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

Факультет Программной инженерии и компьютерной техники

Информатика

Отчёт по лабораторной работе №2

Выполнение арифметических операций над

двоичными числами

Вариант № 6

Выполнил: студент группы P3214

Серов А.А.

Преподаватель: Балакшин П.В.

Санкт-Петербург

2025

**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 = 12**3**4**5**6, 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 15-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.

**Задание 1:**

Вариант ISU: 47**0**1**6**2 -> 06

**Задание 2:**

Номера кодов: 29, 41, 63, 85

Коды:

1. 0000010
2. 1110010
3. 0110100
4. 0000110

**Задания 3, 4 (код 29):**

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

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

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 |

Синдром S (S1, S2, S3) = 011 ⇒ ошибка в символе i3

Правильное сообщение: 0000

**Задание 3, 4 (код 41):**

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

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

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 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 | - | s1 |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | s2 |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | s3 |

s = (s1, s2, s3) = 011 ⇒ ошибка в символе i3

Правильное сообщение: 1000

**Задание 3, 4 (код 63):**

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

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

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

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

s = (s1, s2, s3) = 001 ⇒ ошибка в символе r3

Правильное сообщение: 1100

**Задание 3, 4 (код 85):**

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

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

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

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

s = (s1, s2, s3) = 110 ⇒ ошибка в символе i1

Правильное сообщение: 0010

**Задание 5:**

Код: 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0

**Задание 6-7 (код 6):**

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

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

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i6 ⊕ i8 ⊕ i10 ⊕ i12 = 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i6 ⊕ i8 ⊕ i11 ⊕ i13 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

s4 = r4 ⊕ i5 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11 ⊕ i12 ⊕ i13 ⊕ i14 ⊕ i15 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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 | - | - | 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) = 0011 ⇒ ошибка в символе i1

Правильное сообщение: 1100001100001

**Задание 8:**

Число информационных разрядов: (29 + 41 + 63 + 85 + 6) \* 4 = 896

**Определение минимального числа проверочных разрядов:**

Для кода Хэмминга должно выполняться условие:

2r ≥ i + r + 1

Подставляем значение i = 896:

2r ≥ 896 + r + 1

Находим минимальное r, удовлетворяющее неравенству:

При r = 10: 907 (1024 ≥ 907 - верно)

При r = 9: 906 (512 ≥ 906 - неверно)

Таким образом, минимальное число проверочных разрядов:

r = 10

**Вычисление коэффициента избыточности:**

Коэффициент избыточности определяется как:

Коэффициент избыточности = r / i + r

Подставляем значения:

10 / (896 + 10) = 10 / 906 ​≈ 0,0110375

**Ответ:**

Минимальное число проверочных разрядов = 10

Коэффициент избыточности ≈ 0,0110375

**Дополнительное задание №1:**

*def* main():  
 BIT\_MAPPING = ['r1', 'r2', 'i1', 'r3', 'i2', 'i3', 'i4']  
 CHECK\_POSITIONS = [  
 [3, 4, 5, 6], *# Для S1* [1, 2, 5, 6], *# Для S2* [0, 2, 4, 6] *# Для S3* ]  
  
 DATA\_BITS = [2, 4, 5, 6] *# Позиции информационных битов* input\_data = get\_valid\_input()  
  
 syndrome = calculate\_syndrome(input\_data, CHECK\_POSITIONS)  
 error\_pos = decode\_error\_position(syndrome)  
  
 *if* error\_pos >= 0:  
 input\_data = flip\_bit(input\_data, error\_pos)  
  
 display\_results(input\_data, error\_pos, BIT\_MAPPING, DATA\_BITS)  
  
  
*def* get\_valid\_input():  
 *while True*:  
 user\_input = *input*('Введите 7 бит двоичных данных: ').strip()  
 *if len*(user\_input) == 7 *and all*(b *in* '01' *for* b *in* user\_input):  
 *return* [*int*(bit) *for* bit *in* user\_input]  
  
 *print*("Ошибка! Введите ровно 7 символов (0 или 1)")  
  
  
*def* calculate\_syndrome(data, check\_groups):  
 syndrome = ''  
 *for* group *in* check\_groups:  
 parity = *sum*(data[i] *for* i *in* group) % 2  
 syndrome += *str*(parity)  
 *return* syndrome  
  
  
*def* decode\_error\_position(syndrome):  
 *return int*(syndrome, 2) - 1 *if* syndrome != '000' *else* -1  
  
  
*def* flip\_bit(data, position):  
 data[position] ^= 1  
 *return* data  
  
  
*def* display\_results(data, error\_pos, bit\_names, data\_bits):  
 *if* error\_pos == -1:  
 *print*("Данные не содержат ошибок")  
  
 *else*:  
 *print*(f"Обнаружена ошибка в позиции {error\_pos + 1}")  
 *print*(f"Тип бита: {bit\_names[error\_pos]}")  
  
 corrected\_data = ''.join(*str*(data[i]) *for* i *in* data\_bits)  
 *print*(f"Исправленное сообщение: {corrected\_data}")  
  
  
*if* \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':  
 main()

Результат работы (код из задания №1: 0000010):

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

**Вывод:**

В ходе выполнения лабораторной работы мы научились работать с кодом Хэмминга, в результате чего хорошо укрепили свои знания посредством построения схем классического декодирования кода Хэмминга.

**Список литературы:**

Основы цифровой радиосвязи. Помехоустойчивое кодирование: метод. указания / сост. Д. В. Пьянзин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 16 с.

Коды и устройства помехоустойчивого кодирования информации / сост. Королев А.И. – Мн.: , 2002. – с.286