

本节内容

定点数的 移位运算

Intro: 十进制数的“移位运算”



移位运算: 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
应用: 可以通过移位运算快速实现特殊数值的乘法、除法。

知识总览

定点数的移位运算

逻辑移位 (常用于处理无符号整数)

算数移位 (常用于处理带符号整数)

逻辑移位（常用于处理无符号整数）

8bit无符号整数:

2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

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

值=20

逻辑左移:

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

值=40

左移1位: 20×2^1

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

值=80

左移2位: 20×2^2

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

值=160

左移3位: 20×2^3

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

值=64

左移4位: 20×2^4 ?

逻辑左移: 高位移出丢弃, 低位补0

对于无符号整数, 每逻辑左移一位, 则相当于 $\times 2$

注意: 若逻辑左移丢弃的位=1, 则发生溢出 (超出 n bit 无符号整数的表示范围)

逻辑移位（常用于处理无符号整数）



8bit无符号整数:

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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

值=20

逻辑右移:

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

值=10 右移1位: $20 \div 2^1$

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

值=5 右移2位: $20 \div 2^2$

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

值=2 右移3位: $20 \div 2^3$?

逻辑右移: 低位移出丢弃, 高位补0

对于无符号整数, 每逻辑右移一位, 相当于 $\div 2$

注意: 若逻辑右移丢弃的位=1, 则会丢失精度

算数移位（常用于处理带符号整数）

在现代计算机中，
带符号整数都是
用补码表示的

8bit带符号整数（补码）：

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

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

值=20

算数左移：

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

值=40

左移1位： 20×2^1

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

值=80

左移2位： 20×2^2

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

值=-96

左移3位： 20×2^3 ?

不一样，发生溢出

算数左移：高位移出丢弃，低位补0

对于带符号整数，每算数左移一位，则相当于 $\times 2$

注意：若算数左移前后的符号位不同，则发生溢出（超出 n bit 带符号整数的表示范围）

算数移位（常用于处理带符号整数）



8bit带符号整数（补码）：

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

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

值=20

算数右移：

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

值=10 右移1位： $20 \div 2^1$

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

值=5 右移2位： $20 \div 2^2$

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

值=2 右移3位： $20 \div 2^3$?

算数右移：低位移出丢弃，高位补符号位

对于带符号整数，每算数右移一位，相当于 $\div 2$

注意：若算数右移丢弃的位=1，则会丢失精度

算数移位（常用于处理带符号整数）



8bit带符号整数（补码）：

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

值=-108，对应原码=1,1101100

算数右移：

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

值=-54 右移1位： $-108 \div 2^1$

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

值=-27 右移2位： $-108 \div 2^2$

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

值=-14 右移3位： $-108 \div 2^3$?

算数右移：低位移出丢弃，高位补符号位

对于带符号整数，每算数右移一位，相当于 $\div 2$

注意：若算数右移丢弃的位=1，则会丢失精度

真题训练：2018年16题

16. 整数 x 的机器数为 1101 1000，分别对 x 进行逻辑右移 1 位和算术右移 1 位操作，得到的机器数各是（ ）。

A. 1110 1100, 1110 1100

B. 0110 1100, 1110 1100

C. 1110 1100, 0110 1100

D. 0110 1100, 0110 1100

逻辑右移：低位移出丢弃，高位补 0

算术右移：低位移出丢弃，高位补符号位

逻辑/算术左移：高位移出丢弃，低位补 0

注：逻辑移位常用于处理无符号整数，算术移位常用于处理带符号整数，是“常用于”，而不是“只能用于”。对于计算机硬件来说，只要给出二进制串，无论是什么数值类型，都可以通过指令进行逻辑移位、算术移位

知识回顾与重要考点

定点数的移位运算

- 逻辑移位
 - 逻辑左移 —— 规则：高位移出丢弃，低位补 0
 - 逻辑右移 —— 规则：低位移出丢弃，高位补 0
 - 算数移位
 - 算数左移 —— 规则：高位移出丢弃，低位补 0
 - 算数右移 —— 规则：低位移出丢弃，高位补符号位
- 效果相同

移位运算与乘/除运算之间的关系

- 对无符号整数
 - 每逻辑左移一位，相当于乘以 2
 - 注意：若高位移出 1，则发生溢出
 - 每逻辑右移一位，相当于除以 2
 - 注意：若低位移出 1，则丢失精度
- 对带符号整数
 - 每算数左移一位，相当于乘以 2
 - 注意：若左移前后的符号位不同，则发生溢出
 - 每算数右移一位，相当于除以 2
 - 注意：若低位移出 1，则丢失精度
- 常考
 - 用左移 r 位等效实现 $\times 2^r$
 - 用右移 r 位等效实现 $\div 2^r$