

作业一

林成渊

PB18051113

2021 年 3 月 22 日

EX1 某台计算机执行标准测试程序，程序中指令类型、出现频率、需要时钟周期数如下：

指令类型	指令出现频率	需要时钟周期数
R	30%	2
I	25%	3
S	20%	2
U	15%	4
B	5%	4
J	5%	2

1.1 计算 CPI

解：由题意列式计算有

$$\begin{aligned}CPI &= 30\% \times 2 + 25\% \times 3 + 20\% \times 2 + 15\% \times 4 + 5\% \times 4 + 5\% \times 2 \\&= 2.65\end{aligned}$$

1.2 有以下两种方案进行优化：

- A. 整体时钟周期时间缩短到原本的 0.9
- B. B 类型和 U 类型指令需要的时钟周期数减少 1

试比较这两种方案

解：分别计算两种方案的加速比如下

$$\begin{aligned}\text{Case A: } \mu_A &= 1/0.9 \\ &= \frac{10}{9} \\ &\approx 111.11\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Case B: } \mu_B &= t_{old}/t_{new} \\ &= \left(30\% \times 2 + 25\% \times 3 + 20\% \times 2 + 15\% \times 4 + 5\% \times 4 + 5\% \times 2 \right) / \\ &\quad \left(30\% \times 2 + 25\% \times 3 + 20\% \times 2 + 15\% \times 3 + 5\% \times 3 + 5\% \times 2 \right) \\ &= \frac{53}{49} \\ &\approx 108.16\%\end{aligned}$$

可见加速比 $\mu_A > \mu_B$ ，选择方案 A 更佳

EX2 我们通过添加高性能硬件模块来提升机器的性能，当计算通过高性能模块进行加速时，其速度是正常运行的 20 倍，将通过高性能模块进行加速的运算花费的时间百分比记为 α (加速后所测得执行时间百分比)

2.1 α 达到多少时，运算总体加速比达到 3

解：根据题意列式得

$$\begin{aligned}\text{加速比} &= t_{old}/t_{new} \\ &= (20 \times \alpha + (1 - \alpha))/1 \\ &= 3\end{aligned}$$

解得 $\alpha = 2/19$

2.2 在整体加速比为 3 的情况下，被加速的计算在原执行时间中占比例为多少

解：引用 2.1 题数据列式得

$$\begin{aligned}\text{比例} &= (20 \times \alpha)/(20 \times \alpha + (1 - \alpha)) \\ &= \frac{40}{57}\end{aligned}$$

2.3 α 达到多少时，运算整体加速比能达到此加速方式最大加速比的一半

解：关于“此加速方式的最大加速比”存在两种理解，如看作加速部分指令原来

的比例不变而加速的倍率可以提至无限，根据题意列式得

$$\begin{aligned}\text{运算整体加速比} &= t_{old}/t_{new} \\ &= (20 \times \alpha + (1 - \alpha))/1 \\ &= \text{此加速方式最大加速比} / 2 \\ &= t_{old}/t_{ideal} \\ &= (19 \times \alpha + 1)/(1 - \alpha)\end{aligned}$$

解得 $\alpha = 1/2$

但是若看作加速的倍率不变而加速部分指令原来的比例可变，根据题意列式得

$$\begin{aligned}\text{运算整体加速比} &= t_{old}/t_{new} \\ &= (20 \times \alpha + (1 - \alpha))/1 \\ &= \text{此加速方式最大加速比} / 2 \\ &= 20/2 \\ &= 10\end{aligned}$$

解得 $\alpha = 9/19$

EX3 我们为一种实时应用设计系统，这种应用要求必须在指定期限之前完成，提前完成计算没有收益。我们发现，在最糟糕的情况下，这一系统执行必需代码的速度是最低要求速度的两倍

3.1 如果以当前速度执行计算，并在完成任务后关闭系统，可节省多少能量

解：由于当前速度是最低要求速度的两倍，期限之前完成任务仅需一半时间，另外一半时间内系统处于关闭状态，故节省了 50% 的能量

3.2 如果将电压和频率设置为现在的一半，可以节省多少能量

解：其余条件不变的情况下，功率 $W \propto \text{电压}^2 \times \text{频率}$ ，所以节省了 $1 - 1/2^3 = 7/8 = 87.5\%$ 的能量