

计算机系统结构

第一讲 指令级并行的概念

谢长生

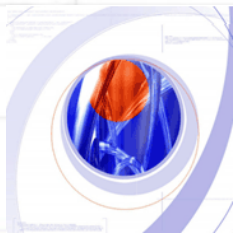
武汉光电国家研究中心



Computer Architecture

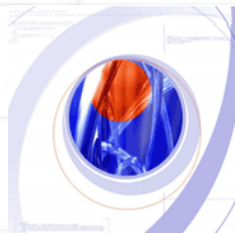
1. 指令级并行的概念

- ILP
 - Instruction-Level Parallelism
- 指令之间的可并行性
- 本章知识
 - 运用流水线以及相关优化技术，使得指令能够重叠并行执行



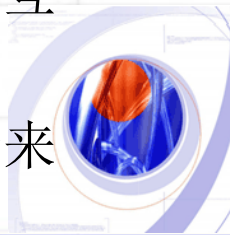
2. 开发指令级并行的重要性

- 理想流水线的CPI加上各类停顿的时钟周期数：
 - $CPI_{\text{流水线}} = CPI_{\text{理想}} + \text{停顿}_{\text{结构冲突}} + \text{停顿}_{\text{数据冲突}} + \text{停顿}_{\text{控制冲突}}$
- 理想CPI是衡量流水线最高性能的一个指标



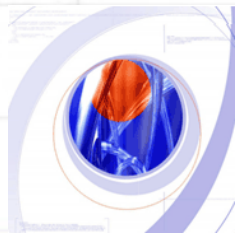
3.开发指令级并行需要解决的具体问题 ——相关与流水线冲突

- 相关
 - 两条指令之间存在某种依赖关系
 - 分类：数据相关、名相关、控制相关
- 流水线冲突
 - 对于具体的流水线来说，由于相关等原因的存在，使得指令流中的下一条指令不能在指定的时钟周期执行。
 - 流水线冲突有三种类型：结构冲突、数据冲突、控制冲突
- 小结与比较
 - 相关是程序固有的一种属性，它反映了程序中指令之间的相互依赖关系。
 - 具体的一次相关是否会导致实际冲突的发生以及该冲突会带来多长的停顿，则是流水线的属性。



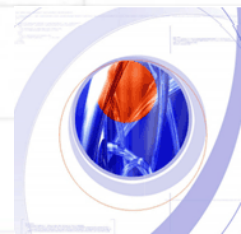
4. 相关的两类解决方案

- 保持相关，但避免发生冲突
 - 指令调度
- 通过代码变换，消除相关
 - 寄存器重命名



5. 开发ILP的方法

- 基于硬件的动态开发方法
- 基于软件的静态开发方法





谢谢大家

