

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, Р3113

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

Санкт Петербург 2023

Содержание

Задание	3
Основные этапы вычисления	4
Заключение.....	7
Список использованных источников	8

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

r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4
0	1	1	0	1	0	1

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

	1	2	3	4	5	6	7	
2^x	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	S
1	x		x		x		x	s_1
2		x	x			x	x	s_2
4				x	x	x	x	s_3

Имеем синдром $S(1, 1, 0)$. Проверяю за какой бит отвечают только r_1 и r_2 - это бит i_1 .

Ответ: 0101

2) Задание 6

r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4
0	1	1	0	0	0	0

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

	1	2	3	4	5	6	7	
2^x	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	S
1	x		x		x		x	s_1
2		x	x			x	x	s_2
4				x	x	x	x	s_3

Имеем синдром $S(1, 0, 0)$. Ошибка в символе r_1 .

Ответ: 1000

3) Задание 48

r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4
0	1	0	1	0	1	1

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

	1	2	3	4	5	6	7	
2^x	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	S
1	x		x		x		x	s_1
2		x	x			x	x	s_2

4				x	x	x	x	s ₃
---	--	--	--	---	---	---	---	----------------

Имеем синдром $S(1, 1, 1)$. Проверяем за какой бит отвечают r_1, r_2 и r_3 . Это бит i_4 .

Ответ: 0010

4) Задание 36

r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4
1	0	0	0	0	1	0

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

	1	2	3	4	5	6	7	
2^x	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	S
1	x		x		x		x	s_1
2		x	x			x	x	s_2
4				x	x	x	x	s_3

Имеем синдром $S(1, 1, 1)$. Проверяем за какой бит отвечают r_1, r_2 и r_3 . Это бит i_4 .

Ответ: 0011

5) Задание 60

r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	r_4	i_5	i_6	i_7	i_8	i_9	i_{10}	i_{11}
0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s_4 = r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2^x	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	r_4	i_5	i_6	i_7	i_8	i_9	i_{10}	i_{11}	S
1	x		x		x		x		x		x		x		x	s_1
2		x	x			x	x			x	x			x	x	s_2
4				x	x	x	x					x	x	x	x	s_3
8								x	x	x	x	x	x	x	x	s_4

Имеем синдром $S(1, 1, 0, 0)$. Проверяем за какой бит отвечают только r_1 и r_2 . Это бит i_1 .

Ответ: 00111000011

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

Количество информационных разрядов: 664.

Минимальное количество контрольных разрядов: $2^r \geq r + i + 1$.

Подставим $r + i$: $2^r > 665 \Rightarrow r = 10$.

Коэффициент избыточности: $r / (r + i) = 10 / 664 \approx 0,0150602$

Ответ: $r = 10$, коэффициент избыточности $\approx 0,0150602$

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