A close up of a logo

Description automatically generated

Факультет ПИиКТ

Лабораторная работа №2 по Информатике

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант 11

**Выполнил:**

Давааням Баясгалан

группа P3111

**Преподаватель:**

Малышева Татьяна Алексеевна

г. Санкт-Петербург

2021 год

Оглавление

[Текст задания 3](#_Toc84370630)

[Вариант 4](#_Toc84370631)

[Выполнение задания 5](#_Toc84370632)

[Программа на языке C++ 10](#_Toc84370633)

[Вывод 11](#_Toc84370634)

[Список литературы 11](#_Toc84370635)

# Текст задания

1. Определить свой вариант задания с помощью номера в ISU (он же номер студенческого билета). Вариантом является комбинация 3-й и 5-й цифр.
2. На основании номера варианта задания выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода.
3. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4), которую представить в отчёте в виде изображения.
4. Показать, исходя из выбранных вариантов сообщений, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение.
5. На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 11-символьного кода
6. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчёте в виде изображения.
7. Показать, исходя из выбранного варианта сообщений, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение.
8. 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.
9. Написать программу на любом языке программирования, которая на вход из командной строки 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 и указывает бит с ошибкой при его наличии.

# Вариант

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | | | | 2 |
| 11 | 54 | 46 | 68 | 90 | 12 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ALT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 54 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 46 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 68 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 90 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ALT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 |
| 12 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# Выполнение задания

Схема декодирования классического кода Хэмминга (7;4) на Рисунок 1

Рисунок 1 - Схем декодирования классического кода Хэмминга (7,4)


Рисунок 1 - декодирования классического кода Хэмминга (7,4)

Таблица кода Хэмминга

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2x | 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 |

r1 = i1 ⊕ i2 ⊕ i4 s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4

r2 = i1 ⊕ i3 ⊕ i4 s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4

r3 = i2 ⊕ i3 ⊕ i4 s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Синдром S  (s1,s2,s3) | 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 |
| Конфигурация ошибок (позиция в сообщении) | НЕТ | 000**1**000 | 0**1**00000 | 00000**1**0 | **1**000000 | 0000**1**00 | 00**1**0000 | 000000**1** |
| Ошибка в символе | НЕТ | r3 | r2 | i3 | r1 | i2 | i1 | i4 |

**Задание 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| **54** | **1** | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | **1** |  |
| 2x | 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** ⊕ **0** ⊕ **1** = **0**

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

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

Ошибка в бите i3 (011) 11010**1**1 => 11010**0**1

Правильное сообщение: **1101001**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| **46** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **1** | **1** |  |
| 2x | 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** ⊕ **1** ⊕ **0** ⊕ **1** = **0**

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

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

Ошибка в бите i3 (011) 00110**1**1 => 00110**0**1

Правильное сообщение: **0011001**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| **68** | **1** | **1** | **0** | **1** | **1** | **0** | **0** |  |
| 2x | 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** ⊕ **0** = 0

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

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

Ошибка в бите r2 (010) 1**1**01100 => 1**0**01100

Правильное сообщение: **1001100**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| **90** | **0** | **1** | **1** | **0** | **1** | **1** | **0** |  |
| 2x | 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** ⊕ **1** ⊕ **1** ⊕ **0** = **0**

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

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

Ошибка в бите r2 (010) 0**1**10110 => 0**0**10110

Правильное сообщение: **0010110**

Схема декодирования классического кода Хэмминга (15;11) на Рисунок 2

Table

Description automatically generated with medium confidence

Рисунок

**Задание 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
| **12** | **0** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |  |
| 2x | 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** ⊕ **1** ⊕ **0** ⊕ **0** ⊕ **1** ⊕ **0** ⊕ **0** ⊕ **0** = **0**

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

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

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

Ошибка в бите r3 (0010) 0111000**1**1000000 => 0111000**0**1000000

Правильное сообщение: **011100001000000**

**Задание 3.**

i = (54 + 46 + 68 + 90 + 12) \* 4 = 1080

Минимальное число проверочных разрядов:

2r ≥ r + i + 1

210 ≥ 10 + 1080 + 1 => 1024 ≥ 1091 При r = 10, не подходит

211 ≥ 11 + 1080 + 1 => 2048 ≥ 1092

**r = 11**

Коэффицент избыточности:

**k =**

# Программа на языке C++

Text

Description automatically generated

Пример №1:

Text

Description automatically generated

Пример №2:

Text

Description automatically generated

# Вывод

При выполнении второй лабораторной работы я научился, что такое код Хэмминга и декодирование кода Хэмминга (7,4); (15,11). Я познакомился с помехоустойчивыми кодами.

# Список литературы

<https://en.wikipedia.org/wiki/Hamming(7,4)>

<https://habr.com/ru/post/140611/>