

Системы счисления

Побитовые операции

Основы языка C, лекция 15

Система счисления

- Система счисления

- совокупность знаков

- правила записи 

1 - I

10 - X

100 - C

1000 - M

5 - V

50 - L

500 - D

- Римская нумерация

- XVI означает $10 + 5 + 1 = 16$

- CIX означает $100 + (-1 + 10) = 109$

- сложение, умножение столбиком ?

- Мы Дарим Сочные Лимоны Хватит Всем И
еще останется

MDCLXVI

Позиционная система счисления

- Десятичная $615_{10} = 6 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$

10^3	10^2	10^1	10^0
0	6	1	5

- Двоичная $1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$

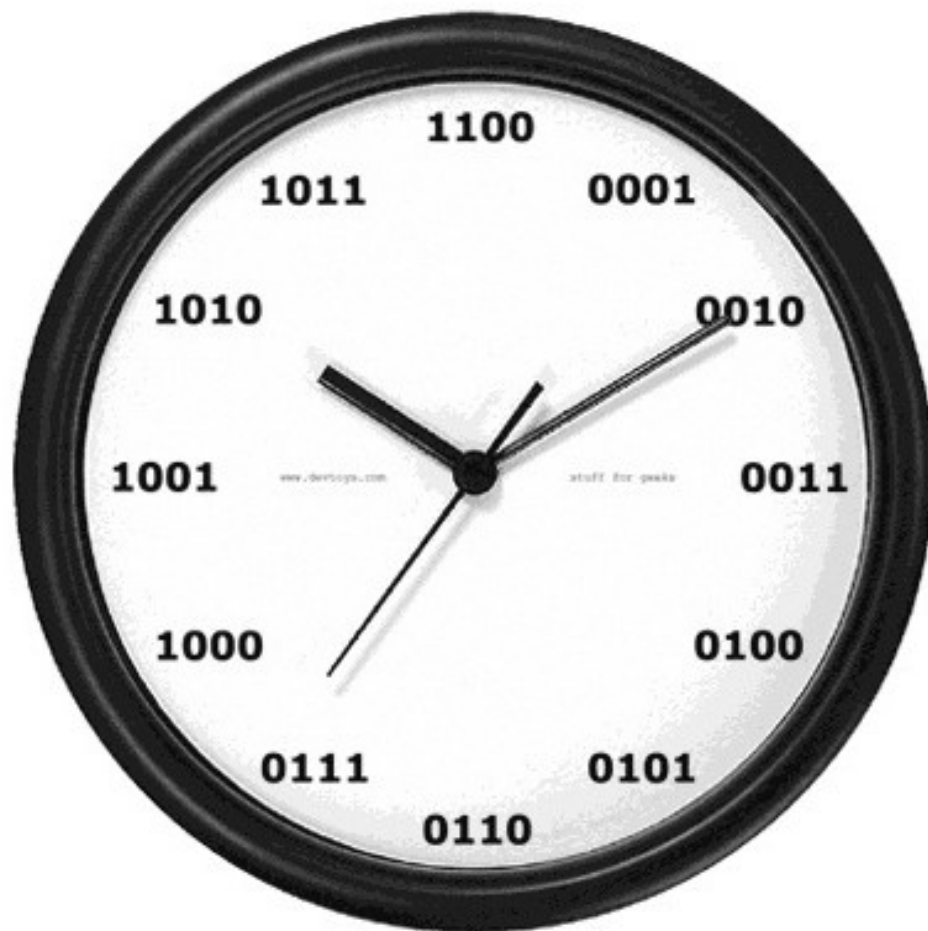
2^3	8	2^2	4	2^1	2	2^0	1
1		1		0		1	

$$1 * 8 + 1 * 4 + 0 * 2 + 1 * 1 = 13_{10}$$

$$\mathbf{1101_2 = 13_{10}}$$

Самое большое число?

Часы для IT-шников



novate.ru

I

2, 8, 16 и двоично - десятичная

DEC	BIN	OCT	HEX	BCD
0	0000	0	0	0000
1	0001	1	1	0001
2	0010	2	2	0010
3	0011	3	3	0011
4	0100	4	4	0100
5	0101	5	5	0101
6	0110	6	6	0110
7	0111	7	7	0111
8	1000	10	8	1000
9	1001	11	9	1001
10	1010	12	A	0001 0000
11	1011	13	B	0001 0001
12	1100	14	C	0001 0010
13	1101	15	D	0001 0011
14	1110	16	E	0001 0100
15	1111	17	F	0001 0101

- перевод 2, 8, 16
- 36-ричная система счисления
(все буквы + цифры),
пример - серийный
номер программного
обеспечения

Представление отрицательных чисел

- $x + (-x) = 0$ в побитовом сложении

- **Знаковый бит**

- Прямой код (старший бит стал 1)

3: 0011

-3: 1011

- Обратный код ($\sim x$)

3: 0011

-3: 1100

- Дополнительный код $x + (-x) = 0$

3: 0011

-3: 1101 обратный + 1

- Дополнительный код

$x + (-x) = 0$

3: 0011

-3: 1101

Σ : 10000

Представление отрицательных чисел

- Дополнительный

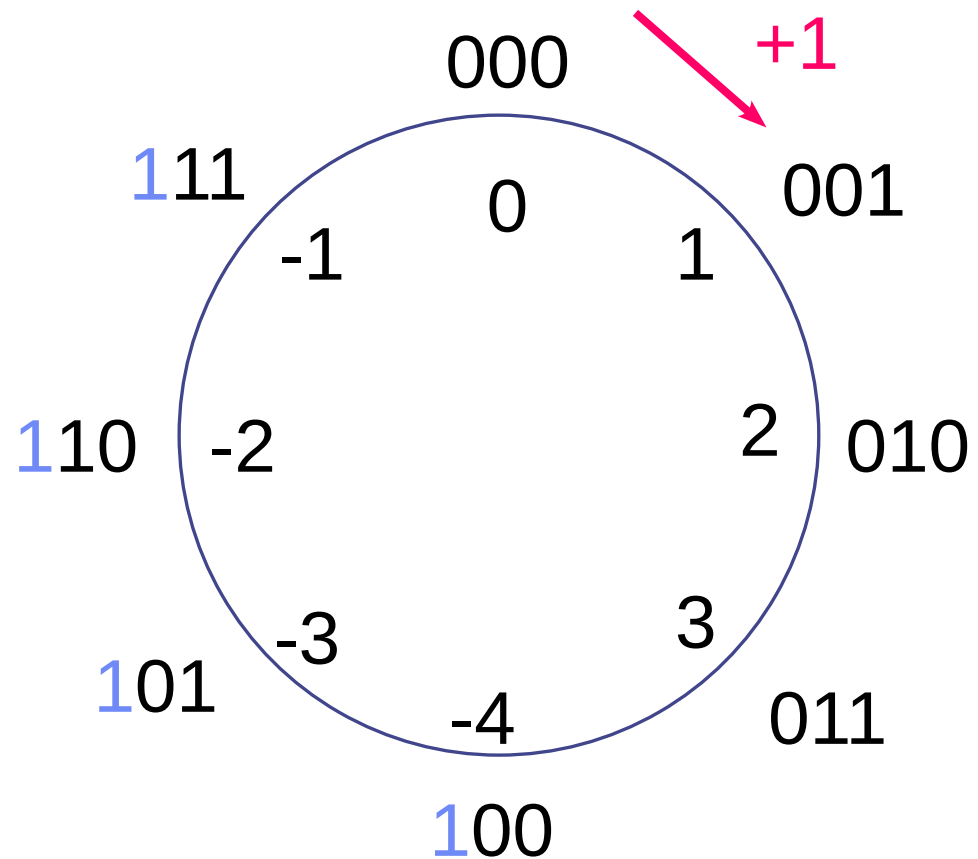
$$x + (-x) = 0$$

3: **0011**

-3: **1**101

Σ : **1**0000

Диапазон знаковых чисел



- 3 битные числа
- $2^3 = 8$
- - 4 ... 3

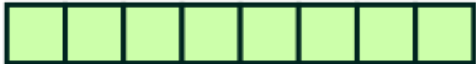
Что будет выведено на печать и почему?

- ```
char x = 0xFF;
if (x == 0xFF)
 printf("Равны\n");
else
 printf("Не равны\n");
```

# Что будет выведено на печать и почему?

- `char x = 0xFF;`  
`if (x == 0xFF)`  
    `printf("Равны\n");`  
`else`  
    `printf("Не равны\n");`
- `char k = -3;`  
`if (k == -3)`  
    ...

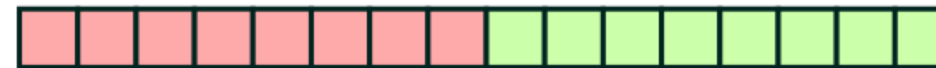
***char c = 0xFF;***

***char c =*** 

***c == 0xFF***



***(int) c***



***0xFF***

# Побитовые операции

- Применяются только к целочисленным операндам
- **&** побитовое AND
- **I** побитовое OR
- **^** побитовый XOR
- **~** отрицание (тильда над ё, под Esc)
- **>>** сдвиг вправо (на неотрицательное)
- **<<** сдвиг влево (на неотрицательное)

# Логические операторы

- **&&** логическое И
- **||** логическое ИЛИ
- **!** отрицание

cup && teabag => cup of tea  
cookie || chocolate => dessert

- $1 \& ? = ?$   
 $0 \& ? = 0$
- $1 | ? = 1$   
 $0 | ? = ?$

| <b>AND</b> | false | true        |
|------------|-------|-------------|
| false      | false | false       |
| true       | false | <b>true</b> |

| <b>OR</b> | false       | true        |
|-----------|-------------|-------------|
| false     | false       | <b>true</b> |
| true      | <b>true</b> | <b>true</b> |



# 4-битная архитектура

- $0110_2 =$

$$0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 =$$
$$0 + 4 + 2 + 0 = 6_{10}$$

| $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ |
|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 1     | 1     | 0     |

- $x = 0xA;$   
 $y = x \mid 4;$   
 $x = x \mid \text{FLAG};$

|          |   |          |   |   |
|----------|---|----------|---|---|
| <b>A</b> | 1 | 0        | 1 | 0 |
| <b>4</b> | 0 | <b>1</b> | 0 | 0 |
| <b>E</b> | 1 | <b>1</b> | 1 | 0 |

- $x = 0xA;$   
 $y = x \& 7;$   
if (  $x \& \text{FLAG}$  )

|                            |   |          |          |          |
|----------------------------|---|----------|----------|----------|
| <b>A</b>                   | 1 | 0        | 1        | 0        |
| <b><math>\sim 7</math></b> | 1 | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |
| <b>8</b>                   | 1 | 0        | 0        | 0        |

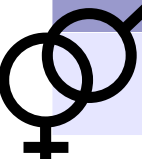

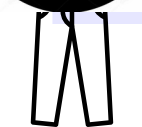

- $x = x \& \sim 07$

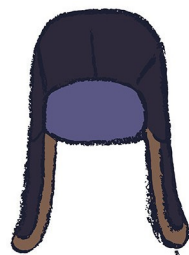
-

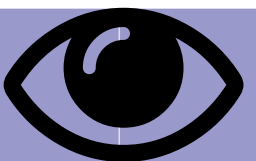

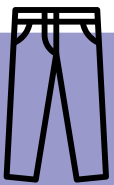


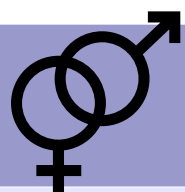
# Смещение >> и <<

- `x = 7;` `00000111`  
`y = x << 3;` `00111000`  
всегда дополняется нулями
- `unsigned short x = 7;` `00000111`  
`z = x >> 2;` `00000001`
- `int x = 7;` `00000111`  
`z = x >> 2;` `00000001`
- `int x = -7;` `11111001`  
`z = x >> 2;` `11111110`  
дополняется знаковым битом

# Кодирование признаков в битах

| Ширина бит                                                                          | Признак    | Значения                                | Печать            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------|-------------------|
|  1  | пол        | 1 male, 0 female                        | ma, fe            |
| 1                                                                                   | умный      | 1 clever, 0 dummy                       | cl, du            |
|  1  | шляпа      | 1 hat, 0 no hat                         | ha, nh            |
|  1  | брюки-юбка | 1 trousers, 0 skirt                     | tr, sk            |
|  2 | цвет волос | 00 blonde, 01 red<br>10 brown, 11 black | bn, rd<br>bw, bk  |
| 2                                                                                   | цвет глаз  | 00 blue, 01 green,<br>10 gray, 11 dark  | bu, ge,<br>gy, da |

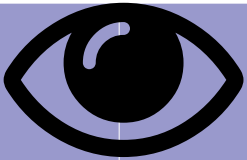




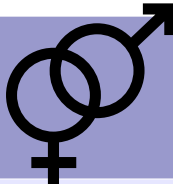


|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                         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

5

# Кодирование признаков в битах

- `int x = 5; // какие признаки?`
- Какой пол? Умный? Носит зимой шапку?  
Это умная женщина?
- Надеть шапку
- Снять шапку
- Глаза зеленые?  
Глаза голубые

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

5

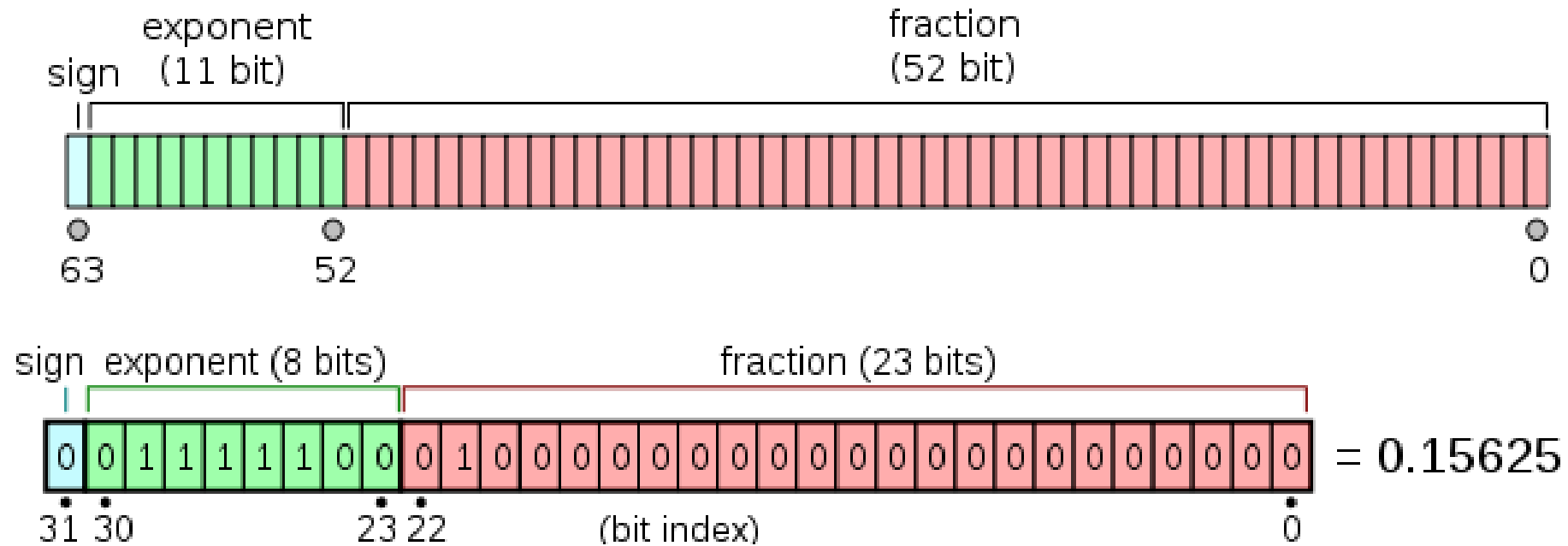


# Представление дробных чисел

- fixed-point number
  - считаем деньги  
(тут запятая всегда фиксирована)
  - SQL
  - PlayStation, Sega's Saturn, Nintendo's Game Boy Advance (only 2D) and Nintendo DS

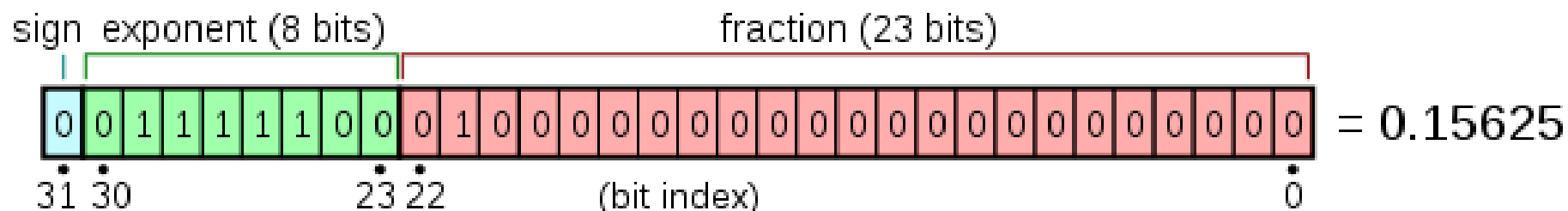
# Floating point number

- $(-1)^{\text{sign}} \cdot 2^{\text{exponent} - \text{exponent\_bias}} \cdot 1.\text{mantissa}$



# Floating point number

- $(-1)^{\text{sign}} \cdot 2^{\text{exponent} - \text{exponent\_bias}} \cdot 1.\text{mantissa}$



$$\begin{aligned}
 & (-1)^0 \cdot 2^{124 - 127} \cdot 1.25 \\
 &= 2^{-3} \cdot 1.25 \\
 &= 0.15625
 \end{aligned}$$

- *bit 23 = 1 (неявно задан)*
- bit 22 = 0.5
- bit 21 = 0.25
- bit 20 = 0.125
- bit 19 = 0.0625
- .
- bit 0 = 0.000000011920928955078125

- **41c8 0000<sub>16</sub>**

# hex → десятичное

- $41c8\ 0000_{16} =$   
 $0100\ 0001\ 1100\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2$
- Sign bit: 0
- Exponent:  $1000\ 0011_2 = 83_{16} = 131_{10}$   
 $131 - 127 = 4$
- Significant (с дописанным неявным битом):  
 $1100\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2 = c80000_{16} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{16} = 1 + 0.5 + 0.0625 = 1.5625$
- $(-1)^0 \cdot 2^{131-127} \cdot (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{16}) = 2^4 + 2^3 + 2^0 = 25$

# 12.357 dec to bin

- $12.357 = 12 + 0.357 = 1100_2 + (.011)$

$$0.357 * 2 = 0.714 = 0 + 0.714$$

$$0.714 * 2 = 1.428 = 1 + 0.428$$

$$0.428 * 2 = 0.856 = 0 + 0.856$$

- $(12.357)_{10} = (1100.011)_2 =$

$$(1.100011)_2 * 2^3 = (1.100011)_2 * 2^{130-127}$$

- Sign bit: 0

- Exponent:  $1000\ 0010_2 = 82_{16} = 130_{10}$

- Significant:  $1100\ 0110\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2$

- $0100\ 0001\ 0100\ 0110\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2$

$$127_{10} = 0111\ 1111$$

$$-127_{10} = 1000\ 0001$$

$$? \ 130_{10} = 1000\ 0010$$

$$3_{10} = 0000\ 0011$$

$$0.174 * 10 = 1 + 0.74$$

$$0.74 * 10 = 7 + 0.4$$

$$0.4 * 10 = 4 + 0$$

# Откуда были взяты изображения

- Icons made by Freepik, monkik, Dave Gandy from [flaticon.com](https://flaticon.com)