Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Факультет программной инженерии и компьютерных технологий

Информатика

Лабораторная работа №2

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант 70

Выполнила студент

Умарова Амина

Группа №Р3118

Преподаватель: Малышева Татьяна

Алексеевна

г. Санкт-Петербург

2024

Оглавление

[Задание 3](#_Toc179459758)

[Основные этапы решения 4](#_Toc179459759)

[Решение доп.задания. 5](#_Toc179459760)

[Заключение: 7](#_Toc179459761)

[Список использованных источников: 7](#_Toc179459762)

# 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.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 52 | 89 | 14 | 11 | 20 |

Вариант 70:

Основные этапы решения:

Diagram

Description automatically generated

Рисунок 1 схема декодирования классического кода Хэмминга (7;4)

**Вариант 52**

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

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 1⊕1⊕0⊕1 = **1**

S2 = 0⊕1⊕1⊕1 = **1**

S3 = 1⊕0⊕1⊕1 = **1**

Ошибка в бите I4

Верное сообщение: 1011010

**Вариант 89**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 0 | 1 | 0 | 1 | 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

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 0⊕0⊕1⊕0 = **1**

S2 = 1⊕0⊕1⊕0 = **0**

S3 = 1⊕1⊕1⊕0 = **1**

Ошибка в бите I2

Верное сообщение: 0101010

**Вариант 14**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 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

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 1⊕1⊕0⊕0 = **0**

S2 = 1⊕1⊕0⊕0 = **0**

S3 = 1⊕0⊕0⊕0 = **1**

Ошибка в бите R3

Верное сообщение: 1110000

**Вариант 11**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 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

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 1⊕1⊕0⊕0 = **0**

S2 = 0⊕1⊕0⊕0 = **1**

S3 = 1⊕0⊕0⊕0 = **1**

Ошибка в бите I3

Верное сообщение: 1011010

**Задание 2: Table

Description automatically generated with medium confidence**

**Полученное сообщение: 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1**

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

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4 ⊕ I6 ⊕ I7 ⊕ I10 ⊕ I11

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4 ⊕ I8 ⊕ I9 ⊕ I10 ⊕ I11

S4 = R4 ⊕ I5 ⊕ I6 ⊕ I7 ⊕ I8 ⊕ I9 ⊕ I10 ⊕ I11

S1 = 0⊕1⊕0⊕1⊕1⊕0⊕0⊕1 = 0

S2 = 1⊕1⊕0⊕1⊕0⊕0⊕0⊕1 = 0

S3 = 0⊕0⊕0⊕1⊕0⊕0⊕0⊕1 = 0

S4 = 0⊕1⊕0⊕0⊕0⊕0⊕0⊕1 = 0

Ошибок нет

**Задание 3:**

i = (52+89+14+11+20) \* 4 = 744

*Вычисление минимального числа проверочных разрядов:* 2r ≥ r + i + 1

При r = 10:

Наименьшее r = 210 = 1024, 744+10+1=755 – условие выполняется

*Вычисление коэффициента избыточности:*коэффициент избыточности — отношение числа проверочных разрядов (r) к общему. Коэффициент избыточности характеризует степень дополнительной информации в закодированных данных, используемой для обнаружения и исправления ошибок.

Коэффициент избыточности k =

## Решение доп.задания.

def hamming\_decode(bits):

bits = [int(bit) for bit in bits]

# Позиции контрольных битов (0, 1 и 3)

p1 = bits[0] # контрольный бит 1

p2 = bits[1] # контрольный бит 2

p3 = bits[3] # контрольный бит 4

s1 = p1 ^ bits[2] ^ bits[4] ^ bits[6]

s2 = p2 ^ bits[2] ^ bits[5] ^ bits[6]

s3 = p3 ^ bits[4] ^ bits[5] ^ bits[6]

# Определяем ошибочное положение бита

error\_position = s1 + (s2 \* 2) + (s3 \* 4)

if error\_position != 0:

bits[error\_position - 1] ^= 1 # Инвертируем ошибочный бит

# Извлекаем информационные биты

data\_bits = [bits[2], bits[4], bits[5], bits[6]]

print("Исправленное сообщение:", ''.join(map(str, bits)))

print("Информационные биты:", ''.join(map(str, data\_bits)))

if error\_position == 0:

print("Ошибок не обнаружено.")

else:

print(f"Ошибка была в бите {error\_position}.")

# Пример использования

hamming\_decode("1010101")

# Заключение:

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены основные принципы и методы помехоустойчивого кодирования, такие как коды Хэмминга, циклические коды и коды с контролем четности. Были реализованы алгоритмы кодирования и декодирования данных с использованием этих методов, а также проведено моделирование передачи данных по каналу с шумом.

# Список использованных источников:

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