

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	RAW	-	
I_6 sd $a3, 0(s3)$	I_6					WAW	-

对于N条指令

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

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

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

$$6. (1) I_1 I_2: \text{RAW} \quad I_1 I_3: \text{RAW} \quad I_1 I_4: \text{WAR} \quad I_2 I_3: \text{RAW} \quad I_3 I_4: \text{WAR} \quad I_4 I_5: \text{RAW} \quad I_5 I_6: \text{RAW}$$

(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			
bnez 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			
bnez a4, Loop							IF	ID	EX	MEM	WB		

(IF) \rightarrow new loop

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 可以从上一轮的第 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.

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

(IF1) → new loop.

考虑预测器, 新一轮 loop 的 IF1 可以从上一轮第 11 周期开始.

最后一循环预测错误.

总周期数 = $10 \times 24 + 21 = 261$

$CPI = \frac{261}{6 \times 25} = 1.74$

(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			
bnez 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

bnez a2, Loop. IF ID EX MEM WB

一次循环需10周期。