

第2周 2023.2.28 Chapter 1

1. Amdahl 定理: 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)  $F \rightarrow 1$  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, 系统加速的程度是受到  $N$  的限制的,  $F \rightarrow 1$  加速比达到最大值上限.

(2)  $N \rightarrow \infty$  时, 加速比 =  $\frac{1}{1-F}$ . 含义为整个系统的加速比始终受到  $F$  比例的限制,  $N$  不管再加, 加速比的上限仍为与  $N$  无关且与  $F$  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  $F=0.9$

$$\text{加速比} = \frac{1}{1-F+\frac{F}{n}} = \frac{1}{0.1+\frac{0.9}{n}} = \frac{10n}{n+9}$$

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

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

3. (1) 加速比  $\eta = \frac{1}{1-10\%+\frac{10\%}{3x}} = \frac{30x}{27x+1}$  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  $\eta_1 - \eta_2 = \frac{30x}{27x+1} - \frac{25x}{10x+3} = \frac{1}{(27x+1)(10x+3)} [300x^2+90x-25x-675x^2]$

按照  $x$  的大小进行分类讨论  $= \frac{1}{(27x+1)(10x+3)} (55x-375x^2)$

发现, 当  $x > 0$  时,  $\eta_1, \eta_2, \eta_3 = \frac{1}{(27x+1)(10x+3)} (11-75x)$

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

看的大小关系并不确定,  $x > 0$  时

$\eta_1 > \eta_2, \eta_3 > \eta_2$ , 即  $x \rightarrow \infty$  时  $\eta_2$  为最大加速比  $= \frac{1}{(10x+3)(380x+1)} (5500x^2-1175x) = \frac{5x(1100x-235)}{(10x+3)(380x+1)}$



$$\left. \begin{array}{l} \text{整型运算 } 10\% \times 3x = 0.3x \\ \text{浮点运算 } 60\% \times 5x = 3x \\ \text{内存访问 } 5\% \times 20x = x \end{array} \right\}$$

故选择优化浮点运算  
将获得最大的加速比。

(2) 实际性能优化过程中不仅要力求部分的优化提升效率,也要增加优化部分占比系统整体的比例。F点要尽可能大。

4. (1) 设加速比为  $\eta$ 。

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

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

(2)  $M=80$  时,

$$\eta = \frac{5N}{4+N} \quad \text{而通信开销增加 } N \times 1\% = N\%$$

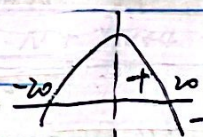
于是增加核所带来的提高通讯开销的负面影响后

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

$$\text{有 } \frac{d\eta}{dN} = \frac{\frac{1}{20}(N+4)(100+N) - \frac{1}{20}N(2N+104)}{(100+N)^2(N+4)^2} \times 10^4$$

$$= \frac{100N + N^2 + 400 + 4N - 2N^2 - 104N}{20(100+N)^2(N+4)^2} \times 10^4$$

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



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

下 (1) 微处理器的功率受存储器、电压、LCD显示屏、晶体管集成规模等诸多因素的影响; (2) ① 提高系统并行性 ② 引入流水线结构 ③ 使用伏依编码结构 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 降低缓存系统 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



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处于0 or 1的二进制状态。1个量子位同时表示0和1两个状态，7个这样的量子态就可以同时表示128个状态， $N$ 个量子位可以同时存储 $2^N$ 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对计算机进行 $2^N$ 次操作的效果，等于是  
一次演化相当于完成个 $2^N$ 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，网络活动的安全性也面临极大风险。