**Хемминг**

**Выделение куска текста**

Итак, есть некоторый закодированный текст: 11001010 11100101 11010001…

Выделяем из него первые 11 бит: 11001010 11100101 11010001…

Обратите внимание, что в один блок попадает одна целая буква и 3/8ых от второй буквы… То есть некоторые символы будут разорваны между несколькими блоками кодирования

**Заготовка ячеек под кодирование**

Готовим место под кодирование. Нам нужно 15 ячеек:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Из них первая, вторая, четвёртая и восьмая ячейки являются защитными, а остальные информационными:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Записываем наш блок в информационные ячейки:

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

Первый шаг подготовки выполнен

**Таблица А2-А10 и быстрый перевод**

Чтобы объяснить дальнейшее нам нужно нарисовать таблицу перевода между системами:

|  |  |
| --- | --- |
| **А2** | **А10** |
| 0000 | 0 |
| 0001 | 1 |
| 0010 | 2 |
| 0011 | 3 |
| 0100 | 4 |
| 0101 | 5 |
| 0110 | 6 |
| 0111 | 7 |
| 1000 | 8 |
| 1001 | 9 |
| 1010 | 10 |
| 1011 | 11 |
| 1100 | 12 |
| 1101 | 13 |
| 1110 | 14 |
| 1111 | 15 |

Обращаем внимание на значения одиноких единиц в записи числа:

|  |  |
| --- | --- |
| **А2** | **А10** |
| 0000 | 0 |
| 000**1** | **1** |
| 00**1**0 | **2** |
| 0011 | 3 |
| 0**1**00 | **4** |
| 0101 | 5 |
| 0110 | 6 |
| 0111 | 7 |
| **1**000 | **8** |
| 1001 | 9 |
| 1010 | 10 |
| 1011 | 11 |
| 1100 | 12 |
| 1101 | 13 |
| 1110 | 14 |
| 1111 | 15 |

Через это подходим к системе быстрого перевода между системами через показатели степеней двойки.

Например число 1100, суть есть 8+4=12, что легко иллюстрируется таблицей:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 8 | 4 | 2 | 1 |
| **1** | **1** | **0** | **0** |

**Расстановка зон ответственности контрольных бит**

Чтобы включить защитную математику, нужно расставить зоны действия контрольных бит. Каждый защитный бит защищает ячейки с такими номерами, в двоичном представлении которых присутствует единица со значением номера контрольного бита. . Иными словами: бит номер один защищает те биты, номера которых заканчиваются в А2 на 1; второй бит защищает те у которых в записи А2 на второй позиции справа стоит единица; четвёртый – с единицами в третьем разряде и т.д. Получается вот такая таблица кодирования:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **1** |  | **1** | **0** | **0** |  | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | **1** | **1** |
| 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**Вычисление контрольных бит**

Следующим шагом станет вычисление значения контрольных бит. Для этого надо посчитать сколько ячеек с единицей защищает контрольный бит. Если защищаемых единиц чётное количество – защищающая ячейка равна нулю, в противном случае – единице.

(*Над единицами второй строки в первой – шесть единиц, стало быть ноль в первую ячейку. Над двойками третьей строки – единиц четыре – снова ноль. Над четвёрками – четыре – значит ноль. А над восьмёрками – пять единиц – ставим 1 в восьмую ячейку*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **0** | **0** | **1** | **0** | **1** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | **1** | **1** |
| 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

Готово! Первая строчка под защитой математики!

**Внесение ошибки**

Пришло время проверить защиту: заменяем любой (10ый) бит на противоположный:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **0** | **0** | **1** | **0** | **1** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **1** | **0** | **1** | **1** | **1** |
| 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**Вычисление признака ошибки и исправление**

Вычислим то, что называется признаком ошибки. В таблице

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 8 | 4 | 2 | 1 |
|  |  |  |  |

Произведём такой же подсчёт для каждого бита. Сколько единиц защищается первым битом, вторым, четвёртым и восьмым, **включая контрольные биты**. Если чётное количество – то ставим в соответствующее место ноль, иначе единицу. Считаем вместе с детьми:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 8 | 4 | 2 | 1 |
| **1** | **0** | **1** | **0** |

Теперь смотрим, что за число у нас получилось в двоичном коде – да это же 10! Смотрим на наш пример и видим, что именно 10 бит и содержит ошибку.

**Вычисление ошибок**

111011100010101 (13)

010101111101011 (1)

111110111111111 (6)

000100011000000 (5)

101010101010101 (х)

*В скобках номер ошибки в сообщении*

**Декодирование**

101010000000111 111000111111010 001111111001010 110011110111110 100010111111110 011011110111000 101000110100000

Ответ: «Выле;ено!»