

컴퓨터구조 Take-home Exam

배점: 100, 문항 수: 12

2022년 1학기

0[배점 없음]. 학번 및 이름을 쓰시오.

학번:

B617065

이름:

신성우

1[10]. Consider Computer A running at 0.7 GHz requires 10 second CPU time to run your program. Let us design a new Computer B that

- (i) aims for 8 second CPU time to run the same program, and
- (ii) causes 1.6X clock cycles compared to Computer A.

How fast should the Computer B's clock frequency be?

컴퓨터 A는 0.7GHz로 동작하며 특정 프로그램을 수행하는데 10초 걸린다. 다음과 같이 컴퓨터 B를 설계하고자 한다:

- (i) 동일 프로그램을 8초에 수행
- (ii) (컴퓨터 A의 경우에 비해) 1.6배 클럭 사이클을 필요

컴퓨터 B의 클럭 주파수는 얼마인가?

[풀이과정 포함하여 답안을 작성]

$$\text{CPU Time} = \frac{\text{CPU clock cycles}}{\text{Clock frequency}}$$

$$A) \quad 10 = \frac{a}{0.7 \text{ GHz}} \rightarrow a = 7 \text{ GHz}$$

$$B) \quad 8 = \frac{(7 \text{ GHz}) \cdot (1.6)}{b} \rightarrow b = 1.4 \text{ GHz}$$

$$\therefore f_B = 1.4 \text{ GHz}$$

ISA

2[10]. Consider three different processors P1, P2, and P3 executing the same instruction set. P1 has a 3.0GHz clock rate and a CPI of 1.5. P2 has a 2.2GHz clock rate and a CPI of 1.0. P3 has a 3.3GHz clock rate and has a CPI of 2.2.

다음과 같이 동작하는 프로세서 P1, P2, P3 가 있다:

P1: 클럭 주파수 = 3.0GHz, CPI = 1.5

P2: 클럭 주파수 = 2.2GHz, CPI = 1.0

P3: 클럭 주파수 = 3.3GHz, CPI = 2.2

2.1[4]. Which processor has the highest performance expressed in instructions per second?

각 프로세서 성능을 instructions per second로 나타내시오. 어느 프로세서가 가장 높은 성능을 보이는가?

[풀이과정 포함하여 답안을 작성]

$$CPU \text{ time} = \# \text{ insts} \times CPI / f$$

$$\rightarrow \frac{\# \text{ insts}}{CPU \text{ time}} = \frac{f}{CPI} \quad [\text{insts/sec}]$$

$$P1) \frac{(3.0)(10^9)}{1.5} = (2.0)(10^9) \quad [\text{insts/sec}]$$

$$P2) \frac{(2.2)(10^9)}{1.0} = (2.2)(10^9) \quad [\text{insts/sec}]$$

$$P3) \frac{(3.3)(10^9)}{2.2} = (1.5)(10^9) \quad [\text{insts/sec}]$$

∴ P2가 가장 높은 성능을 보인다

2.2[3]. If the processors each execute a program in 20 seconds, find the number of cycles and the number of instructions.

각 프로세서가 프로그램을 20초간 실행한다고 가정하라. 각각 프로세서 클럭은 몇 사이클을 반복하였는가? 또한, 각각의 프로세서는 몇 개의 명령어를 실행하였는가?

[풀이과정 포함하여 답안을 작성]

$$CPU \text{ time} = \frac{CPU \text{ clock cycles}}{\text{clock frequency } (f)} \rightarrow \text{cycles} = \text{time} \times f$$

$$CPU \text{ clock cycles} = (\# \text{ insts}) \times CPI \rightarrow \# \text{ insts} = \text{cycles} / CPI$$

	cycles	# insts
P1	60 GHz	(40)(10 ⁹)
P2	44 GHz	(44)(10 ⁹)
P3	66 GHz	(30)(10 ⁹)

2.3[3]. We are trying to reduce the execution time by 20% but this leads to an increase of 20% in the CPI. What clock rate should we have to get this time reduction?

성능개선을 위해서 실행시간을 20% 줄이려고 하는데, 이 과정에서 CPI가 20% 증가했다. 클럭 주파수는 각각 얼마가 되어야 의도한 성능개선을 이룰 수 있는가?

[풀이과정 포함하여 답안을 작성]

$$CPU \text{ time} = \frac{\# \text{ insts} \times CPI}{f} \rightarrow f = \frac{1.2}{0.8} = 1.5$$

$$P1) (3.0)(1.5) = 4.5 \text{ GHz}$$

$$P2) (2.2)(1.5) = 3.3 \text{ GHz}$$

$$P3) (3.3)(1.5) = 4.95 \text{ GHz}$$

3[10].

Translate the following C code to MIPS. Assume that the variables f, g, h, i, and j are assigned to registers \$s0, \$s1, \$s2, \$s3, and \$s4, respectively. Assume that the base address of the arrays A and B are in registers \$s6 and \$s7, respectively. Assume that the elements of the arrays A and B are 4-byte words.

다음 C 코드를 MIPS 어셈블리로 변경하시오. 변수 f, g, h, i, j는 각각 \$s0, \$s1, \$s2, \$s3, \$s4에 보관되어 있다고 가정하시오. 배열 A 및 B의 base 주소는 \$s6과 \$s7에 보관되어 있다고 가정하시오. A와 B 원소는 각각 4 바이트 크기이다.

$48(\$s7)$ $32(\$s7)$
 $B[12] = B[8] + h;$
 $A[j] = A[i] - B[12];$

[주석 및 답안 작성]

lw \$t0, 32(\$s7) # B[8]
 add \$t0, \$t0, \$s2 # B[8] + h
 sw \$t0, 48(\$s7) # B[12] = B[8] + h

sll \$t0, \$s3, 2 # i * 4

add \$t0, \$s6, \$t0 # A[i]

sll \$t1, \$s4, 2 # j * 4

add \$t1, \$s6, \$t1 # A[j]

lw \$t2, 48(\$s7) # B[12]

sub \$t3, \$t0, \$t2 # A[i] - B[12]

sw \$t3, \$t1 # A[j] = A[j] - B[12]

4[5].

Assume \$t0 holds the value 0xABCDABCD. What is the value of \$t2 after the following instructions?

레지스터 \$t0 값은 0xABCDABCD 이다. 다음 코드 실행 후 \$t2 값은 무엇인가?

slt \$t2, \$0, \$t0 → $t2 = 1$
 bne \$t2, \$0, ELSE
 j DONE
 ELSE: addi \$t2, \$t2, 4
 DONE:

[답안만 작성]

5

5[10].

Convert the following pseudo instructions into real instructions as in an example.

예시와 같이 pseudo 명령어를 실제 명령어로 변환하시오.

Example)

less than
blt \$s1, \$s2, Label

->

slt \$at, \$s1, \$s2
bne \$at, \$zero, Label

5.1[5].

[답안만 작성]

less than or equal to

ble \$s1, \$s2, Label
rs rt

->

slt \$at, \$s2, \$s1
bge \$at, \$zero, Label

5.2[5].

[답안만 작성]

greater than

bgt \$s1, \$s2, Label
rs rt

->

slt \$at, \$s2, \$s1
bne \$at, \$zero, Label

6[5].

Translate 0x89ABCDEF into binary number.

16진수값 0x89ABCDEF를 이진수로 표현하시오.

A	B	C	D	E	F
10	11	12	13	14	15

[답안만 작성]

1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111 (12)

7[10].

Translate the following C code into MIPS.

다음 C 코드를 MIPS 어셈블리로 변경하시오.

```

unsigned int sum(unsigned int n) {
    if (n == 0):
        return 0;
    else:
        return n + sum(n-1);
}
  
```

[주석 및 답안 작성]

```

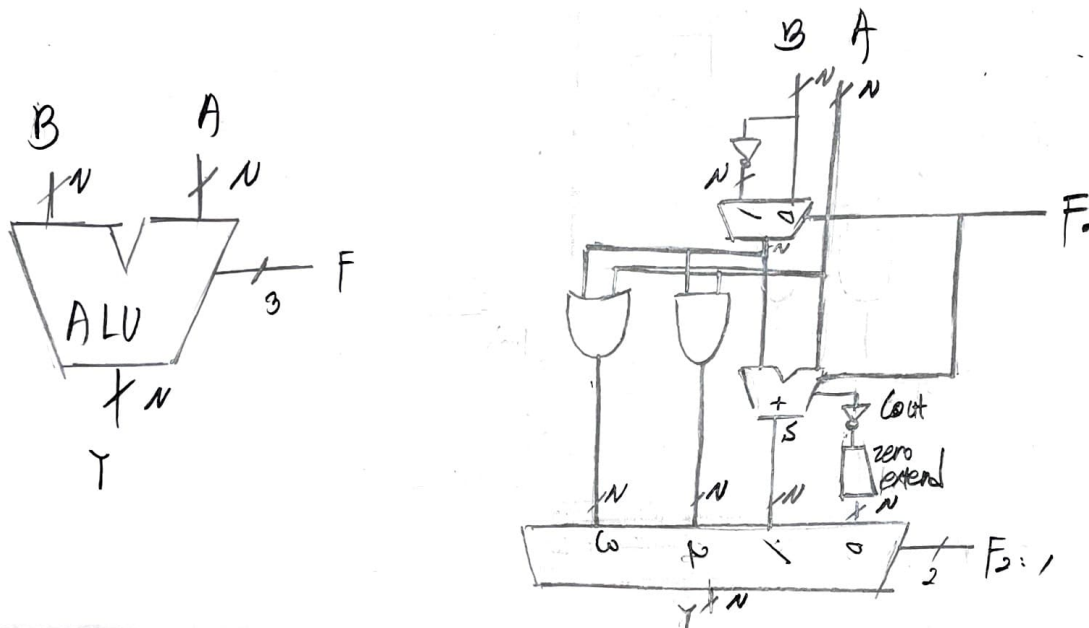
sum: addi    $sp, $sp, -8      # make room
      sw     $a0, 4($sp)      # store $a0
      sw     $ra, 0($sp)      # store $ra
      bne    $a0, $0, else    # no: go to else
      addi    $v0, $0, 0      # yes: return 0
      addi    $sp, $sp, 8      # restore sp
      jr     $ra              # return

else: addi    $a0, $a0, -1     # m = m - 1
      jal    sum              # recursive call
      lw     $ra, 0($sp)      # restore $ra
      lw     $a0, 4($sp)      # restore $a0
      addi    $sp, $sp, 8      # restore sp
      add     $v0, $a0, $v0     # m + sum(m-1)
      jr     $ra              # return
  
```

8[10]. Show a schematic and a Verilog code for an ALU that works as in the following table.
 다음 표와 같이 동작하는 ALU의 schematic 및 Verilog 코드를 작성하시오.

F _{2:0}	Function
000	Not Used
001	SLTU
010	A + B
011	A - B
100	A & B
101	A & ~B
110	A B
111	A ~B

[Schematic 답안 작성]



[Verilog 코드 답안 작성]

```

module alu (input      [31:0] a, b,
            input      [2:0] alucont,
            output reg  [0:0] result,
            output      zero);

```

```

wire [31:0] b2;

```

```

wire sltu;

```

```

wire [32:0] sum;

```

```

assign b2 = alucont[2] ? ~b : b;

```

```

// addition (sub)

```

```

assign sum[32:0] = a + b2 + alucont[2];

```

```

assign sltu = ~sum[32]; // for SLTU

```

```

always @ (*)

```

```

begin

```

```

case (alucont[1:0])

```

```

2'b00 : result <= a & b2; // A & B

```

```

2'b01 : result <= a | b2; // A | B

```

```

2'b10 : result <= sum[31:0]; // A+B, A-B

```

```

2'b11 : result <= {31'b0, sltu}; // SLTU

```

```

endcase
end

```

// for branch
 assign zero = (result == 32'b0);
 end module

9[10]

Consider the following code:
다음 코드가 실행된다고 가정하라:

$\text{lb } \$t0, 0(\$t1) \rightarrow \text{zero extn}$ $\$t0 : 0x000000DD$
 $\text{sw } \$t0, 0(\$t2)$ $\$t2 : 0xDD$

Assume that the register $\$t1$ contains the address $0x1000_0000$ and the register $\$t2$ contains the address $0x1000_0010$. Also assume that the MIPS architecture utilizes little-endian addressing. Assume that the data (in hexadecimal) at address $0x1000_0000$ is: $0xAABB_CCDD$. What value is stored at the address pointed to by register $\$t2$?

레지스터 $\$t1$ 은 $0x1000_0000$, $\$t2$ 는 $0x1000_0010$ 을 저장하고 있다. MIPS는 (실제로는 아니지만) 리틀엔디안 방식이라고 가정하시오. 메모리 주소 $0x1000_0000$ 에 데이터 $0xAABB_CCDD$ 가 저장되어 있다고 가정하라. $\$t2$ 가 가리키는 메모리 주소에는 어느 값이 저장되어 있겠는가?

(참고: $0x1000_0000$ 은 $0x10000000$ 과 동일함. 즉, underscore 기호는 가독성을 위해 추가한 기호에 불과함. 마찬가지로 $0xAABB_CCDD$ 는 $0xAABBCCDD$ 임)

[풀이과정 포함하여 답안을 작성]



1) $\text{lb } \$t0, 0(\$t1)$

$\$t0$ 에 $\$t1 + 0$ 으로 부터 byte 단위로 레이어로
Byte is loaded into LSB of the register

$\$t0$ and sign extended $\rightarrow \$t0 : 0xFFFF FFDD$

1) $\text{sw } \$t0, 0(\$t2)$

$\$t2 + 0$ 에 word 단위로 $\$t0$ 의 레이어 저장

2) $\$t2$ ($0x10000010$)에 저장된 값은 $0xDD$ 이다.

* $0xDD = 1011011011011011_2$

10[10]. What decimal number does the 32-bit pattern $0xE000_0000$ represent if it is a two's complement integer? An unsigned integer?

1) 32비트 16진수 $0xE000_0000$ 이 2의 보수였다면, 어느 정수에 해당하는가? (십진수로 표현하시오.)

2) 32비트 16진수 $0xE000_0000$ 이 unsigned integer였다면, 어느 정수에 해당하는가? (십진수로 표현하시오.)

[풀이과정 포함하여 답안을 작성]

1) $0xE0000000$

0 2진수 변환

$11100000000000000000000000000000_2$

2) -1

$11111111111111111111111111111111_2$

3) 2진

31 30 29

$00100000000000000000000000000000_2$

4) 십진수 변환

2^{29}

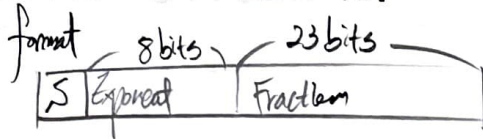
1) $(16^7)(14)$

11[5]. What decimal number does the bit pattern 0xC080_0000 represent if it is a floating point number? Use the IEEE 754 standard.

16진수 0xC080_0000 이 IEEE 754 표준으로 표현한 single precision floating point number였다면, 어느 값에 해당하는가? (Normalized scientific notation으로 표현하시오.)

32bit → Bias: 127

[풀이과정 포함하여 답안을 작성]



$$X = (-1)^S \times (1 + \text{Fraction}) \times 2^{(\text{Exponent} - \text{Bias})}$$

$$= (-1)^1 \times 1 \times 2^{(109 - 127)} = (-1) \times (2^{-18})$$

↑
1000 000 101 → 109

0xC080 0000

= 1100 0000 1000 ... 0000

↓ ↓
Exponent Fraction

sign

12[5]. 강의자료 CA-Lec10-Chap4-SingleCycle-MIPS-1.pdf 마지막 페이지(p26)의 schematic을 손그림으로 따라 그리시오.

[답안만 작성]

