

计算机组成原理

——用机器码计算乘法

汇报人：皮昊旋

展示笔算乘法

$$\begin{array}{r} 0.1\ 1\ 0\ 1 \\ \times 0.1\ 0\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 0\ 1 \\ 1\ 1\ 0\ 1 \\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ 1\ 1\ 0\ 1 \\ \hline 0.1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1 \end{array}$$

就上式分析笔算乘法对计算机的困难：

1. 机器难以一次性将4个数相加得到结果；
2. 需要四个存储单元将每次计算的结果储存，造成空间浪费。

```
sum1 = 1;  
sum2 = sum1 + 2;  
sum3 = sum2 + 3;  
sum4 = sum3 + 4;
```

```
for (i = 1; i <= 4; i++)  
{  
    sum = sum + i;  
}
```

展示笔算乘法

$$\begin{array}{r}
 0.1101 \leftarrow \text{被乘数} \\
 \times 0.1011 \leftarrow \text{乘数} \\
 \hline
 1101 \\
 1101 \\
 0000 \\
 1101 \\
 \hline
 0.10001111
 \end{array}$$

规律:

1 If 尾数为1 + 被乘数

2 If 尾数为0 + 0

3 右移

4 JMP 1

⋮

计算机组成原理

原码乘法

0.1101

×

-0.1011

部分积

0000

+

1101

0.1101

0.0110

+

0.1101

1.0011

0.1001

0.0100

+

0.1101

1.0001

0.1000

乘数

1011

1011

11011

11011011

11110111

11111011

解释

部分积为0，乘数准备好

更新部分积

右移

更新部分积

右移

右移

更新部分积

右移

0.1101

×

0.1011

1101

1101

0000

1101

0.10001111

得出答案：0.1101 × 0.1011 = 0.10001111

1.10001111

基于乘数末两位判断操作（两位booth编码）

乘数末位	附加位	对应操作
0	0	右移
0	1	部分积 + $[x]_{补}$
1	0	部分积 + $[-x]_{补}$
1	1	右移

计算机组成原理

Booth算法

$$[x]_{\text{补}}=11.0011 \quad [y]_{\text{补}}=0.1011 \quad [-x]_{\text{补}}=00.1101$$

$$\begin{array}{r} -0.1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \times \quad 0.1 \ 0 \ 1 \ 1 \\ \hline \end{array}$$

部分积

$$\begin{array}{r}
0 \ 0 \ . \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\
+ \quad 0 \ 0 \ . \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\
\hline
0 \ 0 \ . \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\
0 \ 0 \ . \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\
0 \ 0 \ . \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
+ \quad 1 \ 1 \ . \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
\hline
1 \ 1 \ . \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\
1 \ 1 \ . \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \\
+ \quad 0 \ 0 \ . \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\
\hline
1 \ 0 \ 0 \ . \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \\
0 \ 0 \ . \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \\
+ \quad 1 \ 1 \ . \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
\hline
1 \ 1 \ . \ 0 \ 1 \ 1 \ 1
\end{array}$$

乘数

0. 1 0 1 1 0

0. 1 0 1 1 0

1. 0 1 0 1 1 0

0. 1 0 1 0 1 1 0

0. 1 0 1 0 1 1 0

0. 0 1 0 1 0 1 1

0. 0 0 1 0 1 0 1

0. 0 0 1 0 1 0 1

解釋

部分积为0，乘数准备好，后加一位初始为0的附加位

+ $[-x]_{\text{补}}$, 更新部分积

右移, $a = 0$

右移, $a=1$

+ $[X]_{\text{补}}$, 更新部分积

右移, $a = -1$

+ $[-x]_{补}$, 更新部分积

右移, $a = 1$

+ $[X]_{\text{补}}$, 更新部分积

11.01110001

-0.10001111

原码

朋友，过两招？



进行 n 轮加法， n 轮位移

每次加法可能 $+0$ 或者 $+ [x]_{\text{补}}$

根据寄存器的**最低位**决定加什么

补码

进行 n 轮加法， n 轮位移，最后再**多一次加法**

每次加法可能 $+0$ 、 $+ [-x]_{\text{补}}$ 、 $+ [x]_{\text{补}}$

根据寄存器的**最低位和附加位**决定加什么

计算机组成原理——用机器码计算乘法

THANK YOU