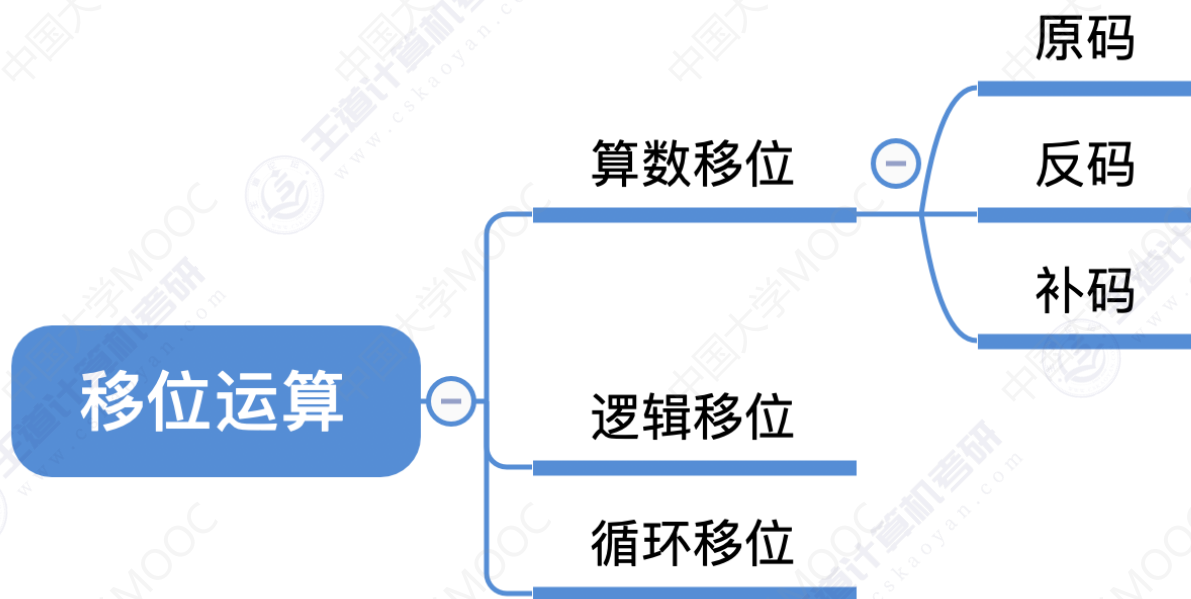


本节内容

移位运算

知识总览



算数移位

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

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

985.211 \rightarrow 9852.11

小数点后移1位相当于 $\times 10^1$

985.211 \rightarrow 98521.1

小数点后移2位相当于 $\times 10^2$

985.211 \rightarrow 98.5211

小数点前移1位相当于 $\div 10^1$

985.211 \rightarrow 9.85211

小数点前移2位相当于 $\div 10^2$

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

原码的算数移位

	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
								-10D
	1	0	0	0	0	1	0	1
								-5D
	1	0	0	0	0	0	1	0
								-2D

右移1位: $-20 \div 2^1$

右移2位: $-20 \div 2^2$

右移3位: $-20 \div 2^3$?

原码的算数移位——符号位保持不变，仅对数值位进行移位。

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

原码的算数移位

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

算数左移:

1	0	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

-40D

左移1位: -20×2^1

1	1	0	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

-80D

左移2位: -20×2^2

1	0	1	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

-32D

左移3位: $-20 \times 2^3 ?$

原码的算数移位——符号位保持不变，仅对数值位进行移位。

右移：高位补0，低位舍弃。若舍弃的位=0，则相当于 $\div 2$ ；若舍弃的位 $\neq 0$ ，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 $\times 2$ ；若舍弃的位 $\neq 0$ ，则会出现严重误差

原码的算数移位



完全OK

定点小数
同理



符	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

原码:

1	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

算数左移:

1	0	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

1	1	0	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

1	0	1	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

算数右移:

1	0	0	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

1	0	0	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

1	0	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

原码的算数移位——符号位保持不变，仅对数值位进行移位。

右移：高位补0，低位舍弃。若舍弃的位=0，则相当于 $\div 2$ ；若舍弃的位 $\neq 0$ ，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 $\times 2$ ；若舍弃的位 $\neq 0$ ，则会出现严重误差

反码的算数移位



符	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

原码:

0	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 +20D

反码:

0	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 +20D

原码:

1	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 -20D

反码:

1	1	1	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

 -20D

反码的算数移位——正数的反码与原码相同，因此对正数反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。

反码的算数移位——负数的反码数值位与原码相反，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



符	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

原码:	0	0	0	1	0	1	0	0	+20D
反码:	0	0	0	1	0	1	0	0	+20D
补码:	0	0	0	1	0	1	0	0	+20D

补码的算数移位——正数的补码与原码相同，因此对正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。

原码:	1	0	0	1	0	1	0	0	-20D
反码:	1	1	1	0	1	0	1	1	-20D
补码:	1	1	1	0	1	1	0	0	-20D

同反码 同原码

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。

算数移位



	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

左移相当于 $\times 2$ ；右移相当于 $\div 2$

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

算数移位的应用举例



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

算数左移:

1	0	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

-40D

左移1位: -20×2^1

1	1	0	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

-80D

左移2位: -20×2^2

Eg: -20×7

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

$$\rightarrow -20 \times (2^0 + 2^1 + 2^2)$$

不左移

左移2位

左移1位

逻辑移位



1	0	1	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

逻辑右移

0	1	0	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

1

逻辑左移

1

0	1	1	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

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

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

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

用3B 存储无符号数 102，并逻辑左移16位

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

用3B 存储无符号数 139，并逻辑左移8位

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

用3B 存储无符号数 139

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

相加得3B的RGB值:

0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

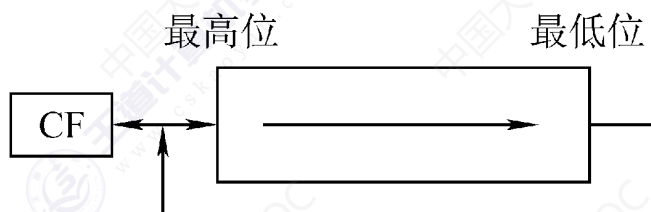
循环移位



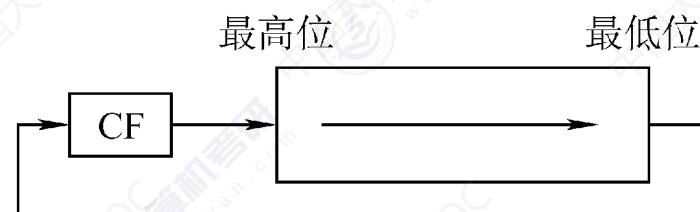
循环左移:



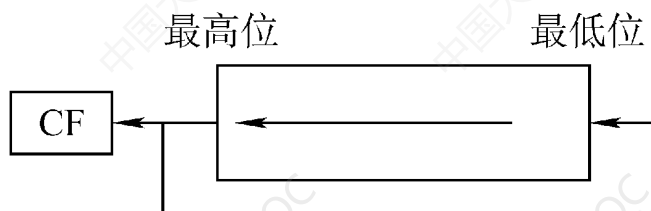
带进位位的循环左移:



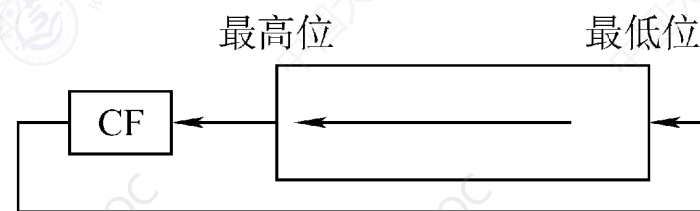
(a) 不带进位位的循环右移



(b) 带进位位的循环右移

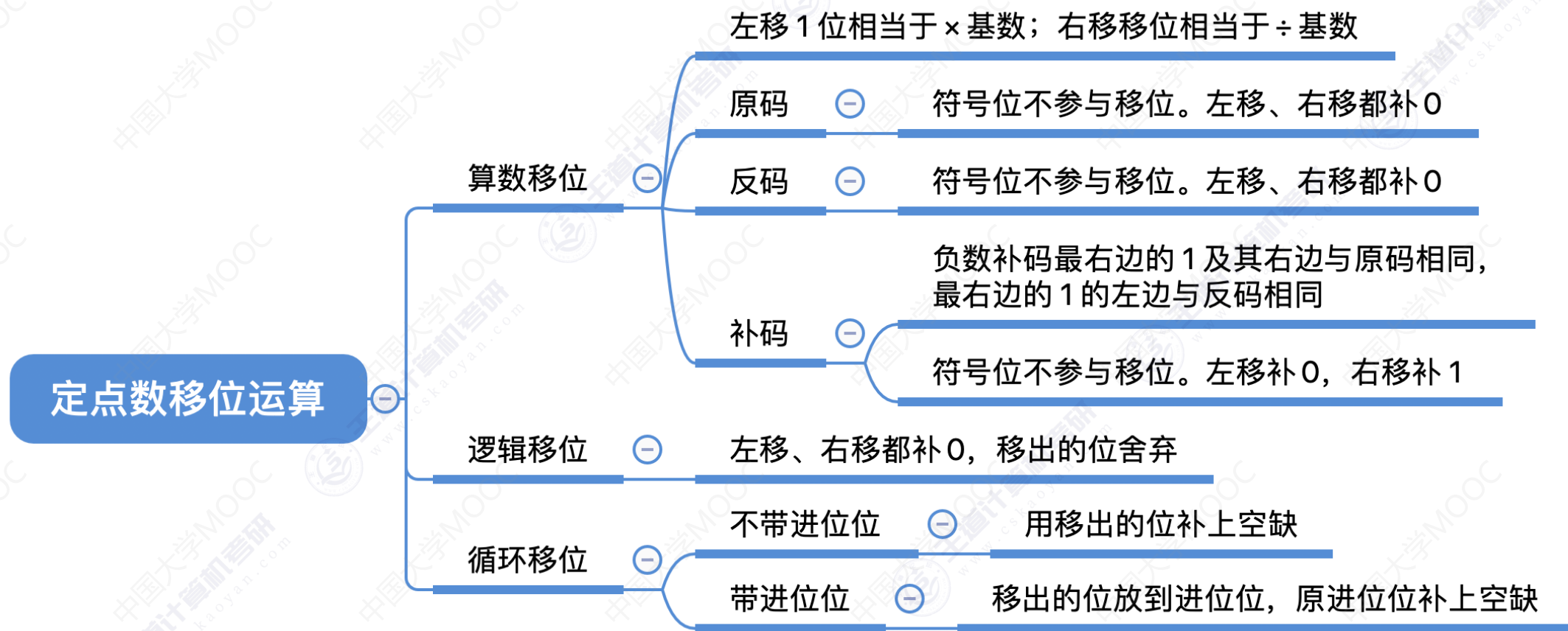


(c) 不带进位位的循环左移



(d) 带进位位的循环左移

知识点回顾



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