

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

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа №2

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант 66 (466468)

Выполнил:

Ларионов Владислав Васильевич

Группа Р3109

Проверил:

Рыбаков Степан Дмитриевич

Санкт-Петербург 2024

Содержание

Задание.....	3
Основные этапы вычислений	4
Часть №1	4
1) Задание №48	4
2) Задание №85	5
3) Задание №10	6
4) Задание №67	7
Часть №2	8
5) Задание №66	8
Часть №3	9
Ответы	9
Дополнительное задание	10
Вывод:.....	10
Источники:.....	10

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 вычислений

Часть №1

1) Задание №48

r ₁	r ₂	i ₁	r ₃	i ₂	i ₃	i ₄
0	1	0	1	0	1	1

Таблица 1.1 – Задание №48, исходное сообщение

	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

Таблица 1.2 – Задание №48, решение

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

(S₃, S₂, S₁) = (1, 1, 1) – ошибка в бите i₄, правильное сообщение:

r ₁	r ₂	i ₁	r ₃	i ₂	i ₃	i ₄
0	1	0	1	0	1	0

Таблица 1.3 – Задание №48, ответ

Итог: 0010

2) Задание №85

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

Таблица 2.1 – Задание №85, исходное сообщение

	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

Таблица 2.2 – Задание №85, решение

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$(S_3, S_2, S_1) = (0, 1, 1)$ – ошибка в бите i_1 , правильное сообщение:

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

Таблица 2.3 – Задание №85, ответ

Итог: 1110

3) Задание №10

r ₁	r ₂	i ₁	r ₃	i ₂	i ₃	i ₄
1	0	1	0	0	0	0

Таблица 3.1 – Задание №10, исходное сообщение

	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

Таблица 3.2 – Задание №10, решение

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$(S_3, S_2, S_1) = (0, 1, 0)$ – ошибка в бите r₂, правильное сообщение:

r ₁	r ₂	i ₁	r ₃	i ₂	i ₃	i ₄
1	1	1	0	0	0	0

Таблица 3.3 – Задание №10, ответ

Итог: 1000

4) Задание №67

r ₁	r ₂	i ₁	r ₃	i ₂	i ₃	i ₄
1	1	0	0	1	0	0

Таблица 4.1 – Задание №67, исходное сообщение

	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

Таблица 4.2 – Задание №67, решение

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

(S₃, S₂, S₁) = (1, 1, 0) – ошибка в бите i₃, правильное сообщение:

r ₁	r ₂	i ₁	r ₃	i ₂	i ₃	i ₄
1	1	0	0	1	1	0

Таблица 4.3 – Задание №67, ответ

Итог: 0110

Часть №2

5) Задание №66

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	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Таблица 5.1 – Задание №66, исходное сообщение

	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

Таблица 5.2 – Задание №66, решение

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_4 = r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

(S₄, S₃, S₂, S₁) = (0, 1, 0, 1) – ошибка в бите i₂, правильное сообщение:

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	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Таблица 5.3 – Задание №66, ответ

Итог: 10000100100

Часть №3

$$6) (48 + 85 + 10 + 67 + 66) * 4 = 1104$$

1104 – число информационных разрядов в исходном сообщении.

Минимальное число контрольных разрядов r вычисляется по следующей форме:

$2^r \geq r + i + 1$, где r – число контрольных разрядов, i – число информационных битов.

$2^r \geq r + 1105$. Минимальное r , удовлетворяющее условию – $r = 11$.

Коэффициент избыточности k вычисляется по следующей формуле:

$$k = r / (r + i) = 11 / (11 + 1104) \approx 0,00986547$$

Ответ: $r = 11$, $k \approx 0,00986547$

Ответы

Задание 1 - I4

Задание 2 - I1

Задание 3 - R2

Задание 4 - I3

Задание 5 - I2

Дополнительное задание

Было принято решение написать данную программу на языке программирования Python, так как он прост в реализации и с целью повторения его синтаксиса.

```
1 def output(): основная функция, выводит ответ
2     nums = [int(i) for i in message]
3     s1 = nums[0] ^ nums[2] ^ nums[4] ^ nums[6]
4     s2 = nums[1] ^ nums[2] ^ nums[5] ^ nums[6]
5     s3 = nums[3] ^ nums[4] ^ nums[5] ^ nums[6]
6     s_overall = s3 + 4 + s2 + 2 + s1
7     bit = s_overall - 1
8     bits = {0: 'r1', 1: 'r2', 2: 'i1', 3: 'r3', 4: 'i2', 5: 'i3', 6: 'i4'}
9     if s_overall == 0:
10         print("Переданное сообщение не содержит ошибок!")
11     else:
12         nums[bit] = (nums[bit] + 1) % 2
13         print("Ошибка в бите: " + bits[bit])
14         print("Верное сообщение: " + str(nums[2]) + str(nums[4]) + str(nums[5]) + str(nums[6]))
15
16
17 def correct_input(): рекурсивная функция, проверяющая корректность ввода
18     message = input()
19     condition = len(message) == 7 and all(i in '01' for i in message)
20     if not condition:
21         print("Некорректный ввод. Попробуйте снова.")
22         return correct_input()
23     else:
24         return message
25
26
27 message = correct_input()
28 output()
```

Изображение 1 – листинг программы

Вывод:

Во время выполнения данной лабораторной работы я научился работать с кодом Хэмминга, находить ошибки в передаваемых сообщениях, исправлять их. Также я попрактиковался в данной теме на примере написания программы на языке программирования Python, чтобы закрепить материал.

Источники:

- 1) Балакшин П.В., Соснин В.В. Информатика: методическое пособие. Санкт-Петербург: 2015. (дата обращения: 30.01.2024)
- 2) Орлов С. А., Цилькер Б. Я. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.: ил. (дата обращения: 30.01.2024)
- 3) AGailov – название YouTube канала, Код Хэмминга. Самоконтролирующийся и самокорректирующийся код. (<https://www.youtube.com/watch?v=QsBYshN5idw>) (дата обращения: 30.01.2024)