

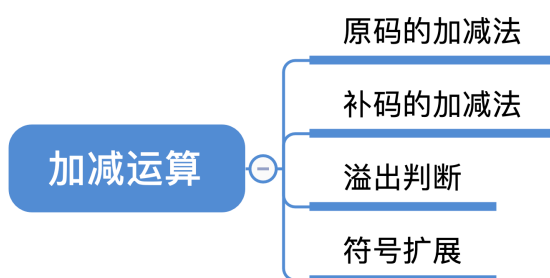
本节内容

加减运算 & 溢出判断

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

2

原码的加减运算

原码表示的有符号数

```

14      00001110
-14     10001110
+
-----
0       10011100
    
```

加法器直接对原码进行加法运算，可能出错

⊗

```

      00001110
+     10001110
-----
    
```

用减法器实现

```

      00001110
-     00001110
-----
      00000000
    
```

⊙

原码的加法运算：

正+正 → 绝对值做加法，结果为正
 负+负 → 绝对值做加法，结果为负
 正+负 → 绝对值大的减绝对值小的，符号同绝对值大的数
 负+正 → 绝对值大的减绝对值小的，符号同绝对值大的数

可能会溢出

原码的减法运算，“减数”符号取反，转变为加法：

正-负 → 正+正
 负-正 → 负+负
 正-正 → 正+负
 负-负 → 负+正

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

补码的加减运算

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{补}$ 和 $[A-B]_{补}$

原码 补码

$A = +1111 \rightarrow 0,0001111 \rightarrow 0,0001111$
 $B = -11000 \rightarrow 1,0011000 \rightarrow 1,1101000$

负数补 → 原：①数值位取反+1；
 ②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

$[A+B]_{补} = [A]_{补} + [B]_{补} = 0,0001111 + 1,1101000 = 1,1110111$

原码：1,0001001 真值-9

$[A-B]_{补} = [A]_{补} + [-B]_{补} = 0,0001111 + 0,0011000 = 0,0100111$ 真值+39

$[-B]_{补}$ ： $[B]_{补}$ 连同符号位一起取反加1

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{补}$ 和 $[B-C]_{补}$

$[A+C]_{补} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$
 $[B-C]_{补} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$

真值-117
 真值+108

溢出

对于补码来说，无论加法还是减法，最后都会转变成加法，由加法器实现运算，符号位也参与运算



原来如此

王道考研/CSKAOYAN.COM

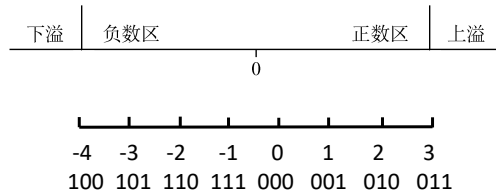
4

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{\text{补}}$ 和 $[A-B]_{\text{补}}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{\text{补}}$ 和 $[B-C]_{\text{补}}$

$$\begin{aligned} [A+C]_{\text{补}} &= \boxed{0}0001111 + \boxed{0}1111100 = \boxed{1}0001011 && \text{真值}-117 \\ [B-C]_{\text{补}} &= \boxed{1}1101000 + \boxed{1}0000100 = \boxed{0}1101100 && \text{真值}+108 \end{aligned}$$



只有“正数+正数”才会上溢——正+正=负
 只有“负数+负数”才会下溢——负+负=正

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{\text{补}}$ 和 $[A-B]_{\text{补}}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{\text{补}}$ 和 $[B-C]_{\text{补}}$

$$\begin{aligned} [A+C]_{\text{补}} &= \boxed{0}0001111 + \boxed{0}1111100 = \boxed{1}0001011 && \text{真值}-117 \\ [B-C]_{\text{补}} &= \boxed{1}1101000 + \boxed{1}0000100 = \boxed{0}1101100 && \text{真值}+108 \end{aligned}$$

逻辑表达式

与：如 ABC ，表示 A 与 B 与 C

仅当 A 、 B 、 C 均为1时， ABC 为1

A 、 B 、 C 中有一个或多个为0，则 ABC 为0

或：如 $A+B+C$ ，表示 A 或 B 或 C

仅当 A 、 B 、 C 均为0时， $A+B+C$ 为0

A 、 B 、 C 中有一个或多个为1，则 $A+B+C$ 为1

非：如 \bar{A} ，表示 A 非

若 A 为1，则 \bar{A} 为0

若 A 为0，则 \bar{A} 为1

方法一：采用一位符号位

设 A 的符号为 A_s ， B 的符号为 B_s ，运算结果的符号为 S_s ，则溢出逻辑表达式为

$$V = A_s B_s \bar{S}_s + \bar{A}_s \bar{B}_s S_s$$

若 $V=0$ ，表示无溢出；

若 $V=1$ ，表示有溢出。

A_s 为1且 B_s 为1且 S_s 为0

或

A_s 为0且 B_s 为0且 S_s 为1

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{\text{补}}$ 和 $[A-B]_{\text{补}}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{\text{补}}$ 和 $[B-C]_{\text{补}}$

$[A+C]_{\text{补}} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$ 真值-117
 $[B-C]_{\text{补}} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$ 真值+108

方法二：采用一位符号位，根据数据位进位情况判断溢出
 符号位的进位 C_s 最高数值位的进位 C_1

上溢	0	1
下溢	1	0

即： C_s 与 C_1 不同时溢出

处理“不同”的逻辑符号：异或 \oplus

溢出逻辑判断表达式为 $V = C_s \oplus C_1$

若 $V=0$ ，表示无溢出； $V=1$ ，表示有溢出。

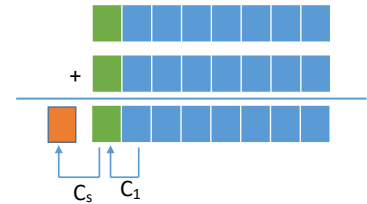
异或逻辑：不同为1，相同为0

$0 \oplus 0 = 0$

$0 \oplus 1 = 1$

$1 \oplus 0 = 1$

$1 \oplus 1 = 0$



王道考研/CSKAOYAN.COM

7

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{\text{补}}$ 和 $[A-B]_{\text{补}}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{\text{补}}$ 和 $[B-C]_{\text{补}}$

$[A+C]_{\text{补}} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$ 真值-117
 $[B-C]_{\text{补}} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$ 真值+108

方法三：采用双符号位

正数符号为00，负数符号为11

$[A+C]_{\text{补}} = 00,0001111 + 00,1111100 = 01,0001011$ 上溢
 $[B-C]_{\text{补}} = 11,1101000 + 11,0000100 = 10,1101100$ 下溢

记两个符号位为 $S_{s1}S_{s2}$ ，则 $V = S_{s1} \oplus S_{s2}$

若 $V=0$ ，表示无溢出；若 $V=1$ ，表示有溢出。

$[A+B]_{\text{补}} = 00,0001111 + 11,1101000 = 11,1110111$

$[A-B]_{\text{补}} = 00,0001111 + 00,0011000 = 00,0100111$

实际存储时只存储1个符号位，运算时会复制一个符号位

双符号位补码又称：模4补码

单符号位补码又称：模2补码

王道考研/CSKAOYAN.COM

8

符号扩展

int→long, 短数据→长数据。多出来的那些位应该怎么填补?

Eg: 8位→16位

正整数 (原、反、补码的表示都一样)

0,1011010 → 0,00000000 1011010

正小数 (原、反、补码的表示都一样)

0.1011010 → 0.1011010 00000000

负整数:

原码: 1,1011010 → 1,00000000 1011010

反码: 1,0100101 → 1,11111111 0100101

补码: 1,0100110 → 1,11111111 0100110

负小数:

1.1011010 → 1.1011010 00000000

1.0100101 → 1.0100101 11111111

1.0100110 → 1.0100110 00000000

定点整数的符号扩展:

在原符号位和数值位中间添加新位, 正数都添0; 负数原码添0, 负数反、补码添1

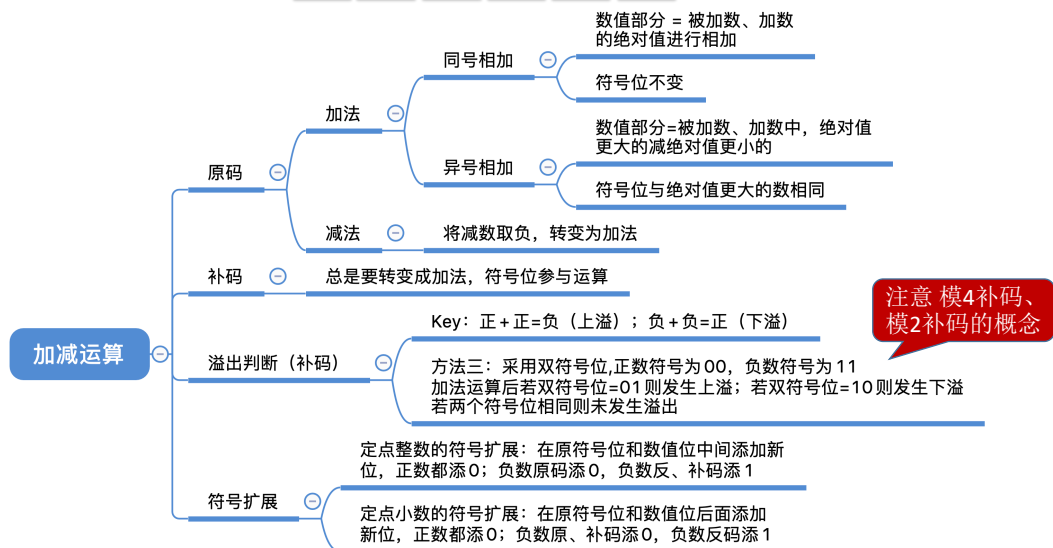
定点小数的符号扩展:

在原符号位和数值位后面添加新位, 正数都添0; 负数原、补码添0, 负数反码添1

王道考研/CSKAOYAN.COM

9

知识点回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

10



@王道论坛



等撩

@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



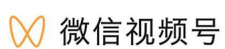
等撩



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道计算机考研



微信公众平台

@王道在线