

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	Issue	↑ Exec	执行末周期
				发射周期		
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: fild $f_2, 0(a_0)$ ①	f_2	0	a_0	1	4
fdiv f_8, f_0, f_2 ②	f_8	f_0	f_2	5	15
fmul f_2, f_6, f_2 ③	f_2	f_6	f_2	5	9
fild $f_4, 0(a_1)$ ④	f_4	0	a_1	6	9
fadd f_4, f_0, f_4 ⑤	f_4	f_0	f_4	10	12
fadd f_{10}, f_8, f_2 ⑥	f_{10}	f_8	f_2	16	18
fscd $f_{10}, 0(a_0)$ ⑦	/	f_{10}	a_0	19	20
fscd $f_4, 0(a_1)$ ⑧	/	f_4	a_1	19	20
addi $a_0, a_0, 8$ ⑨	a_0	a_0	8	20	20
addi $a_1, a_1, 8$ ⑩	a_1	a_1	8	20	20
sub x_{20}, X_4, a_0 ⑪	X_{20}	X_4	a_0	21	21
bnz X_{20}, Loop ⑫	/	X_{20}	/	22	23

共需23个周期

(3) 调整指令顺序:

Instructions	P1	dest	j	k	Issue	Exec
Loop: fld f2, 0(a0) ①	f2	0	a0	1	1	4
fld f4, 0(a1) ④	f4	0	a1	1	1	4
fdiv f8, f0, f2 ②	f8	f0	f2	1	5	15
fadd f4, f0, f4 ⑤	f4	f0	f4	1	5	7
fmul f2, f6, f2 ③	f2	f6	f2	6	10	
fstd f4, 0(a1) ⑥	/	f4	0, a1	8	8	9
addi a1, a1, 8 ⑩	a1	a1	8	8	8	8
fadd f10, f8, f2 ⑦	f10	f8	f2	16	16	18
fstd f10, 0(a0) ⑧	/	f10	0, a0	19	19	20
addi a0, a0, 8 ⑨	a0	a0	8	19	19	19
sub x20, x4, a0 ⑪	x20	x4	a0	20	20	20
bnz x20, Loop ⑫	/	x20	/	21	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 f₆, f₀, f₄

fsub f₈, f₈, f₆

fsl 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

fsl 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。