

Homework 4

Exercise 1

本题为计算机体系结构：量化研究方法（中文版）习题 3.15.a

3.15 [20/20] <3.4、3.5、3.7、3.8>在这个练习中，我们将研究 Tomasulo 算法的各种变体在执行练习 3.14 中的循环时的表现。功能单元（FU）如下表所述。

功能单元类型	EX中的循环数	功能单元数	保留站数
整数	1	1	5
浮点加法器	10	1	3
浮点乘法器	15	1	2

作出如下假设：

- ☐ 功能单元未实现流水化；
- ☐ 功能单元之间不存在转发，结果由公共数据总线（CDB）传送；
- ☐ 执行级（EX）既进行有效地址计算，又进行存储器访问，以完成载入和存储指令。
因此，这个流水线为 IF/ID/IS/EX/WB；
- ☐ 载入指令需要一个时钟周期；
- ☐ 发射（IS）和写回（WB）结果级各需要一个时钟周期；
- ☐ 共有 5 个载入缓冲区槽和 5 个存储缓冲区槽；
- ☐ 假定“等于/不等于 0 时转移”（BNEZ）指令需要一个时钟周期；

a. [20] <3.4 ~ 3.5>对这个问题来说，使用图 3-4 的单发射 Tomasulo MIPS 流水线，流水线延迟如上表所示。对于该循环的 3 个迭代，给出每个指令的停顿周期数以及每个指令在哪个时钟周期中开始执行（即，进入它的第一个 EX 周期）。每个循环迭代需要多少个时钟周期？以表格方式给出你的答案，表中应当具有以下列头：

- ☐ 迭代（循环迭代数）；
- ☐ 指令；
- ☐ 发射（发射指令的周期）；
- ☐ 执行（执行指令的周期）；
- ☐ 存储器访问（访问存储器的周期）；
- ☐ 写 CDB（将结果写到 CDB 的周期）；
- ☐ 注释（对指令正在等待的事件的说明）。

在表中给出这个循环的 3 次迭代，可以忽略第一条指令。

3.14 代码：

```

DADDIU  R4,R1,#800    ;R4 = X 的上界
① foo:  L.D          F2, 0(R1)    ; 载入 X(i)
②        MUL.D        F4, F2, F0    ; 求乘积 a*X(i)
③        L.D          F6, 0($2)    ; 载入 Y(i)
④        ADD.D        F6, F4, F6    ; 求和 a*X(i)+Y(i)
⑤        S.D          0(R2), F6    ; 存储 Y(i)
⑥        DADDIU       R1, R1, #8    ; 递增 X 索引
⑦        DADDIU       R2, R2, #8    ; 递增 Y 索引
⑧        SGTIU        R3, R1, R4    ; 测试是否完成
⑨        BEQZ         R3, foo       ; 如果没有完成则继续循环
  
```