

Date

Week 8.

4.12.1.

流水线处理器 非流水线处理器(单周期)

(a). (max=) 500ps (sum=) 1650ps

(b). (max=) 200ps (sum=) 800ps

4.12.2 lw 指令在非流水线 processor 中须 IF, ID, EX, MEM, WB

故有: 流水 非流水

(a) 500ps 1650ps

(b) 200ps 800ps

4.12.3.

选级 划分后周期

(a). MEM 400ps

(b). IF 190ps

4.12.4. lw 和 sw 用到了数据存储器

 \therefore 利用率: (a). $15\% + 10\% = 25\%$ (b). $30\% + 15\% = 45\%$

4.12.5. ALU 和 lw 用到了 Register File 的写端口

 \therefore 利用率: (a). $50\% + 15\% = 65\%$ (b). $30\% + 30\% = 60\%$

4.12.6. ALU型指令须用 IF, ID, EX, WB

beq 须用 IF, ID, EX,

lw 须用 IF, ID, EX, MEM, WB

sw 须用 IF, ID, EX, MEM

则有:

	t_{ALU}	t_{beq}	t_{lw}	t_{sw}
(a).	2000ps	1500ps	1500ps	2000ps

(b).	800ps	600ps	1000ps	800ps
------	-------	-------	--------	-------

未知总指令数, 只能求平均时间

∴多周期设计平均时间: (a). $(50\% \times 2000 + 25\% \times 1500 + 15\% \times 2000 + 10\% \times 2000)ps$
 $= 1950ps$

(b). $(30\% \times 800 + 25\% \times 600 + 30\% \times 1000 + 15\% \times 800)ps$
 $= 810ps$

单周期平均时间 (a). 1650ps

(b). 800ps

流水线平均时间 (a). 约500ps

(b). 约200ps

时钟周期	单周期	多周期	流水线
------	-----	-----	-----

(a).	1650ps	500ps	500ps
------	--------	-------	-------

(b).	800ps	200ps	200ps
------	-------	-------	-------

4.13.1. (a). lw 对 add, sw \$6, WAR
 lw 对 sw \$1, RAW
 add 对 sw \$6, RAW

(b). lw 对 sw, add \$5, RAW, WAR
 lw 对 add \$5, WAW

4.13.2. (a). lw 对 sw 关于 \$1 有 data hazard
 add 对 sw 关于 \$6 有 data hazard
 应在 add 与 sw 间加 2 条 nop

(b). lw 对 sw, add 关于 \$5 有 data hazard
 应在 lw 与 sw 间加 2 条 nop

4.13.3. (a). 有充分转发 则无 hazard
 故亦不必加 nop

(b). lw 对 sw, \$5, data hazard
 于 lw 与 add 间加 1 条 nop

4.14.4.

无转发

(a). $(4+5) \times 300 \text{ ps} = 2700 \text{ ps}$
 (b). $(4+5) \times 200 \text{ ps} = 1800 \text{ ps}$

有转发

$(4+3) \times 400 \text{ ps} = 2800 \text{ ps}$
 $(4+4) \times 250 \text{ ps} = 2000 \text{ ps}$

加速比

0.964

0.900

4.13.5 (a) 应在 lw 与 add 间加 1 条 nop

(则 sw 可取到正确的 \$1, 而 \$6 可转发得)

(b) 在 lw 与 sw 间加 2 条 nop

(则 sw 可取到正确的 \$5)

4.13.6. 仅有 ALU-ALU forwarding

加速比

(a) $(4+4) \times 360 \text{ ps} = 2880 \text{ ps}$

$$\frac{2700}{2880} = 0.9375$$

(b) $(4+5) \times 220 \text{ ps} = 1980 \text{ ps}$

$$\frac{1800}{1980} = 0.9091$$

4.16.1. IF/ID 中有“指令寄存器” 2. PC+4 (NPC)

ID/Ex: 1. NPC 2. A 和 B 3. Imm 4. IR (或 Rd, Rt) 5. WB, M, Ex

Ex/MEM: 1. NPC' (NPC+offset) 2. Cond 3. ALUout 4. B 5. IR 6. WB, M

MEM/WB: 1. MDR 2. ALUOut 3. IR 4. WB

4.16.2.

需读

实读

(a) \$6, \$1

\$6, \$1

(b) \$5

\$5

4.16.3.

EX

MEM

(a) $ALUOut = \$6 + 40$

$$MDR = Memory[\$6 + 40]$$

(b) $ALUOut = \$5 + \5

X

NO
Date

4.16. 4. (a). add \$5, \$5, \$8

CC1 CC2 CC3 CC4 CC5

WB

add \$6, \$6, \$8

MEM WB

sw \$1, 20(\$5)

EX MEM WB

beq \$1, \$0, LOOP

ID EX MEM WB

lw \$1, 40(\$6)

IF ID EX MEM WB

add \$5, \$5, \$8

IF ID EX MEM

add \$6, \$6, \$8

IF ID EX

sw \$1, 20(\$5)

ZF ID

beq \$1, \$0, LOOP

ZF

(b). sw \$0, 0(\$1)

CC1 CC2 CC3 CC4 CC5

WB

sw \$0, 4(\$1)

MEM WB

add \$2, \$2, \$4

EX MEM WB

beq \$2, \$0, LOOP

ID EX MEM WB

add \$1, \$2, \$3

IF ID EX MEM WB

sw \$0, 0(\$1)

IF ID EX MEM

sw \$0, 4(\$1)

IF ID EX

add \$2, \$2, \$4

IF ID

beq \$2, \$0, LOOP

IF

4.16.5. add 的 MEM, sw 的 WB, beq 的 WB 均无用

∴ (a). CC2 都在做有用工作, $\frac{1}{5} = 20\%$

(b). CC3 和 CC5 均有用, $\frac{2}{5} = 40\%$

4.16.6.

IF/ID, IR

NPC

(a). "lw \$t, 40(\$t6)" 的指令

PC+4

(b). "add \$t2, \$t3" 的指令

PC+4

4.18.1.

EX

MEM

WB

	ALUSrc	ALUOp	Regdst	MemWrite	MemRead	Branch	MemtoReg	RegWrite
(a).	0	10	1	0	0	0	0	1
(b).	0	10	1	0	0	0	0	1

4.18.2. 均为一个时钟周期内.

而单周期实现中应在上半个时钟周期完成

4.18.3. 均为 0.

ALU 部件 相对复杂, 置于 EX 可能导致时钟周期变长.

(但若在 EX 多生, 可以减小延迟槽)

4.18.4.

signal 1

signal 2

	产生	使用	产生	使用
(a)	ID	EX	ID	WB
(b)	ID	MEM	ID	WB

4.18.5.

- (a). R型,
(b). load 类型指令

4.18.6. RegWrite

据 MIPS 5级 pipeline 设计, 只有其后指令
才会受此修改影响, 故不会造成问题

4.20.1. 从上到下记指令 I_i 为第 i 条

- (a). I_1 对 I_2 , \$2, WAR
 I_1 对 I_3 , \$1, WAW, RAW
 I_1 对 I_4 , \$1, RAW
 I_2 对 I_3 , \$2, RAW
 I_2 对 I_4 , \$1, RAW
 I_3 对 I_4 , \$1, RAW

(b). I_1 对 I_2 , \$1, RAW

I_1 对 I_3 , \$1, WAW

I_1 对 I_4 , \$1, RAW

\$2, WAR

I_2 对 I_3 , \$1, WAR

I_2 对 I_4 , \$2, WAR

I_3 对 I_4 , \$2, WAR

\$1, RAW

4.20.2. (a). 有转发: no hazard

无转发: I_1 对 I_3 , \$1

I_2 对 I_3, I_4 , \$2

I_3 对 I_4 , \$1

(b) 有转发: I_3 对 I_4 , \$1

无转发: I_1 对 I_2 , \$1

I_3 对 I_4 , \$1

4.21.1. (a). lw \$t, 4(\$6)

▷ nop

▷ nop

add \$2, \$3, \$1

add \$1, \$6, \$4

▷ nop

sw \$2, 20(\$4)

and \$1, \$, \$4

(b). add \$1, \$5, \$3

▷ nop

▷ nop

sw \$1, 0(\$2)

lw \$t, 4(\$2)

▷ nop

▷ nop

add \$5, \$5, \$1

sw \$1, 0(\$2)