

Apr. 11th (W8) Chap. 3

2.

	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
I ₁ ld a1, 0(s1)	I ₁	-				
I ₂ mul a2, a0, a2		I ₂	-			
I ₃ add a1 a2, a2	I ₃		RAW	-		
I ₄ ld a2, 0(s2)	I ₄		WAW	WAR	-	
I ₅ add a3, a1, a2	I ₅	RAW	RAW	RAW	-	
I ₆ sd a3, 0(s3)	I ₆				WAW	-

对于N条指令

$$4. (1) S = \frac{T_A}{T_B} = \frac{N+4+N \times \frac{1}{3}}{N+11+N \times \frac{3}{8}} \times \frac{1 \text{ ns}}{0.6 \text{ ns}} \approx \frac{160}{99} \approx 1.62 \quad (N \rightarrow \infty)$$

$$(2) \text{ 处理器 A: } CPI = \frac{1}{N} (N+4+N \times \frac{1}{3} + N \times 20\% \times 5\% \times 2) \approx 1.353$$

$$\text{处理器 B: } CPI = \frac{1}{N} (N+11+N \times \frac{3}{8} + N \times 20\% \times 5\% \times 5) \approx 1.425$$

6. (1) I₁, I₂: RAW I₁, I₃: RAW I₁, I₄: WAR I₂, I₃: RAW I₃, I₄: WAR I₄, I₅: RAW I₅, I₆: RAW

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Loop: ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB													
addi a1, a1, 1		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB										
sd a1, 0(a2)			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			
bneq a4, Loop										IF	S	S	ID	S	S	EX	MEM	WB

循环需进行 25 轮，总周期数为 $18 \times 25 = 450$. $CPI = \frac{18}{6} = 3$

7. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
Loop: ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB												
addi a1, a1, 1		IF	ID	S	EX	MEM	WB										
sd a1, 0(a2)			IF	S	ID	EX	MEM										
addi a2, a2, 4					IF	ID	EX	MEM	WB								
sub a4, a3, a2						IF	ID	EX	MEM	WB							
bneq a4, Loop							IF	ID	EX	MEM	WB						

总周期数为 $11 \times 25 = 275$. $CPI = \frac{11}{6} \approx 1.83$

(2) 加入预测器后，新一轮 Loop 的 IF 可从上一轮的第 8 周期开始.

对于最后一轮循环，应不发生跳转，预测错误。到第 25 轮 第 9 周期 EX 后发现错误。

$$\text{总周期数} = 7 \times 24 + 11 = 179$$

$$CPI = \frac{179}{6 \times 25} \approx 1.19$$

8. (1) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

ld a1, 0(a2) IF1 IF2 ID1 ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

addi a1, a1, 1 IF1 IF2 ID1 ID2 S S S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

sd a1, 0(a2) IF1 IF2 ID1 S S S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

addi a2, a2, 4 IF1 IF2 S S S ID1 S ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

sub a4, a3, a2 IF1 S S S IF2 S ID1 ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

bneq a4, Loop IF1 S IF2 ID1 S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

(IF1) → new loop.

考虑预测器，奇数一轮 loop 的 IF1 可从上一轮第 11 周期开始。

最后一循环预测错误。

$$\text{总周期数} = 10 \times 24 + 21 = 261 \quad CPI = \frac{261}{6 \times 25} = 1.74$$

(3) CPI 见此前各题。

19. (1) add addi ld sd bne jal jalr

需 2 周期? ✓ X X X ✓ X X

(2)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Loop: lw a4, 0(a3) IF ID EX MEM WB

addw a1, a4, a1 IF ID1 ID2 S EX MEM WB

addiw a2, a2, -1 IF S S ID EX MEM WB

addiw a3, a3, 4 IF ID EX MEM WB

bneq a2, Loop. IF ID S EX MEM WB

一次循环需 12 周期。

(3)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

lw a4, 0(a3) IF ID EX MEM WB

addw a1, a4, a1 IF ID1 (ID2) EX MEM WB

addiw a2, a2, -1 IF ID S EX MEM WB

addiw a3, a3, 4 IF S ID EX MEM WB

bneq a2, Loop. IF ID EX MEM WB

一次循环需 10 周期.