

# 计算机系统结构 HW6

计52 路橙 2015010137

## 3.8

先分别计算  $A1*B1$ 、 $A2*B2$ 、 $A3*B3$ 、 $A4*B4$ ，然后再计算  $A1*B1+A2*B2$ 、 $A3*B3+A4*B4$ ，再计算总和。这样的做法适合流水线，且只需要4条乘法指令、3条加法指令。

时空图如下：

5				A1*B1		A2*B2		A3*B3		A4*B4	A1*B1+A2*B2			A3*B3+A4*B4				总和
4										A1*B1+A2*B2				A3*B3+A4*B4				总和
3										A1*B1+A2*B2				A3*B3+A4*B4				总和
2		A1*B1	A1*B1	A2*B2	A2*B2	A3*B3	A3*B3	A4*B4	A4*B4									
1	A1*B1		A2*B2		A3*B3		A4*B4	A1*B1+A2*B2				A3*B3+A4*B4						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

因此， $T = 18\Delta t$ ， $n = 7$ ，故吞吐率 $TP = \frac{7}{18\Delta t}$ 。

一次加法和乘法都需要 $4\Delta t$ 时间，因此串行执行需要 $28\Delta t$ ，因此加速比 $S = \frac{28\Delta t}{18\Delta t} = 1.556$ ，实际效率 $E = \frac{28}{5*18} = 31.11$

## 3.9

### (1)

禁止表：

$$F = \{8, 4, 3, 1\}$$

初始冲突向量：

$$C_0 = (10001101)$$

$C_0$ 右移2、5、6、7位时会产生新的冲突向量。 $C_0$ 的后继状态：

$$\begin{aligned} C_1 &= (C_0 \gg 2) | C_0 = (10101111) \\ C_2 &= (C_0 \gg 5) | C_0 = (10001101) = C_0 \\ C_3 &= (C_0 \gg 6) | C_0 = (10001111) \\ C_4 &= (C_0 \gg 7) | C_0 = (10001101) = C_0 \end{aligned}$$

$C_1$ 右移5、7位会产生新的冲突向量。 $C_1$ 的后继状态：

$$\begin{aligned} C_5 &= (C_1 \gg 5) | C_0 = (10001101) = C_0 \\ C_6 &= (C_1 \gg 7) | C_0 = (10001101) = C_0 \end{aligned}$$

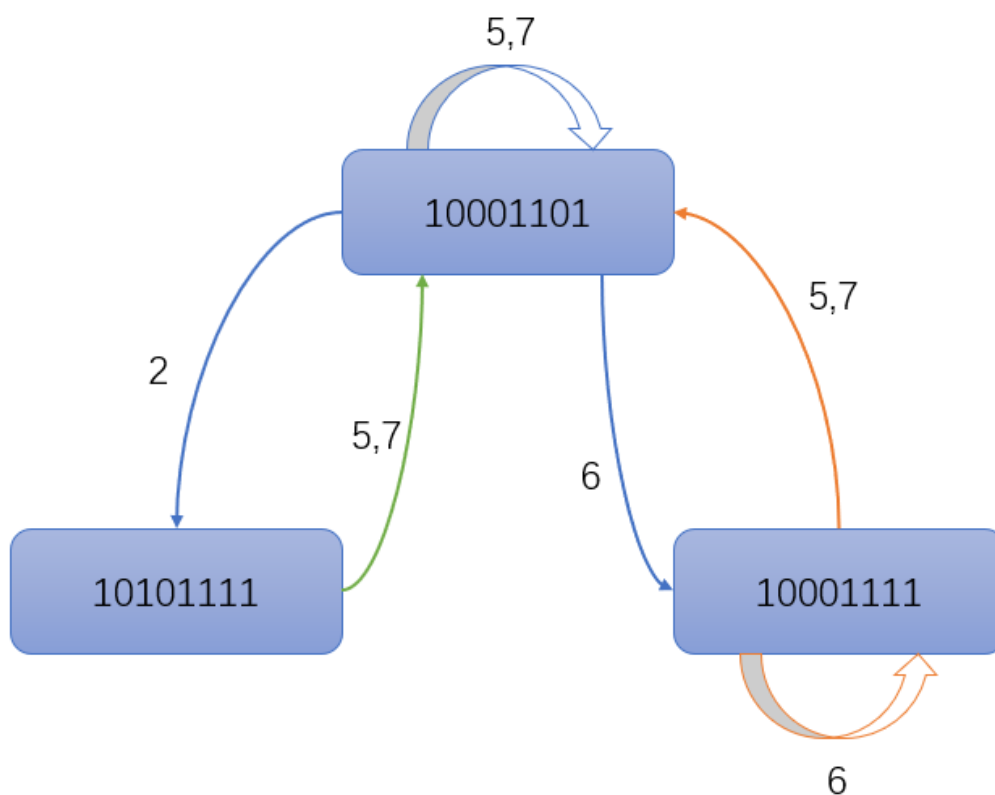
$C_3$ 右移5、6、7位会产生新的冲突向量。 $C_3$ 的后继状态：

$$C_7 = (C_3 \gg 5) | C_0 = (10001101) = C_0$$

$$C_8 = (C_3 \gg 5) | C_0 = (10001111) = C_3$$

$$C_9 = (C_3 \gg 7) | C_0 = (10001101) = C_0$$

因此，状态转移图为：



(2)

由图可知最优调度策略为 (2,5) 。

最大吞吐率为  $\frac{2}{7\Delta t}$

(3)

$$TP = \frac{6}{(2 + 5 + 2 + 5 + 2 + 9)\Delta t} = \frac{6}{25\Delta t}$$

### 3.10

(1)

禁止表：

$$F = \{1, 3, 6\}$$

初始冲突向量：

$$C_0 = (100101)$$

$C_0$ 右移2、4、5位时会产生新的冲突向量， $C_0$ 的后继：

$$C_1 = (C_0 \gg 2) \mid C_0 = (101101)$$

$$C_2 = (C_0 \gg 4) \mid C_0 = (100111)$$

$$C_3 = (C_0 \gg 5) \mid C_0 = (100101) = C_0$$

$C_1$ 右移2、5位会产生新的冲突向量， $C_1$ 的后继：

$$C_4 = (C_1 \gg 2) \mid C_0 = (101111)$$

$$C_5 = (C_1 \gg 5) \mid C_0 = (100101) = C_0$$

$C_2$ 右移4、5位会产生新的冲突向量， $C_2$ 的后继：

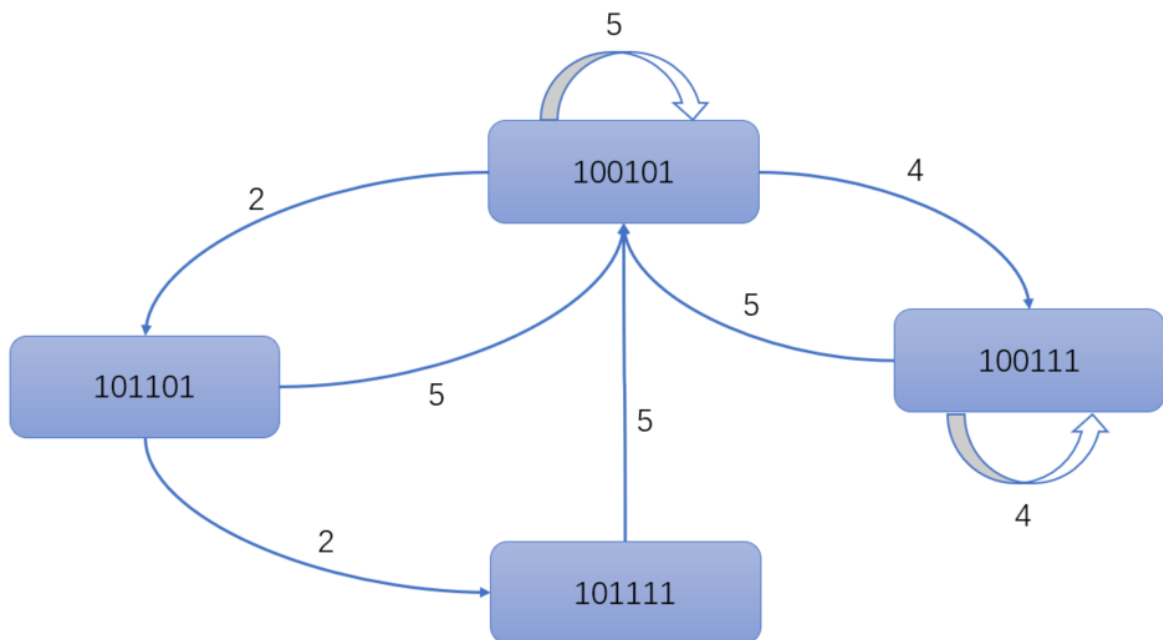
$$C_6 = (C_2 \gg 4) \mid C_0 = (100111) = C_2$$

$$C_7 = (C_2 \gg 5) \mid C_0 = (100101) = C_0$$

$C_4$ 右移5位会产生新的冲突向量， $C_4$ 的后继：

$$C_8 = (C_4 \gg 5) \mid C_0 = (100101) = C_0$$

因此，状态转移图为：



(2)

- 允许不等时间间隔调度的最优调度策略为 (2,2,5)。此时：
  - 平均延迟时间  $T = (2 + 2 + 5)\Delta t / 3 = 3\Delta t$

- 最大吞吐率  $TP_{max} = \frac{1}{3\Delta t}$
- 等时间间隔调度的最优调度策略为 (4) 。此时：
  - 平均延迟时间  $T = 4\Delta t$
  - 最大吞吐率  $TP_{max} = \frac{1}{4\Delta t}$

### (3)

- 允许不等时间间隔调度：
  - 总执行时间  $T_k = (7 + 9 \times 3)\Delta t = 34\Delta t$
  - 实际吞吐率  $TP = \frac{10}{34\Delta t}$
  - 加速比  $S = \frac{10 \times 7\Delta t}{T_k} = 2.059$
- 等时间间隔调度：
  - 总执行时间  $T_k = (7 + 9 \times 4)\Delta t = 43\Delta t$
  - 实际吞吐率  $TP = \frac{10}{43\Delta t}$
  - 加速比  $S = \frac{10 \times 7\Delta t}{T_k} = 1.628$

## 3.11

### (1)

时空图：

指令		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
LW	IF	ID	EX	M	WB																		
DADDIU		IF	S	S	ID	EX	M	WB	ID	EX	M	WB	ID	EX	M	WB	ID	EX	M	WB	ID	EX	M
SW					IF	S	S	ID	EX	M	WB	ID	EX	M	WB	ID	EX	M	WB	ID	EX	M	WB
DADDIU																							
DSUB																							
BNEZ																							
LW																							

总的周期数 =  $(98 \times 17) + 18 = 1684$

### (2)

时空图：

指令		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
LW	IF	ID	EX	M	WB											
DADDIU		IF	ID	S	EX	M	WB									
SW			IF	S	ID	EX	M	WB								
DADDIU					IF	ID	EX	M	WB							
DSUB						IF	ID	EX	M	WB						
BNEZ							IF	ID	EX	M	WB					
LW								IF	MISS	MISS	IF	ID	EX	M	WB	

总的周期数 =  $(98 \times 10) + 11 = 991$

### (3)

修改指令为：

```

LOOP:
LW R1, 0(R2)
DADDIU R2, R2, #4
DADDIU R1, R1, #1
DSUB R4, R3, R2
BNEZ R4, LOOP
SW R1, -4(R2)

```

时空图：

指令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LW	IF	ID	EX	M	WB						
DADDIU		IF	ID	EX	M	WB					
SW			IF	ID	EX	M	WB				
DADDIU				IF	ID	EX	M	WB			
DSUB					IF	ID	EX	M	WB		
BNEZ						IF	ID	EX	M	WB	
LW							IF	ID	EX	M	WB

总的时钟周期数 =  $(98 \times 6) + 10 = 598$

## 5

### (1)

$$ID/EX.IR[rt] == MEM/WB.IR[rt]$$

### (2)

$$ID/EX.IR[op] == "LW" \ \&\& \ (ID/EX.IR[rt] == IF/ID.IR[rs] \ || \ ID/EX.IR[rt] == IF/ID.IR[rt])$$

### (3)

```

LW R1 0(R2)
ADDIU R2 R1 0
ADDU R3 R1 R1

```