

	I1	I2	I3	I4	I5	I6
2. I1	/					
I2	无	/				
I3	无	RAW	/			
I4	无	RAW	RAW	/		
I5	RAW	RAW	RAW	RAW	/	
I6	无	无	无	无	无	/

$$4. (1) \frac{T_{\text{total}}}{T_{\text{min}}} = \frac{2ns + 1ns}{0.6ns + \frac{1}{8} \times 3 \times 0.6ns} = \frac{3}{2}$$

~~A 周期数~~ = 5x

$$S = \frac{n \times 1ns + \frac{1}{8} \times 1ns}{\frac{1}{8} \times 0.6ns + \frac{1}{8} \times 3 \times 0.6ns} = \frac{0.4n + 0.8}{0.275n + 0.55}, n \text{ 为指令数量}$$

$$(2) CPI = \frac{\text{周期数}}{\text{指令数}}$$

$$CPI_A = \frac{(0.8n + 0.2 \times 0.95n) + 5}{n} = \frac{0.8n + 0.2 \times 0.95n + 5}{n}$$

$$= \frac{(1 - 0.2 \times 0.05)(n + 5 - 1) + 0.2 \times 0.05 [n + 5 - 1]}{n}$$

$$= \frac{n + 4.02}{n}$$

$$CPI_B = \frac{(1 - 0.2 \times 0.05)(n + 12 - 1) + 0.2 \times 0.05 [n + 12 - 1 + 5]}{n}$$

$$= \frac{n + 11.05}{n}$$

6. (1) ~~addi~~ "ld a1, 0(a2)" 与 "addi a1, a1, 1" 存在 ~~RAW~~ ^{RAW} 冲突

"addi a2, a2, 4" 与 "sub a4, a3, a2" 存在 ~~RAW~~ ^{RAW} 冲突. ~~addi a1, a1, 1 与 "ld a1, 0(a2)" 存在 WAR 冲突~~

"sub a4, a3, a2" 与 "bnez a4, Loop" 存在 RAW 冲突.

(2) 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 EX MEM WB

addi a2, a2, 4

S S S IF ID EX MEM WB

sub a4, a3, a2

S S S S IF ID S S EX MEM WB

bnez a4, Loop

S S S S S IF S S EX MEM WB

一次循环需要 16 个周期, 总要 25 / 16 = 400 个周期.

7. (1) a1=0 → a1=1 → a2=4 → a4=96 → ... → a1=0

+ 次循环:

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 EX MEM WB

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

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

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

ld a1, 0(a2)

IF S

IF ID EX MEM WB

一个循环要 14 + 9 = 23 个周期

∴ 总需要 25 × 23 = 575 个周期

22

7. (1) 需要25次循环

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 ~~S~~ ~~IF~~ ID EX MEM WB

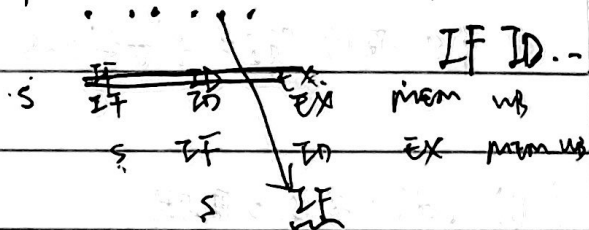
sub a4, a3, a2 ~~S~~ ~~IF~~ ID EX MEM WB

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

ld a1, 0(a2)

~~25 x 11 = 275~~
~~24 x 11 = 264~~

一次循环要11个周期，总需要275个周期



则一次循环需要9个周期，EX给出预测结果。

总需要 ~~25 x 11 = 275~~
~~24 x 11 = 264~~
 $25 \times 9 = 225$ 个周期。

8. (1) 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 EX1 EX2 M1 M2 S WB1 WB2

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

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

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

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 EX1 EX2 M1 M2 S WB1 WB2

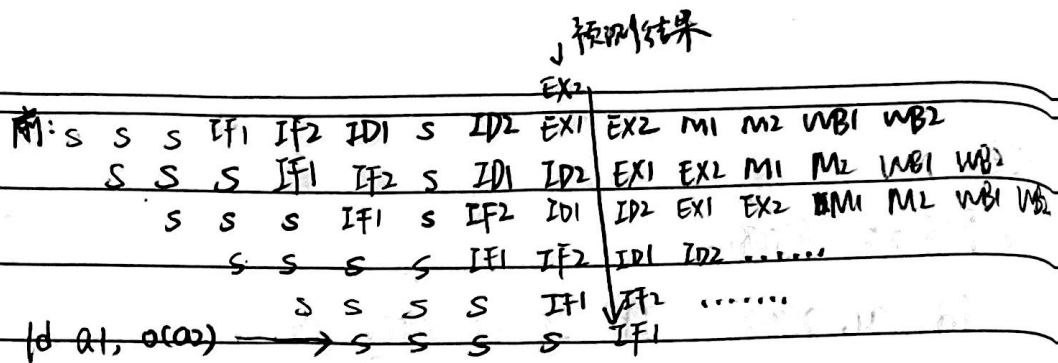
addi a2, a2, 4 IF1 IF2 S S S ID1 ID2 EX1 EX2 M1 S M2 WB1 WB2

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

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

~~ld a1, 0(a2)~~

S S S IF1 IF2 ID1 S ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2



∴ 一次循环需要 15 个周期

总需要 $25 \times 15 = \frac{375}{15} = 25$ 个周期

(2) 第 6 题 $CPI = \frac{400}{150} = 2.67$

第 7 题 (1) $CPI = \frac{275}{150} = 1.83$

第 7 题 (2) $CPI = \frac{225}{150} = 1.5$

第 8 题 (1) $CPI = \frac{375}{150} = 2.5$

19. (1) add: 需要 2 周期

addi: 不需要

ld: 不需要

sd: 不需要

bne: 需要

jai: 不需要

jalr: 不需要

(2) 单次循环:

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

addw a1, a4, a1 IF S ID ID S EX MEM WB

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

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

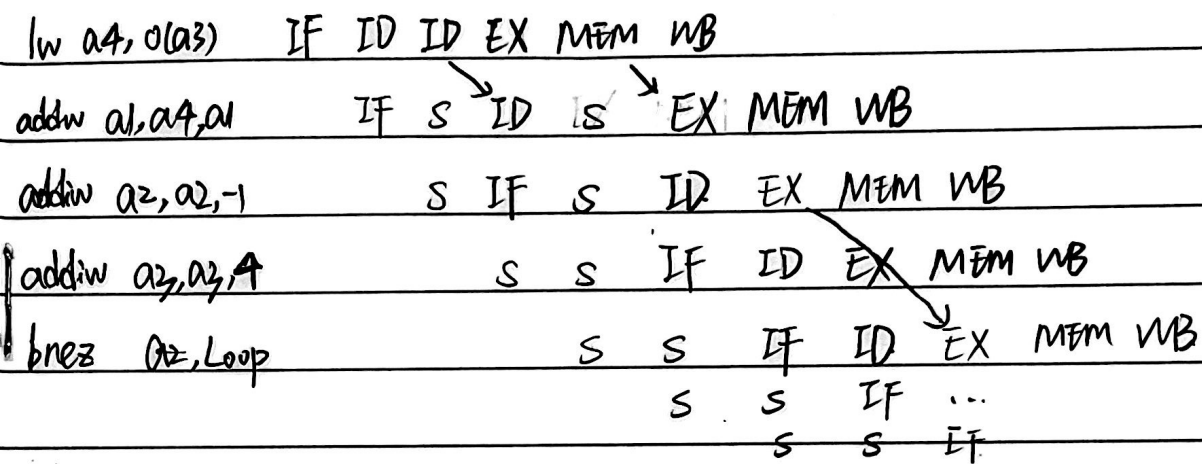
bnez a2, Loop S S S IF ID S EX MEM WB

单次循环需要 13 个周期。

IF

IF → IF

(3) 单次循环:



单次循环共 11 个周期.

IF
IF
→ IF