

体系结构（2024 秋）-课程作业 1

（涉及：第 1 章、第 2 章、第 3 章）

October 15, 2024

1、欲在 80MHZ 主频的标量处理器上执行 20 万条目标代码指令程序。假定该程序中含有 4 种主要类型之指令，各指令所占的比例及 CPI 数如表1所示，试计算：

- (1) 在单处理机上执行该程序的平均 CPI。
- (2) 由 (1) 所得结果，计算相应的 MIPS 速率。

Table 1: 习题 1 计算所用附表

指令类型	CPI	指令所占比例
ALU	1	60%
Load/Store(高速缓存命中)	2	18%
分支	4	12%
访存 (高速缓存缺失)	8	10%

2、假设我们有一个形式为 $F(i, p)$ 的应用程序的函数，它给出了在总共有 p 个处理器的情况下，恰好有 i 个处理器可用的时间比例。这意味着： $\sum_{i=1}^p F(i, p) = 1$ 。假设有 i 个处理器同时执行时，程序运行时间可以加速 i 倍。

- (1) 请重写 Amdahl 定律的加速比公式使其与 i 、 p 和 $F(i, p)$ 有关。
- (2) 假设应用程序 A 在单个处理器上的运行时间为 T 秒。并行处理器对代码的不同部分有不一样的加速效果。表2展示了 A 中不同代码片段的比例及其对应的可以执行并行加速的最大处理器数量。如 20% 的代码最多只能采用 1 或 2 个处理器进行并行处理。假设计算机中有 8 个处理器，那么对于程序 A 的加速比为多少？

Table 2: 习题 2 计算所用附表

运行时间比例	20%	20%	10%	5%	15%	20%	10%
处理器个数	1	2	4	6	8	16	28

3、如果 FP 操作的比例为 25%，FP 操作的平均 CPI=4.0，其他指令的平均 CPI 为 1.33，FPSQR 操作的比例为 2%，FPSQR 的 CPI 为 20。

假设有两种设计方案，分别把 FPSQR 操作的 CPI 和所有 FP 操作的 CPI 减为 2。试利用 CPU 性能公式比较这两种设计方法哪一个更好。

4、在实现一个应用程序的并行化时，理想加速比应当等于处理器的个数，但要受到两个因素的限制：可并行化应用程序的百分比和通信成本。经典 Amdahl 定律考虑了前者，但是没有考虑后者。根据以上背景，回答以下问题：

- (1) 如果应用程序的 80% 可以并行化， N 个处理器的加速比为多少？（忽略通信成本）
- (2) 如果每增加一个处理器，通信开销为原执行时间的 0.5%，则 8 个处理器的加速比为多少？
- (3) 如果处理器数目每增加一倍，通信开销增加原执行时间的 0.5%，则 8 个处理器的加速比为多少？
- (4) 如果处理器数目每增加一倍，通信开销增加原执行时间的 0.5%，则 N 个处理器的加速比为多少？
- (5) 写出求解这一问题的一般公式：如果一个应用程序中占原执行时间的 $P\%$ 可以并行化，处理器数目每增加一倍，通信成本增加原执行时间的 0.5%，则达到最高加速比的处理器数目为多少？（写出表达式说明即可，不需要解出来）

5、两个 $N \times N$ 阶的矩阵相乘，时间为 $T_1 = CN^3$ ，其中 C 为常数；在 n 个节点的并行机上并行矩阵乘法的时间为 $T_n = (CN^3/n + bN^2/\sqrt{N})$ ，其中第一项代表计算时间，第二项代表通信开销， n 为常数。试计算：

- (1) 固定负载时的加速比，并讨论其结果；
- (2) 固定时间时的加速比，并讨论其结果；
- (3) 存储受限时的加速比，并讨论其结果。