

作业8

1. 习题2

| | I ₁ | I ₂ | I ₃ | I ₄ | I ₅ | I ₆ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| I ₁ | - | | | | | |
| I ₂ | 无 | - | | | | |
| I ₃ | WAW | RAW | - | | | |
| I ₄ | 无 | WAW | WAR | - | | |
| I ₅ | RAW | RAW | RAW | RAW | - | |
| I ₆ | 无 | 无 | 无 | 无 | WAW | - |

2. 习题4

$$1) T_A = 1ns, T_B = 0.6ns$$

$$CPI_A = \frac{5+1}{5} = \frac{6}{5}, CPI_B = \frac{8+3}{8} = \frac{11}{8}$$

B相比A的加速比为 $S = \frac{T_B \cdot CPI_B}{T_A \cdot CPI_A}$

$$S = \frac{T_A \cdot CPI_A}{T_B \cdot CPI_B} = 1.45$$

2) 指令一共有N条,

$$CPI_A^{-1} = \frac{N}{(1 - 20\% \times 5\%)N + (20\% \times 5\%)N \times (1+2)} = \frac{1}{1.02} \approx 0.98, CPI_A = 1.02$$

$$CPI_B^{-1} = \frac{N}{(1 - 20\% \times 5\%)N + (20\% \times 5\%)N \times (1+5)} = \frac{1}{1.05} \approx 0.95 CPI_B = 1.05$$

3. 习题6

I1: Loop: ld a1, 0(a2)

I2: addi a1, a1, 1

I3: sd a1, 0(a2)

I4: addi a2, a2, 4

I5: sub a4, a3, a2

I6: bnez a4, Loop

| | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I14 | I15 | I16 | I17 | I18 |
|----|----------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| I1 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I2 | RAW, RAW | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I3 | RAW | RAW | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| I4 | WAR | 无 | WAR | - | | | | | | | | | | | | | | |
| I5 | 无 | 无 | 无 | RAW | - | | | | | | | | | | | | | |
| I6 | 无 | 无 | 无 | 无 | RAW | - | | | | | | | | | | | | |

可能导致 RAW, WAR, NAW 冲突

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|
| I1 | IF | LD | EX | MEM | WB | | | | | | | | | | | | | |
| I2 | IF | LD | S | S | EX | MEM | WB | | | | | | | | | | | |
| I3 | | IF | S | S | LD | S | S | EX | MEM | WB | | | | | | | | |
| I4 | | | | IF | S | S | LD | EX | MEM | WB | | | | | | | | |
| I5 | | | | | | IF | LD | S | S | EX | MEM | WB | | | | | | |
| I6 | | | | | | | IF | S | S | LD | S | S | EX | MEM | WB | | | |

一共 $\frac{100}{4} = 25$ 次循环

即共需要 $25 \times 18 = 450$ 个周期

4. 习题 7

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|--|--|--|--|
| I1 | IF | LD | EX | MEM | WB | | | | | | | | | | | | |
| I2 | IF | LD | S | Ex | MEM | WB | | | | | | | | | | | |
| I3 | | IF | S | LD | Ex | MEM | WB | | | | | | | | | | |
| I4 | | | | IF | LD | Ex | MEM | WB | | | | | | | | | |
| I5 | | | | | IF | LD | Ex | MEM | WB | | | | | | | | |
| I6 | | | | | | IF | LD | Ex | MEM | WB | | | | | | | |

共需要 $25 \times 11 = 275$ 个时钟周期

2) 前 24 次循环: 24×7 个周期

最后 1 次循环(预测错误): 9^{20} 个周期

共需要 $24 \times 7 + 9^{20} = 177$ 个时钟周期

5. 习题 8

| I1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | (第 1 次循环) |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----------|
| I2 | IF1 | IF2 | ID1 | ID2 | EX1 | EX2 | M1 | M2 | WB1 | WB2 | | | | | | | | | | | | |
| I3 | IF1 | IF2 | ID1 | S | S | S | ID2 | EX1 | EX2 | S | M1 | M2 | WB1 | WB2 | | | | | | | | |
| I4 | IF1 | IF2 | S | S | S | ID1 | ID2 | EX1 | EX2 | M1 | M2 | WB1 | WB2 | | | | | | | | | |
| I5 | IF1 | S | S | S | IF2 | ID1 | ID2 | S | WB1 | EX1 | EX2 | M1 | M2 | WB1 | WB2 | | | | | | | |
| I6 | | | | | | | | | | IF1 | IF2 | ID1 | S | S | ID2 | S | EX1 | EX2 | M1 | M2 | WB1 | WB2 |

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 (第 2 ~ 25 次循环)

I1 IF1 IF2 S S ID1 S ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

I2 IF1 S S IF2 S ID1 ID2 S S S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

I3 IF1 S IF2 ID1 S S S ID2 EX1 EX2 S M1 M2 WB1 WB2

I4 IF1 IF2 S S S ID1 ID2 EX1 S EX2 M1 M2 WB1 WB2

I5 IF1 S S S IF2 ID1 ID2 S S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

I6 IF1 IF2 ID1 S S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

第 1 次循环: 9 个周期

第 2 ~ 24 次循环: 23×12 个周期

第 25 次循环(预测错误): 20^{20} 个周期

共需要 $9 + 23 \times 12 + 20^{20} = 305$ 个时钟周期

2) 理论总指令数 $25 \times 6 = 150$

习题6: $CPI = \frac{450}{150} = 3$

习题7 无分支预测 $CPI = \frac{275}{150} = 1.83$

习题7 有分支预测 $CPI = \frac{171}{150} = 1.14$

习题8: $CPI = \frac{308}{150} = 2.03$

6. 习题 19

| | | | | | | | |
|--------------|-----|------|----|----|-----|-----|------|
| I1 | add | addi | ld | sd | bne | jal | jalr |
| 是否需要 2周期? | 是 | 否 | 否 | 否 | 是 | 否 | 否 |

2) I1: Loop: lw a4, 0(a3)

I2: addw a1, a4, a1

I3: addiw a2, a2, -1

I4: addiw a3, a3, 4

I5: bnez a2, Loop

(共执行 N 次循环)

假设 I2 中 a1 寄存器的 ID 可在 I1 的 EX 完成, (无冲突)

a4 寄存器的 ID 只能在 I1 的 WB 结束后才能完成 (有冲突)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|
| I1 | IF | ID | EX | MEM | WB | | | | | | | | |
| I2 | | IF | ID | S | S | ID | EX | MEM | WB | | | | |
| I3 | | | IF | S | S | S | ID | EX | MEM | WB | | | |
| I4 | | | | | | | IF | ID | EX | MEM | WB | | |
| I5 | | | | | | | | IF | ID | S | EX | MEM | WB |

单次迭代需要 13 个周期

3)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| I1 | IF | ID | EX | MEM | WB | | | | | |
| I2 | | IF | ID | EX | MEM | WB | | | | |
| I3 | | | IF | s | ID | EX | MEM | WB | | |
| I4 | | | | | IF | ID | EX | MEM | | |
| I5 | | | | | | IF | ID | EX | MEM | WB |

单次迭代需要 10 个周期