

1. Amdahl 定律是计算机理论中的一条重要定律，它阐释了改进系统中某一部分的性能能够给系统整体带来多大的性能提升。其通用形式为：

$$\text{加速比} = \frac{\text{原执行时间}}{\text{新执行时间}} = \frac{1}{1 - F + \frac{F}{N}}$$

其中， F 为系统中受到改进的比例， N 则为被改进部分获得的提升倍率。

- 1) 当 F 趋于 1 时，系统加速比的极限是多少？该值有什么实际含义？
- 2) 当 N 趋于无穷时，系统加速比的极限是多少？该值有什么实际含义？

(1) $F \rightarrow 1$ 时，系统加速比的极限是 N

实际含义：若整个系统都可受到改进，则其加速比等于被改进部分获得的提升倍率。
(可并行化处理) $(N$ 个处理器)

(2) $N \rightarrow \infty$ 时，加速比极限为 $\frac{1}{1-F}$.

实际含义：系统加速比受限于系统中可受到改进的比例
(可并行化处理)

2. 对于一个给定的程序，如果其中 90% 的代码可以被并行执行，则至少需要多少个处理器核心才能使得该程序相比单核运行获得超过 5 的加速比？该程序是否有可能获得 15 的加速比？

由 Amdahl 定律，加速比 $= \frac{1}{1-F + \frac{F}{N}} \geq 5$.

代入 $F = 90\%$ ，得 $N \geq 9$

即至少需要 9 个处理器核心。

$N \rightarrow \infty$ 时，加速比趋于上限值 $\frac{1}{1-F} = 10$

即加速比 ≤ 10 .

\therefore 不可能获得 15 的加速比。

3. 假设处理器执行某程序所需要的时间比例和优化特定功能能够为该部分功能带来的性能提升幅度如下表所示：

类型	原执行时间占比	优化幅度
整型运算	10%	3x
浮点运算	60%	5x
内存访问	5%	20x
其他	25%	—

- 1) 如果因时间限制, 仅能完成一个功能的优化, 则选择哪个部分进行优化可以获得最大的整体加速比?
- 2) 上述结论对于实际的性能优化过程有什么启发性?

$$(1) ① \text{整型运算加速比 } S_1 = \frac{1}{1-F_1 + \frac{F_1}{N_1}} \quad \frac{1}{0.9 + \frac{1}{3}}$$

代入 $F_1 = 10\%$, $N_1 = 3$, 得 $S_1 = 1.07$

$$② \text{浮点运算加速比 } S_2 = \frac{1}{1-F_2 + \frac{F_2}{N_2}}$$

代入 $F_2 = 60\%$, $N_2 = 5$, 得 $S_2 = 1.92$

$$③ \text{内存访问加速比 } S_3 = \frac{1}{1-F_3 + \frac{F_3}{N_3}}$$

代入 $F_3 = 5\%$, $N_3 = 20$, 得 $S_3 = 1.05$

$\because S_2 > S_1 > S_3$, \therefore 对浮点运算进行优化可获得最大加速比.

(2) 要综合考虑优化部分的系统占用率和其优化幅度.

4 Amdahl 定律指出了并行可以为系统性能带来提升。但在实际系统中, 最终的实际性能变化还可能受到通信开销升高等因素带来的负面影响。

- 1) 如果核的数量每提升 1 倍, 就会产生相当于单核执行时间 1% 的通信开销, 程序可以并行化的比例为 $M\%$, 则 N 个核并行时总的加速比是多少?
- 2) 当 $M=80$ 时, 能取得最佳加速比的 N 是多少?

$$(1) \text{总的加速比 } S = \frac{T_{old}}{T_{new}}$$

$$T_{new} = (1-M\%) \cdot T_{old} + \frac{M\%}{N} \cdot T_{old} + (N \times 1\%) \cdot T_{old}$$

$$\Rightarrow S = \frac{1}{1-M\% + \frac{M\%}{N} + N\%}$$

$$(2) M=80, S = \frac{1}{0.2 + \frac{0.8}{N} + \frac{N}{100}}$$

$$\text{临界: } \frac{0.8}{N} = \frac{N}{100} \Rightarrow N = 8.94$$

$N=8$ 时, $S = 2.632$

$N=9$ 时, $S = 2.639 > 2.632$

∴ 能取得最佳加速比的 N 为 9.

7. 微处理器的功耗受到哪些因素影响? 有哪些提升微处理器能量效率的方法?

影响功耗因素: ① 动态功耗: 逻辑门翻转时, 能量在内部的电容器充放电的功耗.

② 短路功耗: 状态切换时可能有部分晶体管在短时间内同时导通.

③ 晶体管泄漏电流始终在晶体管的不同掺杂部分之间流动.

提升能量效率方式: ① 更换好的散热片

② 提升芯片时钟的工作频率

8. 什么是量子计算机? 量子计算机相比传统计算机的优劣是什么?

量子计算机是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。当某个装置处理和计算的是量子信息, 运行的是量子算法时, 它就是量子计算机.

优点: 运行速度更快, 处理信息能力强 (信息处理量越多对于量子计算更有利, 更能确保运算的精准性)

缺点: ① 非常不稳定, 需要低温运行

② 精度差, 错误率高.