

3.2. I1: ld a1, 0(c51)

I2: mul a2, a0, a2

I3: add a1, a2, a2

I4: ld a2, 0(c52)

I5: add a3, a1, a2

I6: sd a3, 0(c53)

I1

I2

I3

I4

I5

I6

I1

I2

I3

I4

I5

I6

无

WAW

RAW

WAW/MAR

无

WAR

RAW

RAW

RAW

RAW

无

无

无

无

WAW

3.4. A有1ns时钟周期的5级流水线, 平均每5条指令经历一周期停顿, B有0.6ns时钟周期的12级流水线, 平均每8条指令经历三周期停顿.

(1) B相对A加速比.

(2) 分支指令占指令类型20%, A错误预测代价2周期, B...5周期. 错误预测率均为5%. 计算两处理器CPI.

$$(1) \text{加速比} = \frac{t_B}{t_A} = \frac{0.6}{1} \times \frac{N+1+\frac{1}{5} \times 3}{N+4+\frac{1}{5} \times 5} = \frac{t_A}{t_B} = \frac{1 \times (1 + \frac{1}{5} \times 1)}{0.6 \times (1 + \frac{1}{5} \times 3)} = \frac{6}{5} \times \frac{10}{6} \times \frac{8}{11} = 1.45$$

$N \rightarrow \infty$ 时, 加速比 = $\frac{6}{5} \times \frac{10}{6} \times \frac{8}{11} = 1.45$

$$(2) \text{CPI}_A = 20\% \times 5\% \times 2 + 20\% \times 95\% \times 0 + 1 + 0 \frac{1}{5} = 1.22$$

$$\text{CPI}_B = 20\% \times 5\% \times 5 + 1 + \frac{3}{8} = 1.16 \frac{1}{4}$$

6. a3初值为0, a3初值为100.

Loop: I1: ld a1, 0(c22) 数据相关, RAW: I1与I3都对a2所指内存有操作

I2: addi a1, a1, 1 I2与I3; I4与I5; I5与I6. I1与I2

I3: sd a1, 0(c22) WAR: I1与I2都对a1有操作; I3与I4

I4: addi a2, a2, 4 WAW:

I5: sub a4, a3, a2

I6: bnez a4, Loop

2). 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

ld a1, 0(c22) IF ID EX MEM WB

addi a1, a1, 1 IF ID S S EX MEM WB

sd a1, 0(c22) IF S S ID S S EX MEM WB

addi a2, a2, 4 IF S S ID EX MEM WB

sub a4, a3, a2 IF ID S S EX MEM WB

bnez a4, Loop IF S S ID S S EX MEM WB

ld a1, 0(c22) IF

一次循环需要17个周期. 完成循环共需要25次循环, 需26个周期

7. 1) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

ld a1, 0(c22) IF ID EX MEM WB

addi a1, a1, 1 IF ID S EX MEM WB

sd a1, 0(c22) IF S ID EX MEM WB

addi a2, a2, 4 IF ID EX MEM WB

sub a4, a3, a2 IF ID EX MEM WB

bnez a4, Loop IF ID EX MEM WB

ld a1, 0, a2 IF ID EX

需 $8 \times 24 + 11 = 203$ 个周期

8 (2) $7 \times 24 + 11 = 179$

6.8. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ld a1, 0(a2)	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
sd a1, a1, 1		IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
sd a1, 0(a2)			IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
sd a1, a2, 4				IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
beq a4, a3, a2					IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
bneq a4, Loop						IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
ld a1, 0(a2)							IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF

$11 \times 24 + 22 = 286$

(2) $CPI = \frac{N_{cycle}}{N_{instruction}} = \frac{426}{150} = 2.84$

7.9 (1) $CPI = \frac{203}{150} = 1.35$

(2) $CPI = \frac{179}{150} = 1.19$

8. (1) $CPI = \frac{286}{150} = 1.91$

19. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
add a1, a2, a1	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
add a2, a2, -1		IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
add a3, a3, 4			IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
bneq a2, Loop				IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
ld a4, 0(a3)					IF	IF	IF	IF	IF	IF

下次循环迭代需10个周期。

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ld a4, 0(a3)	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
addw a1, a4, a1		IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
addw a2, a2, -1			IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
addw a3, a3, 4				IF	IF	IF	IF	IF	IF
bneq a2, Loop					IF	IF	IF	IF	IF

9个周期。