

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？

解：1) 当  $F \rightarrow 1$ ，加速比  $\rightarrow \frac{1}{1-1+\frac{1}{N}} = N$

说明当系统趋于全都可被改进时，  
系统加速比趋于完全取决于改进的系统部分的  
性能提升

2) 当  $N \rightarrow +\infty$ ，加速比  $\rightarrow \frac{1}{1-F}$

说明即使部分系统性能提升再高，  
系统加速比也受到不可改进的系统比例的限制

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？

解： $T_{\text{单核}} = 90\% \times T_{\text{单核}} + 10\% \times T_{\text{单核}}$

$T_{\text{多核}} = 90\% \times T_{\text{单核}} / N_{\text{核数}} + 10\% \times T_{\text{单核}}$

(1)  $T_{\text{多核}} < \frac{1}{5} T_{\text{单核}}$  (2)  $T_{\text{多核}} < \frac{1}{15} T_{\text{单核}}$

$$\therefore \frac{9}{N_{\text{核数}}} < 1$$

$$\therefore N_{\text{核数}} > 9$$

∴ 至少十核

$$\text{解得 } -\frac{27}{N_{\text{核数}}} > 1$$

$\forall N_{\text{核数}} \in N^*$ , 无解

∴ 不可能

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？

解：1) 整体加速比 =  $\frac{1}{1-F+\frac{E}{N}}$

代入得：整型为 1.07

浮点为 1.92 放送浮点运算

内存为 1.05

2) 改善执行时间占比较大的过程通常会有更大的收益

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？

解 1)  $T_{多核} = M\% \times (T_{单核} / N_{核数}) + (1-M\%) + 0.01 N_{核数} \times T_{单核}$

$$\text{加速比} = \frac{1}{\frac{M\%}{N} + 1 - M\% + 0.01N} = \frac{1}{1\% \cdot N + (1-M\%) + \frac{M\%}{N}}$$

2) 加速比 =  $\frac{1}{1\% \cdot N + 20\% + \frac{80\%}{N}}$

分母为耐克函数，理想下  $N = 4\sqrt{5}$  取最小

$4\sqrt{5} \approx 8.94$  取  $N=8, N=9$  时  $N=9$  的分母更小  $\therefore N=9$

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？

因素	方法
时钟频率	减少传输延迟时间
晶体管密度	改进制成品工艺
制成品工艺	

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？

是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理物理信息的物理装置，其运行的是量子算法。

优势：运算速度极快，存储容量巨大

劣势：极其不稳定，需超低温运行；精度低，错误率高