**Задание**

Показать пример использования кода Хемминга с dmin = 4. Xk = 10101

K = 5;

Log2k + 1 = 4;

H =

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Yr = 1001

Xk = 10101.1001

Ситуация, когда ошибок 0

S = 1001 XOR 1001 = 0000 => En = 00000

Ситуация, когда ошибка 1

Xk = 10111

Yr’ = 0011

S = Yr XOR Yr’ = 1001 XOR 0011 = 1010;

Синдром совпадает со значением 4 столбца, следовательно ошибка в 4 бите.

En = 00010;

Исправление ошибки

Xk XOR En = 10111 XOR 00010= 10101;

Ситуация, когда ошибки 2

Xk = 10011

Yr’ = 0110

S = Yr XOR Yr’ = 1001 XOR 0110 = 1111;

Синдром совпадает со значением 1 столбца, 1 бит является суммой 2х ошибок по XOR.

E = 10000;

**Задание**

Показать пример использования итеративного кода при Xk = 10011111.

Построить матрицу Хемминга

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |  |

Xk = 10011111.000110

Паритет столбцов 0110

Паритет строк 00

Ситуация с 1 ошибкой

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |  |

Xk = 11011111. 100010

Новый паритет строк 10

Новый паритет столбцов 0010

Поиск ошибки

00

XOR

10

10 – следовательно ошибка в 1 строке

0110

XOR

0010

0100 – следовательно ошибка в 2 столбце

Следовательно, En = 01000000;

Исправим ошибку

Xk = 11011111

XOR

En = 01000000

Xk = 10011111

!

Когда количество ошибок в итеративном коде четное и ошибки находятся на одной строке либо одном столбце то позицию ошибок вычислить невозможно

Матрица Хемминга

H(15,9) =

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 1 |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |  | 1 |  |  |  |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  |  | 1 |  |  |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |  | 1 |  |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  | 1 |

**Задание**

Показать пример использования циклического кода Xk = 101010

Xk = 101010 ~ x^5 + x^3 + x;

G(x) = x^4 + x^3 + 1 ~ 11001

n = k + r; n = 6 + 4 = 10;

Xk \* X^r = x^9 + x^7 + x^5 ~ 1010100000;

Деление

x^9 + x^7 + x^5 | x^4 + x^3 + 1

--------------------

x^9 + x^8 + x^5 | x^5 + x^4 + 1

x^8 + x^7

x^4 + x^7 + x^4

x^4

x^4 + x^3 + 1

x^3 + 1 - Остаток. R(x) = x^3 + 1 ~ 1001

Xn = Xk \* X^r || R(x)

0000001001

1010100000

1010101001 = Xn – итоговая комбинация циклического кода (кодовое слово)

G(x) =

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

В каноническом виде

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1+2+3+4+6 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2+3+4+5 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3+4+5+6 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4+5+6 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5+6 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 6=6 |

H =

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 |  |  |  |
|  | 1 |  |  |
|  |  | 1 |  |
|  |  |  | 1 |

H в каноническом виде

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |  | 1 |  |  |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |  | 1 |  |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  | 1 |

Ситуация, когда ошибка 1

1110101001 = Xn ~x^9 + x^8+ x^7 + x^5 + x^3 + 1

x^9 + x^8+ x^7 + x^5 + x^3 + 1| x^4 + x^3 + 1

--------------------

x^9 + x^8 + x^5 | x^5 + x^3 + x^2 + x +1

x^7 + x^3 + 1

x^7 + x^6 + x^3

x^6 + 1

x^6 + x^5 + x^2

x^5 + x^2 + 1

x^5 + x^4 + x

x^4 + x^2 +x + 1

x^4 + x^3 + 1

x^3 + x^2 +x – Остаток ~ 1110

S = 1110 синдром совпадает со значением второго столбца проверочной матрицы H (в каноническом виде)

Следовательно ошибка во втором бите

Следовательно

Исправляем ошибку

Xn 1110101001

XOR

En 0100000000

Xn 1010101001

Ситуация, когда ошибки 2

Xn = 0000101001 ~ x^5 + x^3 + 1

x^5 + x^3 + 1 | x^4 + x^3 + 1

x^5 +x^4 +x | x + 1

x^4 +x^3 + x + 1

x^4 + x^3 + 1

x ~ 0010 – Синдром

Синдром соответствует 9-му столбцу проверочной матрицы H. Следовательно столбец является суммой 2х ошибок по XOR

**Задание**

Энтропия Шеннона и Хартли для произвольного алфавита мощностью 12 символов.

Подсчитать количество информации в сообщении, состоящем из Вашего имени и фамилии.

Энтропия по Шеннону

HS = - *=*

-((1/12\* log2(1/12)\*12) = -(-log2(12)) = 4

Энтропия Хартли

HCh = log2N = log2(12) = 4

верамаксимова

В = 2/13, Е = 1/13, P = 1/13, А = 3/13, М = 2/13, К = 1/13, C = 1/13, И = 1/13,

О = 1/13

HS = - *=* -((1/13 \* log2(1/13) \* 6) – ((2/13 \* log2(2/13) \* 2) -((3/13 \* log2(3/13) \* 1) = (24/13) + (12/13) + (9/13) = 3,46

I = 13 \* 3,46 = 44,98 ~ 45

**Задание**

Расположить пароли в порядке возрастания степени устойчивости к взлому:

QWERTY, AaAaAa, Zi3q, S\*1x

I = k \* Hch,

QWERTY = I = log226 \* 6 = 28,2

AaAaAa = I = log252 \* 5 = 28,5

Zi3q = I = log262 \* 5 = 23,8

S\*1x = I = log292 \* 5 = 26,1

Английский алфавит = 26

Английский алфавит с заглавными буквами = 52

Цифры = 10

Спец. Символы = 30

Zi3q – Самый устойчивый ко взлому

S\*1x

QWERTY

AaAaAa – Самый не устойчивый ко взлому

**Задание**

Подсчитать количество информации в сообщении, состоящем из вашего имени и фамилии в кодах ASCII, если примерно каждый 4й двоичный символ передан с ошибкой

Вера Максимова

В = 110011 К = 110001

Е = 000101 С = 101101

Р = 111011 И = 101111

А = 101010 О = 100000

М = 111000

**ПАМЯТКА**

H для dmin = 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Следовательно

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Сумма по мод 2 всех строк: 0000011110

К полученной сумме добавляется единичная строка: 1111111111

0000011110

+

1111111111

=

1111100001

Полученная строка добавляется к матрице dmin = 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |