

Кодирование информации

§ 5. Равномерное и неравномерное кодирование

Вспомним известное

Алфавит — это набор знаков, который используется в языке.

Мощность алфавита — это количество знаков в алфавите.

Равномерный код — это код, в котором все кодовые слова имеют одинаковую длину.

Неравномерный код — это код, в котором кодовые слова имеют различную длину.

Двоичное кодирование — это кодирование с помощью двух знаков.

1 бит — это одна двоичная цифра (один знак сообщения, записанного в двоичном коде).

Количество возможных сообщений

Если алфавит языка состоит из M символов (имеет мощность M), количество различных сообщений длиной L знаков равно

$$N = M^L$$

Для двоичного кода: $N = 2^L$

Сколько

- возможных 7-битовых двоичных кодов?
- возможных 5-буквенных слов в русском языке?
- возможных 3-буквенных слов в английском языке?

$$2^7$$

$$33^5$$

$$26^3$$

Количество возможных сообщений

Сколько

- различных чисел можно закодировать в 8-битовой ячейке?

2⁸

- различных чисел можно закодировать в 8-разрядной ячейке троичного компьютера (-1, 0, 1)?

3⁸

- сколько битов нужно выделить для хранения номера спортсмена от 1 до 1000?

10

$$512 = 2^9 < 1000 \leq 2^{10} = 1024$$

- сколько битов нужно выделить для хранения температуры от -50° до 80°?

8

$$128 = 2^7 < 131 \leq 2^8 = 256$$

Правило умножения

Если в сообщении длиной L на позиции i может стоять один из M_i символов, количество различных сообщений *равно*

$$N = M_1 \cdot M_2 \cdot \dots \cdot$$

$$M_L$$

Задача 1. Сколько существует различных сообщений длины 5 в алфавите {А, В, С, Х}, если буква «Х» может появляться только на первом или на последнем месте?

4	3	3	3	4
M_1	M_2	M_3	M_4	M_5

$$4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 = 432$$

Правило умножения

Задача 2. Сколько существует 5-значных десятичных чисел, все цифры в которых различны?

9	9	8	7	6
---	---	---	---	---

M_1 M_2 M_3 M_4 M_5

$$9 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 = 27216$$

Не может быть 0!

Неравномерные коды

- можно уменьшить длину закодированного сообщения

Равномерный код:

А	Г	Р
00	01	10

ГАГАР

А

12 бит
→ 010001001000

Неравномерный код:

А	Г	Р
0	01	10

ГАГАР

А

9 бит
→ 010010100

- не всегда однозначно декодируется

010010100 → 010010100 ГАГАР

→ 010010100 АРАРА

А

Правило сложения

Задача 3. Сколько существует двоичных кодов длиной от 2 до 5 битов?

$$\begin{array}{ll} L = 2: & N_2 = 2^2 = 4 \\ L = 3: & N_3 = 2^3 = 8 \\ L = 4: & N_4 = 2^4 = 16 \\ L = 5: & N_5 = 2^5 = 32 \end{array}$$

$$N = 4 + 8 + 16 + 32 = 60$$

$$N = N_2 + N_3 + N_4 + N_5$$



Правило сложения!

Правила умножения и сложения

Задача 4. Сколько существует различных 3-буквенных слов в алфавите {К, Р, О, Т}, в которых буква К встречается ровно 1 раз?

К	*	*
1	3	3
$1 \cdot 3 \cdot 3 = 9$		
*	К	*
$3 \cdot 1 \cdot 3 = 9$		
*	*	К
$3 \cdot 3 \cdot 1 = 9$		

$9 + 9 + 9 = 27$

Задачи

1. Сколько существует в коде Морзе различных последовательностей из точек и тире, длина которых от 4 до 6 символов?
2. Вася и Петя передают друг другу сообщения, используя синий, красный и зелёный фонарики. Это они делают, включая по одному фонарику на одинаковое короткое время в некоторой последовательности. Количество вспышек в одном сообщении — 3 или 4, между сообщениями — паузы. Сколько различных сообщений могут передавать мальчики?

Задачи

3. Шахматная доска состоит из 8 столбцов и 8 строк. Какое минимальное количество битов потребуется для кодирования координат одной шахматной фигуры?
4. Для кодирования значений температуры воздуха (целое число в интервале от -50 до 40) используется двоичный код. Какова минимальная длина двоичного кода?
5. Дорожный светофор подаёт шесть видов сигналов (непрерывные красный, жёлтый и зелёный, мигающие жёлтый и зелёный, мигающие красный и жёлтый одновременно). Подряд записано 100 сигналов светофора. Определите информационный объём этого сообщения в битах.

Задачи

6. Автомобильный номер длиной 6 символов составляется из заглавных букв (всего используется 12 букв) и десятичных цифр в любом порядке. Каждый символ кодируется одинаковым и минимально возможным количеством битов, а каждый номер — одинаковым и минимально возможным количеством байтов. Определите объём памяти, необходимый для хранения 32 автомобильных номеров.