

## 191220154 张涵之 第 1 章作业

5. 实现  $z = (x - y) * y$  功能的程序在主存部分单元中的初始内容如图：

主存地址	主存单元内容	内容说明（ $I_i$ 表示第 $i$ 条指令）	指令的符号表示
0	1110 0111	$I_1: R[0] \leftarrow M[7]; \text{op}=1110$ : 取数操作	load r0, 7#
1	0000 0100	$I_2: R[1] \leftarrow R[0]; \text{op}=0000$ : 传送操作	mov r1, r0
2	1110 0110	$I_3: R[0] \leftarrow M[6]; \text{op}=1110$ : 取数操作	load r0, 6#
3	0010 0001	$I_4: R[0] \leftarrow R[0] - R[1]; \text{op}=0010$ : 减操作	sub r0, r1
4	0011 0001	$I_5: R[0] \leftarrow R[0] * R[1]; \text{op}=0011$ : 乘操作	mul r0, r1
5	1111 1000	$I_6: M[8] \leftarrow R[0]; \text{op}=1111$ : 存数操作	store 8#, r0
6	0001 0000	操作数 x, 值为 16	
7	0010 0001	操作数 y, 值为 33	
8	0000 0000	结果 z, 初始值为 0	

8. 设程序 P 有 N 条指令，用户 CPU 时间 =  $\text{CPI} * \text{程序总指令条数} * \text{时钟周期}$   
 在  $M_1$  上运行用户 CPU 时间为  $4 * N * 0.8 = 3.2N \text{ ns}$   
 在  $M_2$  上运行时用户 CPU 时间为  $2 * N * 1.2 = 2.4N \text{ ns}$   
 则  $M_1$  和  $M_2$  运行程序 P 的性能之比为  $2.4 : 3.2 = 3:4$   
 对于程序 P 来说，机器  $M_2$  的执行速度更快，是机器  $M_1$  的  $4/3$  倍
10.  $S_1$  有  $5 + 2 + 2 + 1 = 10$  条指令，CPI 为  $(5*1 + 2*2 + 2*3 + 1*4) / 10 = 1.9$   
 所含时钟周期数为 19，执行时间为  $19 / 500\text{MHz} = 38\text{ns}$   
 $S_2$  有  $1 + 1 + 1 + 5 = 8$  条指令，CPI 为  $(1*1 + 1*2 + 1*3 + 5*4) / 8 = 3.25$   
 所含时钟周期数为 26，执行时间为  $26 / 500\text{MHz} = 52\text{ns}$
11. P 的执行时间为  $12\text{s} / 1.2 = 10\text{s}$ ，设有 n 条乘法指令被替换成了左移指令，则有  
 $12\text{s} - n * 5 / 1.2\text{GHz} + n * 2 / 1.2\text{GHz} = 10\text{s}$ ，解得  $n = 0.8 * 10^9$   
 则 P 中有  $8 * 10^8$  条乘法指令被替换成了左移指令
12. 程序 P 的原执行时间为  $(500*2 + 4000*1 + 3000*4 + 1000*1) * 10^6 / 2.5\text{GHz} = 7.2\text{s}$   
 设浮点数指令的 CPI 改进为 x，使程序 P 的执行时间减少一半  
 有  $(500*x + 4000*1 + 3000*4 + 1000*1) * 10^6 / 2.5\text{GHz} = 3.6\text{s}$ ， $x < 0$   
 无法仅通过改进浮点数指令的 CPI 使程序 P 的执行时间减半  
 设访存指令的 CPI 改进为 y，使程序 P 的执行时间减少一半  
 有  $(500*2 + 4000*1 + 3000*y + 1000*1) * 10^6 / 2.5\text{GHz} = 3.6\text{s}$ ， $y = 1$   
 改进后访存指令的 CPI 为 1  
 若浮点数指令和整数指令的 CPI 减少 20%，访存指令和分支指令的 CPI 减少 40%  
 $[(500*2 + 4000*1) * (1 - 20\%) + (3000*4 + 1000*1) * (1 - 40\%)] * 10^6 / 2.5\text{GHz} = 4.72\text{s}$   
 则程序 P 的执行时间会减少  $7.2 - 4.72 = 2.48\text{s}$