

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ. Και Μηχ. Υπολογιστών

Προηγμένα Θέματα Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

8ο εξάμηνο, Ροή Υ

Ακαδημαϊκή Περίοδος : 2011-2012



3^η Άσκηση – Αλγόριθμος Tomasulo

Γερακάρης Βασίλης
<vgerak@gmail.com>

A.M. :03108092

Ερώτημα A.1

A/A	# loop	Instruction	IS	EX	WR	Comments	Reg. Rename
1	1	LD	1	2-6	7	cache miss	F4 – instr 3,4 R5 – instr 6,7
2	1	LD	2	3-7	8	cache miss	
3	1	ADDD	3	8-10	11	(c4-7) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #1	
4	1	MULD	4	12-17	18	(c5-11) - STALL EX – RAW dependence με εντολές #2,3	
5	1	ADDI	5	6-6	9	(c7,c8) - STALL WR - CDB κατειλημμένο απο εντολή #1, #2	
6	1	ANDI	6	10-10	12	(c11) - STALL WR - CDB κατειλημμένο απο εντολή #3	
7	1	SUBI	7	13-13	14	(c8-12) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #6	
8	1	BEZ	8	15-15	16	(c9-14) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #7	
9	1	ADDI	17	18-18	19	(c9-16) – STALL ISSUE – Αναμονή αποτελέσματος branch	
10	1	ADDI	18	19-19	20		
11	1	SUBI	19	20-20	21		
12	1	BNEZ	20	22-22	23	(c21) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #11	
13	2	LD	24	25-26	27	STALL EX – αναμονή branch, cache hit	F4 – instr 15,16 R5 – instr 18,19
14	2	LD	25	26-27	28	cache hit	
15	2	ADDD	26	28-30	31	(c27) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #13	
16	2	MULD	27	32-37	38	(c28-31) - STALL EX – RAW dependence με εντολές #14,15	
17	2	ADDI	28	29-29	30		
18	2	ANDI	29	31-31	32	(c30) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #17	
19	2	SUBI	30	33-33	34	(c31-32) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #18	
20	2	BEZ	31	35-35	36	(c32-34) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #19	
21	2	ADDI	37	38-38	39	(c22-36) - STALL ISSUE – Αναμονή αποτελέσματος branch	
22	2	LD	38	40-44	45	cache miss	
23	2	ADDD	39	46-48	49		
24	2	ADDI	40	41-41	42		
25	2	ADDI	41	42-42	43		
26	2	SUBI	42	43-43	44		
27	2	BNEZ	43	45-45	46	(c44) - STALL EX – RAW dependence με εντολή #26	
28	--	ADDD	49	50-52	53	(c47,48) - STALL ISSUE – FU κατειλημμένο από εντολή #23	
29	--	ADDD	53	54-56	57	(c50-52) - STALL ISSUE – FU κατειλημμένο από εντολή #28	

- Για την εκτέλεση του τμήματος κώδικα που μας δώθηκε χρειάστηκαν 57 κύκλοι. Ο παραπάνω πίνακας χρονισμού καταδεικνύει τα βήματα εκτέλεσης κάθε εντολής, καθώς και τις καθυστερήσεις που αυτές υπέστησαν.

Ερώτημα A.2

- Στον κύκλο 22, τα load/store queues είναι κενά, όπως επίσης και το Register Result Status. Το PC βρίσκεται στη θέση 0x0088001C (εντολή BEZ).
- Η μόνη εγγραφή στα Reservation Stations είναι στο Mult1, που φαίνεται παρακάτω:

time	RS	Instr	Vi	Vj	Qi	Qj
0	Mult1	BNEZ	1	0	-	-

- Οι τιμές των registers φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

R1	R2	R4	R5	R6	R8	F0	F1	F4	F5
x+8	y+8	1	0	1		A[0]	B[0]	(f4+A[0]) * B[0]	

Ερώτημα A.3

- Τα Hazards διακρίνονται στον 1ο πίνακα, όπως και τα register renames, που αναγράφονται και παρακάτω:

1. Reg F4 – εντολές #3, #4
2. Reg R5 – εντολές #6, #7
3. Reg F4 – εντολές #15, #16
4. Reg R5 – εντολές #18, #19

Ερώτημα B.1

A/A	# loop	Instruction	IS	EX	WR	Commit	Comments
1	1	LD	1	2-6	7	8	cache miss
2	1	LD	2	3-7	8	9	cache miss
3	1	ADDD	3	8-10	11	12	(c4-7) - STALL EX – RAW dependence με #1
4	1	MULD	4	12-17	18	19	(c5-11) - STALL EX – RAW dependence με #2, #3
5	1	ADDI	5	6-6	9	20	(c7,c8) - STALL WR - CDB κατειλημμένο απο #1, #2
6	1	ANDI	6	10-10	12	21	(c11) - STALL WR - CDB κατειλημμένο απο #3 / (c7-9) - STALL EX - RAW dependence με #5
7	1	SUBI	7	13-13	14	22	(c8-12) - STALL EX – RAW dependence με #6
8	1	BEZ	8	15-15	16	23	(c9-14) - STALL EX – RAW dependence με #7
9	1	ADDI	9	11-11	13	X	Flush – branch misprediction
10	1	LD	10	X	X	X	Flush – branch misprediction
11	1	ADDD	12	X	X	X	Flush – branch misprediction
12	1	ADDI	17	18-18	19	24	
13	1	ADDI	18	19-19	20	25	
14	1	SUBI	19	20-20	21	26	
15	1	BNEZ	20	22-22	23	27	(c21) – STALL EX – RAW dependence με #14
16	1	ADDD	21	22-X	X	X	Flush – branch misprediction
17	1	ADDD	X	X	X	X	Flush – branch misprediction
18	2	LD	24	25-26	27	28	cache hit
19	2	LD	25	26-30	31	32	cache miss
20	2	ADDD	26	28-30	32	33	(c27) - STALL EX – RAW dependence με #18 / (c31) – STALL WR CDB κατειλημμένο από #19
21	2	MULD	27	33-38	39	40	(c28-32) - STALL EX – RAW dependence με #19, #20
22	2	ADDI	28	29-29	30	41	
23	2	ANDI	29	31-31	33	42	(c30) - STALL EX – RAW dependence με #22/ (c32) – STALL WR CDB κατειλημμένο από #20
24	2	SUBI	30	34-34	35	43	(c31-33) - STALL EX – RAW dependence με #23
25	2	BEZ	31	36-36	37	44	(c32-35) - STALL EX – RAW dependence με #24
26	2	ADDI	32	33-33	34	X	Flush – branch misprediction
27	2	ADDI	33	35-35	36	X	Flush – branch misprediction / (c34) STALL EX, Int FU occupied by #24
28	2	SUBI	34	36-X	X	X	Flush – branch misprediction / (c35) STALL EX, Int FU occupied by #27
29	2	ADDI	38	39-39	40	45	
30	2	LD	39	41-42	43	46	cache hit / (c40) STALL EX – RAW dependence με #29
31	2	ADDD	40	44-46	47	48	(c41-43) - STALL EX – RAW dependence με #30
32	2	ADDI	41	42-42	44	49	(c43) - STALL WR - CDB κατειλημμένο απο #30
33	2	ADDI	42	43-43	45	50	(c44) - STALL WR - CDB κατειλημμένο απο #32
34	2	SUBI	43	44-44	46	51	(c45) - STALL WR - CDB κατειλημμένο απο #33
35	2	BNEZ	44	47-47	48	52	(c45-46) - STALL EX – RAW dependence με #34
36	2	LD	45	46	X	X	Flush – branch misprediction
37	2	LD	46	47-X	X	X	Flush – branch misprediction
38	2	ADDD	47	X	X	X	Flush – branch misprediction
39	--	ADDD	49	50-52	53	54	
40	--	ADDD	53	54-56	57	58	
41	--	ADDI	54	55-55	56	59	

- Για την εκτέλεση του τμήματος κώδικα που μας δώθηκε χρειάστηκαν 59 κύκλοι. Ο παραπάνω πίνακας χρονισμού καταδεικνύει τα βήματα εκτέλεσης κάθε εντολής, καθώς και τις καθυστερήσεις που αυτές υπέστησαν.

Ερώτημα B.2

- Στον 22ο κύκλο τα Load/Store queues είναι πάλι κενά. Το PC βρίσκεται στη θέση 0x00880040 (ADDD). Τα Reservation Stations Add1, και Int4 περιέχουν τις παρακάτω εγγραφές (τα άλλα RS είναι κενά)

Time	Name	Busy	Instr	Vi	Vj	Qi	Qj	Dest
2	Add1	v	ADDD	f1	A[1]	-	-	#14
0	Int4	v	BNEZ	1	0	-	-	

- Το Register Result Status φαίνεται παρακάτω:

F0	F1	F4	R1	R2	R4	R5	R6	R8
		#14	#11	#12			#13	

- Predictor (predict -> NOT TAKEN) :

	PHT	
3 LSB	T	NT
0	0	1

GHR	T
-----	---

- ROB:

	DEST	Value	Instr	Ready
ROB1	R1	x+8	ADDI R1,R1,8	V
ROB2	R2	y+8	ADDI R2,R2,8	V
ROB3	R6	1	SUBI R6,R6,1	V
ROB4			BNEZ R6, LOOP	
ROB5	F4		ADDD F4,F4,F0	

	DEST	Value	Instr	Ready
ROB6				
ROB7				
ROB8		T	BEZ R5,L1	V