

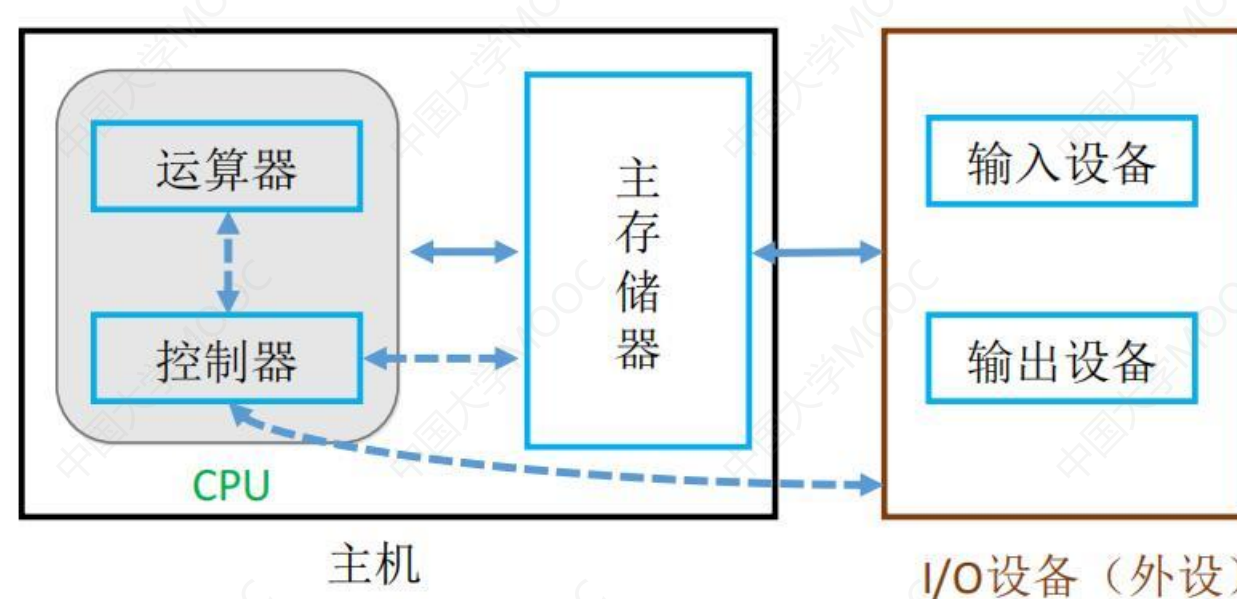
王道考研——计算机组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

第二章 数据的表示和运算

1

现代计算机的结构



数据如何在计算机中表示？

运算器如何实现数据的算数、逻辑运算？



王道考研/CSKAOYAN.COM

2

本节内容

进位计数制

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

知识总览

十进制、二进制、八进制、十六进制

★ 其他进制 ——> 十进制

★ 二进制、八进制、十六进制之间的相互转换

★ 十进制 ——> 其他进制


真值和机器数

进位计数制

王道考研/CSKAOYAN.COM


4


最古老的计数方法




罗马数字的几种符号与对应权重

基本字符	I	V	X	L	C	D	M
相应的阿拉伯数字表示为	1	5	10	50	100	500	1000



8个苹果  符号反映权重

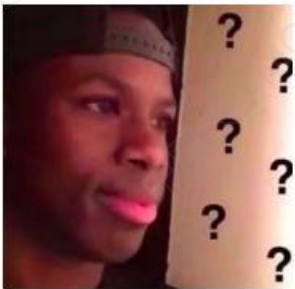
17个苹果  基于“加法”思想的计数方法

I—1、II—2、III—3、IIII—4 (IV)、V—5
 X—10、XI—11、XII—12、XIII—13
 MDCLXVI—1666、MDCCCLXXXVIII—1888

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

十进制计数法



古印度人发明的阿拉伯数字：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

十进制：975.36

基于“乘法”思想的计数方法

$$9 \times 100 + 7 \times 10 + 5 \times 1 + 3 \times 0.1 + 6 \times 0.01$$

$$9 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

符号反映权重


符号所在的位置也反映权重

八进制发明者？（误）

十进制： $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$


$$= K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + K_2 \times 10^2 + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1} + K_{-2} \times 10^{-2} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m}$$

位权



“进位计数制”

有0~9，共十种符号。
逢十进一



王道考研/CSKAOYAN.COM

6

推广：r 进制计数法

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 \overset{\text{位权}}{K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0$$

$$+ K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

基数：每个数码位所用到的不同符号的个数，r 进制的基数为 r

- ① 可使用两个稳定状态的物理器件表示
- ② 0, 1 正好对应逻辑值 假、真。方便实现逻辑运算
- ③ 可很方便地使用逻辑门电路实现算术运算

二进制：0, 1

八进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

十进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

十六进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

二进制：101.1 $\rightarrow 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 5.5$

八进制：5.4 $\rightarrow 5 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} = 5.5$

十进制：5.5 $\rightarrow 5 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} = 5.5$

十六进制：5.8 $\rightarrow 5 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = 5.5$

六十进制

1	𐎶	11	<𐎶	21	<<𐎶	31	<<<𐎶	41	<<<<𐎶	51	<<<<<𐎶
2	𐎵	12	<𐎵	22	<<𐎵	32	<<<𐎵	42	<<<<𐎵	52	<<<<<𐎵
3	𐎴	13	<𐎴	23	<<𐎴	33	<<<𐎴	43	<<<<𐎴	53	<<<<<𐎴
4	𐎳	14	<𐎳	24	<<𐎳	34	<<<𐎳	44	<<<<𐎳	54	<<<<<𐎳
5	𐎲	15	<𐎲	25	<<𐎲	35	<<<𐎲	45	<<<<𐎲	55	<<<<<𐎲
6	𐎱	16	<𐎱	26	<<𐎱	36	<<<𐎱	46	<<<<𐎱	56	<<<<<𐎱
7	𐎰	17	<𐎰	27	<<𐎰	37	<<<𐎰	47	<<<<𐎰	57	<<<<<𐎰
8	𐎯	18	<𐎯	28	<<𐎯	38	<<<𐎯	48	<<<<𐎯	58	<<<<<𐎯
9	𐎮	19	<𐎮	29	<<𐎮	39	<<<𐎮	49	<<<<𐎮	59	<<<<<𐎮
10	<	20	<<	30	<<<	40	<<<<	50	<<<<<		

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

任意进制 \rightarrow 十进制

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 \overset{\text{位权}}{K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0$$

$$+ K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

二进制：10010010.110

$1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 146.75$

八进制：251.5

$2 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} = 168.625$

十六进制：AE86.1

$10 \times 16^3 + 14 \times 16^2 + 8 \times 16^1 + 6 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} = 44678.0625$

2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

王道考研/CSKAOYAN.COM

8

二进制↔八进制、十六进制

如: 1111000010.01101

二进制 → 八进制

3位一组, 每组转换成对应的八进制符号

001 111 000 010 . 011 010

1 7 0 2 . 3 2 八进制

二进制 → 十六进制

4位一组, 每组转换成对应的十六进制符号

0011 1100 0010 . 0110 1000

3 C 2 . 6 8 十六进制

八进制 → 二进制

每位八进制对应的3位二进制

$(251.5)_8 \rightarrow (010\ 101\ 001.101)_2$

十六进制 → 二进制

每位十六进制对应的4位二进制

$(AE86.1)_{16} \rightarrow (1010\ 1110\ 0110.0001)_2$

王道考研/CSKAOYAN.COM

9

各种进制的常见书写方式

二进制—— $(1010001010010)_2$

1010001010010_B

八进制—— $(1652)_8$

十六进制—— $(1652)_{16}$

1652_H

0x1652

十进制—— $(1652)_{10}$

1652_D

十六进制

adj. hexadecimal ;

十进制

n. decimalism

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

十进制→任意进制

十进制 → 任意进制

r 进制: $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

如: 75.3 整数部分=75

$$\frac{K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0}{r} = K_n \times r^{n-1} + K_{n-1} \times r^{n-2} + \dots + K_2 \times r^1 + K_1 \times r^0 \dots K_0$$

商 ... 余数

任一数码位 $K_i < r$

如: 十进制 → 二进制

r = 2

$$75 \div 2 = 37 \dots 1 \quad K_0$$

$$37 \div 2 = 18 \dots 1 \quad K_1$$

$$18 \div 2 = 9 \dots 0 \quad K_2$$

$$9 \div 2 = 4 \dots 1 \quad K_3$$

$$4 \div 2 = 2 \dots 0 \quad K_4$$

$$2 \div 2 = 1 \dots 0 \quad K_5$$

$$1 \div 2 = 0 \dots 1 \quad K_6$$

$$75D = 1001011B$$

$$(75)_{10} = (1001011)_2$$

除基

取余

2	75	1	↑ 低位
2	37	1	
2	18	0	
2	9	1	
2	4	0	
2	2	0	
2	1	1	
	0		

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

十进制→任意进制

十进制 → 任意进制

r 进制: $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

如: 75.3 小数部分=0.3

$$(K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}) \times r = K_{-1} \times r^0 + K_{-2} \times r^{-1} + \dots + K_{-m} \times r^{-(m-1)}$$

整数 小数

如: 十进制 → 二进制

r = 2

$$0.3 \times 2 = 0.6 = 0 + 0.6 \quad K_{-1}$$

$$0.6 \times 2 = 1.2 = 1 + 0.2 \quad K_{-2}$$

$$0.2 \times 2 = 0.4 = 0 + 0.4 \quad K_{-3}$$

$$0.4 \times 2 = 0.8 = 0 + 0.8 \quad K_{-4}$$

$$0.8 \times 2 = 1.6 = 1 + 0.6 \quad K_{-5}$$

.....

$$0.3D = 0.01001... B$$

乘基

取整

0.3			
×	2		
0.6	0	↑ 高位	
×	2		
1.2	1		
0.2			
×	2		
0.4	0	↓ 低位	
...			

王道考研/CSKAOYAN.COM

12

十进制→二进制（拼凑法）

十进制：260.75、533.125

2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

真值和机器数

15 → 1111

+15 → 0 1111

8 → 1000

-8 → 1 1000

→ 原码、反码、补码、移码

真值 机器数

真值：符合人类习惯的数字

机器数：数字实际存到机器里的形式，正负号需要被“数字化”

王道考研/CSKAOYAN.COM

14

知识回顾与重要考点

进位计数值

注意：有的十进制小数无法用二进制精确表示，如：0.3

r进制数 ⊖ 基数=r，每个数码位可能出现r种字符。逢r进1

r进制数→十进制 ⊖
$$K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 . K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$$
$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

r进制数的数值=各数码位与位权的乘积之和

二进制↔八进制 ⊖ 每3个二进制位对应一个八进制位

二进制↔十六进制 ⊖ 每4个二进制位对应一个十六进制位

十进制→r进制 ⊖ 整数部分：除基取余法，先取得的“余”是整数的低位
小数部分：乘基取整法，先取得的“整”是小数的高位

真值和机器数 ⊖ 真值：实际的带正负号的数值（人类习惯的样子）
机器数：把正负号数字化的数（存到机器里的样子）


注意“补位”

2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

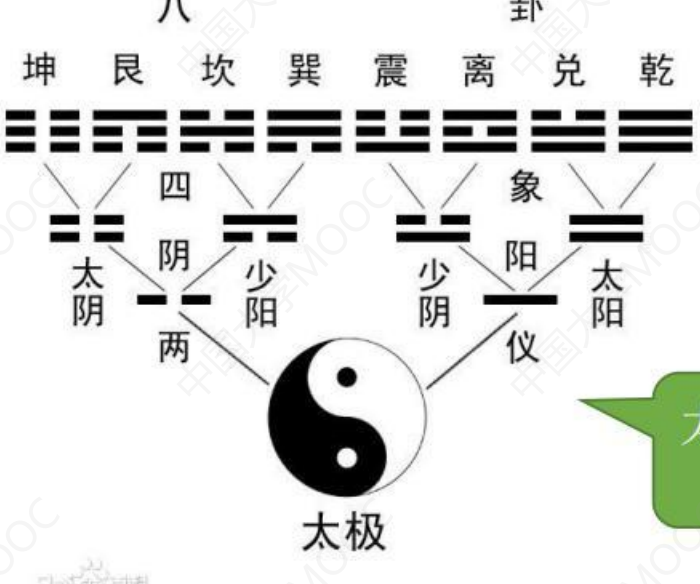
王道考研/CSKAOYAN.COM

15

中国古代的二进制系统



算命 十元一次
你算什么东西？



太极生两仪，两仪生四象，四象生八卦

王道考研/CSKAOYAN.COM

16



@王道论坛



@王道计算机考研备考

@王道咸鱼老师-计算机考研

@王道楼楼老师-计算机考研



@王道计算机考研



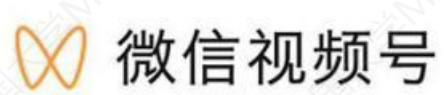
等撩



等撩



@王道计算机考研



@王道计算机考研



微信公众平台

@王道在线