

本节内容

定点数的表示

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

定点数 v.s. 浮点数

定点数：小数点的位置固定

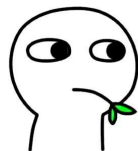
Eg: 996.007

——常规计数

浮点数：小数点的位置不固定

Eg: 9.96007×10^2

——科学计数法



二进制的定点数、浮点数也类似

王道考研/CSKAOYAN.COM

2

本节总览

定点数的表示

无符号数

有符号数

原码

反码

补码

移码

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

无符号数的表示

通常只有无符号整数，而无符号小数

无符号数：整个机器字长的全部二进制位均为数值位，没有符号位，相当于数的绝对值。

1001 1100B
=1×2⁷ + 0×2⁶ + 0×2⁵ + 1×2⁴ + 1×2³ + 1×2² + 0×2¹ + 0×2⁰
=156D

2 ¹⁶	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	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
65536	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

表示范围

8位二进制数：2⁸种不同的状态

0000 0000 ~ 1111 1111

0 ~ 255

= 1 0000 0000 - 1

= 2⁸ - 1

$$S_n = a_1 \cdot \frac{1 - q^n}{1 - q}$$

n位的无符号数表示范围为：0 ~ 2ⁿ-1

王道考研/CSKAOYAN.COM

4

有符号数的表示

<

原码

定点整数

x_0	x_1	x_2	...	x_n
符号位	数值部分			

小数点位置(隐含)

尾数的位权

符	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
+19D	0	0	0	1	0	0	1
-19D	1	0	0	1	0	0	1

常写为: $[x]_{\text{原}} = 1,0010011$

若未指明机器字长, 也可写为: $[x]_{\text{原}} = 1, 10011$

定点小数

x_0	x_1	x_2	...	x_n
符号位	数值部分			

小数点位置(隐含)

也称“尾数”

若机器字长为 $n+1$ 位, 则尾数占 n 位

符	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}
+0.75D	0	1	1	0	0	0	0
-0.75D	1	1	1	0	0	0	0

常写为: $[x]_{\text{原}} = 1.1100000$

如: 机器字长为8位

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

原码

定点整数

x_0	x_1	x_2	...	x_n
符号位	数值部分			

小数点位置(隐含)

若机器字长 $n+1$ 位, 原码整数的表示范围:
 $-(2^n-1) \leq x \leq 2^n-1$ (关于原点对称)

真值0有 +0 和 -0 两种形式

定点小数

x_0	x_1	x_2	...	x_n
符号位	数值部分			

小数点位置(隐含)

也称“尾数”

若机器字长为 $n+1$ 位, 则尾数占 n 位

符	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}
若机器字长 $n+1$ 位, 原码小数的表示范围: $-(1-2^{-n}) \leq x \leq 1-2^{-n}$ (关于原点对称)							

真值0有 +0 和 -0 两种形式

王道考研/CSKAOYAN.COM

8

王道考 研, cskaoyan.com

4

反码

反码： 若符号位为0，则反码与原码相同
若符号位为1，则数值位全部取反

“反码”只是“原码”转变为“补码”的一个中间状态，实际中也没什么卵用

$x = +19D$	$[x]_{原} = 0,0010011$	定点整数的表示	若机器字长n+1位，反码整数的表示范围： $-(2^n-1) \leq x \leq 2^n-1$ （关于原点对称）
	$[x]_{反} = 0,0010011$		
$x = -19D$	$[x]_{原} = 1,0010011$		真值0有 +0 和 -0 两种形式
	$[x]_{反} = 1,1101100$		
$x = +0.75D$	$[x]_{原} = 0.1100000$	定点小数的表示	若机器字长n+1位，反码小数的表示范围： $-(1-2^{-n}) \leq x \leq 1-2^{-n}$ （关于原点对称）
	$[x]_{反} = 0.1100000$		
$x = -0.75D$	$[x]_{原} = 1.1100000$		真值0有 +0 和 -0 两种形式
	$[x]_{反} = 1.0011111$		

[+0]_原=00000000 [-0]_原=10000000
[+0]_反=00000000 [-0]_反=11111111

王道考研/CSKAOYAN.COM

9

补码

补码： 正数的补码 = 原码
负数的补码 = 反码末位+1（要考虑进位）

将负数补码转回原码的方法相同：尾数取反，末位+1

$x = +19D$	$[x]_{原} = 0,0010011$	定点整数的表示	[+0] _原 =00000000 [-0] _原 =10000000 [+0] _反 =00000000 [-0] _反 =11111111 [+0] _补 = [-0] _补 = 00000000
	$[x]_{反} = 0,0010011$		
	$[x]_{补} = 0,0010011$		
$x = -19D$	$[x]_{原} = 1,0010011$		注意！补码的真值0只有一种表示形式
	$[x]_{反} = 1,1101100$		
	$[x]_{补} = 1,1101101$		
$x = +0.75D$	$[x]_{原} = 0.1100000$	定点小数的表示	定点整数补码 $[x]_{补} = 1,0000000$ 表示 $x = -2^7$ 若机器字长n+1位，补码整数的表示范围： $-2^n \leq x \leq 2^n-1$ （比原码多表示一个 -2^n ）
	$[x]_{反} = 0.1100000$		
	$[x]_{补} = 0.1100000$		
$x = -0.75D$	$[x]_{原} = 1.1100000$		定点小数补码 $[x]_{补} = 1.0000000$ 表示 $x = -1$ 若机器字长n+1位，补码小数的表示范围： $-1 \leq x \leq 1-2^{-n}$ （比原码多表示一个 -1 ）
	$[x]_{反} = 1.0011111$		
	$[x]_{补} = 1.0100000$		

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

移码

移码：补码的基础上将符号位取反。注意：移码只能用于表示整数

x = +19D [x]_原 = 0,0010011
 [x]_反 = 0,0010011
 [x]_补 = 0,0010011
 [x]_移 = 1,0010011

x = -19D

[x]_原	= 1,0010011
[x]_反	= 1,1101100
[x]_补	= 1,1101101
[x]_移	= 0,1101101

定点整数的表示

[+0] _原 =00000000	[-0] _原 =10000000
[+0] _反 =00000000	[-0] _反 =11111111

$$[+0]_{\text{补}} = [-0]_{\text{补}} = 00000000$$

注意！补码的真值0只有一种表示形式

$$[+0]_{\text{移}} = [-0]_{\text{移}} = 10000000$$

若机器字长 $n+1$ 位，移码整数的表示范围：
 $-2^n \leq x \leq 2^n - 1$ （与补码相同）

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

移码

真值(十进制)	补码	移码
-128	1000 0000	0000 0000
-127	1000 0001	0000 0001
-126	1000 0010	0000 0010
...
-3	1111 1101	0111 1101
-2	1111 1110	0111 1110
-1	1111 1111	0111 1111
0	0000 0000	1000 0000
1	0000 0001	1000 0001
2	0000 0010	1000 0010
3	0000 0011	1000 0011
...
124	0111 1100	1111 1100
125	0111 1101	1111 1101
126	0111 1110	1111 1110
127	0111 1111	1111 1111

真值增大

移码表示的整数
很方便对比大小

王道考研/CSKAOYAN.COM

12

用几种码表示定点整数

行数	机器数	真值(十进制)				
		无符号数	原码	反码	补码	移码
1	0000 0000	0	+0	+0	+0, -0	-128
2	0000 0001	1	+1	+1	+1	-127
3	0000 0010	2	+2	+2	+2	-126
...
126	0111 1101	125	+125	+125	+125	-3
127	0111 1110	126	+126	+126	+126	-2
128	0111 1111	127	+127	+127	+127	-1
129	1000 0000	128	-0	-127	-128	0
130	1000 0001	129	-1	-126	-127	1
131	1000 0010	130	-2	-125	-126	2
...
253	1111 1100	252	-124	-3	-4	124
254	1111 1101	253	-125	-2	-3	125
255	1111 1110	254	-126	-1	-2	126
256	1111 1111	255	-127	-0	-1	127

原码和反码的真值0有两种表示

补码和移码的真值0只有一种表示
补码和移码可以多表示一个负数

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

练习

定点整数 $x=50$ ，用8位原码、反码、补码、移码表示。
[x]_原= 00110010; [x]_反= 00110010; [x]_补= 00110010; [x]_移= 10110010;

定点整数 $x=-100$ ，用8位原码、反码、补码、移码表示。
[x]_原= 11100100; [x]_反= 10011011; [x]_补= 10011100; [x]_移= 00011100;

求下列各种码对应的真值:

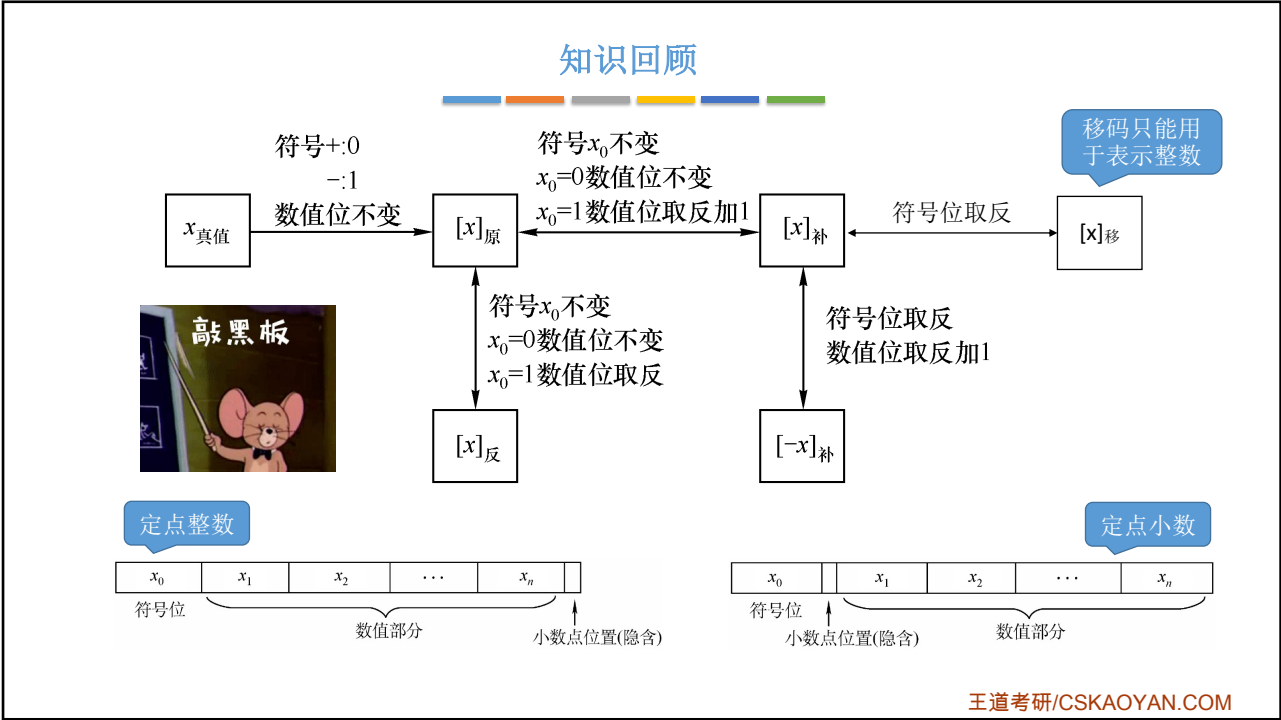
[x] _原 = 10001101	→ x=-13	[x] _原 = 00001101	→ x=13
[x] _反 = 10001101	→ x=-114	[x] _反 = 00001101	→ x=13
[x] _补 = 10001101	→ x=-115	[x] _补 = 00001101	→ x=13
[x] _移 = 10001101	→ x=13	[x] _移 = 00001101	→ x=-115

技巧: 由[x]_补快速求 [-x]_补的方法

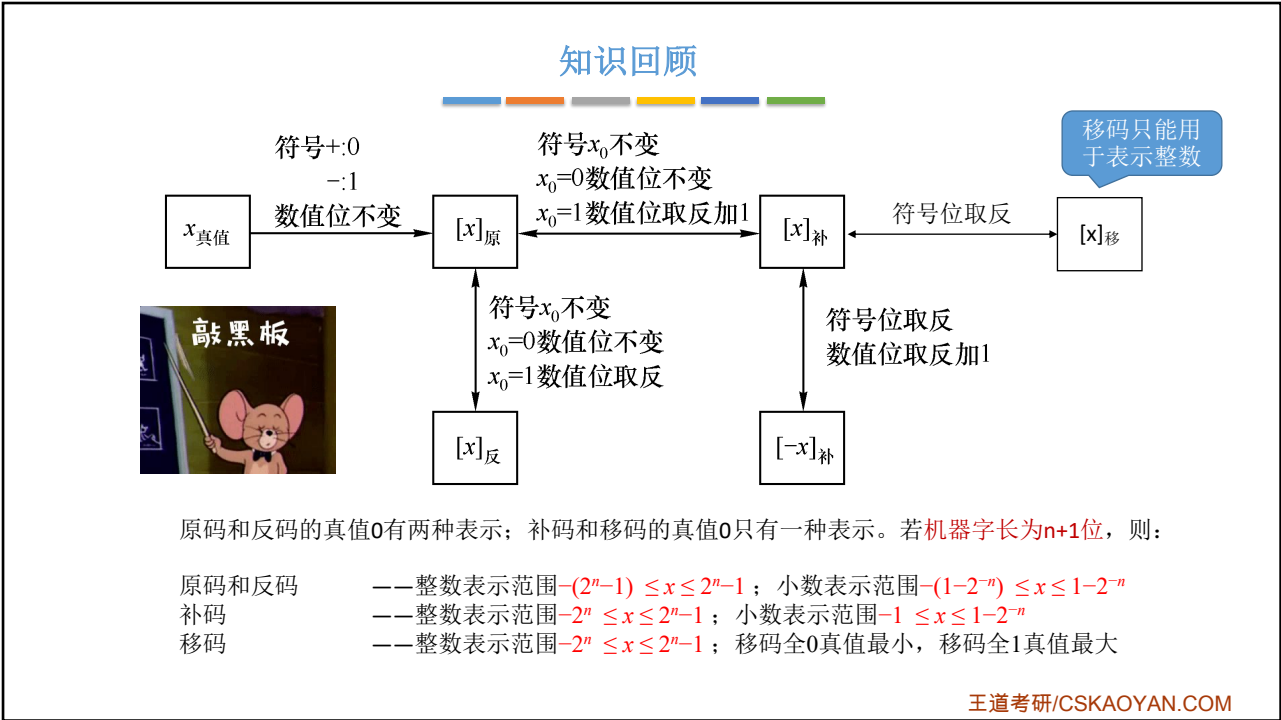
符号位、数值位全部取反, 末位+1

王道考研/CSKAOYAN.COM

14



15



16