

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一部分性能能够对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， $F$ 为系统中被改进的比例， $N$ 则为被改进部分获得的提升倍率。

1) 当  $F$  趋于 1 时，系统的加速比的极限是多少？其值有什么实际含义？

$$\text{加速比 } S_{\text{overall}} = \lim_{F \rightarrow 1} \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}} = \frac{1}{1-N}$$

实际含义：当系统被全部被改进时，系统的加速比为  $N$ ，这是优化加速系统所能达到的最大性能提升倍率。（在实际操作中无法实现）。

2) 当  $N$  趋于无穷时，系统的加速比的极限是多少？该值有什么实际含义？

$$S_{\text{overall}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}} = \frac{1}{1-F}$$

实际含义：即使占比为  $F$  的部分被完全优化至不耗费任何时间，系统的加速比最大也仅为一个有限值  $\frac{1}{1-F}$ ，这同样体现了优化一部分占比系统时所获性能提升的极限。

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该程序获得比单核运行超过 5 的加速比？该程序是否有可能获得 15 的加速比？

由上题， $F = 90\% = 0.9$ ，设需要  $n$  个核心，使得：

$$1 - F + \frac{F}{n} \geq 5, \quad n \geq 9$$

因此，至少需要 9 个处理器核心。

Date. /

$$\text{由上题, 当 } F=0.9 \text{ 时, } S_{\text{overall max}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{1-F+\frac{P}{N}} = 10 < 15$$

因此, 由 Amdahl's Law, 程序不可能获得 15 的加速比.

3. 假设处理器执行某程序所需的时间比例和优化特定功能能够为该部分带来的功能提升幅度如下:

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获得整体最大的加速比?

~~三种选择~~

这三部分对应下标分别表示为  $i, f, m$

$$① \text{ 整型运算: } S_i = \frac{1}{1-F_i+\frac{F_i}{N_i}} = \frac{1}{1-0.1+\frac{0.1}{3}} \approx 1.07$$

$$② \text{ 浮点运算: } S_f = \frac{1}{1-F_f+\frac{F_f}{N_f}} = \frac{1}{1-0.6+\frac{0.6}{5}} \approx 1.92$$

$$③ \text{ 内存访问: } S_m = \frac{1}{1-F_m+\frac{F_m}{N_m}} = \frac{1}{1-0.05+\frac{0.05}{20}} \approx 1.05$$

因此, 应选择浮点运算进行优化.

2) 上述结论对于实际性能优化过程有什么启发性?

上述结论启发我们, 当成本、时间等资源有限时, 我们应该评估好目标优化程序, 选择优化空间较大且运行占比高的部分优先提升性能, 而对于优化比很高但实际带来的性能提升很小的部分则不应耗费大量精力, 追求整体加速比是最有收益的方式。

4. Amdahl 定律指出了并行可以为系统带来性能提升，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，程序可并行化比例为M%，则称N个核并行总的加速比为多少？

设单核执行时间为T，加上通信开销后，多核系统执行时间为：

$$T' = M\% \cdot T + (1 - M\%) \cdot T + 0.01 N \cdot T$$

$$S = \frac{T}{T'} = \frac{1}{1 - M\% + \frac{M\%}{N} + 0.01 N}$$

②当M=80时，能取得的最佳加速比的N是多少？

$$S = \frac{1}{1 - 0.8 + \frac{0.8}{N} + 0.01 N} = \frac{1}{0.2 + \frac{0.8}{N} + 0.01 N}$$

$$S'(x) = \frac{1}{(0.2 + \frac{0.8}{N} + 0.01 N)^2} \cdot (-\frac{0.8}{N^2})$$

当  $S'(N)=0$  时， $N^2=80$ 。由于N为整数，其近似的整数解为8或9。

其中，x为连续的变量， $S'(x)=0$  时， $x^2=80$ ， $\therefore N=8$ 或9时可能取得最佳加速比。

$$S_{N=8} = \frac{1}{0.2 + \frac{0.8}{8} + 0.08} \approx 2.63$$

$$S_{N=9} = \frac{1}{0.2 + \frac{0.8}{9} + 0.09} \approx 2.64$$

因此能取得最佳加速比的N是9。

下微处理器的功耗受到哪些因素影响？有哪些提高微处理器能量效率的方法？

处理器功耗主要受以下几个因素影响：动态

① 频率和电压：处理器的功耗与频率、电压有关，频率高意味着电路开关更频繁，功耗增加，而电压升高时，时钟频率也会相应升高。

② 工艺制程：更新的制程能减少晶体管电能开销，但提升性能时扩大芯片规模会在一定程度抵消制程提升带来的节能效果，制程与功耗存在复杂的制约关系。

③ 处理器的指令集架构：RISC 可能通常比 CISC 能量效率更高，架构不同，处理器功耗也不同。

④ 在实际运行时，处理器功耗还受负载的影响。

提高能量效率的方法：

① 使用更新制程的器件工艺，规避制程提升的弊端。

② 优化指令集架构，减少处理器设计时的冗余性等，改进微架构的设计。

③ 引入电源管理技术，例如将电源交给操作系統管理，控制功耗。

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？

量子计算机是一种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。量子计算机利用量子比特代替传统计算机的二进制位运算，量子比特可同时处于多种状态的叠加。

量子计算机的量子比特可处于多个叠加态，而不是传统计算机中的 0 和 1，可计算多个可能的结果，并行性很高，还可通过量子叠加态和量子纠缠等现象解决传统计算机执行缓慢或难以执行的任务，如大数分解、优化问题。此外，量子计算机的精度也超过传统计算机，可用于更加数据密集的任务。

劣势：量子计算机更易受到干扰，量子比特会受外界环境的影响，产生量子纠缠；量子计算机的构建也更加复杂，而且量子不可克隆性也导致其难以实现传统计算机的纠错应用和复制功能。