

# 《计算机系统结构》实验报告

实验名称    实验 3 使用 MIPS 指令实现求两个数组的点积

班     级                        2015211307                   

学     号                        2017526019                   

姓     名                        刘禾子

# 实验3 使用MIPS指令实现两个数组的点积

## 1. 实验目的

- (1) 通过实验熟悉实验1和实验2的内容
- (2) 增强汇编语言编程能力
- (3) 学会使用模拟器中的定向功能进行优化
- (4) 了解对代码进行优化的方法

## 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) 自行编写一个计算两个向量点积的汇编程序，该程序要求可以实现求两个向量点积计算后的结果。

两个向量元素使用数组进行数据存储，要求向量的维度不得小于 10

(2) 启动 MIPSsim。

(3) 载入自己编写的程序，观察流水线输出结果。

(4) 使用定向功能再次执行代码，与刚才执行结果进行比较，观察执行效率的不同。

(5) 采用静态调度方法重排指令序列，减少相关，优化程序

(6) 对优化后的程序使用定向功能执行，与刚才执行结果进行比较，观察执行效率的不同。

(1) 具体代码如下：

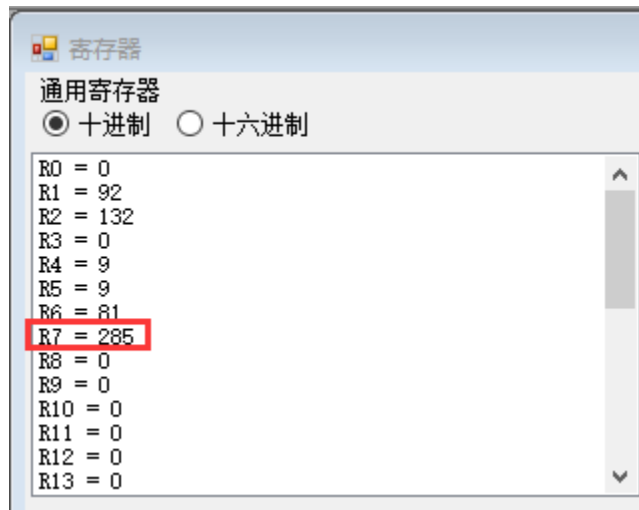
```
.text
main:
ADDIU $r1, $r0, array1  #r1存放矩阵1内容
ADDIU $r2, $r0, array2  #r2存放矩阵2内容
ADDIU $r3, $r0, 10       #循环变量r3 10次
ADDIU $r7, $r0, 0        #r7存放结果
loop:
LW $r4, 0($r1)           #取数
LW $r5, 0($r2)
MUL $r6, $r4, $r5        #分别计算点积
ADD $r7, $r7, $r6
ADDI $r1, $r1, 4         #取下一个数
```

```

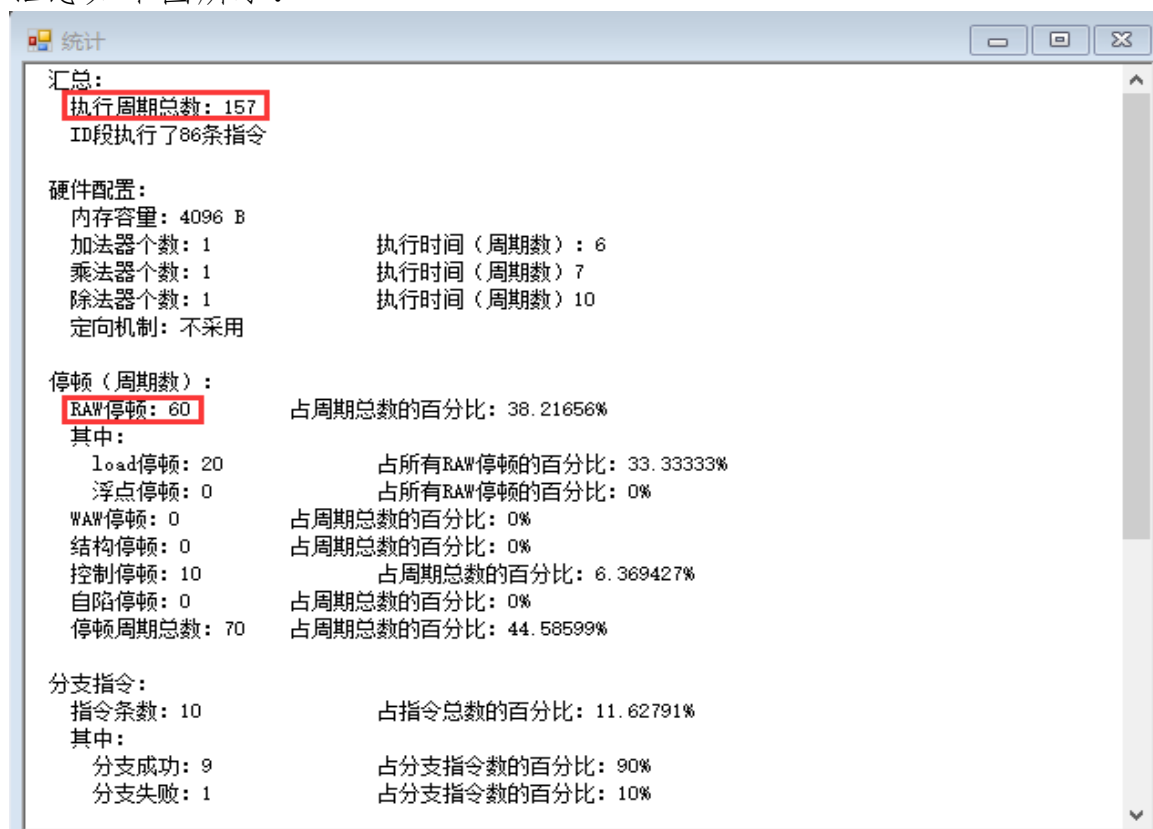
ADDI $r2, $r2, 4
ADDI $r3, $r3, -1      #循环变量-1
BGTZ $r3, loop
TEQ $r0, $r0
.data
array1:.word 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
array2:.word 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

```

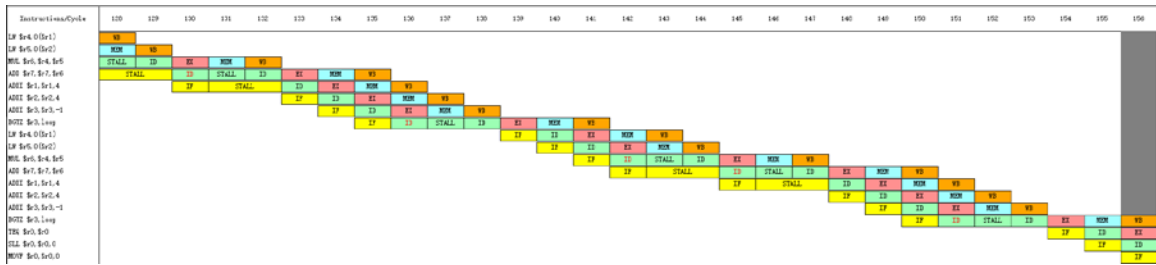
载入程序后，运行结果如下图：



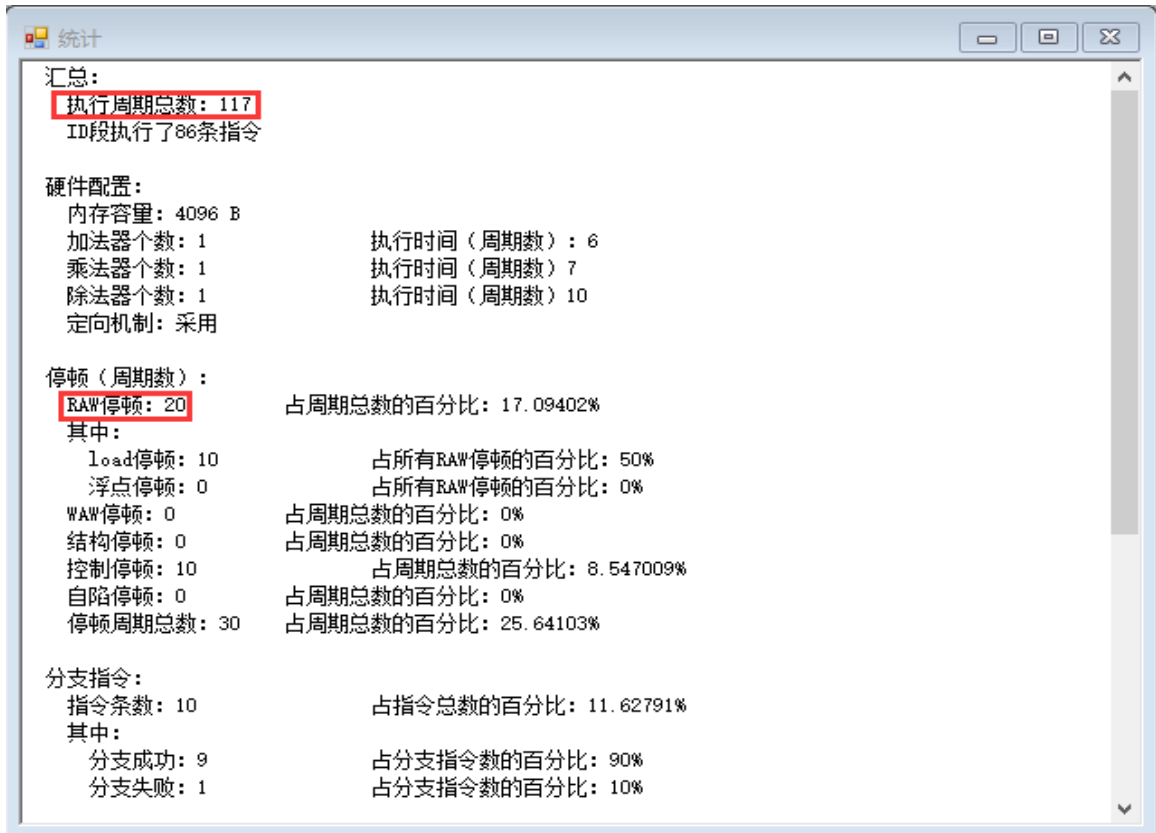
汇总如下图所示：



时钟周期图如下所示：

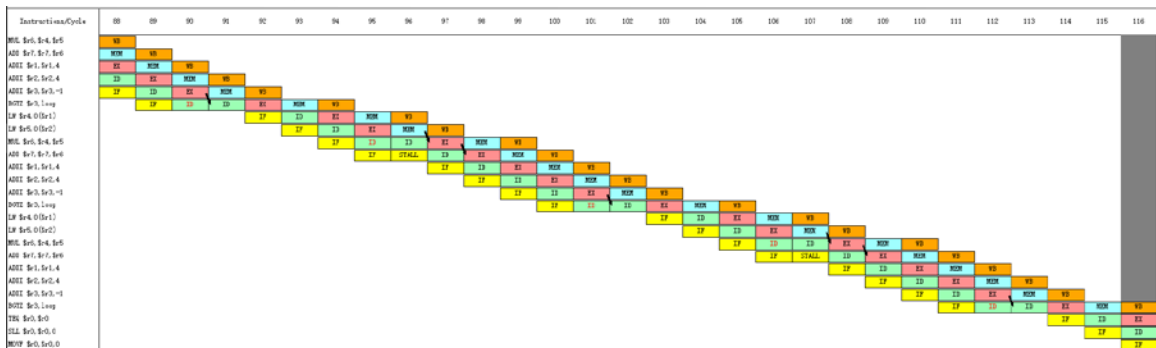


(2) 采用定向功能再次执行结果如下所示：



由上图可知，定向后的执行效率为定向前的（157/117）\*100%=134.188034%，减少的周期数为 RAW 停顿周期数。

时钟周期图如下所示：



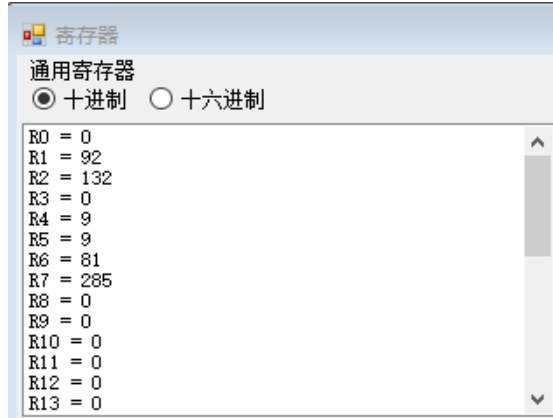
(3) 采用静态调度方法重排指令序列，减少相关，优化程序

分析源代码发现指令MUL \$r6,\$r4,\$r5与ADD \$r7,\$r7,\$r6指令存在数据相关先写后读即（RAW），分析其下面的指令均与其无关故将ADD \$r7,\$r7,\$r6指令下移至BGTZ \$r3,loop指令上方，从而消除其相关性。

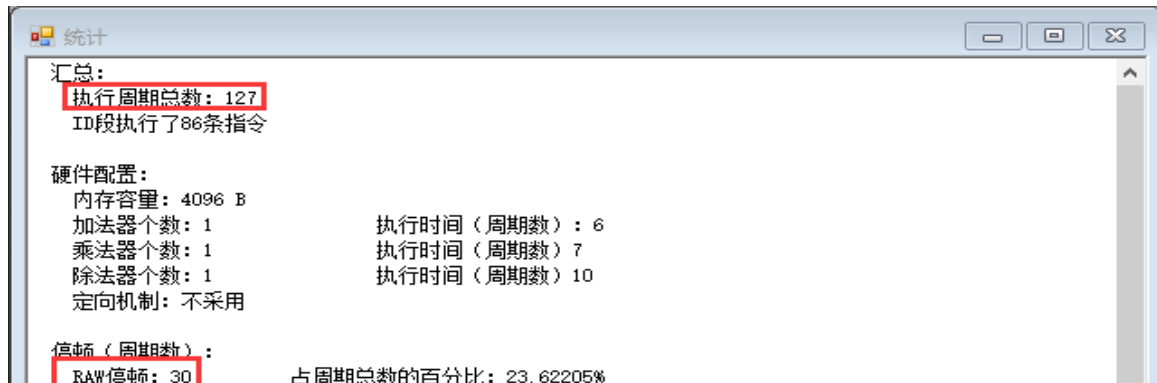
代码如下：

```
.text
main:
ADDIU $r1,$r0,array1 #r1存放矩阵1内容
ADDIU $r2,$r0,array2 #r2存放矩阵2内容
ADDIU $r3,$r0,10      #循环变量r3 10次
ADDIU $r7,$r0,0        #r7存放结果
loop:
LW $r4,0($r1)          #取数
LW $r5,0($r2)
MUL $r6,$r4,$r5        #分别计算点积
ADDI $r1,$r1,4          #取下一个数
ADDI $r2,$r2,4
ADDI $r3,$r3,-1        #循环变量-1
ADD $r7,$r7,$r6        #此处优化
BGTZ $r3,loop
TEQ $r0,$r0
.data
array1:.word 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
array2:.word 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
```

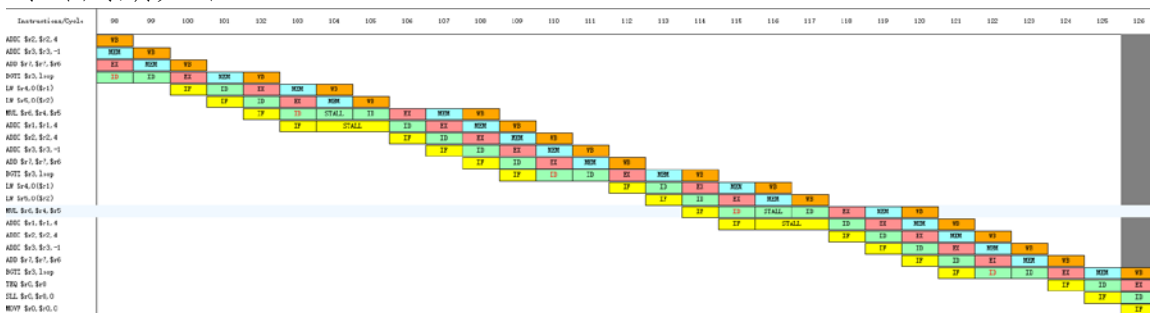
运行结果如下：



汇总如下：



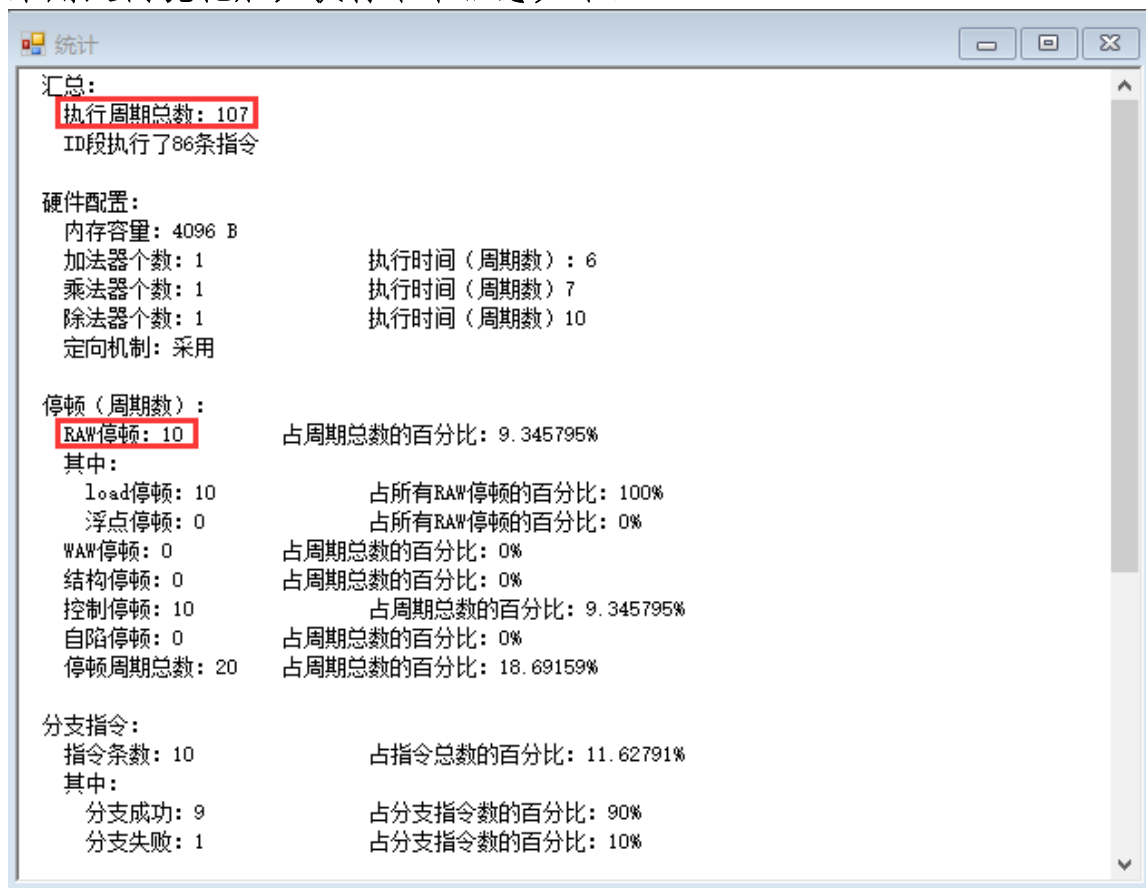
时钟周期如下：



由上可知，与未进行优化相比，执行效率为原来的  $157/127=123.622\%$ ，减少的周期数为 RAW 停顿周期数。

(4) 对优化后的程序使用定向功能执行，与刚才执行结果进行比较，观察执行效率的不同。

采用定向优化后，执行结果汇总如下：



由上图可知，定向后的执行效率为定向前的  $127/107=118.692\%$ ，减少的周期数为 RAW 停顿周期数。

时钟周期如下：

