

P29, 题1.7、1.9、1.10、1.11（分别用Amdahl公式和CPI公式求解）；（简答题）
补充题：举例说明CPI、IC、CT相互影响的例子

(20分)

1.7 某台主频为 400MHz 的计算机执行标准测试程序,程序中指令类型、执行数量和平均时钟周期数如下。

指令类型	指令执行数量/条	平均时钟周期数	指令类型	指令执行数量/条	平均时钟周期数
整数	45 000	1	浮点	8000	4
数据传送	75 000	2	分支	1500	2

求该计算机的有效 CPI、MIPS 和程序执行时间。

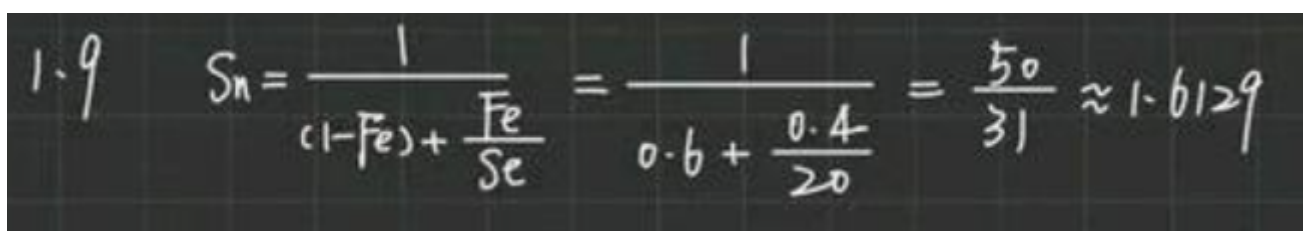
$$CPI = \frac{45000 \times 1 + 75000 \times 2 + 8000 \times 4 + 1500 \times 2}{129500} = 1.776$$

$$MIPS \text{ 速率} = \frac{f}{CPI \times 10^6} = \frac{400 \times 10^6}{1.776 \times 10^6} = 225.225 \text{ MIPS}$$

$$\text{程序执行时间} = \frac{(45000 \times 1 + 75000 \times 2 + 8000 \times 4 + 1500 \times 2)}{400 \times 10^6} = 575 \mu s$$

(10分)

1.9 将计算机系统中某一功能的处理速度加快 20 倍,但该功能的处理时间仅占整个系统运行时间的 40%,则采用该改进方法后,能使整个系统的性能提高多少?



1.9
$$S_n = \frac{1}{(1 - F_e) + \frac{F_e}{S_e}} = \frac{1}{0.6 + \frac{0.4}{20}} = \frac{50}{31} \approx 1.6129$$

(20分)

1.10 计算机系统有三个部件可以改进,这三个部件的加速比如下。

部件加速比 $S_1 = 30$; 部件加速比 $S_2 = 20$; 部件加速比 $S_3 = 10$ 。

(1) 如果部件 1 和部件 2 的可改进比例都为 30%,那么当部件 3 的可改进比例为多少时,系统的加速比才可以达到 10?

(2) 如果三个部件的可改进比例分别为 30%、30%和 20%,三个部件同时改进,那么系统中不可改进部分的执行时间在总执行时间中占的比例是多少?

(1)

$$S = \left\{ [1 - (f_1 + f_2 + f_3)] + \frac{f_1}{S_1} + \frac{f_2}{S_2} + \frac{f_3}{S_3} \right\}^{-1}$$

$$10 = \left\{ [1 - (0.3 + 0.3 + f_3)] + \frac{0.3}{30} + \frac{0.3}{20} + \frac{f_3}{30} \right\}^{-1}$$

$$f_3 = \frac{65}{180} = 0.36$$

Γ

(2)

$$p = \frac{[1 - (0.3 + 0.3 + 0.2)]T}{\frac{0.3T}{30} + \frac{0.3T}{20} + \frac{0.2T}{10} + 0.2T}$$

$$= \frac{0.2}{\frac{0.3}{30} + \frac{0.3}{20} + \frac{0.2}{10} + 0.2}$$

$$= \frac{0.2}{\frac{0.6}{60} + \frac{0.9}{60} + \frac{1.2}{60} + \frac{12}{60}}$$

$$= \frac{12}{14.7} = 0.82$$

1.11 假设浮点数指令(FP 指令)的比例为 30%，其中浮点数平方根(FPSQR)占全部指令的比例为 4%，FP 操作的 CPI 为 5，FPSQR 操作的 CPI 为 20，其他指令的平均 CPI 为 1.25。现有两种改进方案，第一种是把 FPSQR 操作的 CPI 减至 3，第二种是把所有的 FP 操作的 CPI 减至 3，试比较两种方案对系统性能的提高程度。

使用CPI公式解法：**（20分）**

解法1：

使用差分形式的CPI公式，不要求原始CPI，直接比较CPI增量的大小即可

方案1： $\Delta CPI_1 = (3 - 20) \times 4\% = -0.68$

方案2： $\Delta CPI_2 = (3 - 5) \times 30\% = -0.6$

结论： 方案1导致的CPI降幅更大，性能更好

解法2：

利用原始CPI的唯一性，先使用已知条件求出原始CPI，再求出除去FPSQR指令外其他指令的平均CPI，最后比较改进后的CPI大小。

原始CPI = $5 \times 30\% + 1.25 \times (1 - 30\%) = 2.375$

设除FPSQR外其余指令的平均CPI为X

则 $2.375 = 20 \times 4\% + (1 - 4\%)X$ ，解出 $X = 1.640625$

方案1： $CPI_1 = 3 \times 4\% + 1.640625 \times (1 - 4\%) = 1.695$

方案2： $CPI_2 = 3 \times 30\% + 1.25 \times (1 - 30\%) = 1.775$

结论： 方案1导致的新CPI更小，性能更好

使用Amdahl公式解法：**（20分）**

原始CPI = $5 \times 30\% + 1.25 \times (1 - 30\%) = 2.375$

FP占总时间： $\frac{0.3 \times 5}{2.375} = 0.6316$

FPSQR占总时间： $\frac{0.04 \times 20}{2.375} = 0.3368$

方案一的加速比： $\frac{1}{(1 - 0.3368) + 0.3368 \times \frac{3}{20}} = \frac{1}{0.71372} = 1.4011$

方案二的加速比： $\frac{1}{(1 - 0.6316) + 0.6316 \times \frac{3}{5}} = \frac{1}{0.74736} = 1.3380$

结论： 方案1的加速比更高，性能更好

补充题（10分）