

第二周作业

1. Amdahl 定律通用形式为：加速比 = $\frac{\text{原执行时间}}{\text{新执行时间}} = \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}}$

解：(1) $F \rightarrow 1$ ，记加速比 $S = \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}} \quad \lim_{F \rightarrow 1} S = N$

实际含义：系统全部都受到改进时，系统加速比等于被改进部分获得的提升倍率 N 。

(2) $N \rightarrow \infty$, $\lim_{N \rightarrow \infty} S = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}} = \frac{1}{1-F}$

实际含义：系统中受到改进的部分比例为 F 时，无论如何优化（优化到极限 $N \rightarrow \infty$ ），系统加速比只能趋于 $\frac{1}{1-F}$

2.

解： $F = 90\%$ ， N 个处理器核心下加速比 $S = \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}} = \frac{10N}{N+9}$

要使 $S > 5$, $N > 9$ 取整 $N \geq 10$

则至少要 10 个处理器核心

$S = 10 \frac{N}{N+9} < 10$ ，故不可能达到 15 的加速比

综上，至少需 10 个处理器核心才可能达到 15 的加速比

3.

解：(1)

整 $S_1 = \frac{1}{1-0.1+\frac{0.1}{3}} = \frac{3}{2.8} \approx 1.0714$

浮 $S_2 = \frac{1}{1-0.6+\frac{0.6}{5}} = \frac{1}{0.52} \approx 1.923$

访 $S_3 = \frac{1}{1-0.05+\frac{0.05}{20}} = \frac{20}{19.95} \approx 1.050$, $1.92 > 1.07 > 1.05$

故选择“浮点运算”优化可获得最大的整体加速比

(2) 启发性：①在优化过程中，需要考虑优化的功能在程序中原执行时间占比和优化幅度 ②需要综合考虑两者。



4.

解：(1) 通信开销 $t = \frac{1}{100} \log_2 N + \frac{100}{2} F$, $S = \frac{t/F}{t+T} = \frac{T+F}{(1-F)T+TF+N+t}$

$$S = \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}+T}, F = \frac{1}{100} M, t = \frac{1}{100} \log_2 N$$

$$S = \frac{\frac{100}{100-M+\frac{M}{N}+\log_2 N}}{\frac{N}{2}}$$

$$\frac{M}{N} + \log_2 N$$

总加速比 $S = \frac{100}{100-M+\frac{M}{N}+\log_2 N}$

(2) $M=80$, $S = \frac{100}{20+\frac{80}{N}+\log_2 N}$

考虑 $t(N) = \frac{80}{N} + \log_2 N$ 作 $y(x) = \frac{80}{x} + \log_2 x = \frac{80}{x} + \frac{\ln x}{\ln 2}$
 $y'(x) = -\frac{80}{x^2} + \frac{1}{x \ln 2} = \frac{(x-80 \ln 2)}{x^2 \ln 2}$.

考虑 $x=80 \ln 2 \approx 55.45$, 取 $N=55, 56$. 代入 $\begin{cases} t(55) \approx 7.235905 \\ t(56) = 7.235926 \end{cases}$
由代入知 $t(55) < t(56)$. 知取得最佳加速比的 $N=55$

7. 微处理器功耗受哪些因素影响？提升能量效率的方法？

答：^{(1) 时钟频率} ① 时钟频率：主要影响动态功耗， $P \propto f$, 频率高，充放电（寄生电容）快，耗能大（单位时间内充放电次数多）

② 线路加载：由于欧姆定律和接触电阻，微处理器件间连接的电阻会耗能。

③ 电压：器件（NMOS等）上存在寄生电容， $P \propto U^2 f$, 电压越高，功耗越多。

④ 高温：高温会导致微处理器的功耗增加，因为需要更多电能维持其正常工作。

(2) 方法：① 降低时钟频率： $P \propto U^2 f$, f 减， P 减

② 优化电路设计：优化设计，减少器件（门）数，减小寄生电容



③采用新材料技术：使用导通电压更低，寄生电容更小的材料（高K金属栅等）、三维封装

④功率管理（软件上）：动态休眠模式

⑤整合多任务：将多个任务整合到一个微处理器，减少功耗与成本。

8. 什么是量子计算机？优劣？

答：量子计算机利用量子计算力学原理设计和构建的计算机，它的关键元件是量子比特（qubit）。

量子比特可表示0与1之间的叠加态。

优势：①对一些特定问题，传统计算机有指数级的时间复杂度，而量子计算机则可在多项式时间内完成。

②对特定问题，量子计算机可以实现与经典计算机完全不同的算法，例：Grover搜索算法

劣势：①量子比特难以保持稳定，复杂计算中需要错误校正，该过程需大量量子比特和量子门，大大增加了量子计算机的复杂度和成本。

②量子计算机本身的器件与维持其物理环境成本高昂。

③操作难度大

