

# HW02

PB19071405 王昊元

2022 年 3 月 28 日

1. a. 写后读-RAW 读后写-WAR 写后写-WAW

寄存器	指令	类型
R1	① ②	RAW、WAW
R1	① ③	RAW
R2	① ④	WAR
R1	② ③	RAW
R2	③ ④	WAR
R2	④ ⑤	RAW
R4	⑤ ⑥	RAW

- b. 时序如下:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
LD R1, 0(R2)	IF	ID	EX	MEM	WB													
DADDI R1, R1, #1		IF	s	s	ID	EX	MEM	WB										
SD 0(R2), R1					IF	s	s	ID	EX	MEM	WB							
DADDI R2, R2, #4								IF	ID	EX	MEM	WB						
DSUB R4, R3, R2									IF	s	s	ID	EX	MEM	WB			
BNEZ R4, Loop												IF	s	s	ID	EX	MEM	WB
LD R1, 0(R2)																	IF	ID

所需周期:  $98 \times 16 + 18 = 1586$

- c. 时序如下:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
LD R1, 0(R2)	IF	ID	EX	MEM	WB									
DADDI R1, R1, #1		IF	ID	s	EX	MEM	WB							
SD 0(R2), R1			IF	s	ID	EX	MEM	WB						
DADDI R2, R2, #4					IF	ID	EX	MEM	WB					
DSUB R4, R3, R2						IF	ID	EX	MEM	WB				
BNEZ R4, Loop							IF	s	ID	EX	MEM	WB		
(the inst after ⑥)									IF	s	s	s	s	
LD R1, 0(R2)										IF	ID	EX	MEM	WB

所需周期:  $98 \times 9 + 12 = 894$

- d. 时序如下:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
LD R1, 0(R2)	IF	ID	EX	MEM	WB								
DADDI R1, R1, #1		IF	ID	s	EX	MEM	WB						
SD 0(R2), R1			IF	s	ID	EX	MEM	WB					
DADDI R2, R2, #4					IF	ID	EX	MEM	WB				
DSUB R4, R3, R2						IF	ID	EX	MEM	WB			
BNEZ R4, Loop							IF	s	ID	EX	MEM	WB	
LD R1, 0(R2)									IF	ID	EX	MEM	WB

所需周期:  $98 \times 8 + 12 = 796$

2. 时空图如下：

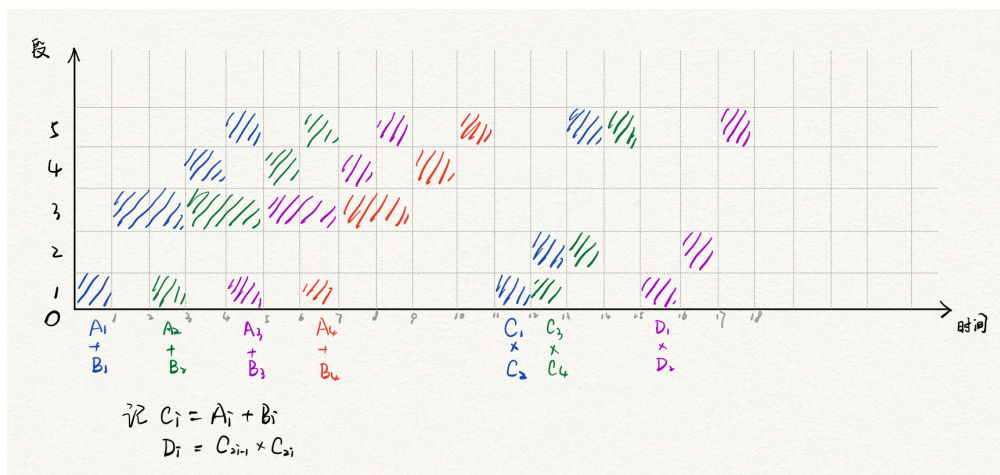


图 1: 时空图

吞吐率:  $TP = \frac{7}{18\Delta t}$

加速比:  $S = \frac{4 \times 5\Delta t + 3 \times 3\Delta t}{18\Delta t} \approx 1.61$

效率:  $E = \frac{4 \times 5\Delta t + 3 \times 3\Delta t}{5 \times 18\Delta t} \approx 0.322$

3. a. 仅考虑数据相关时，5 级流水线的  $CPI_1 = \frac{6}{5}$ ，12 级流水线的  $CPI_2 = \frac{11}{8}$ 。

则加速比为  $\frac{I \times CPI_1 \times T_1}{I \times CPI_2 \times T_2} = \frac{\frac{6}{5} \times 1}{\frac{11}{8} \times 0.6} = \frac{16}{11} \approx 1.45$

- b. 在考虑分支预测错误导致的 stall 时，预测指令预测失败导致的额外周期即为相较于仅考虑数据相关时的额外 CPI，即

$CPI'_1 = CPI_1 + 0.05 \times 0.2 \times 2 = \frac{61}{50} = 1.22$

$CPI'_2 = CPI_2 + 0.05 \times 0.2 \times 5 = 1.425$