

## A.5 实验五 Tomasulo 算法

### A.5.1 实验目的

1. 加深对指令级并行性及其开发的理解。
2. 加深对 Tomasulo 算法的理解。
3. 掌握 Tomasulo 算法在指令流出、执行、写结果各阶段对浮点操作指令以及 load 和 store 指令进行什么处理。
4. 掌握采用了 Tomasulo 算法的浮点处理部件的结构。
5. 掌握保留站的结构。
6. 给定被执行代码片段，对于具体某个时钟周期，能够写出保留站、指令状态表以及浮点寄存器状态表内容的变化情况。

### A.5.2 实验平台

实验平台采用 Tomasulo 算法模拟器。  
环境的建立：见 A.0。

### A.5.3 实验内容及步骤

首先要掌握 Tomasulo 模拟器的使用方法。（见 A.5.4 节）

1. 假设浮点功能部件的延迟时间为加减法 2 个时钟周期，乘法 10 个时钟周期，除法 40 个时钟周期，Load 部件 2 个时钟周期。

(1) 对于下面的代码段，给出当指令 MUL.D 即将确认时，保留站、load 缓冲器以及寄存器状态表中的内容。

```

L.D      F6, 24 (R2)
L.D      F2, 12 (R3)
MUL.D    F0, F2, F4
SUB.D    F8, F6, F2
DIV.D    F10, F0, F6
ADD.D    F6, F8, F2

```

保留站

↑

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	Mult1	0	-

寄存器

↑

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D6	D4	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	0	0	Mult2	-	-

---

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]	D5 = D3 / D1
D2 = M[R[R3] + 12]	D6 = D4 + D2
D3 = D2 * R[F4]	
D4 = D1 - D2	

指令列表

↑

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	• 执行完成	-
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

(2) 按步进方式执行上述代码，利用模拟器的“小三角按钮”的对比显示功能，观察每一个时钟周期前后各信息表中内容的变化情况。

周期1:

Tomasulo 算法模拟器

退出 暂停 编辑 周期: 1 / 57

+1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	流出	CP 1	-	-
2	L.D F2,12(R3)	等待	-	-	-
3	MUL.D F0,F2,F4	等待	-	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	等待	-	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	等待	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	Yes	L.D	R[R2]	-	0	-	24
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	Load1	-	-	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期2:

Tomasulo 算法模拟器

退出 暂停 编辑 周期: 2 / 57

+1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	执行	CP 1	剩余 1 CP	-
2	L.D F2,12(R3)	流出	CP 2	-	-
3	MUL.D F0,F2,F4	等待	-	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	等待	-	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	等待	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	Yes	L.D	R[R2]	-	0	-	R[R2] + 24
Load2	Yes	L.D	R[R3]	-	0	-	R[R3] + 12
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	Load2	-	Load1	-	-	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期3:

Tomasulo 算法模拟器

退出 暂停 编辑 周期: 3 / 57

+1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	执行	CP 1	执行完成	-
2	L.D F2,12(R3)	执行	CP 2	剩余 1 CP	-
3	MUL.D F0,F2,F4	流出	CP 3	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	等待	-	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	等待	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	Yes	L.D	R[R2]	-	0	-	R[R2] + 24
Load2	Yes	L.D	R[R3]	-	0	-	R[R3] + 12
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	-	R[F4]	Load2	0	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	Mult1	Load2	-	Load1	-	-	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期4:

Tomasulo 算法模拟器

退出

编辑

周期: 4 / 57

+1 CP

-1 CP

+5 CP

-5 CP

执行到底

跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	执行	CP 2	执行完成	-
3	MUL.D F0,F2,F4	流出	CP 3	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	流出	CP 4	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	等待	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24

D2 = M[R(R3)] + 12

D3 = D2 \* R[F4]

D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1

D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	Yes	L.D	R[R3]	-	0	-	R[R3] + 12
Add1	Yes	SUB.D	D1	-	0	-	Load2
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	-	R[F4]	Load2	0	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	D1	-	-	-	-
Qi	Mult1	Load2	-	0	Add1	-	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期5:

Tomasulo 算法模拟器

退出

编辑

周期: 5 / 57

+1 CP

-1 CP

+5 CP

-5 CP

执行到底

跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	流出	CP 3	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	流出	CP 4	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24

D5 = D3 / D1

D2 = M[R(R3)] + 12

D6 = D4 + D2

D3 = D2 \* R[F4]

D4 = D1 - D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	Yes	SUB.D	D1	D2	0	0	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	Mult1	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	0	Add1	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期6:

Tomasulo 算法模拟器

退出

编辑

周期: 6 / 57

+1CP

-1CP

+5CP

-5CP

执行到底

跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 9 CP	-
4	SUB.D F8,F6,F2	执行	CP 4	剩余 1 CP	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	流出	CP 6	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24

D5 = D3 / D1

D2 = M[R(R3)] + 12

D6 = D4 + D2

D3 = D2 \* R[F4]

D4 = D1 - D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	Yes	SUB.D	D1	D2	0	0	-
Add2	Yes	ADD.D	-	D2	Add1	0	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	Mult1	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	Add2	Add1	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期7:

周期8:

周期9:

周期10:

Tomasulo 算法模拟器

退出 11 编辑 周期: 10 / 57 +1CP -1CP +5CP -5CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 5 CP	-
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	执行	CP 6	执行完成	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24  
D2 = M[R(R3)] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	Yes	ADD.D	D4	D2	0	0	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	Mult1	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	D4	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	Add2	0	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期11:

Tomasulo 算法模拟器

退出 11 编辑 周期: 11 / 57 +1CP -1CP +5CP -5CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 4 CP	-
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24  
D2 = M[R(R3)] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	Mult1	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D6	D4	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	0	0	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期12-15:

Tomasulo 算法模拟器

退出 11 编辑 周期: 15 / 57 +1CP -1CP +5CP -5CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	执行完成	-
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24  
D2 = M[R(R3)] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	Mult1	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D6	D4	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	0	0	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期16:

Tomasulo 算法模拟器

退出 编辑

周期: 16 / 57

+1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24  
D2 = M[R(R3)] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV.D	D3	D1	0	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D6	D4	-	-	-
Qi	0	0	-	0	0	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期17-56:

Tomasulo 算法模拟器

退出 编辑

周期: 17 / 57

+1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV.D F10,F0,F6	执行	CP 5	剩余 39 CP	-
6	ADD.D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R(R2)] + 24  
D2 = M[R(R3)] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV.D	D3	D1	0	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D6	D4	-	-	-
Qi	0	0	-	0	0	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

周期57:

Tomasulo 算法模拟器

退出

编辑

周期: 57 / 57

-1 CP

-1 CP

+5 CP

-5 CP

执行到底

跳转到

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV.D F10,F0,F6	完成	CP 5	CP 17 - 56	CP 57
6	ADD.D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]

D2 = M[R[R3] + 12]

D3 = D2 \* R[F4]

D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1

D6 = D4 + D2

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D6	D4	+ D5	-	-
Qi	0	0	-	0	0	+ 0	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

2. 对于与上面相同的延迟时间和代码段。

(1) 给出在第 3 个时钟周期时，保留站的内容。

保留站								↑
名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A	
Load1	Yes	L.D	R[R2]	-	0	-	R[R2] + 24	
Load2	Yes	L.D	R[R3]	-	0	-	R[R3] + 12	
Add1	No	-	-	-	-	-	-	
Add2	No	-	-	-	-	-	-	
Add3	No	-	-	-	-	-	-	
Mult1	Yes	MUL.D	-	R[F4]	Load2	0	-	
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	

(2) 步进 5 个时钟周期，给出这时保留站、load 缓冲器以及寄存器状态表中的内容。

保留站								↑
名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A	
Load1	No	-	-	-	-	-	-	
Load2	No	-	-	-	-	-	-	
Add1	No	-	-	-	-	-	-	
Add2	Yes	ADD.D	D4	D2	0	0	-	
Add3	No	-	-	-	-	-	-	
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	-	
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	Mult1	0	-	
寄存器								↑
名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	D4	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	Add2	0	Mult2	-	-
名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-



### 数据列表

$D1 = M[R[R2]] + 24]$   
 $D2 = M[R[R3]] + 12]$   
 $D3 = D2 * R[F4]$   
 $D4 = D1 - D2$   
 $D5 = D3 / D1$   
 $D6 = D4 + D2$

### 指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L. D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L. D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL. D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 7 CP	-
4	SUB. D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8
5	DIV. D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD. D F6,F8,F2	流出	CP 6	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

(3) 再步进 10 个时钟周期，给出这时保留站、load 缓冲器以及寄存器状态表中的内容。

### 保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV. D	D3	D1	0	0	-

### 寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D6	D4	-	-	-
Qi	0	0	-	0	0	Mult2	-	-

  

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

### 数据列表

$D1 = M[R[R2]] + 24]$   
 $D2 = M[R[R3]] + 12]$   
 $D3 = D2 * R[F4]$   
 $D4 = D1 - D2$   
 $D5 = D3 / D1$   
 $D6 = D4 + D2$

指令列表							↑
序号	指令		状态	流出周期	执行周期	写结果周期	
1	L. D	F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	
2	L. D	F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	
3	MUL. D	F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16	
4	SUB. D	F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	
5	DIV. D	F10,F0,F6	执行	CP 5	剩余 38 CP	-	
6	ADD. D	F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	
7	-		-	-	-	-	
8	-		-	-	-	-	
9	-		-	-	-	-	
10	-		-	-	-	-	

3. 假设浮点功能部件的延迟时间为加减法 3 个时钟周期，乘法 8 个时钟周期，除法 40 个时钟周期。自己编写一段程序（要在实验报告中给出），重复上述步骤 2 的工作。  
程序：

(1) 给出在第 3 个时钟周期时，保留站的内容。

保留站								↑
名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A	
Load1	Yes	L. D	R[R2]	-	0	-	R[R2] + 24	
Load2	Yes	L. D	R[R3]	-	0	-	R[R3] + 12	
Add1	No	-	-	-	-	-	-	
Add2	No	-	-	-	-	-	-	
Add3	No	-	-	-	-	-	-	
Mult1	Yes	MUL. D	-	R[F4]	Load2	0	-	
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	

(2) 步进 5 个时钟周期，给出这时保留站、load 缓冲器以及寄存器状态表中的内容。

保留站								↑
名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A	
Load1	No	-	-	-	-	-	-	
Load2	No	-	-	-	-	-	-	
Add1	Yes	SUB. D	D1	D2	0	0	-	
Add2	Yes	ADD. D	-	D2	Add1	0	-	
Add3	No	-	-	-	-	-	-	
Mult1	Yes	MUL. D	D2	R[F4]	0	0	-	
Mult2	Yes	DIV. D	-	D1	Mult1	0	-	

数据列表

$D1 = M[R[R2] + 24]$        $D5 = D3 / D1$   
 $D2 = M[R[R3] + 12]$        $D6 = D4 + D2$   
 $D3 = D2 * R[F4]$   
 $D4 = D1 - D2$

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
Qi	Mult1	0	-	Add2	Add1	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L. D    F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L. D    F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL. D   F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 5 CP	-
4	SUB. D   F8,F6,F2	执行	CP 4	执行完成	-
5	DIV. D   F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-
6	ADD. D   F6,F8,F2	流出	CP 6	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

(3) 再步进 10 个时钟周期，给出这时保留站、load 缓冲器以及寄存器状态表中的内容。

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV. D	D3	D1	0	0	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D6	D4	-	-	-
Qi	0	0	-	0	0	Mult2	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
Qi	-	-	-	-	-	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]

D5 = D3 / D1

D2 = M[R[R3] + 12]

D6 = D4 + D2

D3 = D2 \* R[F4]

D4 = D1 - D2

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期
1	L. D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4
2	L. D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5
3	MUL. D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 13	CP 14
4	SUB. D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 8	CP 9
5	DIV. D F10,F0,F6	执行	CP 5	剩余 36 CP	-
6	ADD. D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 10 - 12	CP 13
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-

阿里云

产品 解决方案 文档与社区 权益中心 定价 云市场 合作伙伴 支持与服务 了解阿里云

搜索社区内容

账号 设置 控制台

开发者社区

首页 探索云世界 同产品 动手实践 考证 10000+ 活动广场 下载

开发社区 > 云实验室 > 实验场景 > 同济大学系统结构 实验五: Tomasulo算法

同济大学系统结构 实验五: Tomasulo算法

今天剩余名额: 9995

★★★★★ (9.7分)

提示: 云产品资源会在到期前自动释放, 请提前做好续费操作。

再次实验

建议实验时长(小时)

4

云产品资源使用时长(小时)

4

实验简介 实验报告 (21) 问答 4

游客uvofqz:bd365qi

实验目的 1. 加深对指令级并行性及其开发的理解。 2. 加深对Tomasulo算法的理解。 3. 掌握Tomasulo算法在指令流出、执行、写结果各阶段对浮点操作指令以及load和store指令进行什么处理。 4. 掌握采用了Tomasulo算法的浮点处理部件的结构。 5. 掌握保留站...

2024-01-03 0 0 0 0

账号 >

junwenmiao2253893

账号 ID: 1635011526478995

主账号 (个人认证)

权限与安全

安全监控 访问控制 AccessKey

费用与成本 >

可用额度

¥ 0.00 充值

本月账单 持续出账中

查看 成本明细

待支付 待续费 待办工单 未读消息

0 0 0 0

常用工具

发布 合同 卡券 订单 购物车 试用

函数计算的功能训练营

2024-04-25 21:25

退出登录

相关场景

25

### A.5.4 Tomasulo 算法模拟器使用方法

#### 1. 设置指令和参数

本模拟器最多可以模拟 10 条指令。可以在“指令”区选择和设置所要的指令。“指令”区如图 A.5.1 所示。

指令

L.D	▼	F8	▼	21	▼	R3	▼
L.D	▼	F4	▼	16	▼	R4	▼
MULT.D	▼	F2	▼	F4	▼	F6	▼
SUB.D	▼	F10	▼	F8	▼	F4	▼
DIV.D	▼	F12	▼	F2	▼	F8	▼
ADD.D	▼	F8	▼	F10	▼	F4	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼

图 A.5.1 “指令”区

你可以从下拉框中选择指令，供选择的指令有以下 5 种：

- (1) L.D 指令：从主存读取一个双精度浮点数；
- (2) ADD.D：双精度浮点加法指令；
- (3) SUB.D：双精度浮点减法指令；
- (4) MULT.D：双精度浮点乘法指令；
- (5) DIV.D：双精度浮点除法指令。

指令的各参数也可以从各自的下拉框中选择。

你还可以在窗口的右上区域设置各部件的执行时间（时钟周期数），如图 A.5.2 所示。

功能部件的执行时间

Load	2	加/减	2
乘法	10	除法	40

执行 复位

图 A.5.2 设置功能部件时间

其中“复位”的作用是使所有设置恢复为默认值。

## 2. 执行

点击“执行”按钮，就进入执行状态。你可以用中间的按钮来控制指令的执行，包括“步进”、“退1步”、“前进5个周期”、“后退5个周期”、“执行到底”、“退出”等。还可以用“go”按钮直接跳转到你所指定的时钟周期。如果想修改被执行的代码，按“退出”按钮，即可回到设置指令和参数页面。

向前执行后，状态表中抹色的字段表示其内容发生了变化。

## 3. 对比状态表

每一个状态表的右上角外侧都有一个小三角，用鼠标左键点击它，会弹出该表在上一个时钟周期的内容。这是为了让你通过对比来了解哪些内容发生了变化。在弹出表以外的区域再次点击鼠标，就可以将其收回。

## 4. 各个表的内容

### (1) 指令状态表

指令状态表如图 A.5.3 所示。它列出了各指令什么时候执行到了哪一步。其中的数字表示时钟周期，“~”表示时钟周期期间。例如，图 A.5.3 中的 2~3 表示在第 2 到第 3 个时钟周期（含第 3 个），第一条 L.D 指令是在“执行”这一步。

指令状态			
指令	流出	执行	写结果
L.D F8, 21(R3)	1	2~3	
L.D F4, 16(R4)	2	3~	
MULT.D F2, F4, F6	3		
SUB.D F10, F8, F4			
DIV.D F12, F2, F8			
ADD.D F8, F10, F4			

图 A.5.3 指令状态表

其中抹色的区域表示最近一个时钟周期其内容发生了变化。下同。

### (2) 保留站

保留站的内容如图 A.5.4 所示。

保留站							
Time	名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk
	Add1	No					
	Add2	No					
	Add3	No					
	Mult1	No					
	Mult2	No					

图 A.5.4 保留站

其中各字段的名称和含义如下：

Time：表示相应的保留站还要执行多少个时钟周期；

名称：保留站的名称。用于唯一地标识相应的保留站；

Op：要对源操作数进行的操作；

Qj, Qk：将产生源操作数的保留站名称。其值等于 0 表示操作数已经就绪且在 Vj 或 Vk 中，或者不需要操作数。

Vj, Vk：源操作数的值。对于每一个操作数来说，V 和 Q 字段只有一个有效。

Busy：为“YES”表示该保留站“忙”。

### (3) Load 部件

Load 部件的内容如图 A.5.5 所示。它按队列方式工作，每次处理新的访存都是从队列头部取走一条。

Load部件			
名称	Busy	地址	值
Load1	Yes	21	
Load2	No		
Load3	No		

图 A.5.5 Load 部件

其中各字段的含义如下：

名称：相应单元的名称（标识）； Busy：

“忙”标志，为“YES”表示已被占用；地址：

访存的有效地址；

值：存放从存储器读来的数据。

### (4) 寄存器

寄存器的内容如图 A.5.6 所示。

寄存器										
字段	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14	F16	F18
Qi					Load1					

图 A.5.6 寄存器的内容

各字段的含义如下：

Qi：寄存器状态，用于存放将把结果写入该寄存器的保留站的站号。为 0 表示当前没有正在执行的指令要写入该寄存器，也即该寄存器中的内容就绪。

值：寄存器的值。

当上述表中的内容写不下时，模拟器会采用缩写的方法。这时，在上面中间的区域中会显示缩写及其值。

## A.6 实验六 再定序缓冲（ROB）工作原理

### A.6.1 实验目的

1. 加深对指令级并行性及其开发的理解。
2. 加深对基于硬件的前瞻执行的理解。
3. 掌握 ROB 在流出、执行、写结果、确认 4 个阶段所进行的操作。
4. 掌握 ROB 缓冲器的结构。
5. 给定被执行代码片段，对于具体某个时钟周期，能写出保留站、ROB 以及浮点寄存器状态表内容的变化情况。

### A.6.2 实验平台

实验平台采用再定序缓冲 ROB 模拟器。  
环境的建立：见 A.0。

### A.6.3 实验内容及步骤

首先要掌握 ROB 模拟器的使用方法（见 A.6.4 节）。

1. 假设浮点功能部件的延迟时间为加法 2 个时钟周期，乘法 10 个时钟周期，除法 40 个时钟周期，Load 部件 2 个时钟周期。

（1）对于下面的代码段，给出当指令 MUL.D 即将确认时保留站、ROB 以及浮点寄存器状态表的内容。

```
L.D      F6, 24 (R2)
L.D      F2, 12 (R3)
MUL.D    F0, F2, F4
SUB.D    F8, F6, F2
DIV.D    F10, F0, F6
ADD.D    F6, F8, F2
```

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV. D	D3	D1	0	0	#5	-



ROB					↑
序号	Busy	类型	目的	值	
#1	No	-	-	-	T
#2	No	-	-	-	
#3	Yes	MUL. D 3	F0	D3	H
#4	Yes	SUB. D 4	F8	D4	
#5	Yes	DIV. D 5	F10	-	
#6	Yes	ADD. D 6	F6	D6	

#### 数据列表

$D1 = M[R[R2]] + 24]$   
 $D2 = M[R[R3]] + 12]$   
 $D3 = D2 * R[F4]$   
 $D4 = D1 - D2$   
 $D5 = D3 / D1$   
 $D6 = D4 + D2$

#### 寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

  

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

（2）按步进方式执行上述代码，利用模拟器的“小三角按钮”的对比显示功能，观察每一个时钟周期前后保留站、ROB 以及浮点寄存器状态表的内容的变化情况。

周期1:

ROB 算法模拟器									
退出				编辑	周期: 1 / 59		+1 CP	-1 CP	+5 CP
								-5 CP	执行到底
								跳转至	

  

指令列表							↑
序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期	
1	L. D F6,24(R2)	流出	CP 1	-	-	-	
2	L. D F2,12(R3)	等待	-	-	-	-	
3	MUL. D F0,F2,F4	等待	-	-	-	-	
4	SUB. D F8,F6,F2	等待	-	-	-	-	
5	DIV. D F10,F0,F6	等待	-	-	-	-	
6	ADD. D F6,F8,F2	等待	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	

  

保留站									
名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A	
Load1	Yes	L. D	R[R2]	-	0	-	#1	24	
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-	
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-	
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-	
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-	
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-	
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	-	

  

ROB									
序号	Busy	类型	目的	值					
#1	Yes	L. D 1	F6	-	H				
#2	No	-	-	-	T				
#3	No	-	-	-					
#4	No	-	-	-					
#5	No	-	-	-					
#6	No	-	-	-					

  

寄存器									
名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14	
值	-	-	-	-	-	-	-	-	
ROB 项	-	-	-	#1	-	-	-	-	

  

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30	
值	-	-	-	-	-	-	-	-	
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-	

  

数据列表									
$D1 = M[R[R2]] + 24]$ $D2 = M[R[R3]] + 12]$ $D3 = D2 * R[F4]$ $D4 = D1 - D2$ $D5 = D3 / D1$ $D6 = D4 + D2$									

周期2:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 2 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	执行	CP 1	剩余 1 CP	-	-
2	L.D F2,12(R3)	流出	CP 2	-	-	-
3	MUL.D F0,F2,F4	等待	-	-	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	等待	-	-	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	等待	-	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Oj	Ok	Dest	A
Load1	Yes	L.D	R[R2]	-	0	-	#1	R[R2] + 24
Load2	Yes	L.D	R[R3]	-	0	-	#2	12
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	#2	-	#1	-	-	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	Yes	L.D 1	F6	H
#2	Yes	L.D 2	F2	T
#3	No	-	-	-
#4	No	-	-	-
#5	No	-	-	-
#6	No	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期3:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 3 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	执行	CP 1	执行完成	-	-
2	L.D F2,12(R3)	执行	CP 2	剩余 1 CP	-	-
3	MUL.D F0,F2,F4	流出	CP 3	-	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	等待	-	-	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	等待	-	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Oj	Ok	Dest	A
Load1	Yes	L.D	R[R2]	-	0	-	#1	R[R2] + 24
Load2	Yes	L.D	R[R3]	-	0	-	#2	R[R3] + 12
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	R[F4]	#2	0	-	#3	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	#3	#2	-	#1	-	-	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	Yes	L.D 1	F6	H
#2	Yes	L.D 2	F2	T
#3	Yes	MUL.D 3	F0	-
#4	No	-	-	-
#5	No	-	-	-
#6	No	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期4:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 4 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	写回	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	-
2	L.D F2,12(R3)	执行	CP 2	执行完成	-	-
3	MUL.D F0,F2,F4	流出	CP 3	-	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	流出	CP 4	-	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	等待	-	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Oj	Ok	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	Yes	L.D	R[R3]	-	0	-	#2	R[R3] + 12
Add1	Yes	SUB.D	D1	-	0	-	#2	#4
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	R[F4]	#2	0	-	#3	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	#3	#2	-	#1	#4	-	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	Yes	L.D 1	F6	D1
#2	Yes	L.D 2	F2	-
#3	Yes	MUL.D 3	F0	-
#4	Yes	SUB.D 4	F8	-
#5	No	-	-	T
#6	No	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期5:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 5 / 59 +1CP -1CP +5CP -5CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2-3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	写回	CP 2	CP 3-4	CP 5	-
3	MUL.D F0,F2,F4	流出	CP 3	-	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	流出	CP 4	-	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	等待	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	-	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	#2	-	0	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	Yes	SUB.D	D1	D2	0	0	#4	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	-
#2	Yes	L.D 2	F2	D2
#3	Yes	MUL.D 3	F0	-
#4	Yes	SUB.D 4	F8	-
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	No	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期6:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 6 / 59 +1CP -1CP +5CP -5CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2-3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3-4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 9 CP	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	执行	CP 4	剩余 1 CP	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	流出	CP 6	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	Yes	SUB.D	D1	D2	0	0	#4	-
Add2	Yes	ADD.D	-	D2	#4	0	#6	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	-
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL.D 3	F0	-
#4	Yes	SUB.D 4	F8	-
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期7:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 7 / 59 +1CP -1CP +5CP -5CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2-3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3-4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 8 CP	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	执行	CP 4	执行完成	-	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	流出	CP 6	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	Yes	SUB.D	D1	D2	0	0	#4	-
Add2	Yes	ADD.D	-	D2	#4	0	#6	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	-
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL.D 3	F0	-
#4	Yes	SUB.D 4	F8	-
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	-

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期8:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 8 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 7 CP	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	流出	CP 6	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	Yes	ADD.D	D4	D2	0	0	#6	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL.D 3	F0	H
#4	Yes	SUB.D 4	F8	D4
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	-

数据列表

D1 = M[R[R2]] + 24  
D2 = M[R[R3]] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期9:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 9 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 6 CP	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	执行	CP 6	剩余 1 CP	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	Yes	ADD.D	D4	D2	0	0	#6	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL.D 3	F0	H
#4	Yes	SUB.D 4	F8	D4
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	-

数据列表

D1 = M[R[R2]] + 24  
D2 = M[R[R3]] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期10:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 10 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 5 CP	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	执行	CP 6	执行完成	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	Yes	ADD.D	D4	D2	0	0	#6	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL.D 3	F0	H
#4	Yes	SUB.D 4	F8	D4
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	-

数据列表

D1 = M[R[R2]] + 24  
D2 = M[R[R3]] + 12  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期11:

ROB 算法模拟器

退出

编辑

周期: 11 / 59

+1 CP

-1 CP

+5 CP

-5 CP

执行到底

跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	剩余 4 CP	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL.D	D3	F0
#4	Yes	SUB.D	D4	F8
#5	Yes	DIV.D	D5	F10
#6	Yes	ADD.D	D6	F6

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]

D2 = M[R[R3] + 12]

D3 = D2 \* R[F4]

D4 = D1 - D2

D5 = D3 / D1

D6 = D4 + D2

周期12-15:

ROB 算法模拟器

退出

编辑

周期: 15 / 59

+1 CP

-1 CP

+5 CP

-5 CP

执行到底

跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	执行	CP 3	执行完成	-	-
4	SUB.D F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	-
5	DIV.D F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Cp	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL.D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV.D	-	D1	#3	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL.D	D3 F0	H
#4	Yes	SUB.D	F4 F8 D4	-
#5	Yes	DIV.D	D5 F10	-
#6	Yes	ADD.D	D6 F6 D6	-

数据流表

D1 = M[R[R2]] + 24]

D2 = M[R[R3]] + 12]

D3 = D2 \* R[F4]

D4 = D1 - D2

D6 = D3 / D1

D6 = D4 + D2

周期17:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 17 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16	CP 17
4	SUB.D F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	-
5	DIV.D F10,F0,F6	执行	CP 5	剩余 39 CP	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV.D	D3	D1	0	0	#5	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	0	0	-	#6	#4	#5	-	-

  

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	No	-	-	-
#4	Yes	SUB.D 4	F8	D4
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	D6

数据列表

D1 = M[R[2] + 24]  
D2 = M[R[3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期18:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 18 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16	CP 17
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	CP 18
5	DIV.D F10,F0,F6	执行	CP 5	剩余 38 CP	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV.D	D3	D1	0	0	#5	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D1	D4	-	-	-
ROB 项	0	0	-	#6	0	#5	-	-

  

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	No	-	-	-
#4	No	-	-	-
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	D6

数据列表

D1 = M[R[2] + 24]  
D2 = M[R[3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期19-56:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 56 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16	CP 17
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	CP 18
5	DIV.D F10,F0,F6	执行	CP 5	执行完成	-	-
6	ADD.D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV.D	D3	D1	0	0	#5	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D1	D4	-	-	-
ROB 项	0	0	-	#6	0	#5	-	-

  

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	No	-	-	-
#4	No	-	-	-
#5	Yes	DIV.D 5	F10	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	D6

数据列表

D1 = M[R[2] + 24]  
D2 = M[R[3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期57:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 57 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16	CP 17
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	CP 18
5	DIV.D F10,F0,F6	写回	CP 5	CP 17 - 56	CP 57	-
6	ADD.D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D1	D4	-	-	-
ROB 项	0	0	-	#6	0	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	No	-	-	-
#4	No	-	-	-
#5	Yes	DIV.D 5	F10	D5
#6	Yes	ADD.D 6	F6	D6

数据列表

D1 = M[R[2] + 24]  
D2 = M[R[3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期58:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 58 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16	CP 17
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	CP 18
5	DIV.D F10,F0,F6	完成	CP 5	CP 17 - 56	CP 57	CP 58
6	ADD.D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D1	D4	D5	-	-
ROB 项	0	0	-	#6	0	0	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	No	-	-	-
#4	No	-	-	-
#5	No	-	-	-
#6	Yes	ADD.D 6	F6	D6

数据列表

D1 = M[R[2] + 24]  
D2 = M[R[3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

周期59:

ROB 算法模拟器

退出 编辑 周期: 59 / 59 +1 CP -1 CP +5 CP -5 CP 执行到底 跳转至

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L.D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L.D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL.D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 15	CP 16	CP 17
4	SUB.D F8,F6,F2	完成	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	CP 18
5	DIV.D F10,F0,F6	完成	CP 5	CP 17 - 56	CP 57	CP 58
6	ADD.D F6,F8,F2	完成	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	CP 59
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D6	D4	D5	-	-
ROB 项	0	0	-	0	0	0	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	No	-	-	-	-	-	-	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	T
#2	No	-	-	-
#3	No	-	-	-
#4	No	-	-	-
#5	No	-	-	-
#6	No	-	-	-

数据列表

D1 = M[R[2] + 24]  
D2 = M[R[3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

2. 对于与上面相同的延迟时间和代码段：

(1) 给出在第 5 个时钟周期时，保留站的内容。

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	Yes	SUB. D	D1	D2	0	0	#4	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL. D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV. D	-	D1	#3	0	#5	-

(2) 步进 5 个时钟周期，ROB 的内容有哪些变化？

ROB					↑
序号	Busy	类型	目的	值	
#1	No	-	-	-	
#2	Yes	L. D 2	F2	D2	H
#3	Yes	MUL. D 3	F0	-	
#4	Yes	SUB. D 4	F8	-	
#5	Yes	DIV. D 5	F10	-	
#6	No	-	-	-	T

步进 5 个时钟周期后：

ROB					↑
序号	Busy	类型	目的	值	
#1	No	-	-	-	T
#2	No	-	-	-	
#3	Yes	MUL. D 3	F0	-	H
#4	Yes	SUB. D 4	F8	D4	
#5	Yes	DIV. D 5	F10	-	
#6	Yes	ADD. D 6	F6	-	

(3) 再步进 5 个时钟周期，给出这时保留站、ROB 以及浮点寄存器状态表的内容。

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL. D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV. D	-	D1	#3	0	#5	-



ROB					↑
序号	Busy	类型	目的	值	
#1	No	-	-	-	T
#2	No	-	-	-	
#3	Yes	MUL. D 3	F0	-	H
#4	Yes	SUB. D 4	F8	D4	
#5	Yes	DIV. D 5	F10	-	
#6	Yes	ADD. D 6	F6	D6	

**数据列表**

$D1 = M[R[R2] + 24]$   
 $D2 = M[R[R3] + 12]$   
 $D3 = D2 * R[F4]$   
 $D4 = D1 - D2$   
 $D5 = D3 / D1$   
 $D6 = D4 + D2$

寄存器									↑
名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14	
值	-	D2	-	D1	-	-	-	-	
ROB 项	#3	0	-	#6	#4	#5	-	-	

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30	
值	-	-	-	-	-	-	-	-	
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-	

指令列表							
序号	指令		状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L. D	F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L. D	F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL. D	F0,F2,F4	执行	CP 3	执行完成	-	-
4	SUB. D	F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 7	CP 8	-
5	DIV. D	F10,F0,F6	流出	CP 5	-	-	-
6	ADD. D	F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 9 - 10	CP 11	-
7	-		-	-	-	-	-
8	-		-	-	-	-	-
9	-		-	-	-	-	-
10	-		-	-	-	-	-

3. 假设浮点功能部件的延迟时间为加减法 3 个时钟周期，乘法 8 个时钟周期，除法 40 个时钟周期。自己编写一段程序（要在实验报告中给出），重复上述步骤 2 的工作。

程序：

(1) 给出在第 5 个时钟周期时，保留站的内容。

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	Yes	SUB. D	D1	D2	0	0	#4	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	Yes	MUL. D	D2	R[F4]	0	0	#3	-
Mult2	Yes	DIV. D	-	D1	#3	0	#5	-

(2) 步进 5 个时钟周期，ROB 的内容有哪些变化？

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	-
#2	Yes	L. D 2	F2	D2 <span>H</span>
#3	Yes	MUL. D 3	F0	-
#4	Yes	SUB. D 4	F8	-
#5	Yes	DIV. D 5	F10	-
#6	No	-	-	- <span>T</span>

步进5个周期后：

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	- <span>T</span>
#2	No	-	-	-
#3	Yes	MUL. D 3	F0	- <span>H</span>
#4	Yes	SUB. D 4	F8	D4
#5	Yes	DIV. D 5	F10	-
#6	Yes	ADD. D 6	F6	-

(3) 再步进 5 个时钟周期，给出这时保留站、ROB 以及浮点寄存器状态表的内容。

保留站

名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest	A
Load1	No	-	-	-	-	-	-	-
Load2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add1	No	-	-	-	-	-	-	-
Add2	No	-	-	-	-	-	-	-
Add3	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult1	No	-	-	-	-	-	-	-
Mult2	Yes	DIV. D	D3	D1	0	0	#5	-

ROB

序号	Busy	类型	目的	值
#1	No	-	-	-
#2	No	-	-	-
#3	No	-	-	-
#4	Yes	SUB. D 4	F8	D4
#5	Yes	DIV. D 5	F10	-
#6	Yes	ADD. D 6	F6	D6

数据列表

D1 = M[R[R2] + 24]  
D2 = M[R[R3] + 12]  
D3 = D2 \* R[F4]  
D4 = D1 - D2  
D5 = D3 / D1  
D6 = D4 + D2

寄存器

名称	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14
值	D3	D2	-	D1	-	-	-	-
ROB 项	0	0	-	#6	#4	#5	-	-

名称	F16	F18	F20	F22	F24	F26	F28	F30
值	-	-	-	-	-	-	-	-
ROB 项	-	-	-	-	-	-	-	-

指令列表

序号	指令	状态	流出周期	执行周期	写结果周期	确认周期
1	L. D F6,24(R2)	完成	CP 1	CP 2 - 3	CP 4	CP 5
2	L. D F2,12(R3)	完成	CP 2	CP 3 - 4	CP 5	CP 6
3	MUL. D F0,F2,F4	完成	CP 3	CP 6 - 13	CP 14	CP 15
4	SUB. D F8,F6,F2	写回	CP 4	CP 6 - 8	CP 9	-
5	DIV. D F10,F0,F6	执行	CP 5	剩余 39 CP	-	-
6	ADD. D F6,F8,F2	写回	CP 6	CP 10 - 12	CP 13	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

阿里云

产品 解决方案 文档与社区 权益中心 定价 云市场 合作伙伴 支持与服务 了解阿里云

搜索社区内容

开发者社区 首页 探索云世界 向产品 动手实践 考证 TIANCHI大赛 活动广场 下载

开发者社区 > 云起实验室 > 实验场景 > 同济大学系统结构 实验六：再定序缓冲 (ROB) 工作原理

同济大学系统结构 实验六：再定序缓冲 (ROB) 工作原理

今天剩余名额: 9997

★★★★★ (9.7分)

提示: 云产品资源会在预定时间后释放, 请创建后尽快操作。

建议实验时长(小时)

4

云产品资源使用时长(小时)

4

再次实验

实验简介

相关产品

云服务器 ECS

函数计算的功能训练营 2024-04-28 21:00

退出登录

账号 >

junwenmiao2253893

账号 ID: 1835011528476995

(主账号) (个人认证)

权限与安全

安全管控 访问控制 AccessKey

费用与成本 >

可用额度

¥ 0.00 充值

本月账单 持续出账中

查看 成本管理

待支付 待续费 待办工单 未读消息

0 0 0 0

常用工具

发票 合同 卡券 订单 购物车 试用

相关场景

## A.6.4 ROB 模拟器的使用方法

1. 设置指令和参数

本模拟器最多可以模拟 10 条指令。可以在“指令”区选择和设置所要的指令。“指令”区如图 A.6.1 所示。

指令

L.D	▼	F8	▼	21	▼	R3	▼
L.D	▼	F4	▼	16	▼	R4	▼
MULT.D	▼	F2	▼	F4	▼	F6	▼
SUB.D	▼	F10	▼	F8	▼	F4	▼
DIV.D	▼	F12	▼	F2	▼	F8	▼
ADD.D	▼	F8	▼	F10	▼	F4	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼
NOP	▼	Null	▼	Null	▼	Null	▼

图 A.6.1 “指令”区

你可以从下拉框中选择指令，供选择的指令有以下 5 种：

- (1) L.D 指令：从主存读取一个双精度浮点数；
- (2) ADD.D：双精度浮点加法指令；
- (3) SUB.D：双精度浮点减法指令；
- (4) MULT.D：双精度浮点乘法指令；
- (5) DIV.D：双精度浮点除法指令。

指令的各参数也可以从各自的下拉框中选择。

你还可以在窗口的右上区域设置各部件的执行时间（时钟周期数），如图 A.6.2 所示。

功能部件的执行时间

Load	2	加/减	2
乘法	10	除法	40

执行 复位

图 A.6.2 设置功能部件时间

其中“复位”的作用是使所有设置恢复为默认值。

2. 执行

点击“执行”按钮，就进入执行状态。你可以用中间的按钮来控制指令的执行，包括“步进”、“退 1 步”、“前进 5 个周期”、“后退 5 个周期”、“执行到底”、“退出”等。还可以用“go”按钮

直接跳转到你所指定的时钟周期。如果想修改被执行的代码，按“退出”按钮，即可回到设置指令和参数页面。

向前执行后，状态表中抹色的字段表示其内容发生了变化。

3. 对比状态表

每一个状态表的右上角外侧都有一个小三角，用鼠标左键点击它，会弹出该表在上一个时钟周期的内容。这是为了让你通过对比来了解哪些内容发生了变化。在弹出表以外的区域再次点击鼠标，就可以将其收回。

4. 各个表的内容

(1) 指令状态表

指令状态表如图 A.6.3 所示。它列出了各指令什么时候执行到了哪一步。其中的数字表示时钟周期，“~”表示时钟周期期间。例如，图 A.6.3 中的 2~3 表示在第 2 到第 3 个时钟周期，第一条 L.D 指令是在“执行”这一步。

指令状态				
指令	流出	执行	写结果	确认
L.D F8, 21(R3)	1	2~3		
L.D F4, 16(R4)	2	3~		
MULT.D F2, F4, F8	3			
SUB.D F10, F8, F4				
DIV.D F12, F2, F8				
ADD.D F8, F10, F4				

图 A.6.3 指令状态表

其中抹色的区域表示最近一个时钟周期其内容发生了变化。下同。

(2) 再定序缓冲器 ROB

ROB 如图 A.6.4 所示。它按队列方式工作，其中各字段的意义如下：

- ◆ 标记：用于给出队列的头和尾；
- ◆ 项号：给出各项的编号；
- ◆ Busy：“忙”标志，指出相应的行是否已占用；
- ◆ 指令：给出是什么指令占用该行；
- ◆ 目的地：指出结果写到哪里去；
- ◆ 值：暂时存放相应指令的计算结果，在该指令被确认时，将被写到目的地。

再定序缓冲器 (ROB)						
标记	项号	Busy	指令	目的地	值	
HEAD	#1	Yes	L.D F8, 21(R3)	F8		
	#2	Yes	L.D F4, 16(R4)	F4		
	#3	Yes	MULT.D F2, F4, F6	F2		
TAIL	#4	No				
	#5	No				
	#6	No				
	#7	No				
	#8	No				
	#9	No				
	#10	No				

图 A.6.4 再定序缓冲器 ROB

### (3) 保留站

保留站的内容如图 A.6.5 所示。

保留站								
Time	名称	Busy	Op	Vj	Vk	Qj	Qk	目的地
	Add1	No						
	Add2	No						
	Add3	No						
	Mult1	Yes	MULT.D		R[F6]	#2		#3
	Mult2	No						

图 A.6.5 保留站

其中各字段的名称和意义与图 A.5.4 中的相同。不过，这里增加了一个字段：目的地。它指出相应部件的运算结果要暂时存放到 ROB 的第几号单元。

### (4) Load 缓冲器

Load 缓冲器的内容如图 A.6.6 所示。它按队列方式工作，每次处理新的访存都是从队列头部取走一条。

Load 缓冲器				
名称	Busy	地址	目的地	值
Load1	Yes	21+R[R3]	#1	M[21+R[R3]]
Load2	Yes	16+R[R4]	#2	
Load3	No			

图 A.6.6 Load 缓冲器

该缓冲器各字段的意义如下：

- ◆ 名称：相应单元的名称；
- ◆ Busy：“忙”标志，为“Yes”表示已被占用；
- ◆ 地址：访存的有效地址；
- ◆ 目的地：指出从存储器读来的数据要暂时存放到 ROB 的第几号单元；
- ◆ 值：存放从存储器读来的数据。

(5) 寄存器

寄存器的内容如图 A.6.7 所示。

寄存器											
字段	F0	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14	F16	F18	F20
ROB项号		#3	#2		#1						
Busy	No	Yes	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No	No
值											

图 A.6.7 寄存器的内容

该缓冲器各字段的意义如下：

- ◆ Busy：“忙”标志，为“Yes”表示将有指令要对该寄存器写入数据；
- ◆ ROB 项号：指出它在等哪个 ROB 项的数据。当那个 ROB 项中的指令被确认且其值已经就绪时，那个数据将被写入该寄存器；
- ◆ 值：寄存器的值。

当上述表中的内容写不下时，模拟器会采用缩写的方法。这时，在屏幕上面中间的区域中会显示缩写及其值。