

## Dennard 定律

在每一代技术中, 晶体管密度增加一倍, 功耗保持不变

$$Power = \alpha \times C \times f \times V^2$$

电容, 与面积有关      频率增加      电压降低

## Amdahl 定律

$T$ : 改进前总执行时间     $T'$ : 改进后总执行时间     $R$ : 可改进比例     $P$ : 部件加速比

$$T = T \cdot R + T \cdot (1-R)$$

$$T' = T \cdot R / P + T \cdot (1-R)$$

$$\text{系统加速比} = T / T' = 1 / (1-R + R/P)$$

## 计算开销评价模型

$$\begin{aligned} \text{并行计算开销} &= \text{计算开销} + \text{传输开销} \\ &= \text{计算开销} + \text{调度开销} + \text{通信开销} + \text{数据开销} \\ &\quad T_c \qquad \qquad T_n \qquad \qquad T_d \end{aligned}$$

## CPU性能公式

$$\begin{aligned} \text{CPU时间} &= \text{CPU时钟周期数} \times \text{时钟周期时间} \\ &= IC \times CPI \times \text{时钟周期时间} \\ &= \sum_{i=1}^n (CPI_i \times I_i) \times \text{时钟周期时间} \end{aligned}$$

$$\text{平均CPI} = \frac{\sum_{i=1}^n (CPI_i \times I_i)}{IC} = \sum_{i=1}^n (CPI_i \times \frac{I_i}{IC})$$

理想CPI为指令和数据访问Cache命中率为100%时的CPI

$$CPI = CPI_{\text{理想}} + CPI_{\text{有效}}$$

$IC$ : 程序中指令条数

$CPI$ : 每条指令执行所用平均时钟周期

$I_i$ : 程序中第 $i$ 种指令出现的次数

工作负载 $L$ : 一段时间内正在使用和等待使用CPU的平均任务数

峰值速度  $R_{\text{peak}} = \text{CPU主频} \times \text{CPU每个时钟周期执行浮点运算的次数} \times \text{系统CPU数}$

$$\text{并行执行时间 } T_n = T_{\text{comput}} + T_{\text{para}} + T_{\text{comm}}$$

计算时间    并行开销    通信时间

多处理器系统加速比:

$P$ : 并行系统中处理器数

$W$ : 问题规模, 计算负载总量

$W_s$ : 应用程序中的串行分量

$W_p$ : 应用程序中的可并行分量

$s$ : 可串行分量的比例     $1-s$ : 可并行分量的比例

$T_s$ : 串行执行时间     $T_p$ : 并行执行时间

$S$ : 加速比

Amdahl: 计算负载固定

$$S = \frac{W_s + W_p}{W_s + \frac{W_p}{p}} = \frac{1}{f + \frac{1-f}{p}}$$

Gustafson: 问题可扩展

$$S' = \frac{W_s + pW_p}{W_s + pW_p/p} = p - f(p-1)$$

Sum & Ni: 存储器受限

问题规模从1个节点扩大到p个节点, 并行工作负载计算量增大 $G(p)$ 倍

前  $W = fW + (1-f)W$  后  $W = fW + (1-f)W \cdot G(p)$

$$S'' = \frac{fW + (1-f)W G(p)}{fW + \frac{(1-f)W G(p)}{p}} = \frac{f + (1-f)G(p)}{f + \frac{(1-f)G(p)}{p}}$$