

3) 调整后: 1. 习题 9

| | | |
|-----------|-------------|----|
| Loop: fld | f2, 0(a0) | 21 |
| fdiv.d | f8, f0, f2 | 22 |
| fmul.d | f2, f6, f2 | 23 |
| fld | f4, 0(a1) | 24 |
| fadd.d | f4, f0, f4 | 25 |
| fadd.d | f10, f8, f2 | 26 |
| fsd | f10, 0(a0) | 27 |
| fsd | f4, 0(a1) | 28 |
| addi | a0, a0, 8 | 29 |
| addi | a1, a1, 8 | 30 |
| sub | x20, x4, a0 | 31 |
| bnz | x20, Loop | 32 |

1) 4T: I1完成, I2发射

15T: I2完成, I3发射

16T: I3剩4T, I4发射

20T: I5发射

21T: I5剩2T, I6发射

24T: I7发射

25T: I7剩1T, I8发射

26T: I8剩1T, I9发射

27T: I10发射

28T: I11发射 29T: I12发射

31T: I12完成

即一次迭代需要 31 个周期执行完成

2) 0T: I1 发射

4T: I2, I3 发射

5T: I2 剩 10T, I3 剩 4T, I4 发射

9T: I2 剩 6T, I5 发射

12T: I2 剩 3T

15T: I6 发射

18T: I7, I8 发射

19T: I7, I8 剩 1T, I9, I10 发射

20T: I11 发射

21T: I12 发射

22T: I12 完成

即一次迭代需要 23 个周期执行完成

3) 调整后: Loop: fld f2, 0(a0) I1

fdiv.d f8, f0, f2 I2

fmul.d f2, f0, f2 I3

fld f4, 0(a1) I4

fadd.d f4, 0, f4 I5

~~fadd.d~~ fsd f4, 0(a1) I6

addi a1, a1, 8 I7

fadd.d f10, f8, f2 I8

fsd f10, 0(a0) I9

addi a0, a0, 8 I10

sub x20, x4, a0 I11

bnz x20, Loop I12

9T: I2乘以6T, 25发射

12T: I2乘以3T, 16.27发射

15T: 18发射

18T: 29. 210发射

19T: 29乘以T, 211发射

20T: 112发射

22T: 112完成

即调整后一次迭代需要22个周期

2. 习题10

Loop: fld T9, 0(a0)

fmul.d T10, ~~f0~~ T0, T2

fdiv.d T11, T9, T10

fld T12, 0(a1)

fadd.d T13, T0, T12

fsub.d T14, T11, T13

fsd T14, 0(a1)

3. 习题11

区别: 显式: 物理寄存器数目比ISA定义的多 隐式: 物理寄存器数量与ISA规定一致

优缺点: 显式: 降低功耗, 在嵌入式处理器中受欢迎, 但需要的物理寄存器较多

隐式: 需要的物理寄存器更少, 但读取数据的复杂度较高功耗更高

实现方式: 显式: 需要空闲列表(free list)和重命名列表(renaming table),

即将提交的数据和处于推测状态的数据都保存在物理寄存器中

隐式: 最终写回的指令结果存放在物理寄存器中, 处于推测状态的数据

存放在重排序缓冲区(ROB)中, 还需要额外表项记录寄存器最新值
已写回ARF中还是暂存在ROB中。