

第九周

9. A: (1) 单发射流水线, 顺序, 遇到数据冲突/分支暂停发射

指令类型	load	store	integer	branch	fadd	fmul	fdiv
周期数	4	2	1	2	3	5	11

Instructions	dest	j	k	发射周期 ↑ Issue	执行末周期 ↑ Exec
Loop: fld f2, 0(a0)	f2	0	a0	1	4
fdiv f8, f0, f2	f8	f0	f2	5	15
fmul f2, f6, f2	f2	f6	f2	6	10
fld f4, 0(a1)	f4	0	a1	7	10
fadd f4, f0, f4	f4	f0	f4	11	13
fadd f10, f8, f2	f10	f8	f2	16	18
fsd f10, 0(a0)	/	f10	0, a0	19	20
fsd f4, 0(a1)	/	f4	0, a1	20	21
addi a0, a0, 8	a0	a0	8	21	21
addi a1, a1, 8	a1	a1	8	22	22
sub x20, x4, a0	x20	x4	a0	23	23
bnz x20, Loop	/	x20	/	24	25

完成一次迭代需 25 周期

(2) 双发射流水线，顺序，只有真实数据冲突需停顿

Instructions		dest	j	k	Issue	Exec
Loop: fld r2, 0(a0)	①	r2	0	a0	1	4
fdiv r8, r0, r2	②	r8	r0	r2	5	15
fmul r2, r6, r2	③	r2	r6	r2	5	9
fld r4, 0(a1)	④	r4	0	a1	6	9
fadd r4, r0, r4	⑤	r4	r0	r4	10	12
fadd r10, r8, r2	⑥	r10	r8	r2	16	18
psd r10, 0(a0)	⑦	/	r10	0, a0	19	20
psd r4, 0(a1)	⑧	/	r4	0, a1	19	20
addi a0, a0, 8	⑨	a0	a0	8	20	20
addi a1, a1, 8	⑩	a1	a1	8	20	20
sub x20, x4, a0	⑪	x20	x4	a0	21	21
bnz x20, Loop	⑫	/	x20	/	22	23

共需23个周期

(3) 调整指令顺序:

Instructions		dest	j	k	Issue	Exec
Loop: fld f2, 0(a0)	①	f2	0	a0	1	4
fld f4, 0(a1)	④	f4	0	a1	1	4
fddiv f8, f0, f2	②	f8	f0	f2	5	15
fadd f4, f0, f4	⑤	f4	f0	f4	5	7
fmul f2, f6, f2	③	f2	f6	f2	6	10
fswd f4, 0(a1)	⑧	/	f4	0, a1	8	9
addi a1, a1, 8	⑩	a1	a1	8	8	8
fadd f10, f8, f2	⑥	f10	f8	f2	16	18
fswd f10, 0(a0)	⑦	/	f10	0, a0	19	20
addi a0, a0, 8	⑨	a0	a0	8	19	19
sub x20, x4, a0	⑪	x20	x4	a0	20	20
bnz x20, Loop	⑫	/	x20	/	21	22

共需22个周期

10. A: 寄存器重命名

Loop: fld f4, 0(a0)
fmul f2, f0, f2
fdiv (f8), (f4), f2
fld (f4), 0(a1)
fadd^{WAR} f6, f0, f4
fsub (f8), f8, f6
fsd f8, 0(a1)



Loop: fld f4, 0(a0)
fmul f2, f0, f2
fdiv f8, f4, f2
fld (f9), 0(a1)
fadd f6, f0, f4
fsub (f10), f8, f6
fsd f10, 0(a1)

11. A: 显式重命名: 通过使用更多物理寄存器, 修改指令目的寄存器的名称, 实现重命名.

仅需记录逻辑寄存器与物理寄存器的映射关系, 以及物理寄存器空闲与否。指令结果直接存储于物理寄存器中, 无需在ROB中存储。

隐式重命名: 在ROB中保存指令结果, 以代替显式的重命名。

隐式重命名需要的物理寄存器数目更少, 但读取数据的复杂度更高。