Национальный исследовательский университет ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант 50

Выполнил

Мухамедьяров Артур Альбертович

P3109

Проверил

Рыбаков С. Д.

**Содержание**

[1. Задание 3](#_Toc178556977)

[2. Основные этапы вычисления 4](#_Toc178556978)

[3. Дополнительное задание 11](#_Toc178556979)

[4. Вывод 12](#_Toc178556980)

[Список использованных источников 13](#_Toc178556981)

# 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.

Вариант 1 | 2

50 35 67 99 19 |50

# Основные этапы вычисления

Задание 1. Вариант 35

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

s1 = r1⊕i1⊕i2⊕i4=0⊕1⊕0⊕0=1  
s2 = r2⊕i1⊕i3⊕i4=1⊕1⊕1⊕0=1  
s3 = r3⊕i2⊕i3⊕i4=1⊕0⊕1⊕0=0

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

S = (s1, s2, s3) = 110 => ошибка в символе i1

Правильное сообщение 0101010

Задание 2. Вариант 67

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

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=0⊕1⊕0⊕0=1

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

S = (s1, s2, s3) = 011 => ошибка в символе i3

Правильное сообщение 1100110

Задание 3. Вариант 99

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

s1 = r1⊕i1⊕i2⊕i4=0⊕0⊕1⊕1=0  
s2 = r2⊕i1⊕i3⊕i4=0⊕0⊕1⊕1=0  
s3 = r3⊕i2⊕i3⊕i4=0⊕1⊕1⊕1=1

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

S = (s1, s2, s3) = 001 => ошибка в символе r3

Правильное сообщение 0001111

Задание 4. Вариант 19

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

s1 = r1⊕i1⊕i2⊕i4=0⊕0⊕0⊕1=1  
s2 = r2⊕i1⊕i3⊕i4=1⊕0⊕0⊕1=0  
s3 = r3⊕i2⊕i3⊕i4=1⊕0⊕0⊕1=0

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

S = (s1, s2, s3) = 100 => ошибка в символе r1

Правильное сообщение 1101001

Задание 5. Вариант 50

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

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

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

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=0⊕0⊕1⊕0⊕0⊕0⊕1⊕1=1

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

S = (s1, s2, s3, s4) = 0001 => ошибка в символе r4

Правильное сообщение 010001110100011

Задание 6. (35+67+99+19+50=270)

Число информационных разрядов в передаваемом сообщении: 270

Если число проверочных разрядов равно r, то общее количество бит в передаваемом сообщении считается по формуле 2^r-1, бит с информацией 2^r-1-r.

Найдём r, подходящее условию 2^(r-1)-1-(r-1) < 270 < 2^r-1-r

Подходит r=9

2^8−1−8=256−1−8=247

2^9−1−9=512−1−9=502

247<270<502

Найдём коэффициент избыточности: r(i+r) = 9/(9+270) ≈ 0.032258

Ответ: r=9, коэффициент избыточности ≈ 0.032258

# Ответы

Задание 1 - I1

Задание 2 - I3

Задание 3 - R3

Задание 4 - R1

Задание 5 - R4

# Дополнительное задание

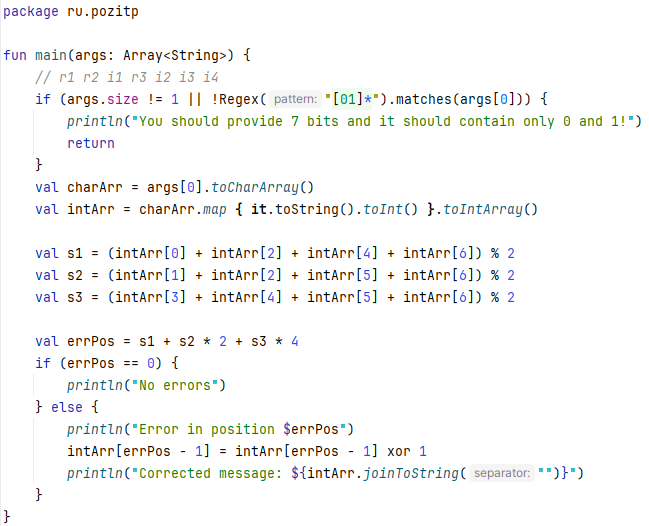
Для решения дополнительного задания я написал программу на Kotlin, так как хорошо знаком с данным языком.

Рисунок 4.1 – Листинг кода программы на Koltin

# Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы по информатике я научился работать с кодом Хэмминга, искать в нём ошибки и исправлять ошибки в передаваемых сообщениях.

# Список использованных источников

* 1. Орлов С. А., Цилькер Б. Я. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.: ил., Приложение А «Арифметические основы вычислительных машин». URL: <https://bit.ly/4dzgo3u> (Дата обращения: 23.10.24).
  2. Балакшин П.В., Соснин В.В. Информатика: методическое пособие. Санкт-Петербург. URL: [https://books.ifmo.ru/file/pdf/2464.pdf](https://books.ifmo.ru/file/pdf/2464.pdf%20) (Дата обращения: 23.10.24)
  3. Кафедра математической логики и теории алгоритмов МГУ: Предисловие URL: [https://web.archive.org/web/20220814154250/https://logic.math.msu.ru/wp-content/uploads/ver/HSE-codes/coding.pdf](https://web.archive.org/web/20220814154250/https:/logic.math.msu.ru/wp-content/uploads/ver/HSE-codes/coding.pdf%20) (Дата обращения: 23.10.24)