

北京邮电大学

实验报告



题目： 流水线及流水线中的冲突

班 级： 2019211306

学 号： 2019211397

姓 名： 毛子恒

学 院： 计算机学院

2022 年 4 月 26 日

一、 实验目的

- (1) 加深对计算机流水线基本概念的理解。
- (2) 理解 MIPS 结构如何用 5 段流水线来实现，理解各段的功能和基本操作。
- (3) 加深对数据冲突和资源冲突的理解，理解这两类冲突对 CPU 性能的影响。
- (4) 进一步理解解决数据冲突的方法，掌握如何应用定向技术来减少数据冲突引起的停顿。

二、 实验内容

- (1) 启动 MIPSsim。
- (2) 进一步理解流水线窗口中各段的功能，掌握各流水寄存器的含义。
- (3) 载入一个样例程序，然后分别以单步执行一个周期、执行多个周期、连续执行、设置断点等方式运行程序，观察程序的执行情况，观察 CPU 中寄存器和存储器内容的变化，特别是流水寄存器内容的变化。
- (4) 选择配置菜单中的“流水方式”选项，使模拟器工作于流水方式下。
- (5) 观察程序在流水方式下的执行情况。
- (6) 观察和分析结构冲突对 CPU 性能的影响。
- (7) 观察数据冲突并用定向技术来减少停顿。

三、 实验平台和环境

指令级和流水线操作级模拟器 MIPSsim。

四、 实验步骤及实验分析

- (6) 观察和分析结构冲突对 CPU 性能的影响，步骤如下：

- 1) 加载 structure_hz.s。
- 2) 执行该程序，找出存在结构冲突的指令对以及导致结构冲突的部件。
每个相邻的 ADD.D 指令之间都存在冲突，导致冲突的部件是浮点加法器。
- 3) 记录由结构冲突引起的停顿周期数，计算停顿周期数占总执行周期数的百分比。
总周期数 52 个，由结构冲突引起的停顿周期数 35 个，占比 67.30769%。
- 4) 把浮点加法器的个数改为 4 个。
- 5) 再重复 1-3 的步骤。

ADD.D \$f5,\$f0,\$f1 和 ADD.D \$f6,\$f0,\$f1 之间存在冲突，导致冲突的部件是浮点加法器。

总周期数 19 个，由结构冲突引起的停顿周期数 2 个，占比 10.52632%。

- 6) 分析结构冲突对 CPU 性能的影响，讨论解决结构冲突的方法。

结构冲突对 CPU 性能的影响：当发生冲突时，流水线会出现停顿从而降低 CPU 的性能。

解决结构冲突的方法：在流水线处理机中重复设置冲突的部件。

- (7) 观察数据冲突并用定向技术来减少停顿，步骤如下：

- 1) 全部复位。
- 2) 加载 data_hz.s。
- 3) 关闭定向功能。
- 4) 用单步执行一个周期的方式执行该程序，观察时钟周期图，列出什么时刻发生了 RAW 冲突。
在周期 4, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 36, 37, 39, 40, 44, 45, 47, 48, 51, 52, 55, 56, 58 时，发生 RAW 冲突。
- 5) 记录数据冲突引起的停顿周期数以及程序执行的总时钟周期数，计算停顿时钟周期数占总执行周期数的百分比。

总周期数 65 个，由数据冲突引起的停顿周期数 31 个，占比 47.69231%。

6) 复位 CPU。

7) 打开定向功能。

8) 用单步执行一个周期的方式执行该程序，查看时钟周期图，列出什么时刻发生了 RAW 冲突，并与步骤 3) 的结果比较。

在周期 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37 时，发生 RAW 冲突。可见发生 RAW 冲突次数显著减少，每次冲突的停顿周期数也减少。

9) 记录数据冲突引起的停顿周期数以及程序执行的总周期数。计算采用定向以后性能比原来提高多少。

总周期数 43 个，由数据冲突引起的停顿周期数 9 个，占比 20.93023%。

采用定向技术后流水机的性能是原来的 1.51 倍。