

## 嵌入式第8周作业

2.  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$

$I_1$						
$I_2$	-					
$I_3$	WAW	RAW				
$I_4$	-	WAR WAW	WAR			
$I_5$	RAW	RAW	RAW	RAW		
$I_6$	-	-	-	-	RAW	

4. 流水线级数 A 有 1ns 时钟周期的 5 级流水线, 平均每 5 条指令即一周期停顿。

B 有 0.6ns 时钟周期的 12 级流水线, 平均每 8 条指令即三周期停顿。

1) B 相对于 A 的加速比?

2) 若分支指令占所有指令类型 20%, A 的错误预测代价是 2 周期, B 错误预测代价为 5 周期, 两处理器的错误预测率均为 5%。计算两处理器的  $CPZ$ 。

$$\begin{aligned} \text{解: 1) } S &= \frac{T_A \cdot CPZ_A}{T_B \cdot CPZ_B} \\ &= \frac{1ns \cdot \frac{N+5-1}{N} + \frac{1}{5}}{0.6ns \cdot \frac{N+12-1}{N} + \frac{3}{8}} \\ &= \frac{5}{3} \cdot \frac{\frac{6}{5} + \frac{4}{N}}{\frac{11}{8} + \frac{11}{N}} \end{aligned}$$

$$\text{当 } N \rightarrow \infty \text{ 时, } S \rightarrow \frac{16}{11}$$

$$2) CPZ_5 = \frac{N+5-1 + \frac{N}{5} + \frac{N}{5} \times 5\% \times 2}{N}$$

$$= 1.22 + \frac{4}{N}$$

$$CPZ_8 = \frac{N+12-1 + \frac{3N}{8} + \frac{N}{5} \times 5\% \times 5}{N}$$

$$= \frac{57}{40} + \frac{11}{N}$$

$$\text{当 } N \rightarrow \infty \text{ 时, } CPZ_5 \rightarrow 1.22$$

$$CPZ_8 \rightarrow 1.425$$



6. 解: 1)

	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>
I <sub>1</sub>						
I <sub>2</sub>	RAW					
I <sub>3</sub>	RAW	RAW				
I <sub>4</sub>	WAR	-	WAR			
I <sub>5</sub>	-	-	-	-		
I <sub>6</sub>	-	-	-	-	WAR	

2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
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	SEX	MEM	WB											
addi a2, a2, 4						IF	S	S	ID	EX	MEM	WB									
sub a4, a3, a2							IF	ID	S	S	EX	MEM	WB								
bene3 a4, Loop								IF	S	S	ID	S	S	EX	MEM	WB					

故完成所有循环共需要  $25 \times 18 = 450$  个时钟周期。 (7-循环 4)

7. 解: 1) 有完整的前馈:

	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	WB			
addi a2, a2, 4				IF	ID	EX	MEM	WB			
sub a4, a3, a2					IF	ID	EX	MEM	WB		
bene3 a4, Loop						IF	ID	EX	MEM	WB	

故执行完所有循环需要时钟周期:  $11 \times 25 = 275$  个。 (7-循环) 4

2)  $11 \times 25 - 4 \times 23 - 2 = 181$  (个)



则共有  $11 \times 25 - 4 \times 23 - 2 \times 1 = 181$  个时钟周期。

```
loop: ld a1, 0(a2)
      addi a1, a1, 1
      sd a1, 0(a2)
      addi a2, a2, 1
      sub a4, a3, a1
      bnez a4, loop
```

[illegible]

则共需要  $21 \times 25 - 4 - 23 \times 11 = 268$  个周期

27 6.  $W_2 = 450 \div (6 \times 25) = 3$  ,  $T_{\text{pipe}} =$

7. 1)  $op1_1 = 275 \div (6 \times 25) = 1.83$

$$2) \quad \sigma_{12} = 18 \div (6 \times 25) = 1.2$$

8.  $cp2 = 268 \div (6 \times 25) = 1.79$  ,  $7_{pipe} = \frac{1}{2} T$



19. 解: 12      add      addi      ld      sd      bne      jal      jalr  
 是否需要拆为两周期 ✓      X      ✓      ✓      ✓      X      ✓

2) loop:

无前馈: lw a4, 0(a3)      IF ID ID2 EX M WB

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

addiw a2, a2, 1      IF S S S ID EX M WB

addiw a3, a3, 4      IF ID EX M WB

bnez a2, loop      IF ID EX M WB

周期数为 12.

3) loop:

lw a4, 0(a3)      IF ID EX M WB

addw a1, a4, a1      IF ID S EX M WB

addiw a2, a2, 1      IF S ID EX M WB

addiw a3, a3, 4      IF ID EX M WB

bnez a2, loop      IF ID EX M WB

周期数为 10.