

Chapter 1 Homework

201300066 麻超

Question 7

1.

为了得到峰值MIPS,我们应当选择CPI最少的指令, 对于机器M1而言, 为全部由A类指令组成的程序, 对于机器M2而言, 为全部由B类指令组成的程序:

$$MIPS(M_1) = \frac{1GHz}{1} = 1000MIPS$$

$$MIPS(M_2) = \frac{1.5GHz}{2} = 750MIPS$$

2.

当五类指令拥有相同指令条数时, 可以先计算其CPI, 如下:

$$CPI(M_1) = \frac{1 + 2 + 2 + 3 + 4}{5} = 2.4$$

$$CPI(M_2) = \frac{2 + 2 + 4 + 5 + 6}{5} = 3.8$$

二者时钟频率不同, 由于 $\frac{2.4}{1} = 2.4$, $\frac{3.8}{1.5} = 2.53$

所以 M_1 执行程序P的速度更快, 平均每条指令快0.13ns.CPI如上。

Question 9

程序P在机器M上执行所需的时钟周期数:

$$8 \times 10^9 \times 1.25 = 1 \times 10^{10}.$$

所需时间:

$$\frac{1 \times 10^{10}}{4 \times 10^9} = 2.5s.$$

占用CPU时间百分比:

$$\frac{2.5}{4} = 62.5\%.$$

Question 10

S1:

- 指令条数: $5 + 2 + 2 + 1 = 10$
- $CPI : \frac{5 \times 1 + 2 \times 2 + 2 \times 3 + 1 \times 4}{10} = 1.9$
- 所含时钟周期数: $1.9 \times 10 = 19$
- 执行时间: $\frac{19}{5 \times 10^8} = 38ns.$

S2:

- 指令条数: $1 + 1 + 1 + 5 = 8$

- $CPI : \frac{1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 1 + 4 \times 5}{8} = 3.25$
- 所含时钟周期数: $3.25 \times 8 = 26$
- 执行时间: $\frac{26}{5 \times 10^8} = 52ns.$

Question 11

P' 的执行时间为 $10s$, 所以多了 $1.2 \times 10^9 \times 2 = 2.4 \times 10^9$ 个时钟周期。

由于乘法指令CPI为5, 左移指令为2, 少了3, 所以每条左移指令都比乘法指令少用3个时钟周期, 于是有: $2.4 \times 10^9 / 3 = 8 \times 10^8$. 于是有 8×10^8 条乘法指令被换为了左移指令。

Question 12

分别计算总的时钟周期数和每一条指令的时钟周期数:

- 浮点指令: $500 \times 10^6 \times 2 = 1 \times 10^9$.
- 整数指令: $4000 \times 10^6 \times 1 = 4 \times 10^9$.
- 访存指令: $3000 \times 10^6 \times 4 = 1.2 \times 10^{10}$.
- 分支指令: $1000 \times 10^6 \times 1 = 1 \times 10^9$.
- 总时钟周期: 1.8×10^{10} .

为了使程序P的执行时间减少一半, 对单个指令进行改进, 则要求该指令总时钟周期数下降额要到总时钟周期数的一半, 即 9×10^9 . 对于浮点指令来说, 总数还不到这么多, 所以浮点指令的CPI无论如何改进都无法达到目标. 对访存指令来说, 其CPI需要改进到 $4 \times \frac{1.2 \times 10^{10} - 9 \times 10^9}{1.2 \times 10^{10}} \times 4 = 1$. 即访存指令的CPI需要改进到1.

下一问:

- 此时浮点指令CPI:1.6, 时钟周期 8×10^8 .
- 整数指令CPI:0.8, 时钟周期 3.2×10^9 .
- 访存指令CPI:2.4, 时钟周期 7.2×10^9 .
- 分支指令CPI:0.6, 时钟周期 6×10^8 .
- 总时钟周期数: 1.18×10^{10} .

在改进前的运行时间: $t_1 = \frac{1.8 \times 10^{10}}{2.5GHz} = 7.2s$.

改进后的运行时间: $t_2 = \frac{1.18 \times 10^{10}}{2.5GHz} = 4.72s$.

故程序P的执行时间会减少 $2.48s$.