

6	DADDIU	R2, R2, #8
7	DSLTU	R3, R1, R4
8	stall	
9	stall	
10	ADD.D	F6, F4, F1
11	stall	
12	stall	
13	BNEZ	R3, f00
14	S.D	F6, -8(R2)

未调度时为19, 调度后为13.

因此调度后比未调度快]. 31.6%,  
时钟频率应加~~快~~ 31.6%.

3.14(b) 必须展开3次才能消除 stalls.

时钟周期	指令
1	DADDIU, R4, R1, #800
2	L.D F2, 0(R1)
3	L.D F6, 0(R2)
4	MUL.D F4, F2, F0
5	L.D F2, 8(R1)
6	L.D R10, 8(R2)
7	MUL.D F8, F2, F0
8	L.D F2, 16(R1)
9	L.D F14, 16(R2)
10	MUL.D F12, F2, F0
11	DADDIU R1, R1, #24



12.	DADDIU	R2, R2, #24
13	ADD.D	F6, F4, F6
14	ADD.D	F10, F8, F10
15	ADD.D	F14, F12, F14
16	DSLTLU	R3, R1, R4
17	SID	F6, -24(R2)
18	SID	F10, -16(R2)
19	BNEZ	R3, foo
20	SID	F14, -8(R2)

必须展开3次 每个的指令时间为 $\frac{1}{3}$ 周期  
向其中的元素

3.15.

迭代	指令	发射	执行/访存	写回	备注
1	L.D F2, 0(R1)	1	2	3	
1	MUL.D F4, F2, F0	2	4	19	等F2写回
1	L.D F6, 0(R2)	3	4	5	
1	ADD.D F6, F4, F6	4	20	30	等F4
1	SID F6, 0(R2)	5	31	.	等F6
1	DADDIU R1, R1, #8	6	7	8	
1	DADDIU R2, R2, #8	7	8	9	
1	DSLTLU R3, R1, R4	8	9	10	整型指令
1	BNEZ R3, foo	9	11	.	等R3
2	L.D F270(R1)	10	12	13	等待R1
2	MUL.D F4, F2, F0	11	19	34	
2	L.D F6, 0(R2)	12	13	14	
2	ADD.D F6, F4, F6	13	35	45	等待F4



	发射	数据通路号	备注
2 S.D F6.0(R2)	14	46	
2 DADDUI R1,R1,#8	15	16	17
2 DADDUI R2,R1,#8	16	17	18
2 DSLTU R3,R1,R0	17	18	19
2 BNEZ R3,F00	18	20	寄存器
3 L.D F2.0(R1)	19	21	22
3 MUL.D F4,F2,F0	20	34	49 乘法器忙
3 L.D F6.0(R2)	21	22	23
3 ADD.D F6,F4,F6	22	50	60 寄存器F4
3 S.D F6.0(R2)	23	61	寄存器F6
3 DADDUI R1,R1,#8	24	25	26
3 DADDUI R2,R2,#8	25	26	27
3 DSLTU R3,R1,R4	26	27	28
3 BNEZ R3,F00	27	29	寄存器R3

EX. MEM 在一个clock内完成 合并

第1次迭代: 31

第2次迭代: 37

第3次迭代: 43

$$\begin{aligned}
 1. a. \text{ stalls}_{BTB} &= \frac{15}{100} \times \left( \frac{90}{100} \cdot \frac{10}{100} \cdot 4 + 0.9 \times 0.9 \times 0 \right. \\
 &\quad \left. + 0.1 \times 3 \right) \\
 &= 0.099 \\
 CPI &= 1 + 0.099 = 1.099
 \end{aligned}$$

b. 图2为 2周期时:

$$CPI = 1 + 15\% \times 2 = 1.3$$

分支缓冲方法更快





2. 设每个无条件转移造成延迟  $T$

$$1 + 5\% \cdot T = 1.1$$

$$\Rightarrow T = 2$$

当分支缓冲命中时, 延迟为 0,

例

$$CPI = 1 + 2 \times 5\% \times (1 - 90\%) = 1.09$$

