

컴퓨터구조 중간고사 - 정답

2011. 10. 22

(61점 만점)

1. A, B, C 세 종류의 명령어가 있는 컴퓨터에서 어떤 프로그램을 실행시켰더니, 각 명령어의 CPI와 실행된 명령어 개수가 오른쪽 표와 같다.

Instruction class	A	B	C
CPI	1	2	4
실행 명령어 개수	1×10^9	3×10^9	2×10^9

- (1) IC(instruction count)는? (1점)

(답) $(1+3+2) \times 10^9 = 6 \times 10^9$

- (2) 평균 CPI는? (2점)

(답) $(1 \times 1 + 2 \times 3 + 4 \times 2) / 6 = 15 / 6 = 2.5$

- (3) 실행에 5초 걸렸다면 clock rate는? (2점)

(답) $\text{clock rate} = \text{IC} \times \text{CPI} / \text{execution time} = 6 \times 10^9 \times 2.5 / 5 = 3 \times 10^9 = 3 \text{ GHz}$

2. 메모리 m 번지($0 \leq m < 80_{\text{hex}}$)의 값은 $m \times 2$ 이고, 레지스터 $\$r$ ($0 < r < 32_{\text{ten}}$)에는 $r+10$ 이 저장되어 있다고 하자. $\$0$ 에는 0이 저장되어 있다. (각 3점)

- (1) MIPS 명령어 **lw \$2, 8(\$0)**가 실행된 후의 \$2 값을 16진수로 표기하라. 만일 이 명령어를 실행할 수 없다면 그 이유를 설명하라. Big endian을 가정하라.

(답) 10121416_{hex}

- (2) MIPS 명령어 **sw \$12, 3(\$9)**가 실행된 후 메모리 몇 번지가 어떻게 바뀌는가? 만일 이 명령어를 실행할 수 없다면 그 이유를 설명하라. Big endian을 가정하라.

(답) 실행할 수 없다. 주소가 13이라 4의 배수가 아니다.

- (3) 다음 MIPS 명령어가 $7000\ 7C04_{\text{hex}}$ 번지에 있는 다음 명령어를 실행하면 PC 값이 얼마로 바뀌겠는가? 단 opcode=4 이면 **beq** 명령어이다.

4	5	5	4
---	---	---	---

(답) $(7000\ 7C04_{\text{hex}} + 4) + 4 \times 4 = 7000\ 7C18_{\text{hex}}$

3. 다음 각 명령어를 32-bit MIPS 기계어로 나타내라. 기계어는 2진수나 16진수로 표현해도 좋고, 필드로 구분하여 각 필드의 값을 10진수로 표시해도 좋다. (각 3점)

- (1) **slt \$4, \$5, \$6** (단, **slt**의 opcode=0, funct=42_{ten}=101010_{two} 이다.)

(답)

000000	00101	00110	00100	00000	101010
0	5	6	4	0	42
$00A6\ 202A_{\text{hex}}$					

- (2) **j LL** (단, **j**의 opcode=2_{ten}=000010_{two} 이고, **j** 명령어는 $7000\ A180_{\text{hex}}$ 번지에 있으며 label LL은 $7010\ 1C08_{\text{hex}}$ 번지이다. 만일 이러한 jump를 실행할 수 없다면 그 이유를 설명하라.)

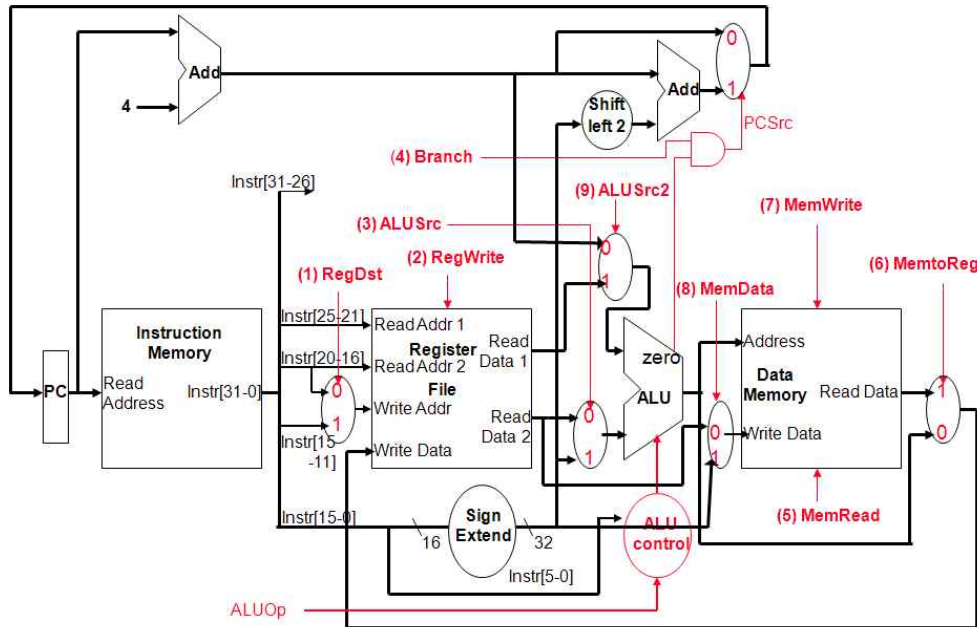
(답)

000010	0000 0001 0000 0001 1100 0000 10	two = 0040702 _{hex}
2	263938 _{ten}	
08040702_{hex}		

4. [그림 1]은 MIPS의 single-cycle datapath를 약간 수정한 것이다. 이 datapath에서 다음과 같이 동작하는 새로운 명령어를 실행시키려면 다음 제어신호 (1)~(9)의 값은 어떻게 되어야 하는가? Don't care는 X로 표시하라. (각 1점)

$$\text{Reg}[rt] \leftarrow (\text{PC}+4) + \text{sign-extended}(\text{offset})$$

(답) (1) 0 (2) 1 (3) 1 (4) 0 (5) 0
(6) 0 (7) 0 (8) X (9) 0



[그림 1] Modified single-cycle datapath

5. Multiplicand=01100_{two}, Multiplier=10011_{two} 이다.

(1) 두 수를 unsigned integers로 보고 교재의 최종 algorithm으로 곱하는 과정을 보여라. (5점)

(답) 12 * 19 = 228

Iteration	Step	Multiplicand	Product
0	Initial values	01100	00000 10011
1	1a: 1 => add		01100 10011
	2: Shift right Product		00110 01001
2	1a: 1 => add		10010 01001
	2: Shift right Product		01001 00100
3	1: 0 => no operation		
	2: Shift right Product		00100 10010
4	1: 0 => no operation		
	2: Shift right Product		00010 01001
5	1a: 1 => add		01110 01001
	2: Shift right Product		00111 00100

(2) 두 수를 signed 2's complement numbers로 보고 Booth's algorithm으로 곱할 때, 덧셈과 뺄셈은 각각 몇 번씩 하는가? (2점)

(답) 덧셈: 1번, 뺄셈: 2번

6. Dividend=0001 1111_{two}, Divisor=0011_{two} 이다. 두 수를 nonrestoring division algorithm으로 나누는 과정을 보여라. (5점)

(답) $31 \div 3 = 10 \cdots 1$

Iteration	Step	Divisor	Remainder
0	Initial values	0011	0001 1111
1	Shift Rem left		0011 1110
	$\text{Rem} \geq 0 \Rightarrow \text{Rem} = \text{Rem} - \text{Div}$		0000 1110
	$\text{Rem} \geq 0 \Rightarrow R_0 = 1$		0000 1111
2	Shift Rem left		0001 1110
	$\text{Rem} \geq 0 \Rightarrow \text{Rem} = \text{Rem} - \text{Div}$		1110 1110
	$\text{Rem} < 0 \Rightarrow R_0 = 0$		1110 1110
3	Shift Rem left		1101 1100
	$\text{Rem} < 0 \Rightarrow \text{Rem} = \text{Rem} + \text{Div}$		0000 1100
	$\text{Rem} \geq 0 \Rightarrow R_0 = 1$		0000 1101
4	Shift Rem left		0001 1010
	$\text{Rem} \geq 0 \Rightarrow \text{Rem} = \text{Rem} - \text{Div}$		1110 1010
	$\text{Rem} < 0 \Rightarrow R_0 = 0$		1110 1010
	$\text{Rem} < 0 \Rightarrow \text{Rem} = \text{Rem} + \text{Div}$		0001 1010

7. IEEE 754 표준의 single precision format은 지수부분이 8 bits이고 bias가 127이다. 유효자리는 23 bits이고 hidden bit을 사용한다. 십진수 13.5_{ten}의 IEEE 754 single precision 표현을 16진수(또는 2진수)로 표시하라. (5점)

(답) $13.5_{\text{ten}} = 1101.1_{\text{two}} = 1.1011_{\text{two}} * 2^3$

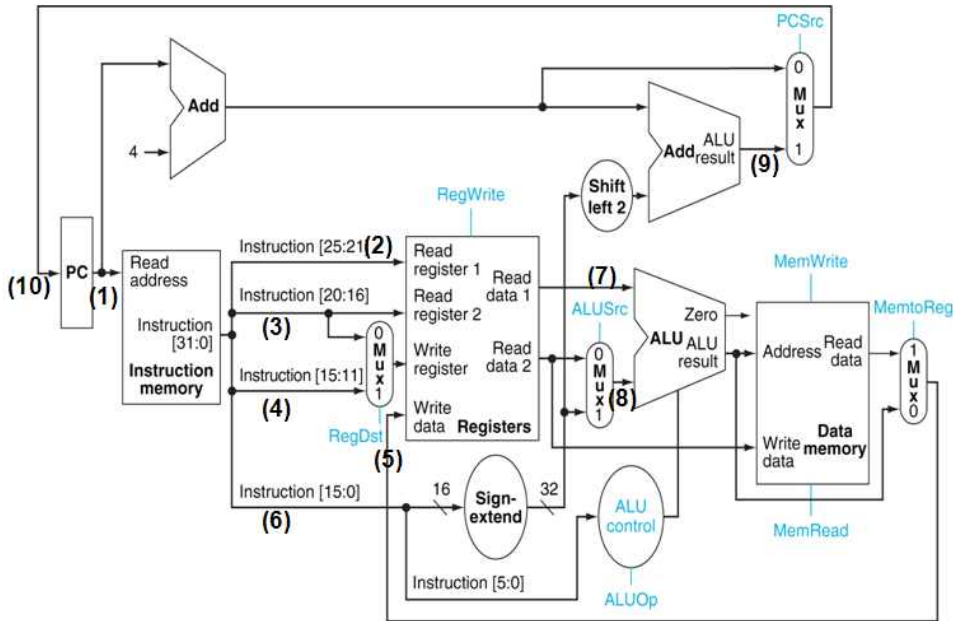
지수 = $3 + 127 = 130_{\text{ten}} = 1000\ 0010_{\text{two}}$

0	1000 0010	101 1000 0000 0000 0000 0000
---	-----------	------------------------------

= 4158 0000_{hex}

8. [그림 2]의 single-cycle datapath에서 540_{ten} 번지에 저장되어 있는 명령어 **lw \$7, -2(\$5)**를 실행할 때 (1)~(10)의 값을 표시하라. 메모리 m 번지에는 $m+3$, \$7에는 6_{ten} , \$5에는 10_{ten} 이 기억되어 있다고 가정하고, (5),(6),(8)은 이진수나 16진수로, 나머지는 십진수로 표시하라. 단 **lw**의 opcode= 100011_{two} , 이다. (각 1점)

(답) (1) 540 (2) 5 (3) 7 (4) 31 (5) 0B0C0D0E
(6) FFFE (7) 10 (8) FFFF FFFE (9) $544-2*4=536$ (10) 544



[그림 2] MIPS의 single-cycle datapath

9. [그림 2]의 single-cycle datapath가 **addi**(add immediate) 명령어만 support 한다면 clock cycle time은? 단 datapath 각 logic blocks의 latencies는 다음과 같다고 가정한다. (5점)

I-Mem	Add	Mux	ALU	Regs	D-Mem	Sign-extend	Shift-left-2
300ps	150ps	50ps	250ps	200ps	350ps	20ps	20ps

(답) $IM + \max(\text{Reg}, \text{SignExt} + \text{MUX}) + \text{ALU} + \text{MUX} + \text{Reg}$
 $= 300 + \max(200, 20+50) + 250 + 50 + 200$
 $= 1000 \text{ (ps)}$