

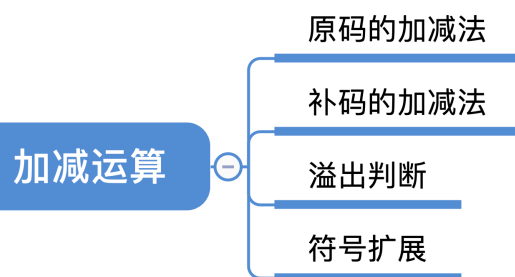
本节内容

# 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

-14

0

⊗

↓

00001110

+

10001110

↓

00001110

-

00001110

00000000

⊙

加法器直接对原码进行加法运算，可能出错

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+正 → 负-负

用减法器实现

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

$A = +1111$

$B = -11000$

$\rightarrow 0,0001111$

$\rightarrow 1,0011000$

$\rightarrow 0,0001111$

$\rightarrow 1,1101000$

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

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

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

原来如此

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

王道考研/CSKAOYAN.COM

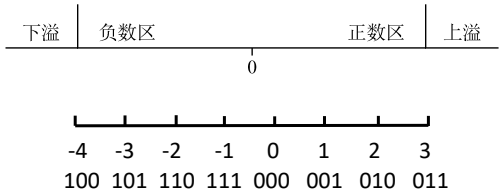
4

溢出判断

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

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

$[A+C]_{补} = 00001111 + 01111100 = 10001011$     真值-117  
 $[B-C]_{补} = 11101000 + 10000100 = 01101100$     真值+108



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

溢出判断

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

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

$[A+C]_{补} = 00001111 + 01111100 = 10001011$     真值-117  
 $[B-C]_{补} = 11101000 + 10000100 = 01101100$     真值+108

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

溢出判断

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

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

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

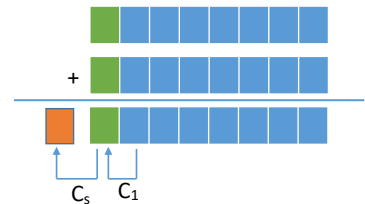
异或逻辑：不同为1，相同为0

$0 \oplus 0 = 0$

$0 \oplus 1 = 1$

$1 \oplus 0 = 1$

$1 \oplus 1 = 0$



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 $[A+B]_{补}$ 和 $[A-B]_{补}$

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

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

方法三：采用双符号位

正数符号为00，负数符号为11

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

$[A+B]_{补} = 00,0001111 + 11,1101000 = 11,1110111$   
 $[A-B]_{补} = 00,0001111 + 00,0110000 = 00,0110111$

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

### 知识点回顾

加减运算

原码

加法

同号相加

数值部分 = 被加数、加数的绝对值进行相加

符号位不变

异号相加

数值部分 = 被加数、加数中, 绝对值更大的减绝对值更小的

符号位与绝对值更大的数相同

减法

将减数取负, 转变为加法

补码

总是要转变成加法, 符号位参与运算

溢出判断 (补码)

Key: 正 + 正 = 负 (上溢); 负 + 负 = 正 (下溢)

方法三: 采用双符号位, 正数符号为 00, 负数符号为 11  
加法运算后若双符号位 = 01 则发生上溢; 若双符号位 = 10 则发生下溢  
若两个符号位相同则未发生溢出

符号扩展

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

注意 模4补码、模2补码的概念

王道考研/CSKAOYAN.COM