

第7周 2023.2.28 Chapter 1

1. Amdahl 理论: 加速比 = $\frac{\text{原执行 time}}{\text{新执行 time}} = \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}}$

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) $F \rightarrow 1$ 时, 加速比 = $\frac{N}{F}$. 含义为整个系统全部被改进时, 系统加速 N 倍, 系统加速的程度受到 N 的限制, $F \rightarrow 1$ 加速比达到最大值上限.

(2) $N \rightarrow \infty$ 时, 加速比 = $\frac{1}{1-F}$, 含义为整个系统改进比例始终受到 F 的限制. N 不管再加, 加速比的上限仍为与 N 无关(只与 F 有关的) $\frac{1}{1-F}$. 只有提高 N 的同时提高 F 才能实现加速比的持续提高.

2. 设需要 n 个处理器. 由题意可知 $F = 0.9$

$$\text{加速比} = \frac{1}{1-F+\frac{F}{n}} = \frac{1}{0.1+\frac{9}{10n}} = \frac{10n}{n+9}$$

$$\frac{1}{2} \frac{10n}{n+9} \geq 15 \Rightarrow 5n \geq 45 \Rightarrow n \geq 9. \text{ 则至少需要 9 个处理器才够}$$

由 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{10n}{n+9} = \lim_{n \rightarrow \infty} (10 - \frac{90}{n+9}) = 10 < 15$. 使该程序获得超过 15 倍的加速比. 故无法获得 15 倍的加速比.

3. (1) 加速比 $\eta = \frac{1}{1-0.9 + \frac{10\%}{3x}} = \frac{30x}{27x+1}$ 优化整型运算

$$\eta_2 = \frac{1}{1-60\% + \frac{60\%}{5x}} = \frac{100x}{40x+12} = \frac{25x}{10x+3}$$
 优化浮点运算

$$\eta_3 = \frac{1}{1-5\% + \frac{5\%}{20x}} = \frac{400x}{380x+1}$$
 优化内存访问

发现 $\eta_1 - \eta_2 = \frac{30x}{27x+1} - \frac{25x}{10x+3}$

$$= \frac{1}{(27x+1)(10x+3)} [300x^2 + 90x - 25x - 675x^2]$$

PS. $= \frac{1}{(27x+1)(10x+3)} (55x - 375x^2)$

按照 x 的大小进行分类讨论 $= \frac{1}{(27x+1)(10x+3)} (11 - 75x)$

发现, 当 $x > 10$, $\eta_1, \eta_2, \eta_3 = \frac{1}{(10x+3)(380x+1)} [9500x^2 + 25x - 4000x^2 - 1200x]$

且的大小关系并不确定, $x > 10$

$$\eta_1 > \eta_2, \eta_3 > \eta_2, \text{ 而 } x > 100 \text{ 时} = \frac{1}{(10x+3)(380x+1)} (500x^2 - 1175x) = \frac{5x(1100x - 235)}{(10x+3)(380x+1)}$$

$$\eta_1 < \eta_2, \eta_2 > \eta_3, \text{ 且 } \eta_2 \text{ 为最大加速比}$$

整型运算	$10\% \times 3x = 0.3x$	}	故选择优化浮点运算
浮点运算	$60\% \times 5x = 3x$		
内存访问	$5\% \times 20x = x$		

将获得最大的加速比。

(2) 综合性能的优化过程中不仅要力求局部的优化提升速率，也要增加优化部分占比系统整体的比例。F方需尽可能大。

4. (1) 设加速比为 η 。

$$\eta = \frac{1}{1-F + \frac{E}{N}} \text{ 其中 } F = M\%.$$

$$\text{则 } \eta = \frac{100N}{M\% + (1-M\%)N} = \frac{100N}{M + (100-M)N}$$

(2) $M=80$ 时，

$$\eta = \frac{5N}{4+N} \text{ 而通常开销增加 } N \times 1\% = N\%.$$

于是增加核所带来的提高通讯开销的负面影响后

$$\text{则 } \eta = \frac{5N}{4+N} \times (1+N\%)^4 = 10^4 \times \frac{N(100+N)^4}{80+20N} = \frac{1}{20N} \times 10^4$$

$$\text{有 } \frac{d\eta}{dN} = \frac{\frac{1}{20}(N+4)(100+N) - \frac{1}{20}N(2N+10^4)}{(100+N)^2(N+4)} \times 10^4$$

$$= \frac{100N + N^2 + 400 + 4N - 2N^2 - 10^4N}{20(100+N)^2(N+4)^2} \times 10^4$$

$$= \frac{-N^2 + 400}{20(100+N)^2(N+4)^2} \times 10^4$$

故 $N=20$ 时， η 有极大值，此时 $\eta = \frac{10^4}{120 \times 24} \approx 3.472$ (倍)

7. (1) 微处理器的功率受存储器、电压、LCD显示屏、晶体管集成规模等因素的影响；(2) ① 提高系统并行性 ② 引入流水线结构 ③ 使用优化编译结构 ④ 通过电压调节技术降低功耗 ⑤ 采用时钟门控技术，减少时钟系统的切换电容 ⑥ 降低存储系统 ⑦ 晶体管自动缩放 ⑧ 节能编译技术。

8. 量子计算机是一种全新的基于量子理论的计算机，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。量子计算机的根本

念源于对可逆计算机的研究。量子计算机应用的是量子比特，可以同时处在多个状态，而不像传统计算机那样只能处于0 or 1的二进制状态；一个量子位同时表示0和两个状态，7个这样的量子位就可以同时表示128个状态，N个量子位可同时存储着 2^N 个数据，数据随N呈指数增长，同时，量子计算机操作一次等效于传统计算机进行 2^N 次操作的效果，量子是一次演化相当于完成 2^N 个数据的并行处理。这就是量子计算机相对于传统计算机的优势。量子计算机具有极大超越传统计算机所面临的功耗墙、通信墙等瓶颈，但也对当前密码技术提出了巨大挑战，网络安全的稳定性也面临极大风险。