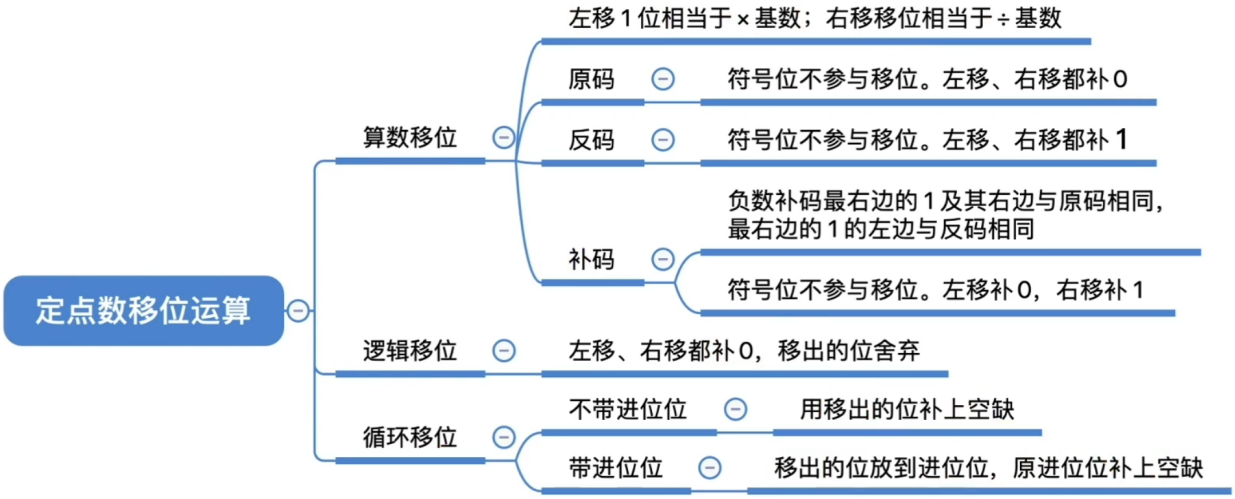
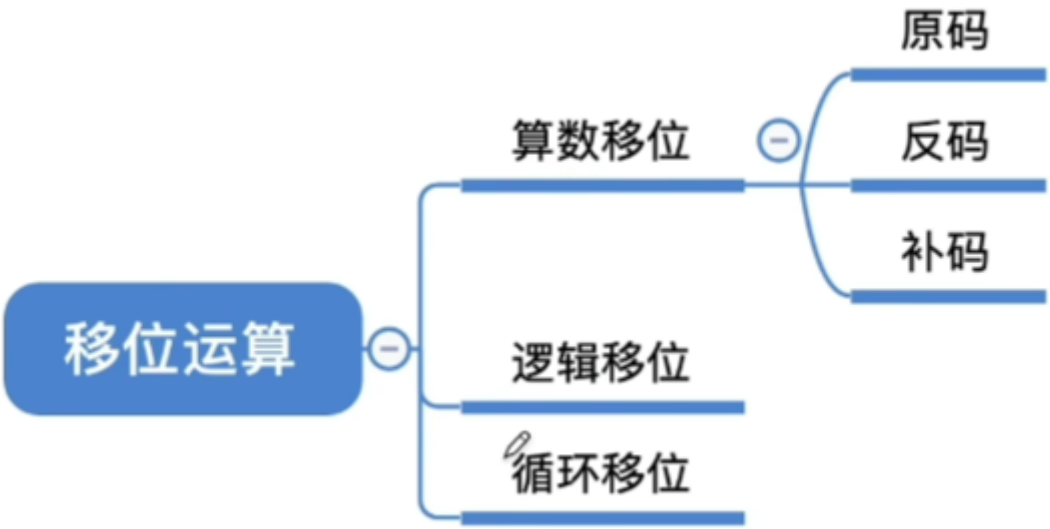
定点数的移位运算

注意：由于原、反、补码位数有限，因此某些时候算数移位不能精确等效乘法、除法





算数移位

左移相当于x2；右移相当于/2

	码　　制	添 补 代 码
正数	原码、补码、反码	0
负数	原码	0
	补码	左移添 0
		右移添 1
	反码	1

移位：通过改变各个数码位和小数点的相对位置，从而改变各数码位的位权。可用移位运算实现乘法、除法。

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

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

985.211 → 9852.11　小数点后移1位相当于 $\times 10^1$

985.211 → 98521.1　小数点后移2位相当于 $\times 10^2$

985.211 → 98.5211　小数点前移1位相当于 $\div 10^1$

985.211 → 9.85211　小数点前移2位相当于 $\div 10^2$

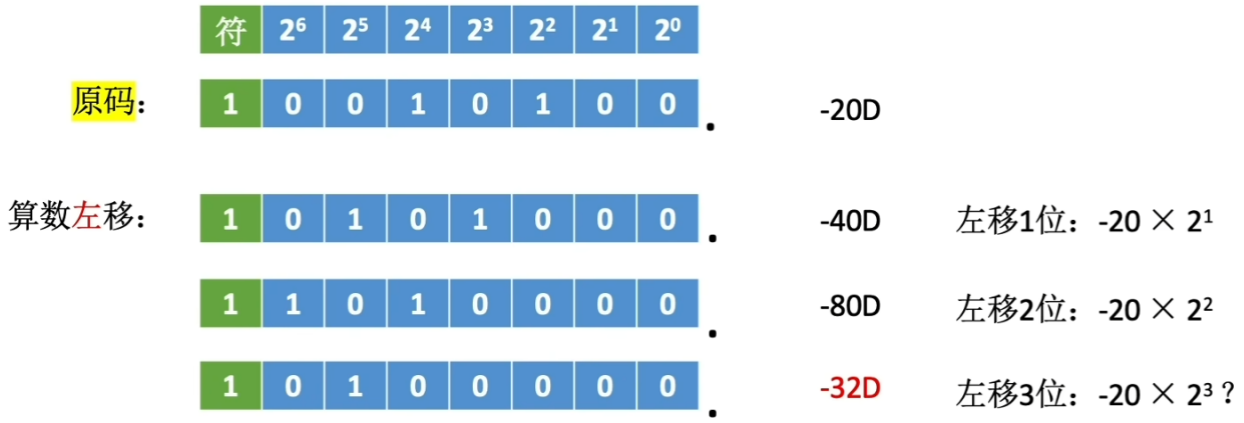
原码的算数移位

原码的算数移位——符号位保持不变，仅对数值位进行移位。

由于位数有限，因此有时候无法用算数移位精确地等效乘除法

	符	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0			
原码：	1	0	0	1	0	1	0	0	.	-20D	
算数右移：	1	0	0	0	1	0	1	0	0	-10D	右移1位：$-20 \div 2^1$
	1	0	0	0	0	1	0	1	0	-5D	右移2位：$-20 \div 2^2$
	1	0	0	0	0	0	1	0	1	-2D	右移3位：$-20 \div 2^3$?

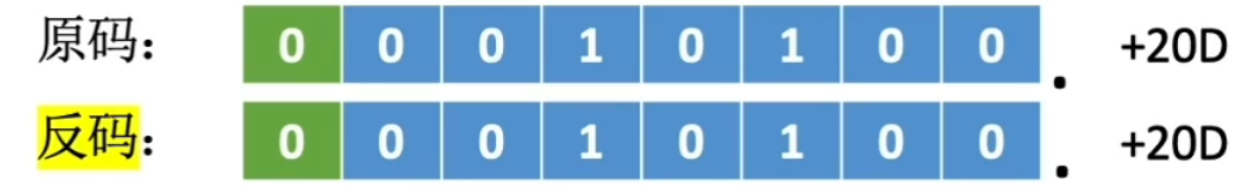
右移：高位补0，低位舍弃。若舍弃的位=0，则相当于/2；若舍弃的位≠0，则会丢失精度



左移：低位补0，高位舍弃。若舍弃的位=0，则相当于x2；若舍弃的位≠0，则会出现严重误差

定点小数同理。

反码的算数移位



反码的算数移位——正数的反码与原码相同，因此对正数的移位运算也和原码相同。

右移：高位补0，低位舍弃。

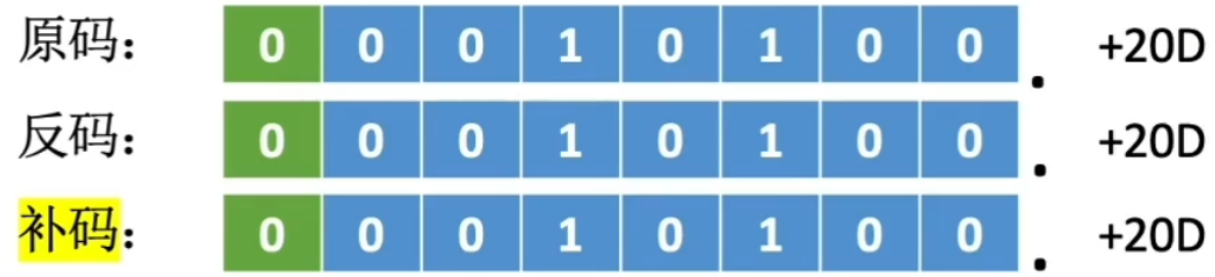
左移：低位补0，高位舍弃。

反码的算数移位——负数的反码数值与原码相反，因此负数反码的移位运算规则如下，

右移：高位补1，低位舍弃。

左移：低位补1，高位舍弃。

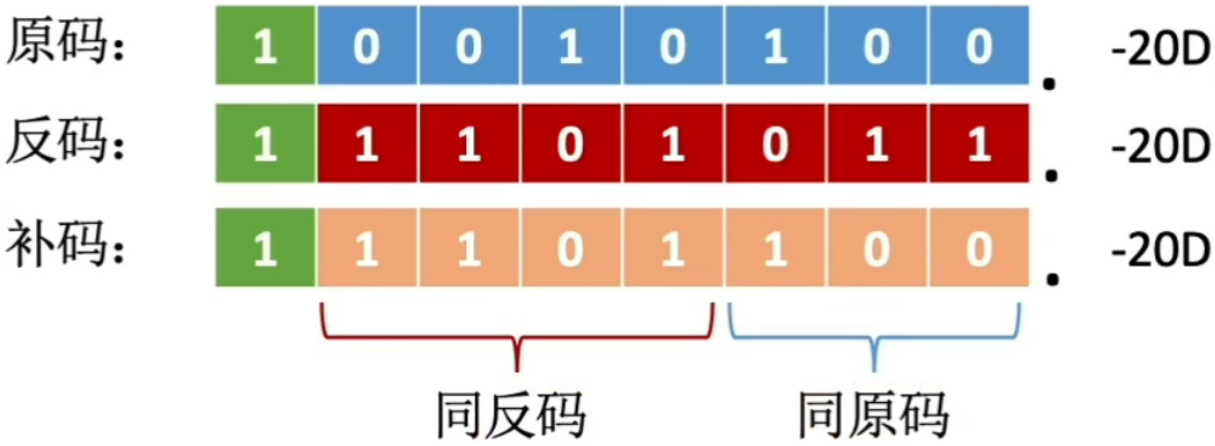
补码的算数移位



补码的算数移位——正数的补码与原码相同，因此对整数补码的移位运算也和原码相同。

右移：高位补0，低位舍弃。

左移：低位补0，高位舍弃。



补码的算数移位——负数补码=反码末位+1

导致反码最右边几个连续的1都因进位而变为0，直到进位碰到第一个0为止。

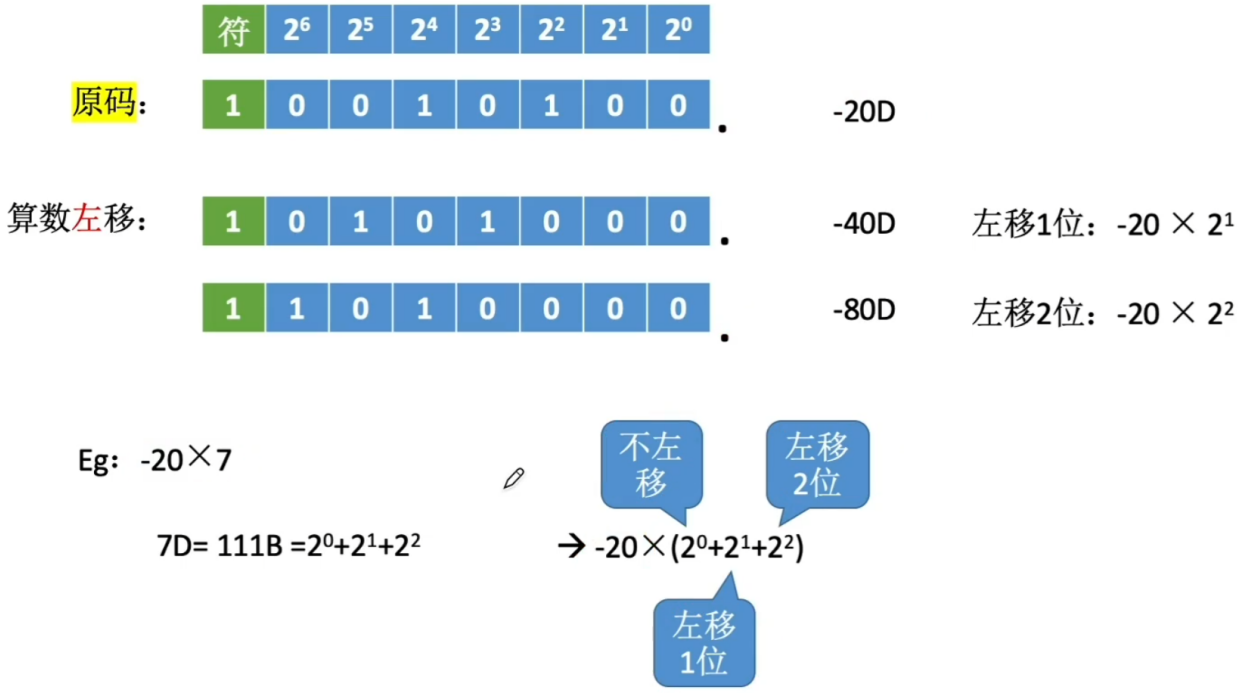
规律——负数补码中，最右边的1及其右边同原码。最右边的1的左边同反码

负数补码的算数移位规则如下：

右移（同反码）：高位补1，低位舍弃。

左移（同原码）：低位补0，高位舍弃。

算术移位的应用举例



Eg：-20×7

7D= 111B =2^0+2^1+2^2

→ -20×(2^0+2^1+2^2)

不左移

左移2位

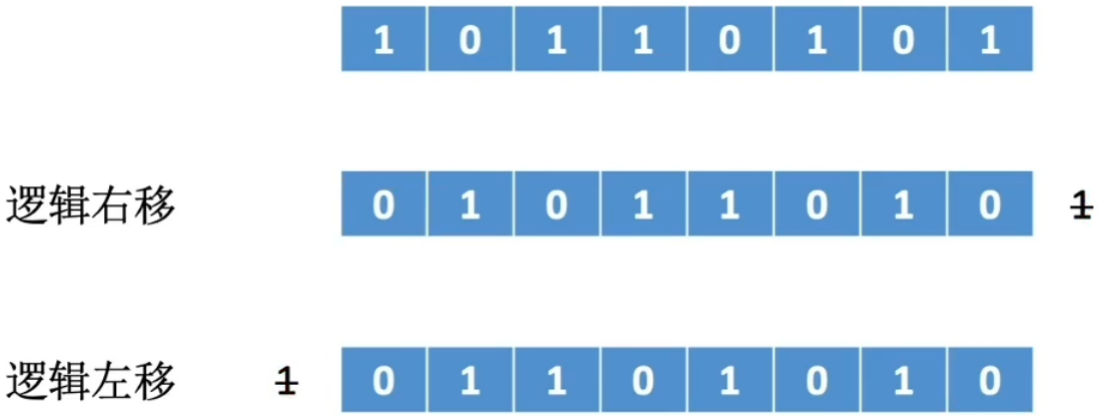
左移1位

逻辑移位

逻辑右移：高位补0，低位舍弃。

逻辑左移：低位补0，高位舍弃。

可以把逻辑移位看作是对“无符号数”的算数移位



逻辑移位的应用举例

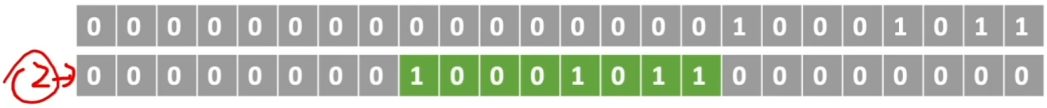
逻辑移位的应用举例

颜色	英文名稱	RGB	16色
	PaleTurquoise1	187 255 255	#BBFFFF
	PaleTurquoise2	174 238 238	#AEEEEE
	PaleTurquoise3	150 205 205	#96CDCD
	PaleTurquoise4	102 139 139	#668B8B

R = 102 01100110
G = 139 10001011
B = 139 10001011

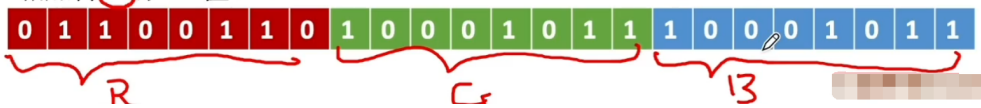
用3B 存储无符号数 102，并逻辑左移16位

用3B 存储无符号数 139，并逻辑左移8位



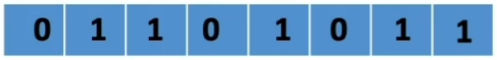
用3B 存储无符号数 139

相加得3B的RGB值：

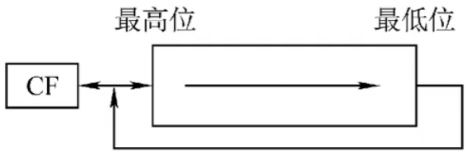


循环移位

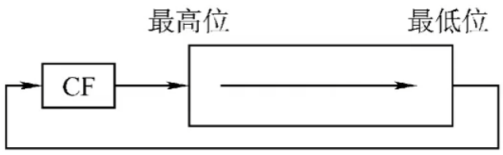
循环左移：



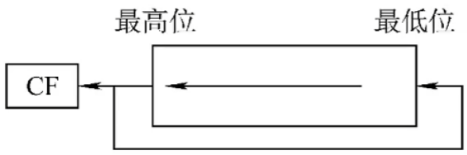
带进位位的循环左移：



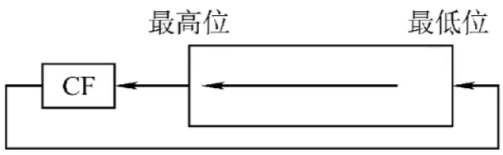
(a) 不带进位位的循环右移



(b) 带进位位的循环右移



(c) 不带进位位的循环左移



(d) 带进位位的循环左移