

# CA\_HW\_5

2014011349 计43 杨皖宁

## 1

先计算 $A = A_1 * B_1, B = A_2 * B_2, C = A_3 * B_3, D = A_4 * B_4$ ，再计算 $E = A_1 * B_1 + A_2 * B_2$ 和 $F = A_3 * B_3 + A_4 * B_4$ ，最后求和得最后结果G。时空图表示如下：

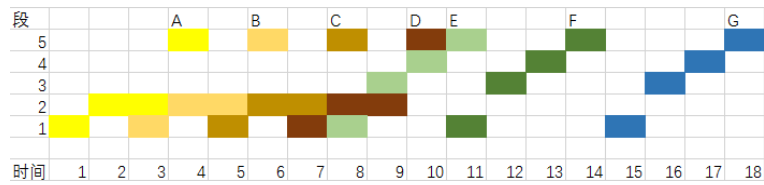


Figure 1:

则吞吐率为：

$$TP = \frac{7}{18\Delta t}$$

加速比为：

$$S = \frac{4 * 4\Delta t + 3 * 4\Delta t}{18\Delta t} = 1.556$$

效率为：

$$E = \frac{S}{k} = 0.311$$

## 2

### 2.1

首先写出禁止表 $F = (1, 3, 4, 8)$ 。

由此得初始冲突向量 $C_0 = (10001101)$

计算得流水线任务调度的转移图如下（转移边上的9实际表示 $\geq 9$ ）：

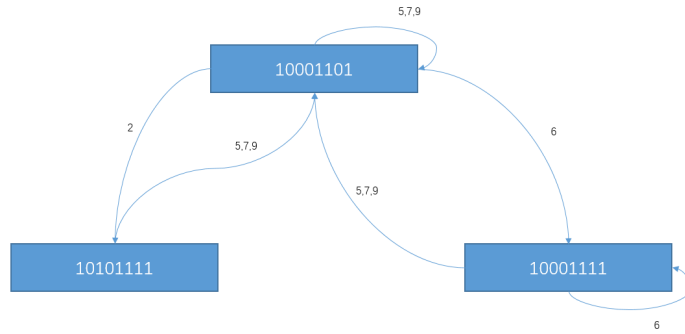


Figure 2:

## 2.2

简单循环	平均启动距离
(5)	5
(6)	6
(7)	7
(9)	9
(2, 5)	3.5
(2, 7)	4.5
(2, 9)	5.5
(7, 6)	6.5
(5, 6)	5.5
(9, 6)	7.5

由此知最优调度策略为(2, 5)，最大吞吐率为 $TP_{max} = \frac{1}{3.5\Delta t}$

## 2.3

实际吞吐率为：

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

## 3

### 3.1

首先写出禁止表 $F = (1, 3, 6)$ 。

由此得初始冲突向量 $C_0 = (100101)$

计算得流水线任务调度的转移图如下（转移边上的7实际表示 $\geq 7$ ）：

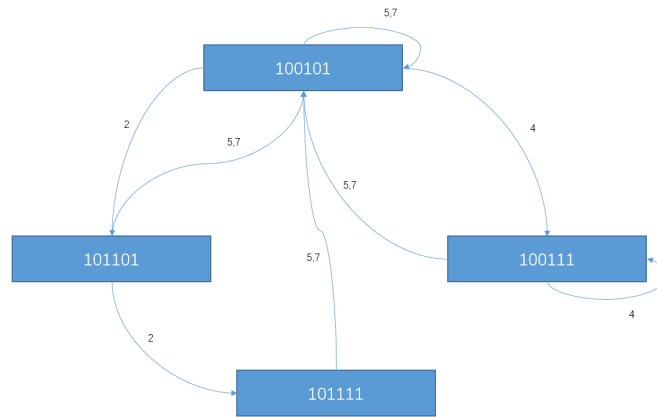


Figure 3:

### 3.2

简单循环	平均启动距离
(4)	4
(5)	5
(7)	7
(2, 5)	3.5
(2, 7)	4.5
(2, 2, 5)	3
(2, 2, 7)	3.67
(4, 5)	4.5
(4, 7)	5.5

因此允许不等时间间隔时，最优调度策略为(2, 2, 5)，最大吞吐率为 $\frac{1}{3\Delta t}$   
而等时间间隔时，最优调度策略为(4)，最大吞吐率为 $\frac{1}{4\Delta t}$

### 3.3

允许不等时间间隔时：  
实际吞吐率为：

$$\frac{10}{(2 + 2 + 5 + 2 + 2 + 5 + 2 + 2 + 5 + 7)\Delta t} = \frac{5}{17\Delta t}$$

加速比为：

$$\frac{7 * 10}{(2 + 2 + 5 + 2 + 2 + 5 + 2 + 2 + 5 + 7)} \approx 2.06$$

等时间间隔时：

实际吞吐率为：

$$\frac{10}{(4 * 9 + 7)\Delta t} = \frac{10}{43\Delta t}$$

加速比为：

$$\frac{7 * 10}{(4 * 9 + 7)} \approx 1.63$$

## 4

### 4.1

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
LW R1,0(R2)		IF	ID	EX	MEM	WB													
DADDIU R1,R1,#1			IF	ID			EX	MEM	WB										
SW R1,0(R2)				IF		ID			EX	MEM	WB								
DADDIU R2,R2,#4						IF			ID	EX	MEM	WB							
DSUB R4,R3,R2									IF	ID			EX	MEM	WB				
BNEZ R4,LOOP										ID						EX	MEM	WB	
..																	IF		

Figure 4:

每次循环中，BNEZ句在EX结束后即跳转，在下一时钟周期开始重复上述过程，因此单次循环需要16个时钟周期，仅在最后一次循环中分支指令不再跳转，根据课件所述分支指令不进入WB阶段，只需要四个时钟周期。而分析这段汇编指令并结合R3 初值为R2+396，不难发现该循环需要执行 $\frac{396}{4} = 99$  次，因此总共需要的时钟周期数为：

$$99 * 16 + 1 = 1585$$

### 4.2

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LW R1,0(R2)		IF	ID	EX	MEM	WB						
DADDIU R1,R1,#1			IF	ID		EX	MEM	WB				
SW R1,0(R2)				IF		ID	EX	MEM	WB			
DADDIU R2,R2,#4						IF	ID	EX	MEM	WB		
DSUB R4,R3,R2							IF	ID	EX	MEM	WB	
BNEZ R4,LOOP								IF	ID	EX	MEM	WB
..											IF	

Figure 5:

分析基本同第一小问，总共需要的时钟周期数为：

$$99 * 9 + 1 = 892$$

### 4.3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LW R1,0(R2)	IF	ID	EX	MEM	WB					
DADDIU R2,R2,#4		IF	ID	EX	MEM	WB				
DADDIU R1,R1,#1			IF	ID	EX	MEM	WB			
DSUB R4,R3,R2				IF	ID	EX	MEM	WB		
BNEZ R4,LOOP					IF	ID	EX	MEM	WB	
SW R1,-4(R2)						IF	ID	EX	MEM	WB
..							IF			

Figure 6:

指令调度为如上图所示，核心理想为利用不相干的指令填充延迟槽以避免暂停流水线，为达到这一目的，首先将ADDIU R2,R2,# 4前置，填充在LW指令后，消除了Load相关造成的流水线暂停；此外将SW后移到BNEZ语句后，用来填充延迟槽，需要注意的是此时R2与源代码中的值已有不同，因此修改为-4(R2)。

总共需要的时钟周期数为：

$$99 * 6 + 4 = 598$$

## 5

### 5.1

$$Bypass_{MEM \rightarrow ID(B)} = (rt_D = ws_M) * we_M * re2_D \quad (1)$$

### 5.2

$$\begin{aligned} stall = & (rs_D = ws_E) * (opcode_E = LW_E) * (ws_E \neq 0) * re1_D \\ & + (rt_D = ws_E) * (opcode_E = LW_E) * (ws_E \neq 0) * re2_D \end{aligned} \quad (2)$$

### 5.3

LW R1, 0x1000  
ADDIU R3, R4, 0x2000  
ADDIU R2, R1, 0x2000