

计算题

1. Amdahl 定律

$$(1) \text{ 加速比 } S_n = \frac{T_0}{T_n} = \frac{1}{(1-F_e) + \frac{F_e}{S_e}}$$

$$(2) \text{ 改进占比 } F_e = \frac{\text{可改进部分占时}}{\text{改进前总用时}}, \text{ 改进程度 } S_e = \frac{\text{改进前用时}}{\text{改进后用时}}$$

2. CPU 性能指标公式

$$(1) CPI、IC、f、t、MIPS、T_e$$

$$(2) tf=1, \text{ 频率 } f \text{ 的含义是 CPS, 时钟周期长 } t \text{ 的含义是 SPC}$$

$$(3) T_e = \frac{CPI \times IC}{f} = \frac{IC}{MIPS \times 10^6}$$

$$(4) MIPS = \frac{f(Hz)}{CPI} \div 10^6$$

$$(5) \text{ 等效 CPI} = \text{各 CPI} \times \text{频度}$$

3. CACHE 命中率和效率

$$(1) \text{ 访问效率 } e = \frac{T_1}{T} = \frac{T_1}{HT_1 + (1-H)T_2} = \frac{1}{H + (1-H)\frac{T_2}{T_1}}$$

$$(2) \text{ 平均访问周期 } T = H_1T_1 + H_2T_2 + (1-H_1-H_2)T_3$$

$$(3) \text{ 预取技术提高命中率 } H' = \frac{H + n - 1}{n}$$

$$n = \text{数据块大小 (字)} \times \text{数据复用率 (次)}$$

4. 缺失率和缺失代价

$$(1) \text{ 平均访存时间 } \text{AMAT} = \text{命中时间} + \text{缺失率} \times \text{缺失代价}$$

$$(2) \text{ 存储器阻塞时钟周期} = \text{访存率} \times \text{缺失率} \times \text{缺失代价}$$

(因存储访问带来的等效 CPI)

$$(3) \text{ 程序执行时间} = \text{CPU 时间} + \text{存储器阻塞时间}$$

5. 二维数组无冲突访问

$$(1) \text{ 并行存储体个数 } m = 2^{2^p} + 1 \geq n, \text{ 为质数, 解出 } p$$

$$(2) \text{ 同列相邻元素错开 } d_1 = 2^p \text{ 个体, 同行相邻元素错开 } d_2 = 1 \text{ 个}$$

$$(3) a_{ij} \text{ 地址计算公式}$$

$$\textcircled{1} \text{ 体号地址} = (2^p \times i + j + k) \bmod m$$

$$\textcircled{2} \text{ 体内地址} = i$$

$$\textcircled{3} k \text{ 是第一个元素所在存储体的体号, 一般取 } 0$$

$$(4) \text{ 多体交叉访问存储器最大频宽} = \text{分体数} \times \text{单体频宽}$$

$$\text{单体频宽} = \text{存储字长} \div \text{存储周期}$$

设计分析题

1. 循环展开实现流水线调度 书 P117

- (1) 流水线停顿→流水线调度→循环展开→循环展开再调度
- (2) 挑战数据相关
- (3) 另解：使用 SIMD（向量处理器或 GPU）、数据重命名技术
- (4) 动态调度算法：CDC 记分牌算法、Tomasulo 算法

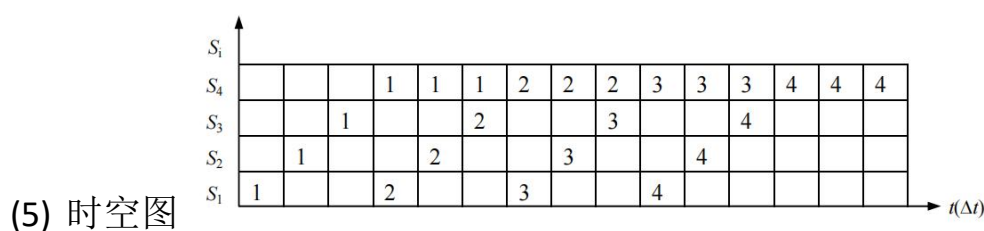
2. 流水线性能指标公式

- (1) n 为任务数， k 为流水线段数， ΔT 为时钟周期

(2) 吞吐率（任务数） $TP = \frac{n}{T_k} = \frac{n}{(n+k-1)\Delta T}$

(3) 加速比（时间比） $S = \frac{T_0}{T_k} = \frac{n \cdot k \cdot \Delta T}{(n+k-1)\Delta T}$

(4) 效率（面积比） $E = \frac{T_0}{k \cdot T_k} = \frac{n}{n+k-1}$ ， T_0 数格子



(6) $T_k = (n+k-1)\Delta T = \sum_{i=1}^k t_i + (n-1)t_{\max}$ 瓶颈段

- (7) $n \rightarrow \infty$ 时，TP、S、E 均取最大值

3. 非线性流水线调度 书 P66

- (1) 禁止向量 **F**: 每一行任意两个×之间的距离, 去掉重复的
- (2) 冲突向量 **C**: 从大到小写
- (3) 状态图: 逻辑右移 (高位补 0), 移出 0 后, 和初始向量进行按位或, 得到新的状态 (向量)。注意: 任意状态移动 $m+1^*$ 位后, 都会回到初始状态。
- (4) 简单循环: 各状态最多只经过一次, 最后陷入循环
- (5) 恒定循环: 只有单个数字的循环
- (6) 最大吞吐率: $1 \div (\text{平均启动距离} \times \Delta T)$
- (7) 实际吞吐率、加速比、效率: 画时空图

4. 超标量、超流水线处理机

5. 互连网络基础

- (1) 互连函数
- (2) 交换开关

6. 多级立方体网络

7. Omega 网络