Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ 2

СИНТЕЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДА

ВАРИАНТ 92

­

Студент: Пышкин Никита Сергеевич, P3113

Преподаватель: Авксентьева Е.Ю., к.п.н., доцент факультета ПИиКТ

Санкт Петербург 2023

Содержание

[**Задание** 3](#_Toc146628983)

[**Основные этапы вычисления** 4](#_Toc146628984)

[**Заключение** 7](#_Toc146628985)

[**Список использованных источников** 8](#_Toc146628986)

# **Задание**

1. Определить свой вариант задания с помощью номера в ISU (он же номер студенческого билета). Вариантом является комбинация 3-й и 5-й цифр. Т.е. если номер в ISU = 123456, то вариант = 35.

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 (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.

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 (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.

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. Дополнительное задание №1 (позволяет набрать от 86 до 100 процентов от максимального числа баллов БаРС за данную лабораторную). 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.

# **Основные этапы вычисления**

1) Задание 76

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

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

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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 |

Имеем синдром S(1, 1, 0). Проверям за какой бит отвечают только r1 и r2 - это бит i1.

Ответ: 0101

2) Задание 6

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

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

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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 |

Имеем синдром S(1, 0, 0). Ошибка в символе r1.

Ответ: 1000

3) Задание 48

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

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

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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 |

Имеем синдром S(1, 1, 1). Проверяем за какой бит отвечают r1, r2 и r3. Это бит i4.

Ответ: 0010

4) Задание 36

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

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

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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 |

Имеем синдром S(1, 1, 1). Проверяем за какой бит отвечают r1, r2 и r3. Это бит i4.

Ответ: 0011

5) Задание 60

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

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

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

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
| 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 |

Имеем синдром S(1, 1, 0, 0). Проверяем за какой бит отвечают только r1 и r2. Это бит i1. Ответ: 00111000011

6) (76 + 6 + 48 + 36) \* 4 = 664

Количество информационных разрядов: 664.

Минимальное количество контрольных разрядов: 2r ≥ r + i + 1.

Подставим r + i: 2r > 665 => r = 10.

Коэффциент избыточности: r / (r + i) = 10 / 664 ≈ 0,0150602

Ответ: r = 10, коэффициент избыточности ≈ 0,0150602

7) Дополнительное задание

def decode(message):

translate = ["r1", "r2", "i1", "r3", "i2", "i3", "i4"]

bits = tuple(map(int, message))

s1 = sum(bits[i] for i in range(0, len(bits), 2)) % 2

s2 = sum(bits[i] + bits[i + 1] for i in range(1, len(bits), 4)) % 2

s3 = sum(bits[i] for i in range(3, len(bits))) % 2

s = s1 \* 1 + s2 \* 2 + s3 \* 4

print("Результат:", end=" ")

if s:

message = message[:s - 1] + str(int(message[s - 1]) ^ 1) + message[s:]

print(message[2] + message[4:7], f"(ошибка в бите {translate[s - 1]})")

else:

print(message[2] + message[4:7], "(ошибок нет)")

message = input("Сообщение: ")

decode(message)

# **Заключение**

Я изучил принцип работы кода Хэмминга и научился работать с ним.

# **Список использованных источников**

1. 1. Основы цифровой радиосвязи. Помехоустойчивое кодирование: метод. указания / сост. Д. В.Пьянзин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – с. 16
2. 2. Коды и устройства помехоустойчивого кодирования информации / сост. Королев А.И. – Мн.: , 2002. – с. 286