

Zentralübung Rechnerstrukturen

Lösungsblatt 4: Pipelining und Superskalartechniken

1 Pipelining

- a)
- Ohne Pipelining: Zykluszeit = Summe aller Stufen
Zykluszeit = 250ps + 100ps + 130 ps + 220ps + 50 ps = 750 ps
 - Mit Pipelining: Zykluszeit = Längste Stufe + Latenz des Pipelineregisters
Zykluszeit = 250ps (IF-Stufe) + 20ps = 270ps
- b)
- $SpeedUp = \frac{average\ exec\ time\ old}{average\ exec\ time\ new} = \frac{CPI * CycleTime\ old}{CPI * CycleTime\ new} = \frac{1 * 750ps}{1.2 * 270ps} \approx 2.31$
- c)
- 1. IF
 - 2. ID + EX
 - 3. MEM + WB
- d)
- Zykluszeit wird von der längsten Stufe bestimmt
⇒ Aufteilung der längsten Stufe (hier IF-Stufe)
Die Aufteilung einer anderen Stufe würde zu keiner Reduktion der Zykluszeit führen.

2 Algorithmus von Tomasulo I

a)

#	Instruktion	Issue	Executes	Writes Result
1	mul r2, r1, r1	1	2	7
2	div r4, r4, r2	2	8	17
3	add r1, r4, r4	3	18	21
4	add r2, r4, r3	4	22	25
5	div r1, r2, r3	8	26	35
6	sub r4, r4, r2	9	26	29
7	add r3, r1, r2	10	36	39
8	mul r1, r2, r3	18	40	45
9	add r3, r3, r3	22	40	43
10	sub r4, r4, r1	26	46	49

3 Algorithmus von Tomasulo II

- a) Hinweis: Schauen Sie sich für die Lösung dieser Aufgabe auf jeden Fall auch die Übungsfolien mit den ausführlichen Erläuterungen an!

Befehl	Takt											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LD.D F0,0(R1)	IF	ID	IS	M	M	M	WB					
ADD.D F4,F0,F2	IF	ID	IS				EX	EX	WB			
S.D 0(R1),F4		IF	ID	IS					M	M	M	
ADD R1,R1,#8		IF	ID	IS	EX	WB						
SUB R3,R1,R2			IF	ID		IS	EX	WB				
BLTZ R3,LOOP			IF	ID				IS	EX	WB		
LD.D F0,0(R1)				IF	ID		IS	M	M	M	WB	
ADD.D F4,F0,F2				IF	ID				IS		EX	EX
S.D 0(R1),F4					IF	ID					IS	
ADD R1,R1,#8					IF	ID				IS	EX	WB
SUB R3,R1,R2						IF	ID					IS
BLTZ R3,LOOP						IF	ID					
LD.D F0,0(R1)							IF	ID				IS
ADD.D F4,F0,F2							IF	ID				
S.D 0(R1),F4								IF	ID			
ADD R1,R1,#8								IF	ID			
SUB R3,R1,R2									IF	ID		
BLTZ R3,LOOP									IF	ID		
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
LD.D F0,0(R1)												
ADD.D F4,F0,F2												
S.D 0(R1),F4												
ADD R1,R1,#8												
SUB R3,R1,R2												
BLTZ R3,LOOP												
LD.D F0,0(R1)												
ADD.D F4,F0,F2	WB											
S.D 0(R1),F4	M	M	M									
ADD R1,R1,#8												
SUB R3,R1,R2	EX	WB										
BLTZ R3,LOOP		IS	EX	WB								
LD.D F0,0(R1)	M	M	M	WB								
ADD.D F4,F0,F2	IS			EX	EX	WB						
S.D 0(R1),F4			IS			M	M	M				
ADD R1,R1,#8				IS	EX	WB						
SUB R3,R1,R2						IS	EX	WB				
BLTZ R3,LOOP								IS	EX	WB		

4 SimpleScalar - sim-outorder

a)

Config		Benchmark		
Int	FP	basicmath	qsort	susan -s
1	1	235,3	52,8	22,8
1	2	235,3	52,8	22,8
1	3	235,3	52,8	22,8
2	1	192,7	35,2	15,6
2	2	192,7	35,2	15,6
2	3	192,7	35,2	15,6
3	1	185,6	32,3	14,9
3	2	185,6	32,2	14,9
3	3	185,6	32,2	14,9

Alle Anwendungen skalieren mit der Anzahl der Integer-ALUs, von daher ist eine Version mit 2 oder 3, sowie mit nur einer FP-ALU zu wählen.

5 VLIW-Prozessoren

a)

Slot 1	Slot 2	Slot 3
add r1, r2, r3	sub r5, r3, r5	ld r11, [r12]
ld r3, [r1]	ld r9, [r7]	add r11, r11, r12
mul r3, r3, r3	mul r11, r11, r9	
st [r5], r3	st [r12], r11	

b)

Slot 1 (ALU)	Slot 2 (ALU)	Slot 3 (L/S)
add r1, r2, r3	sub r5, r3, r5	ld r11, [r12]
add r11, r11, r12		ld r3, [r1]
mul r3, r3, r3		ld r9, [r7]
mul r11, r11, r9		st [r5], r3
		st [r12], r11