Национальный исследовательский университет ИТМО.

Факультет программной инженерии и компьютерной техники.

Лабораторная работа

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант: 60

Выполнил: Ковыршин А.C. P3117

Проверил: Марухленко Д.С.

Санкт-Петербург 2024

## Содержание

[Содержание 2](#_Toc178720639)

[Задание 3](#_Toc178720640)

[Решение задач 4](#_Toc178720641)

[Код для дополнительного задания № 1 7](#_Toc178720642)

[Заключение 8](#_Toc178720643)

[Список использованных источников 9](#_Toc178720644)

## Задание

Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4), которую представить в отчёте в виде изображения.

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.

Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчёте в виде изображения.

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.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | | | | 2 |
| Вариант | Задание №1 | Задание №2 | Задание №3 | Задание №4 | Задание №5 |
| 60 | 45 | 77 | 109 | 29 | 110 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 45 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 77 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 109 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 |
| 110 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

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. => (45 + 77 + 109 + 29 ) \* 4 = 1480

## Решение задач

№45) Построим таблицу кода Хэмминга:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| сообщение | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | x |  | x |  | x |  | x |
| 2 |  | x | x |  |  | x | x |
| 4 |  |  |  | x | x | x | x |

Количество бит четности задает сколько будет строк. Пусть бит четности n, тогда будет n строк в таблице со значениями

Так как 3 бита четности, то будет 3 синдрома S (s1, s2, s3)

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0

где ⊕ - битовое сложение

чтобы понять, где ошибка надо s3s2s1 перевести из двоичной системы счисления в десятичную => ошибка в r2.

=> Верный код: 0110011

№77) Построим таблицу кода Хэмминга:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| сообщение | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | x |  | x |  | x |  | x |
| 2 |  | x | x |  |  | x | x |
| 4 |  |  |  | x | x | x | x |

Количество бит четности задает сколько будет строк. Пусть бит четности n, тогда будет n строк в таблице со значениями

Так как 3 бита четности, то будет 3 синдрома S (s1, s2, s3)

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1

где ⊕ - битовое сложение

чтобы понять, где ошибка надо s3s2s1 перевести из двоичной системы счисления в десятичную => ошибка в i4.

=> Верный код: 0111100

№109) Построим таблицу кода Хэмминга:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| сообщение | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | X |  | x |  | x |  | x |
| 2 |  | x | x |  |  | x | x |
| 4 |  |  |  | x | x | x | x |

Так как 3 строчки, то будет 3 синдрома S (s1, s2, s3)

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0

где ⊕ - битовое сложение

чтобы понять, где ошибка надо s3s2s1 перевести из двоичной системы счисления в десятичную => ошибка в r2.

=> Верный код: 1111111

№29) Построим таблицу кода Хэмминга:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| сообщение | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | X |  | x |  | x |  | x |
| 2 |  | x | x |  |  | x | x |
| 4 |  |  |  | x | x | x | x |

Количество бит четности задает сколько будет строк. Пусть бит четности n, тогда будет n строк в таблице со значениями

Так как 3 бита четности, то будет 3 синдрома S (s1, s2, s3)

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1

где ⊕ - битовое сложение

чтобы понять, где ошибка надо s3s2s1 перевести из двоичной системы счисления в десятичную => ошибка в i3.

=> Верный код: 0000000

№110) Построим таблицу кода Хэмминга:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 |
| сообщение | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | x |  | x |  | x |  | x |  | x |  | x |  | x |  | x |
| 2 |  | x | x |  |  | x | x |  |  | x | x |  |  | x | x |
| 4 |  |  |  | x | x | x | x |  |  |  |  | x | x | x | X |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  | x | x | x | x | x | x | x | x |

Количество бит четности задает сколько будет строк. Пусть бит четности n, тогда будет n строк в таблице со значениями

Так как 4 бита четности, то будет 4 синдрома S (s1, s2, s3, s4)

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

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

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11 = 1

s4 = r4 ⊕ i5 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11 = 1

где ⊕ - битовое сложение

чтобы понять, где ошибка надо s4s3s2s1 перевести из двоичной системы счисления в десятичную => ошибка в i11.

=> Верный код: 000111011100111

Теперь решим задачу вычисления числа проверочных разрядов r по числу информационных разрядов i в сообщении (i = 1480). Для этого воспользуемся соотношением:

≥ r + i + 1. => минимальное r = 11.

=> kизбыт = = = 0.0074

## Код для дополнительного задания

def obr(n):  
 if n == "0":  
 return "1"  
 else:  
 return "0"  
  
s = str(input())  
  
A = ["r1", "r2", "i1", "r3", "i2", "i3", "i4"]  
  
print(\*A)  
  
print(\*list(s), sep=' ')  
  
print()  
  
r1 = s[0]  
r2 = s[1]  
i1 = s[2]  
r3 = s[3]  
i2 = s[4]  
i3 = s[5]  
i4 = s[6]  
  
s1 = (r1 + i1 + i2 + i4).count('1') % 2  
s2 = (r2 + i1 + i3 + i4).count('1') % 2  
s3 = (r3 + i2 + i3 + i4).count('1') % 2  
  
print("s1 =", s1)  
print("s2 =", s2)  
print("s3 =", s3)  
  
print()  
  
ans = (str(s1) + str(s2) + str(s3))  
print(ans)  
ans = ans[::-1]  
  
ans = int(ans, 2)  
print("=>")  
if ans == 0:  
 print("Ошибок нет")  
else:  
 print("Ошибка в ", A[ans - 1])  
 print("Правильный код", s[:ans-1] + obr(s[ans-1]) + s[ans:])  
   
Результат работы программы:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

## Заключение

В ходе лабораторной работы мной был отработан навык использования кода Хэмминга. Изучены алгоритмы построение таблицы и схемы кода Хэмминга. Обозначены термины, такие как коэффициент сжатия, отношение сжатия, коэффициент избыточности. Определенно, для чего нужна контрольная сумма и помехоустойчивые коды, изучена формула определения минимального числа контрольных разрядов.

## Список использованных источников

* Соловьева Ф.И. «Введение в теорию кодирования»/НГУ, Новосибирск/2006, 126 с.
* Питерсон У., Уэлдон Э. «Коды, исправляющие ошибки»: Пер. с англ. /М.: Мир./ 1976, 594 c.
* Пенин П. Е., Филиппов Л. Н. «Радиотехнические системы передачи информации»./ М.: Радио и Связь / 1984, 256 с.