

计算机体系结构 HW1

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	4%	2

1.1

计算CPI.

$$CPI=30\%*2+25\%*3+20\%*2+15\%*4+5\%*4+5\%*2=2.65$$

1.2

比较两种方案:

- A. 整体时钟周期缩短到原本的 0.9
- B. B 类型和 U 类型指令需要的时钟周期减少 1

对于 A 方案, CPI 缩短为 $CPI_A = 2.65 * 0.9 = 2.385$;

对于 B 方案, $CPI_B = 30\% * 2 + 25\% * 3 + 20\% * 2 + 15\% * 3 + 5\% * 3 + 5\% * 2 = 2.45$

因此就 CPI 而言, 方案 A 更好.

EX2

我们通过添加高性能硬件模块来提升机器的性能, 当运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, 运算整体加速比达到 3 ?

设加速前后计算时间为 t_0, t_1 , 则 $t_0 = 20\alpha t_1 + (1 - \alpha)t_1$

所以整体运算加速比是 $\frac{t_0}{t_1} = \frac{20\alpha t_1 + (1 - \alpha)t_1}{t_1} = 20\alpha + (1 - \alpha) = 19\alpha + 1 = 3$

因此 α 达到 $\frac{2}{19} = 0.105$ 的时候, 运算整体加速比达到 3.

2.2

在运算整体加速比为 3 的情况下, 被加速的运算在原执行时间中的比例为多少?

显然, 占比为 $\frac{20\alpha t_1}{t_0} = \frac{20\alpha t_1}{20\alpha t_1 + (1 - \alpha)t_1} = \frac{20\alpha}{19\alpha + 1} \approx 0.702$ (代入 $\alpha = \frac{2}{19}$)

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.

加速比为 $19\alpha + 1$, 而 $\alpha \in [0, 1]$, 故最大加速比为 20, 其一半是 10,

进而, 若 $10 = 19\alpha + 1$, 则 $\alpha = 9/19 \approx 0.4737$

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, 这一系统执行必须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?

即相当于有一半的时间系统是关闭的, 因此可以节省 **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?

$\frac{Energy_{new}}{Energy_{old}} = \frac{Voltage_{new}^2}{Voltage_{old}^2} = \frac{1}{4}$, 故可以节省 75% 的能量