

학과		학번		이름	
----	--	----	--	----	--

1. Mano의 Basic Computer에서 수행되는 인터럽트 서비스를 스택을 이용하는 방식으로 할 때, 다음 물음에 답하라. 스택에 저장될 위치를 알려주는 값은 스택포인터가 가지고 있다. 스택은 메모리의 4001번지부터 시작되고, 스택 포인터는 메모리 4000번지에 저장된다. [총 20점]

LINE	PROGRAM		LINE	PROGRAM	
1		ORG 0	27		BUN EPI I
2	TOP,	HEX 0	28	DSP,	HEX 0
3		①	29		LDA SP
4		BUN INP	30		ADD MIN
5		BUN OUT	31		STA SP
6	PRO,	HEX 0	32		BUN DSP I
7		STA SP I	33	MIN,	DEC ④
8		ISZ SP	34	INP,	IOF
9		②	35		BSA PRO
10		STA SP I	36		INP
11		ISZ SP	37		OUT
12		LDA TOP	38		STA CHI
13		STA SP I	39		IOF
14		ISZ SP	40		BSA EPI
15		ION	41		BUN TOP I
16		BUN PRO I	42	OUT,	IOF
17	EPI,	HEX 0	43		BSA PRO
18		BSA DSP	44		LDA CHO
19		LDA SP I	45		OUT
20		STA TOP	46		IOF
21		BSA DSP	47		BSA EPI
22		LDA SP I	48		BUN TOP I
23		③	49	CHI,	HEX 0
24		BSA DSP	50	CHO,	HEX 0
25		LDA SP I	51		ORG 4000
26		ION	52	SP,	DEC 4001

(1) ① ~ ④ 에 들어갈 값이나 변수 명을 적으시오. [각 2점]

① SKO	② CIR	③ CIL	④ -1
-------	-------	-------	------

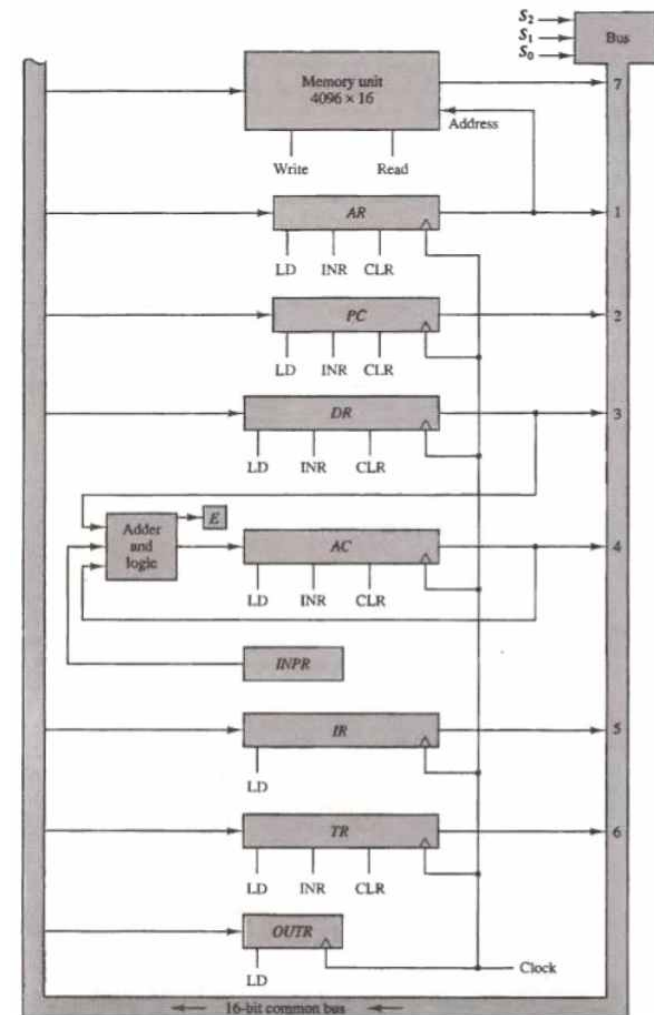
(2) 사용자 프로그램과 위 루틴이 공유하는 광역변수(Global Variable) 세 가지는 무엇인가? [각 2점]

AC	E	TOP(Return Address)
----	---	---------------------

(3) 서브루틴 DSP 대신에 DSZ라는 memory-reference instruction으로 대신하려고 한다. DSZ는 ISZ와 반대로 주어진 메모리 주소에 있는 값을 1 감소시킨 다음 그 메모리 주소로 다시 저장하고 감소시킨 값이 0이면 다음 instruction을 skip한다. DSZ명령어를 위한 RTL을 작성하라. (단, 명령어 실행 전과 후의 AC 값은 동일해야 한다) [6점]

D ₆ T ₄ : TR ← AC	D ₆ T ₄ : DR ← M[AR]
D ₆ T ₅ : DR ← M[AR], AC ← 0	D ₆ T ₅ : AC ← DR, DR ← AC
D ₆ T ₆ : AC ← complement AC	D ₆ T ₆ : AC ← complement AC
D ₆ T ₇ : AC ← AC + DR	D ₆ T ₇ : AC ← AC + 1
D ₆ T ₈ : M[AR] ← AC, if (AC = 0) then (PC ← PC + 1)	D ₆ T ₈ : AC ← complement AC
D ₆ T ₉ : DR ← TR	D ₆ T ₉ : M[AR] ← AC, if (AC = 0) then (PC ← PC + 1)
D ₆ T ₁₀ : AC ← DR, SC ← 0	D ₆ T ₁₀ : AC ← DR, SC ← 0

2. 아래의 Mano가 설계한 컴퓨터의 버스구조와 별도로 첨부된 RTL을 보고 다음 물음에 답하라. [총 20점]



- (1) Mano 컴퓨터의 instruction set이 complete한 이유를 OR연산을 예로 들어 설명하고, 메모리 위치 X, Y에 저장된 두 수에 대해 OR연산을 수행하는 마노 어셈블리 코드를 작성하라. [4점]

설명 : Mano instruction set만 가지고 필요한 모든 연산을 만들 수 있다. 가령 Mano instruction set에는 OR연산이 없지만, AND와 complement연산을 이용하여 OR연산을 수행할 수 있다. $X + Y = (X'Y')'$	LINE	프로그램	LINE	프로그램
	1	X, HEX 10	7	LDA Y
	2	Y, HEX 20	8	CMA
	3	TMP, HEX 0	9	AND TMP
	4	LDA X	10	CMA
	5	CMA	11	
	6	STA TMP	12	

- (2) 레지스터 AC의 제어선(LD, INR, CLR)에 연결될 회로를 위한 Boolean 수식을 RTL의 제어 필드를 이용하여 표현하라. [각 2점]

LD	$D_0T_5 + D_1T_5 + D_2T_5 + rB_9 + rB_7 + rB_6 + pB_{11}$
INR	rB_5
CLR	rB_{11}

- (3) BUS의 제어선($S_0 \sim S_2$)에 연결될 회로를 위한 Boolean 수식을 RTL의 제어필드를 이용하여 표현하라. [각 2점]

S_0	$R'T_1 + R'T_2 + D_7'IT_3 + (D_0 + D_1 + D_2 + D_4 + D_6)T_4 + D_5T_5 + D_6T_6$
S_1	$T_0 + T_1 + D_7'IT_3 + (D_0 + D_1 + D_2 + D_5 + D_6)T_4 + D_6T_6$
S_2	$T_1 + R'T_2 + D_7'IT_3 + (D_0 + D_1 + D_2 + D_3 + D_6)T_4 + pB_{10}$

- (4) Mano 컴퓨터의 LDA 명령어에 대해 동일한 기능을 수행하는 RTL을 기존 RTL(D_2T_4 , D_2T_5)과 다른 방식으로 작성하라. (2 clock time 내 수행되도록 작성) [4점]

$D_2T_4 : DR \leftarrow M[AR], AC \leftarrow 0$
 $D_2T_5 : AC \leftarrow AC + DR, SC \leftarrow 0$

3. 아래 글을 읽고 물음에 답하라. [총 18점]

The process of communication is done by programmed control transfer which is implemented by ①the loop of instructions in Mano's architecture. ②The computer keeps checking the flag bits for input and output alternately, and when it finds one of them set, it initiates an information transfer. The difference of information flow rate between the computer and that of the input-output devices makes this type of transfer inefficient. To see why this is inefficient, consider a computer that can execute ③one giga instructions per second. Usually human can type keyboard at a maximum rate of 10 ④CPS. The printer can transfer information at a maximum rate of 3 ⑤LPM with 20 characters per line. This means that at the maximum rate, the computer will check the flags ⑥ times between each transfer. The computer is ⑦wasting time while checking the flag instead of doing some other useful processing task.

(1) ①에 해당하는 입출력을 위한 프로그램 모듈을 작성하라. [4점]

CIF, SKI
BUN COF
BUN INP / subroutine that will process input
COF, SKO
BUN CIF
BUN OUT / subroutine that will process output

(2) ②에 해당하는 용어를 무엇이라고 하는가? [2점]

Polling

(3) ③을 근거로 computer의 instruction cycle time을 계산하라. [2점]

10^{-9} second (or 1 nano second)

(4) ④, ⑤의 약자가 아닌 전체 용어를 적으시오. [각 2점]

CPS : Characters Per Second

LPM : Lines Per Minute

(5) 한 개의 문자를 입력하는 동안 몇 번의 instruction cycle이 수행되는가? [2점]

10^8

(6) 프린터가 한 문자를 출력하는 동안 몇 번의 instruction cycle이 수행되는가? [2점]

10^9

(7) 이런 낭비를 줄이는 방법은 무엇인가? [2점]

Interrupt

4. 다음 프로그램에 대하여 질문에 답하라. [총 12점]

LINE	PROGRAM			LINE	PROGRAM		
1		ORG	3000	22		SZE	
2		LDA	N	23		BUN	ONE
3		BSA	MUL	24		BUN	ZRO
4	FST,	DEC	0003	25	ONE,	LDA	X
5	SND,	DEC	0005	26		ADD	P
6	TRD,	HEX	0	27		STA	P
7	END,	HLT		28		CLE	
8	N,	DEC	-2	29	ZRO,	LDA	X
9		ORG	2000	30		CIL	
10	MUL,	HEX	0	31		STA	X
11		STA	CTR	32		ISZ	CTR
12		LDA	MUL I	33		BUN	LOP
13		STA	X	34		LDA	P
14		ISZ	MUL	35		STA	MUL I
15		LDA	MUL I	36		ISZ	MUL
16		STA	Y	37		BUN	MUL I
17		ISZ	MUL	38	CTR,	DEC	0
18	LOP,	CLE		39	X,	HEX	0
19		LDA	Y	40	Y,	HEX	0
20		CIR		41	P.	HEX	0
21		STA	Y	42			

(1) 프로그램이 실행되는 과정에서 두 변수 X, Y의 값이 어떻게 변하는지 적으시오. [각 0.5점]

X	0	->	3	->	6	->	12
Y	0	->	5	->	2	->	1

- (2) 메인프로그램에서 서브프로그램으로 값을 전달하기 위해 레지스터와 복귀주소공간(Save area) 및 파라미터가 사용된다. 아래 표를 채우시오. [각 0.5점]

	레지스터	복귀주소공간	파라미터1	파라미터2	파라미터3
이름/주소	AC	2000	3002	3003	
값	-2	3002	3	5	0

- (3) 최종 결과가 저장되는 장소의 주소는 얼마이고, 그 결과 값은 얼마인가? [각 1점]

주소	3004
결과값	3

- (4) 35번 LINE을 삭제하고 아래와 같이 6번과 7번 LINE 사이에 새로운 명령어를 추가하였을 때, 이전과 동일한 결과를 얻도록 빈칸을 채우시오. [각 1점]

LINE	프로그램		
6.5		STA	TRD
7	END,	HLT	

- (5) 위 프로그램이 수행되는 과정에서 오버플로우가 발생하는 경우를 처리하기 위하여 26번과 27번 사이에 아래 표처럼 명령어를 끼워넣었다. 서브루틴 ERR은 오버플로우가 발생할 경우 프로그램을 즉시 종료시키는 기능을 수행한다고 할 때, 표의 빈 곳을 메워라. (4번과 5번 LINE의 데이터는 항상 양수이며 곱셈 결과는 16bit를 넘지 않는다고 가정한다) [각 1점]

LINE	프로그램		
26.5		BSA	ERR
42		ORG	3500
43	ERR,	HEX	0
44		① SNA	
45		BUN	② ERR I
46		BUN	END

5. 두 양수의 곱셈만 할 수 있는 4번 문제의 프로그램을 확장하기 위하여 아래의 프로그램을 작성하였다. 프로그램에서 수행되는 곱셈 연산은 4번 문제의 서브프로그램 MUL을 이용한다고 했을 때, 아래 물음에 답하여라. [총 10점]

LINE	PROGRAM			LINE	PROGRAM		
1		ORG	3000	35		LDA	SGN
2		CLE		36		INC	
3		LDA	FST	37		STA	SGN
4		STA	XP	38		BUN	SUB
5		CMA		39	FOR,	LDA	YN
6		INC		40		STA	SND
7		STA	XN	41		LDA	SGN
8		LDA	SND	42		INC	
9		STA	YP	43		STA	SGN
10		CMA		44		BUN	SUB
11		INC		45	TRE,	BUN	SUB
12		STA	YN	46	// MULTIPLICATION		
13	// SIGN CHECK			47	SUB,	LDA	N
14		LDA	FST	48		BSA	MUL
15		CIL		49	FST,	HEX	0004
16		SZE		50	SND,	HEX	FFFD
17		BUN	TWO	51	TRD,	HEX	0
18		LDA	SND	52		LDA	SGN
19		CIL		53		CIR	
20		SZE		54		SZE	
21		BUN	FOR	55		BUN	POS
22		BUN	TRE	56		LDA	TRD
23	TWO,	LDA	SND	57		CMA	
24		CIL		58		INC	
25		SZE		59		STA	TRD
26		BUN	SIX	60	POS,	HLT	
27		BUN	FIV	61	N,	DEC	-2
28	SIX,	LDA	XN	62	SGN,	DEC	-1
29		STA	FST	63	XP,	HEX	0
30		LDA	YN	64	XN,	HEX	0
31		STA	SND	65	YP,	HEX	0
32		BUN	SUB	66	YN,	HEX	0
33	FIV,	LDA	XN	67		END	
34		STA	FST	68			

(1) 위 프로그램에서는 실제 곱셈이 이루어지기 전에 먼저 두 수의 부호를 체크 한다. 변수 FST의 부호를 알아내는 부분의 LINE 번호들을 적어라. [각 1점]

14	15	16
----	----	----

(2) 이 프로그램을 수행한 후 얻어지는 결과 값을 적어라. [3점]

-12 (or FFF4)

(3) 변수 SGN의 역할을 설명하라. [4점]

결과 값의 부호를 결정 (-1이면 양수, 0이면 음수)

6. 다음 프로그램은 원소가 4개인 배열 A와 배열 B를 더하여서 배열 C에 저장하는 서브루틴이다. 배열의 시작주소와 원소의 개수는 파라미터로 서브루틴에 전달된다. [총 10점]

LINE	PROGRAM			LINE	PROGRAM		
3		ORG	4	61		ISZ	PT2
4		BSA	MAT	62		ISZ	PT3
5		HEX	100	63		ISZ	CTR
6		HEX	200	64		BUN	LOP
7		HEX	300	65		BUN	MAT I
8		DEC	-4	66	PT1,	DEC	0
		HLT		67	PT2,	DEC	0
		ORG	50	68	PT3,	DEC	0
50	MAT,	HEX	0	69	CTR,	DEC	0
51		LDA	MAT I			ORG	100
52		STA	PT1	100		DEC	6
53		ISZ	MAT	101		DEC	4
54		LDA	MAT I	102		DEC	7
55		STA	PT2	103		DEC	9
56		ISZ	MAT			ORG	200
57		LDA	MAT I	200		DEC	4
58		STA	PT3	201		DEC	6
59		ISZ	MAT	202		DEC	3
5A		LDA	MAT I	203		DEC	1
5B		STA	CTR			ORG	300
5C		ISZ	MAT	300		DEC	0
5D	LOP,	LDA	PT1 I	301		DEC	0
5E		ADD	PT2 1	302		DEC	0
5F		STA	PT3 I	303		DEC	0
60		ISZ	PT1				

(1) 해당번지의 instruction이 실행된 다음 레지스터와 메모리의 결과를 작성하라. [각 1점]

	4	54	65
AC		200 ₍₁₆₎	
PC	51 ₍₁₆₎	55 ₍₁₆₎	9 ₍₁₆₎
50번지	5 ₍₁₆₎	6 ₍₁₆₎	9 ₍₁₆₎
66번지		100 ₍₁₆₎	104 ₍₁₆₎
302번지			A ₍₁₆₎

7. 다음 설명들에 대하여 O/X로 답하라. [각 2점] (단, 틀리면 1점 감점이 있음)

- (1) Two Pass의 Assembler에서 첫 번째 Pass에서 생성되는 테이블을 Keyword table이라고 한다.
- (2) 마노 기본 컴퓨터에서 memory reference instruction에 대해 direct addressing mode를 사용할 경우 indirect addressing mode를 사용할 때보다 1 clock 더 빨리 수행된다.
- (3) 마노 기본 컴퓨터에서 register reference instruction은 instruction cycle 수행 과정에서 메모리에 접근할 필요가 없다.
- (4) 마노 버스 구조 상 AC 레지스터와 DR 레지스터의 값을 서로 바꾸는 작업은 single clock time에 수행될 수 없다.
- (5) 특정 명령어가 수행되는 도중에 인터럽트가 발생할 경우, 발생한 인터럽트를 처리할 때 까지 해당 명령어의 처리가 보류된다.

1	2	3	4	5
X	X	X	X	X