

## hw2

刘本嵩 U201614531

April 19, 2020

### 1 Q3.8

我们假设编译好的程序使得流水线依次执行下面几条计算指令:  $r1 = A_1 * B_1, r2 = A_2 * B_2, r3 = A_3 * B_3, r4 = A_4 * B_4, r5 = r1 + r2, r6 = r3 + r4, r7 = r5 + r6$   
然后画出时空图

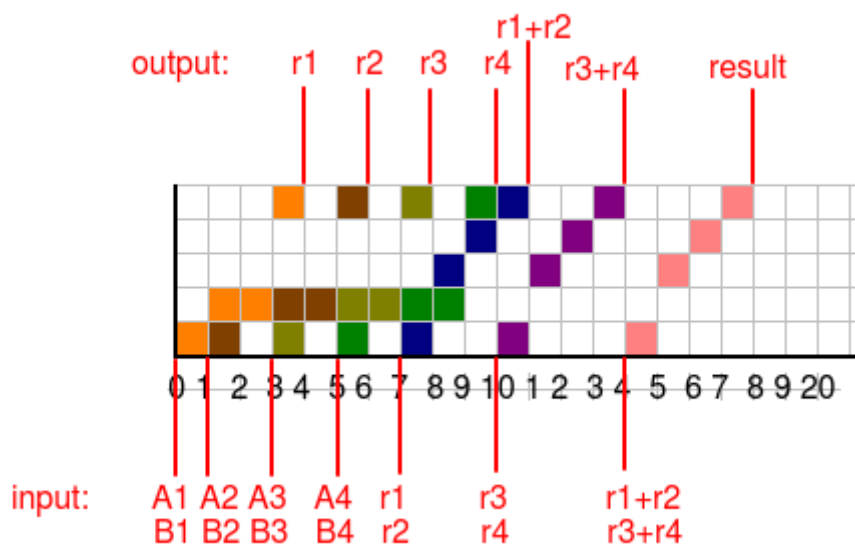


Figure 1: 时空图

注意到, 18个 $\Delta t$ 输出了7个结果, 所以吞吐率

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

如果不用流水线, 一次乘法共 $4\Delta t$ , 加法 $4\Delta t$ , 共 $7 * 4\Delta t = 28\Delta t$ , 有加速比

$$S = \frac{28\Delta t}{18\Delta t} = 1.556$$

流水线的效率用面积比值求出,

$$E = \frac{4 * 7}{18 * 5} = 0.311 = 31.111\%$$

### 2 Q3.10

(1) Forbidden list = 1, 3, 6, Collision Vector = 100101. So we have the state graph:

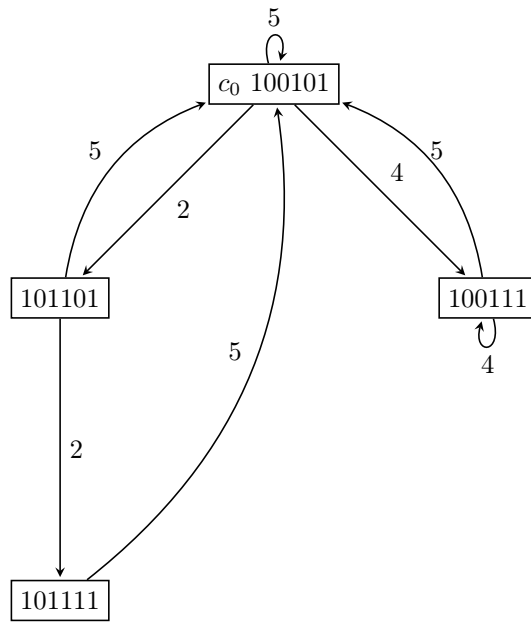


Figure 2: state graph

## (2) 各种策略表

调度策略	平均延迟周期数
(2,5)	3.5
(2,2,5)	3
(5)	5
(4)	4
(4,5)	4.5

Figure 3: strategy table

显然, 等间隔方案最小延迟为4, 不等间隔最小延迟为3. 等间隔最大吞吐率

$$TP = \frac{1}{4\Delta t}$$

不等间隔最大吞吐率

$$TP = \frac{1}{3\Delta t}$$

(3) 等间隔方案, 延迟为4, 共41个周期, 计算了10个输出. 吞吐率

$$TP = \frac{10}{41\Delta t}$$

$$SpeedUpRate = \frac{50\Delta t}{41\Delta t} = 1.220$$

不等间隔方案, 延迟为3, 共32个周期, 计算了10个输出. 吞吐率

$$TP = \frac{10}{32\Delta t}$$

$$SpeedUpRate = \frac{50\Delta t}{32\Delta t} = 1.563$$

3 Q3.11

(1) 没有其他重定向硬件, 流水线时空图如下

	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	MEM	WB																	
DADDIU		IF	STAL	STAL	ID	EX	MEM	WB														
SW					IF	STAL	STAL	ID	EX	MEM	WB											
DADDIU								IF	ID	EX	MEM	WB										
DSUB									IF	STAL	STAL	ID	EX	MEM	WB							
BNEZ												IF	STAL	STAL	ID	EX	MEM	WB				
LW															IF	STAL	STAL	ID	EX	MEM	WB	

Figure 4: 时空图

第*i*次循环的开始周期为 $17i + 1$ , 总周期数 $(98 * 17) + 18 = 1684$ .  
(2) 有重定向硬件, 流水线时空图如下

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

Figure 5: 时空图

第*i*次循环的开始周期为 $10i + 1$ , 总周期数 $(98 * 10) + 11 = 991$ .  
(3) 使用延迟分支之后, 机器码顺序改为

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

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

Figure 6: 时空图

第*i*次循环的开始周期为 $6i + 1$ , 总周期数 $(98 * 6) + 10 = 598$ .