторная работа №2

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант 99

Выполнила:

Павличенко Софья Алексеевна, Р3115

Проверила:

Авксентьева Елена Юрьевна,

к.п.н., доцент факультета ПИиКТ

Санкт-Петербург 2023г.

Оглавление

[Обязательные задания 3](#_Toc148442308)

[Решения 3](#_Toc148442309)

[Часть 1 3](#_Toc148442310)

[Часть 2 5](#_Toc148442311)

[Часть 3 6](#_Toc148442312)

[Дополнительное задание 7](#_Toc148442313)

[Решение 7](#_Toc148442314)

[Заключение 8](#_Toc148442315)

[Список источников 9](#_Toc148442316)

# Обязательные задания

1. На основании номера варианта задания выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода.
2. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4), которую представить в отчёте в виде изображения.
3. Показать, исходя из выбранных вариантов сообщений (по 4 у каждого – часть №1 в варианте), имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение.
4. На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 11-символьного кода.
5. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчёте в виде изображения.
6. Показать, исходя из выбранного варианта сообщений (по 1 у каждого – часть №2 в варианте), имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение.
7. Сложить номера всех 5 вариантов заданий. Умножить полученное число на 4. Принять данное число как число информационных разрядов в передаваемом сообщении. Вычислить для данного числа минимальное число проверочных разрядов и коэффициент избыточности.

## Решения

### Часть 1

1. 83 = 10100112

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2k | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | s |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | s1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | s2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1⊕ 0 ⊕ 1 = 1

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1⊕ 1 ⊕ 1 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0⊕ 1 ⊕ 1 = 0

s(s1, s2, s3) = s(1, 1, 0)

Ошибка в бите i1. Инвертируем его и получаем правильную последовательность 1000011.

1. 13 = 00011012

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2k | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | s |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | s1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | s2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0⊕ 1 ⊕ 1 = 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0⊕ 0 ⊕ 1 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1⊕ 0 ⊕ 1 = 1

s(s1, s2, s3) = s(0, 1, 1)

Ошибка в бите i3. Инвертируем его и получаем правильную последовательность 0001111.

1. 101 = 11001012

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2k | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | s |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | s1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | s2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0⊕ 1 ⊕ 1 = 1

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0⊕ 1 ⊕ 0 = 0

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1⊕ 0 ⊕ 1 = 0

s(s1, s2, s3) = s(1, 0, 0)

Ошибка в бите r1. Инвертируем его и получаем правильную последовательность 0100101.

1. 95 = 10111112

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2k | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | s |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | s1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | s2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1⊕ 1 ⊕ 1 = 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1⊕ 1 ⊕ 1 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1⊕ 1 ⊕ 1 = 0

s(s1, s2, s3) = s(0, 1, 0)

Ошибка в бите r2. Инвертируем его и получаем правильную последовательность 1111111.

### Часть 2

97 = 000000001100001

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
| 2k | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 | s |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X |  | X |  | X |  | X |  | X | s1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X |  |  | X | X |  |  | X | X | s2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X |  |  |  |  | X | X | X | X | s3 |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  | X | X | X | X | X | X | X | X | s4 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 ⊕ i5 ⊕ i7 ⊕ i9 ⊕ i11 = 0 ⊕ 0⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1= 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i10 ⊕ i11 = 0 ⊕ 0⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1= 0

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11 = 0 ⊕ 0⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1= 1

s4 = r4 ⊕ i5 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11 = 0 ⊕ 1⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1= 1

s(s1, s2, s3, s4) = s(0, 0, 1, 1)

Ошибка в бите i8. Инвертируем его и получаем правильную последовательность 000000001101001.

### Часть 3

(83 + 13 + 101 + 95 + 97) \* 4 = 1556

2r ≥ r + i + 1, где i - число информационных разрядов в сообщении = 1556, r - число проверочных разрядов в сообщении

Тогда 2r ≥ r + 1557. Отсюда минимальное r = 11.

Коэффициент избыточности r / n = r / (i + r) = 11 / (1556 + 11) ≈ 0,00701978.

# Дополнительное задание

Написать программу на любом языке программирования, которая на вход получает набор из 7 цифр «0» и «1», записанных подряд, анализирует это сообщение на основе классического кода Хэмминга (7,4), а затем выдает правильное сообщение (только информационные биты) и указывает бит с ошибкой при его наличии.

## Решение

Решение дополнительного задания представлено на Рис. 1.



Рис.1

# Заключение

В результате выполнения лабораторной работы я ознакомилась с кодом Хэмминга и приобрела навыки работы с ним, которые закрепила на практике.

# Список источников

1. Википедия – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Балакшин П.В., Соснин В.В. Информатика. Методическое пособие – URL: <https://picloud.pw/media/resources/posts/2018/02/19/Методичка.pdf>