

Chapter 3 Homework (2)

9. 考虑一个顺序流水线, 忽略前端的取指和译码, 处理器从发射到执行完成不同指令所需要的总周期数如下表所示。

指令类型	总周期数
内存加载	4
内存存储	2
整型运算	1
分支	2
浮点加法	3
浮点乘法	5
浮点除法	7

考虑如下的指令序列:

Loop: fld f2, 0(a0)

fdiv.d f8, f0, f2

fmul.d f2, f0, f2

fld f4, 0(a1)

fadd.d f4, f0, f4

fadd.d f10, f8, f2

fsd f10, 0(a0)

fsd f4, 0(a1)

addi a0, a0, 8

addi a1, a1, 8

sub x20, x4, a0

bnez x20, Loop

1) 假设一条单发射顺序流水线, 在没有数据冲突或分支指令时, 每个周期均会新发射一条指令 (假设运算单元是充足的)。检测到数据冲突或分支指令时则会暂停发射, 直到冲突指令执行完毕才会发射新的指令。则上述代码段的一代迭代需要多少个周期执行完成。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
fld			f2	fdiv.d		f8	fmul.d	fld	f2/f4	fadd.d	fadd.d	f4										
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
f10	fsd	f10/fsd	f4	addi	addi	sub	bnez															
F		F	F	F	F	F																

共需 32 个周期执行完成。

2) 假设一条双发射顺序流水线, 取指和译码的带宽足够, 运算单元充足, 且数据在两条流水线之间的传递是无延迟的, 因此只有真数据冲突才会导致流水线停顿。则上述代码段的一次迭代需要多少个周期执行完成?

1	2	3	4	5	15	9	10	13	14	15	16
f1d			f2	fdiv.d		f8				f8	fadd.d
				fmul.d			f2	f1d	f4	fadd.d	f4
18	19	20	21	22	23	24					
f10	f5d	f10	addi	sub	bneZ	F					
f5d	f5d	f4	addi								

需要24个周期。

3) 调整指令的排列顺序, 使得其在上述双发射流水线中完成一次迭代需要的周期数减少。给出调整后的指令序列及一次迭代所需要的周期数。

1	4	5	9	10	12	13	15	14	15	16	17
									f8	addi(a0)	addi
f1d	f2	fdiv.d									
f1d	f4	fmul.d	f2	fadd.d	f4	fadd.d	f5d	f4	fadd.d		f10
18	19	20	21								
f5d	f10	bneZ	F								
addi(a0)	sub										
addi(a0)											

共21个周期, 顺序为: f1d, f2, o(a0); f1d, f4, o(a0); fdiv.d; fmul.d; f5d, f4, o(a0); fadd.d, f4, f0, f4; fadd.d, f10, f8, f2; addi a, a, 8; f5d, f10, o(a0); addi a, a, 8; sub x20, x4, a0; bneZ x20, loop.

10. 考虑如下的代码片段:

```
loop: fld    f4, 0(a0)
```

```
      fmul.d f2, f0, f2
```

```
      fdiv.d f8, f4, f2
```

```
      fld    f4, 0(a1)
```

```
      fadd.d f6, f0, f4
```

```
      fsub.d f8, f8, f6
```

```
      fsd    f8, 0(a1)
```

现将其进行简单的寄存器重命名, 假定有 $T_0 \sim T_{15}$ 的临时寄存器池, 且 T_9 开始的寄存器可用于重命名, 写出重命名后的指令序列。

```
fld    T9, 0(a0)
```

```
fmul.d T10, 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)
```

11. 查阅资料, 简述显式重命名和隐式重命名的区别、优缺点, 以及可能的实现方式。

区别在于: 显式重命名, 在指令中直接使用了物理寄存器的名称;

其可以提高指令的并行性, 减少指令间的依赖关系, 从而提高指令的执行速度和效率

但需要相应的硬件支持。(重命名寄存器文件)

隐式重命名则仍使用逻辑寄存器的名称, 寄存器的分配和重命名是由处理器硬件

完成的。优点是提高编程的灵活性和可移植性。无需额外寄存器, 但需寄存器重

命名表有额外的存储开支。(重命名表)