

# 《计算机系统结构》实验报告

实验名称	实验 2 流水线及流水线中的冲突
班 级	2015211307
学 号	2017526019
姓 名	刘禾子

## 实验2 流水线及流水线中的冲突

### 1. 实验目的

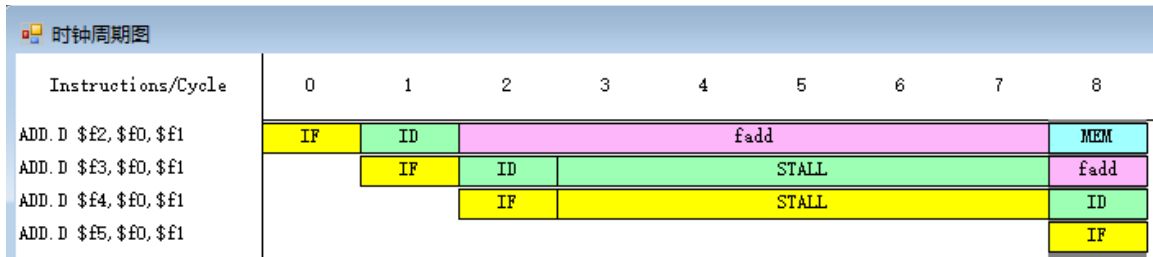
- (1) 加深对计算机流水线基本概念的理解
- (2) 理解MIPS结构如何用5段流水线实现，理解各段功能和基本操作。
- (3) 加深对数据冲突和资源冲突的理解，理解这两类冲突对CPU性能的影响。
- (4) 进一步理解解决数据冲突的方法，掌握如何应用定向技术来减少数据冲突引起的停顿。

### 2. 实验平台

指令级和流水线操作级模拟器MIPSsim。

### 3. 实验内容和步骤

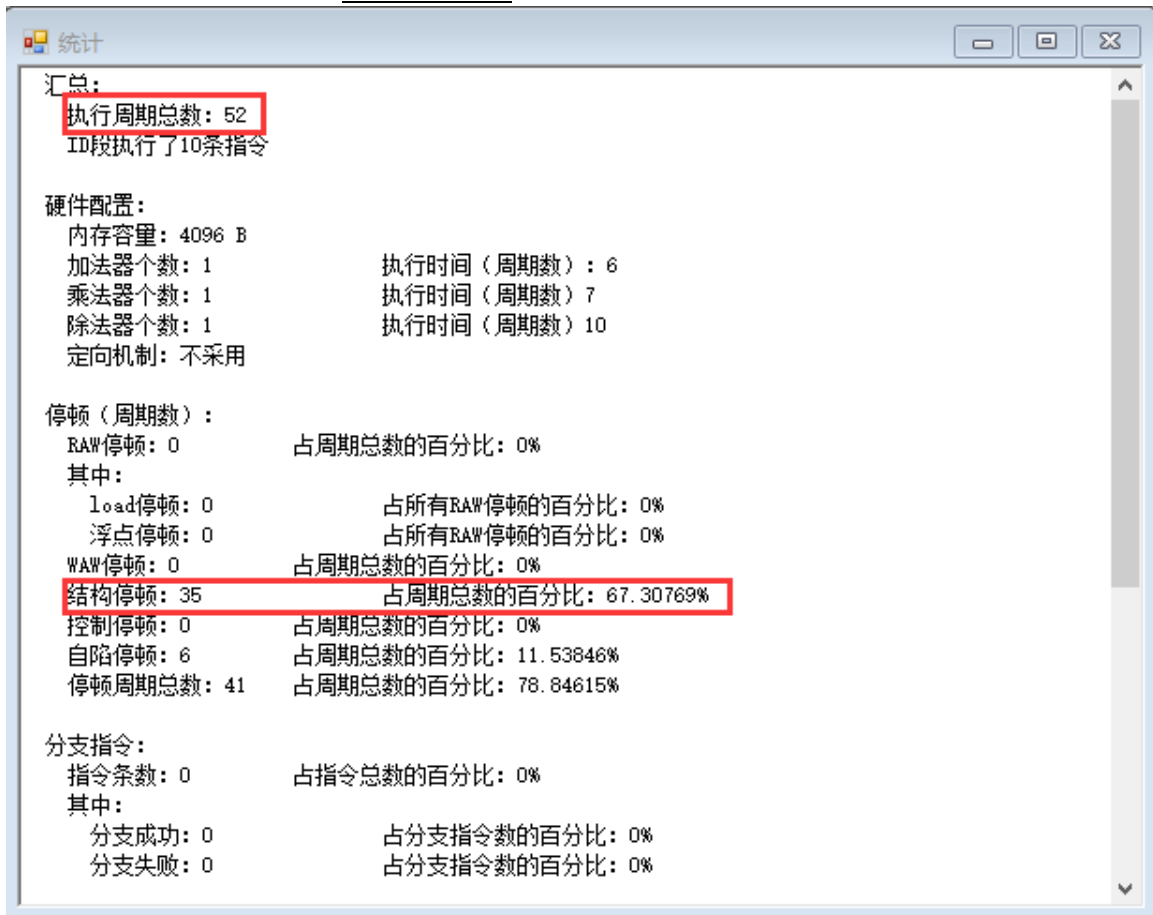
- (1) 启动MIPSsim。
- (2) 进一步理解流水线窗口中各段的功能，掌握各流水寄存器的含义。（鼠标双击各段，即可看到各流水寄存器的内容）
- (3) 载入一个样例程序（在本模拟器所在文件夹下的“样例程序”文件夹中），然后分别以单步执行一个周期、执行多个周期、连续执行、设置断点等方式运行程序，观察程序的执行情况，观察CPU中寄存器和存储器内容的变化，特别是流水寄存器内容的变化。
- (4) 选择配置菜单中“流水方式”选项使模拟器工作于流水方式下。
- (5) 观察程序在流水方式下的执行情况。
- (6) 观察和分析结构冲突对CPU性能的影响，步骤如下：
  - 1) 加载structure\_hz.s（在模拟器所在文件夹下的“样例程序”文件夹中）。
  - 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。



结构冲突的指令对：ADD.D \$f2,\$f0,\$f1和ADD.D \$f5,\$f0,\$f1

导致结构冲突的部件：加法器 存储器

3) 记录由结构冲突引起的停顿周期数：35 计算停顿周期数占总执行周期数的百分比：67.30769%



4) 把浮点加法器的个数改为4个。

常规配置

×

内存容量(字节)

4096

确定

浮点加法器个数

4

取消

浮点乘法器个数

1

浮点除法器个数

1

浮点加法延迟(时钟周期)

6

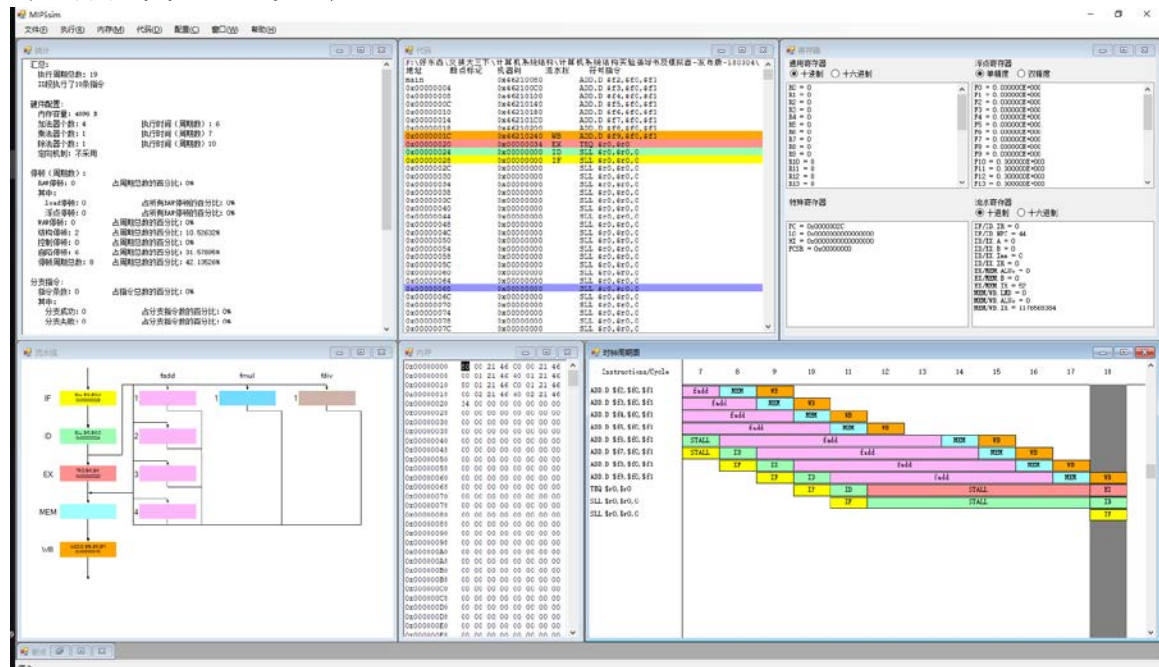
浮点乘法延迟(时钟周期)

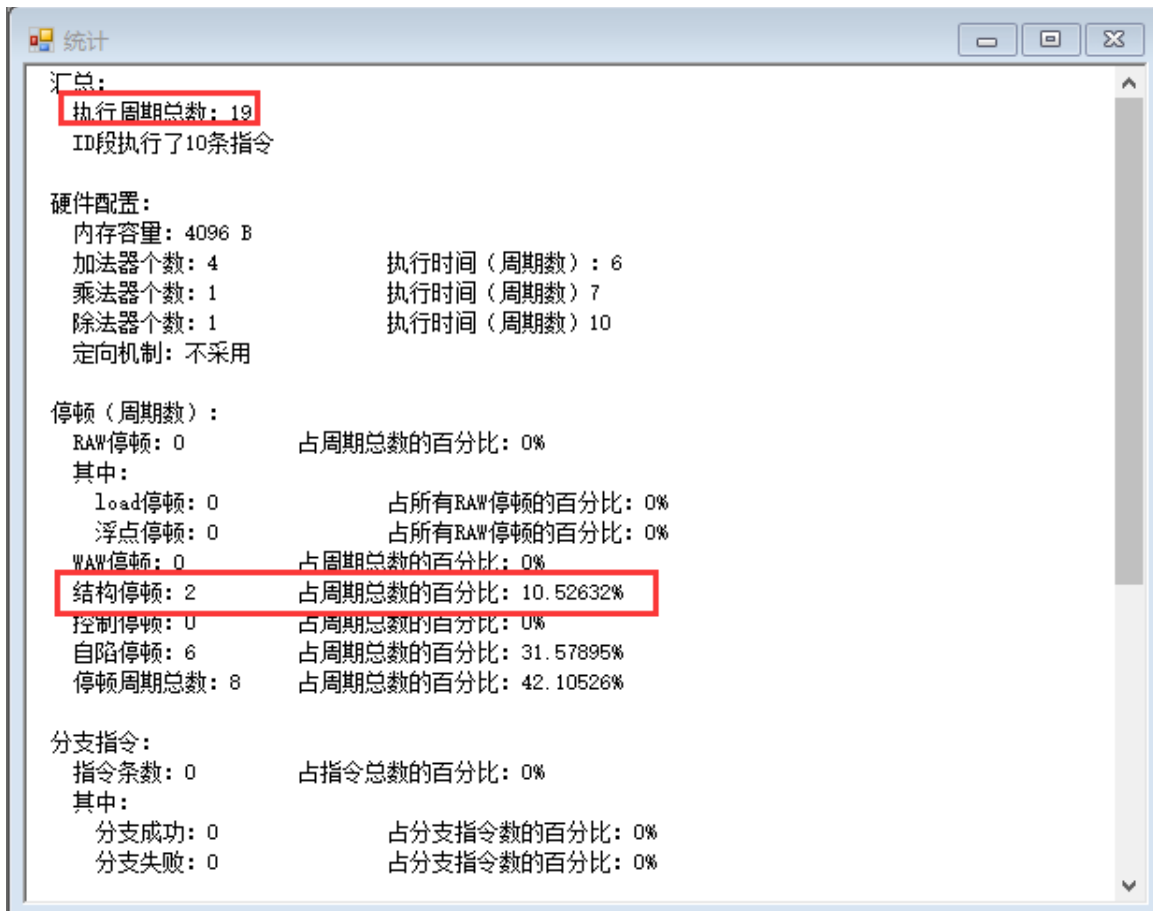
7

浮点除法延迟(时钟周期)

10

5) 再重复1-3的步骤。





结构停顿次数: 2, 占周期总数的百分比: 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。

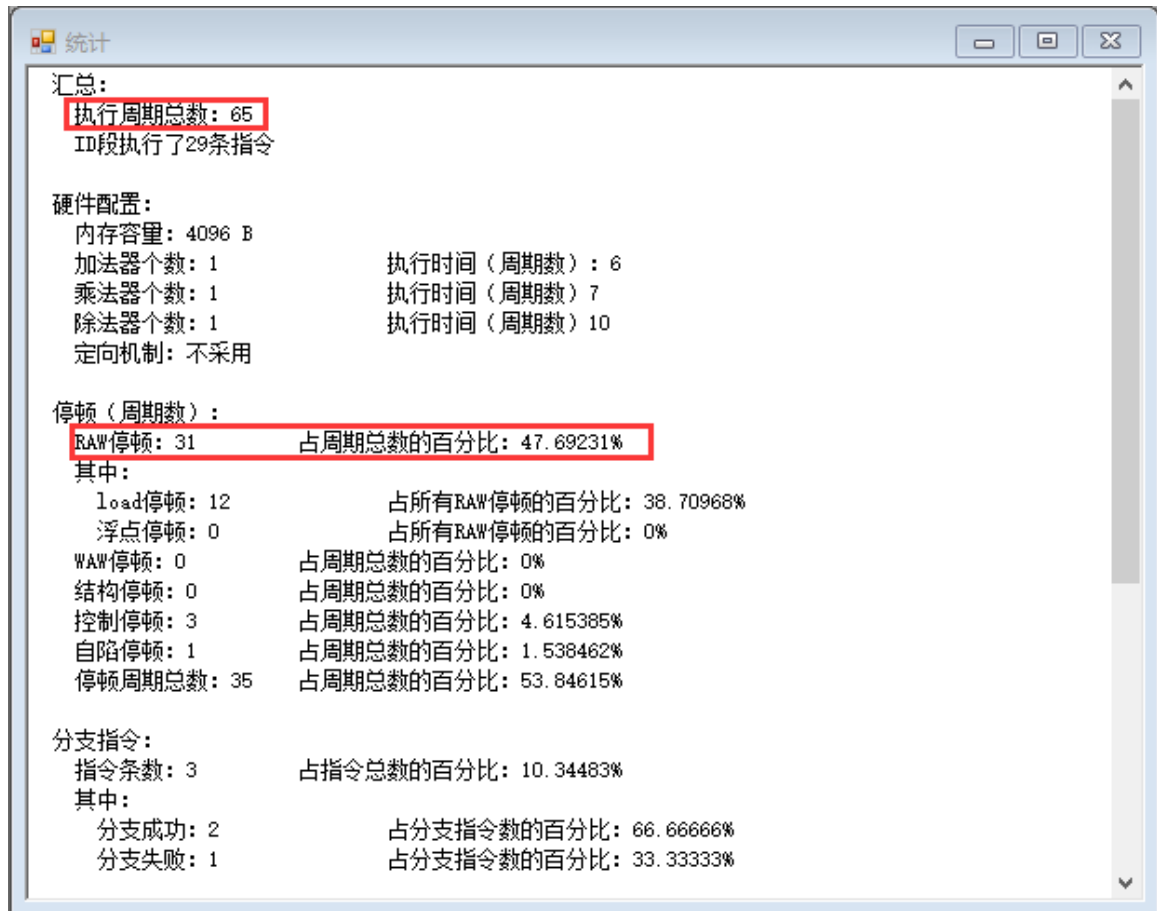
方法一: 暂停一个时钟周期, 取后一条指令操作;

方法二: 增加硬件资源如设置两个独立的存储器分别存放操作数和指令, 还可采取指令预存技术

(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 (模拟器所在文件夹下“样例程序”文件中)。
- 3) 关闭定向功能 (在“配置”菜单下选择取消“定向”)。
- 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。  
发生RAW冲突的时钟周期是: 3, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 38, 39, 43, 44, 46, 47, 50, 51, 54, 55, 57, 58
- 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。



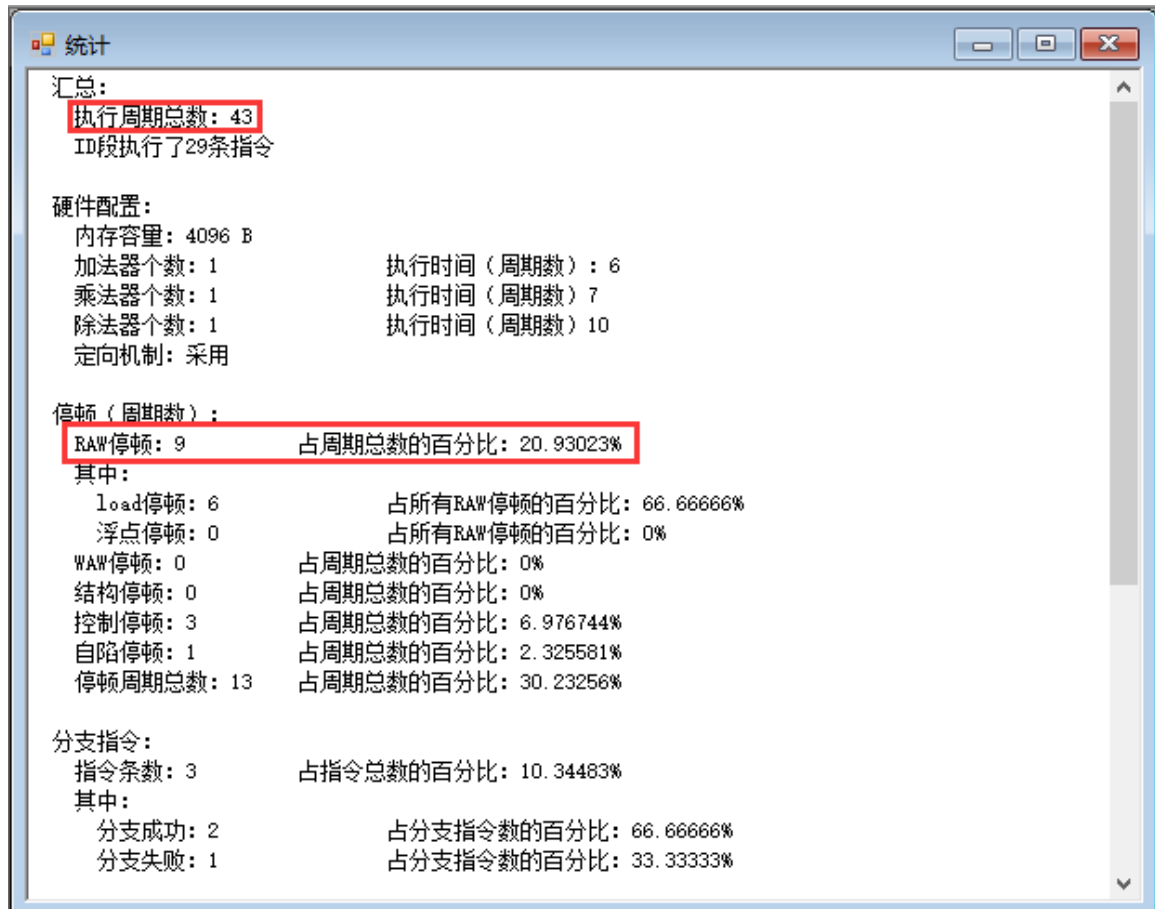
6) 复位CPU。

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。

发生RAW冲突的时刻: 4 9 12 17 21 24 29 33 36

汇总情况如下:



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。

采用定向以后性能比原来提高:  $65/43=1.51$ 倍

分析可知, 采用定向技术, 不必等执行结果送回寄存器, 再次寄存器读出该结果, 而是作为下一条指令的源操作数, 直接将结果送到指令需要的地方, 在EX段末尾处产生结果, 可有效提升CPU性能。

## 4. 实验心得

通过此次实验, 我熟悉了 MIPS 五段流水线的具体过程及其含义, 了解了对结构冲突和数据冲突的解决方案, 对于数据冲突采用定向功能和后推法进行改进; 而对于结构冲突可插入暂停周期或者设置相互独立的指令存储器 and 数据存储器进行改进, 最后能够熟练掌握流水线原理以及分析影响流水线性能的因素进而得到良好的解决方案, 总的来说受益颇深。