

计算机系统结构作业一

1. 自学教材 “CPU 性能公式”

2. 某一部件 A 的处理时间占整个运行时间的百分比为 f_1 ，部件 B 的处理时间占整个运行时间的百分比为 f_2 ；如果将 A 部件和 B 部件的处理速度分别加快到原来的 S_1 和 S_2 倍，则采用加速措施后能使整个系统的性能提高多少？

解答：设改进前运行时间为 t 。加速后，A 的运行时间变为 $t \times f_1 / S_1$ ，B 的运行时间变为 $t \times f_2 / S_2$ ，其它运行时间不变，依然为 $t \times (1 - f_1 - f_2)$ 。

于是加速后的系统性能提高程度为

$$\frac{t}{\frac{t \times f_1}{s_1} + \frac{t \times f_2}{s_2} + t \times (1 - f_1 - f_2)} = \frac{1}{\frac{f_1}{s_1} + \frac{f_2}{s_2} + 1 - f_1 - f_2}$$

PS: 1) A 和 B 不是部件的全部, 因此根据 Amdahl 定律是需要用 1 来减掉 f_1, f_2 , 很多同学偷偷的认为 A 和 B 构成了所有的运行时间, 这种想法是不对的!

2) Amdahl 定律是用改进前的时间除以改进后的时间, 因为改进前的时间比改进后的要大, 这样得到的结果才是大于 1 的哦!! 有很多同学则是弄反了分子和分母的关系!!

3) Amdahl 定律计算的已经是加速比了! 所以不需要再在结果后面减一!!!

3. 假定要将某计算机系统一执行部件改进后速度提高 10 倍, 改进后被改进部件执行时间占系统总运行时间的 50%。问改进后, 整个系统获得的加速比是多少?

解答：设改进后运行时间为 t 。改进后被改进部件的运行时间为 $0.5t$ ，其它部件总运行时间与改进前一样都是 $t - 0.5t = 0.5t$ 。被改进部件改进前运行时间为 $0.5t \times 10 = 5t$ 。于是改进后加速比为：

$$\frac{5 \times t + 0.5 \times t}{t} = 5.5$$

PS: 这里又涉及到提高、提高了、提到到这种说法, 所以到底是 10 倍还是 11 倍呢, TA 只能说随它去吧, 不重要。。。重要的是对 Amdahl 定律的理解, 总之 Amdahl 是个好定律…… 很多同学这题算 1.818 的, 这都是没想明白加速前, 加速后时间的这些关系。(11 倍的结果是 6 哦~)

4. 教材 习题 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 占全部指令的比例的 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。

解答：FP 指令中除了 FPSQR 指令外剩余的指令 CPI 为：

$$CPI_x \times 26\% + 20 \times 4\% = 5 \times 30\%$$

$$\text{因此 } CPI_x = 35/13$$

方案 1:

改进后的平均 CPI

$$CPI1 = 26\% \times 35/13 + 4\% \times 3 + 70\% \times 1.25 = 1.695$$

方案 2:

改进后的平均 CPI

$$CPI2 = 30\% \times 3 + 70\% \times 1.25 = 1.775$$

因为 $CPI2 > CPI1$ ，因此方案 1 更好。

PS：这道题目其实神坑，因为题目的描述有些模糊，导致大家对题目的理解不完全相同，主要有两个点产生歧义：

1) 改进前 FP 的 CPI 为 5，是指包含 FPSQR 指令后的平均 CPI，还是除了 FPSQR 指令之外剩余的 FP 的平均 CPI 呢？

2) 方案 2 中，是把包含 FPSQR 指令的所有 FP 操作的 CPI 减至 3，还是除了 FPSQR 指令之外剩余的 FP 操作的 CPI 减至 3 呢？

因此可能导致大家计算时出现了不同的结果。上面给出的解答是认为改进前 FP 的 CPI 为 5，是指包含 FPSQR 指令后的平均 CPI，且方案 2 中，是把包含 FPSQR 指令的所有 FP 操作的 CPI 减至 3。

下面给出一种不同的理解，即认为改进前 FP 的 CPI 为 5 是除了 FPSQR 指令之外剩余的 FP 的平均 CPI，方案 2 中，是除了 FPSQR 指令之外剩余的 FP 操作的 CPI 减至 3

方案 1 平均 CPI:

$$CPI1 = 26\% \times 5 + 4\% \times 3 + 70\% \times 1.25 = 2.295$$

方案 2 平均 CPI:

$$CPI2 = 26\% \times 3 + 4\% \times 20 + 70\% \times 1.25 = 2.455$$

由此可见方案 1 依旧是比方案 2 效果好

那为什么有些同学算出方案 2 更好呢？这些同学是认为改进前 FP 的 CPI 为 5 是除了 FPSQR 指令之外剩余的 FP 的平均 CPI，而方案 2 中，是把包含 FPSQR 指令的所有 FP 操作的 CPI 减至 3。

为什么会出现这种现象呢？为什么这样的理解就使得方案 2 变的更好了呢？明明之前两种理解都是方案 1 好的呀!!!! 这就留给大家思考一下喽~~~（有思考不清楚的同学可以私信助教 0(∩_∩)0~）

PS 的 PS: 还有比较少的一部分同学运用 Amdahl 定律进行求解，很不错的想法!!! 助教提出表扬!! 但问题是这些同学都做错了 ⊙_⊙b，说明大家对 Amdahl 的理解还是不完全啊~~~同学给出的结果是像下面酱紫：

方案 1:

$$S1 = \frac{1}{1 - 4\% + \frac{4\%}{\frac{20}{3}}} = 1.0352$$

这是不对的!!!! FPSQR 指令是占总指令的 4%，而 Amdahl 中的 F_e 是占执行时间

的比例哦!!如果各位想要使用 Amdahl 计算的话,需要根据给出的 CPI 求出 FPSQR 指令占有所有程序的执行时间哦,而不是直接使用 4%!!!!