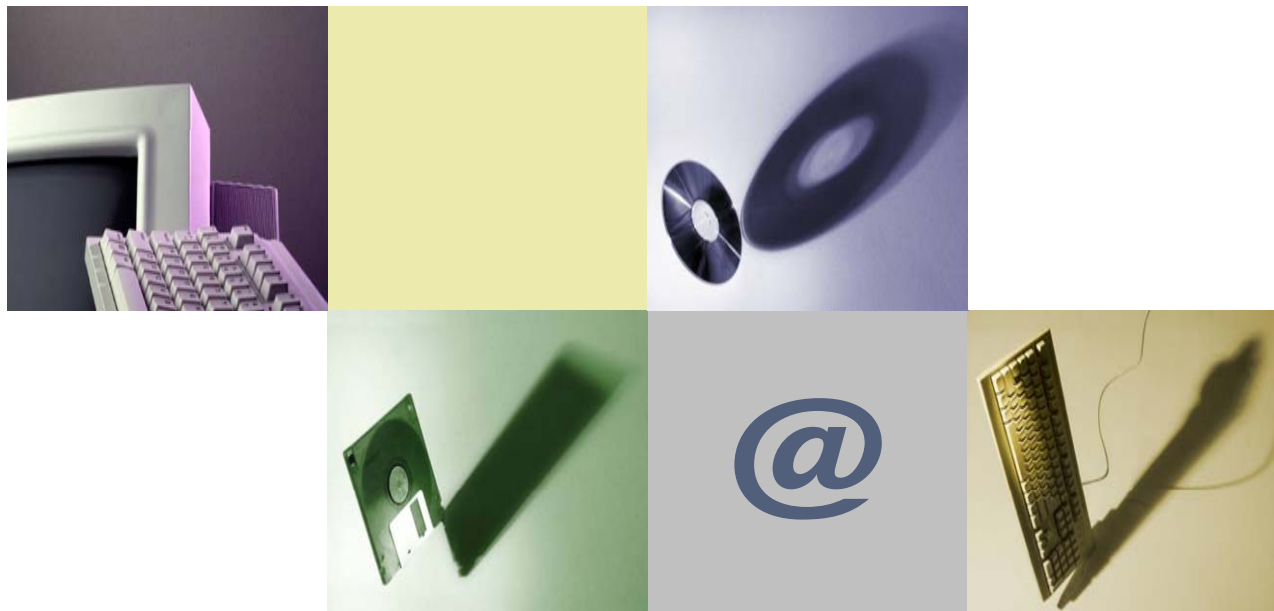


컴퓨터의 구조



서울대학교 통계학과
2010년 2학기 컴퓨터의 개념 및 실습
(<http://dcom10.ez.ro>)

컴퓨터 = 하드웨어 + 소프트웨어

■ 하드웨어

- 전자 회로 및 기계 장치
- 입출력 장치, 중앙처리장치, 기억 장치
- 버스(Bus): 각 구성 요소들을 연결하는 데이터의 통로

■ 소프트웨어

- 하드웨어를 제어하여 작업을 수행하는 프로그램
- 명령문과 데이터로 구성
- 사람이 이해하기 쉬운 고급 언어로 작성
 - C, Java, ...
 - 작성된 프로그램은 컴파일러에 의해 기계어로 바뀜

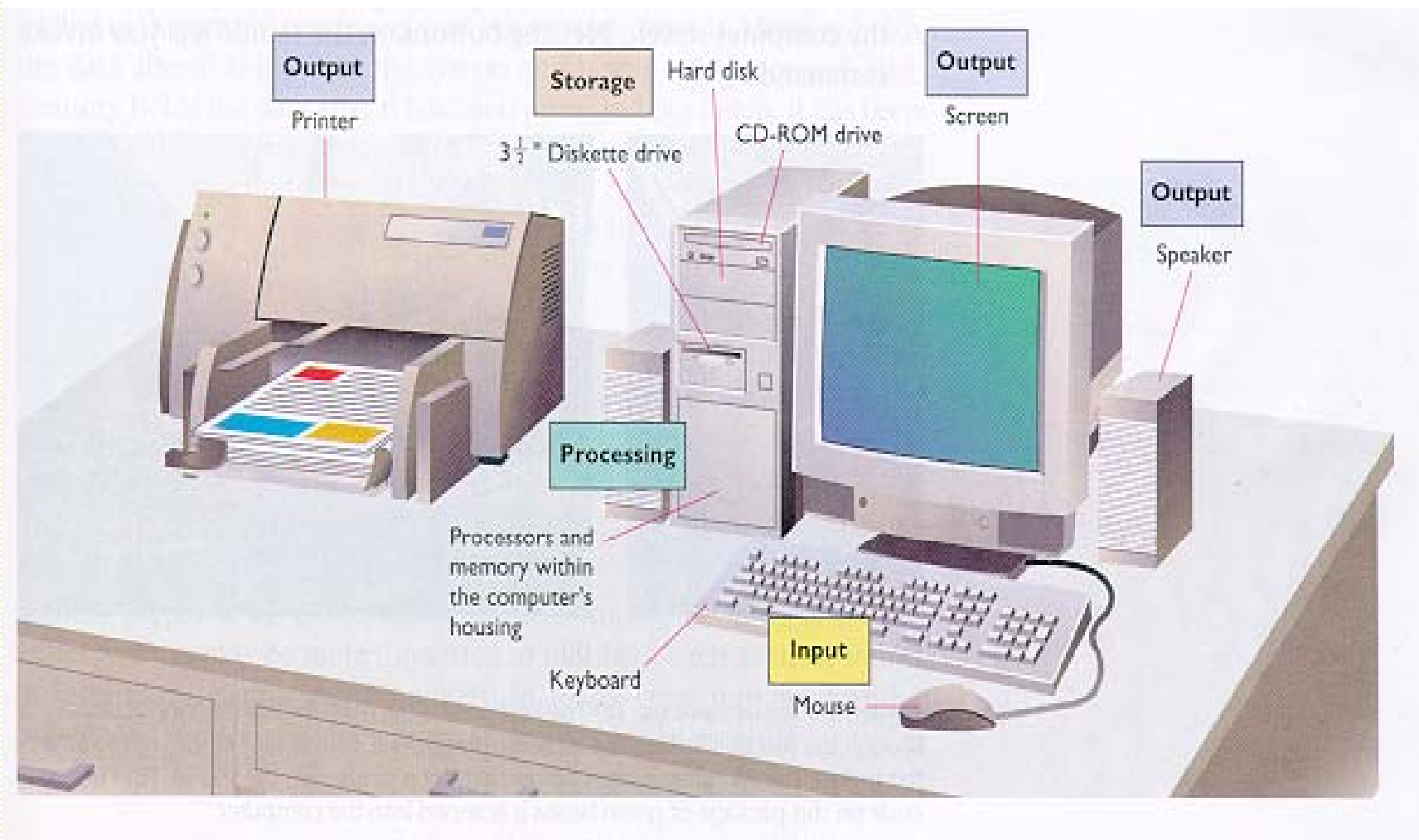


컴퓨터의 기본 구성 요소

- 입력장치
 - 컴퓨터가 처리할 수 있는 형태로 데이터/명령을 받아 들임
- 프로세서(Central Processing Unit, CPU)
 - 실제로 컴퓨터 명령어들을 수행
- 출력장치
 - 처리된 데이터를 사람이 이해할 수 있는 형태로 출력
- 저장장치(보조 기억장치)
 - 데이터나 프로그램을 보관하기 위한 디스크 등
 - 주 기억장치를 보조
- 입출력(I/O) 장치, 보조 기억 장치, 멀티미디어 장치
 - ➔ 주변 장치 (Peripheral equipment)



PC Hardware: 기본 구성도



컴퓨터의 기본 구성 요소

1. 입력 장치 (Input)
2. 중앙처리장치 (CPU)
3. 주기억 장치 (Memory, Primary Storage)
4. 출력 장치 (Output)
5. 보조 기억 장치 (Secondary Storage)

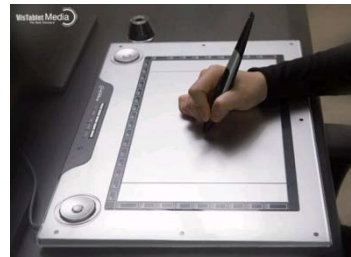


1. 입력 장치

- 타이핑(typing): 키보드
- 포인팅(pointing): 마우스
- 스캐닝(scanning): 스캐너
 - 레이저 광선을 이용하여 문서, 기호, 사진 등의 인쇄물을 직접 읽어 들임
 - Barcode reader, handheld/flatbed scanner
- 단말기(terminal)
 - 입력 장치 + 화면 + 대형 컴퓨터와의 연결 장치



다양한 입력 장치



Inform Delight Articul

Fonts have a graphic personali
Match fonts to your message to

OCRA Extended

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
0123456789 (&#!?)

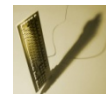
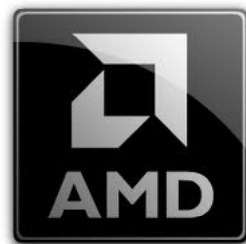
FontMarketplace™ Copyright © 2007 Ascender Corporation. All rights reserved. Ascender is a trademark of Ascender Corporation. Digital data copyright The Monotype Corporation 1991-1993. All rights reserved.

학년도	학기	교시	과목	교사	점수	비고
1	1	1	국어	김민준	85	
1	1	2	수학	이민준	78	
1	1	3	영어	박민준	92	
1	1	4	과학	정민준	88	
1	1	5	사회	최민준	75	
1	1	6	체육	한민준	90	
1	1	7	음악	김민준	82	
1	1	8	미술	이민준	79	
1	1	9	컴퓨터	박민준	91	
1	1	10	영어	정민준	87	
1	2	1	국어	김민준	86	
1	2	2	수학	이민준	79	
1	2	3	영어	박민준	93	
1	2	4	과학	정민준	89	
1	2	5	사회	최민준	76	
1	2	6	체육	한민준	91	
1	2	7	음악	김민준	83	
1	2	8	미술	이민준	80	
1	2	9	컴퓨터	박민준	92	
1	2	10	영어	정민준	88	



2. 중앙처리장치

- 프로세서 (processor)
 - 프로그램을 실행
 - 입력, 출력, 저장 장치 제어
- 중앙 처리 장치 (Central Processing Unit, CPU)

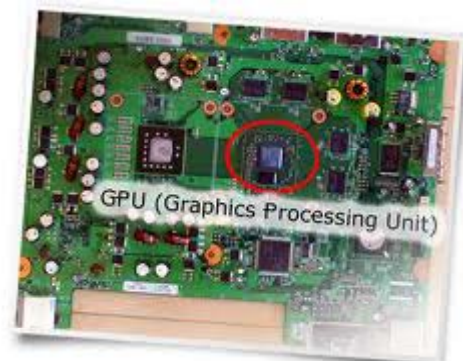


GPU

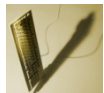
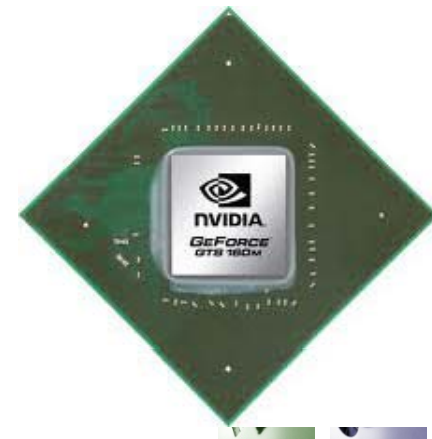
- GPU (Graphic Processing Unit)
- 2D/3D 그래픽 처리에 특화된 마이크로프로세서
- GPGPU (General Purpose GPU)
 - GPU를 CPU 처럼 '범용' 처리장치로 활용
- 애플 A4: CPU와 GPU를 결합한 프로세서. iPad, iPod 4G, 애플TV 등에 장착



그래픽 카드



마더보드



중앙 처리 장치

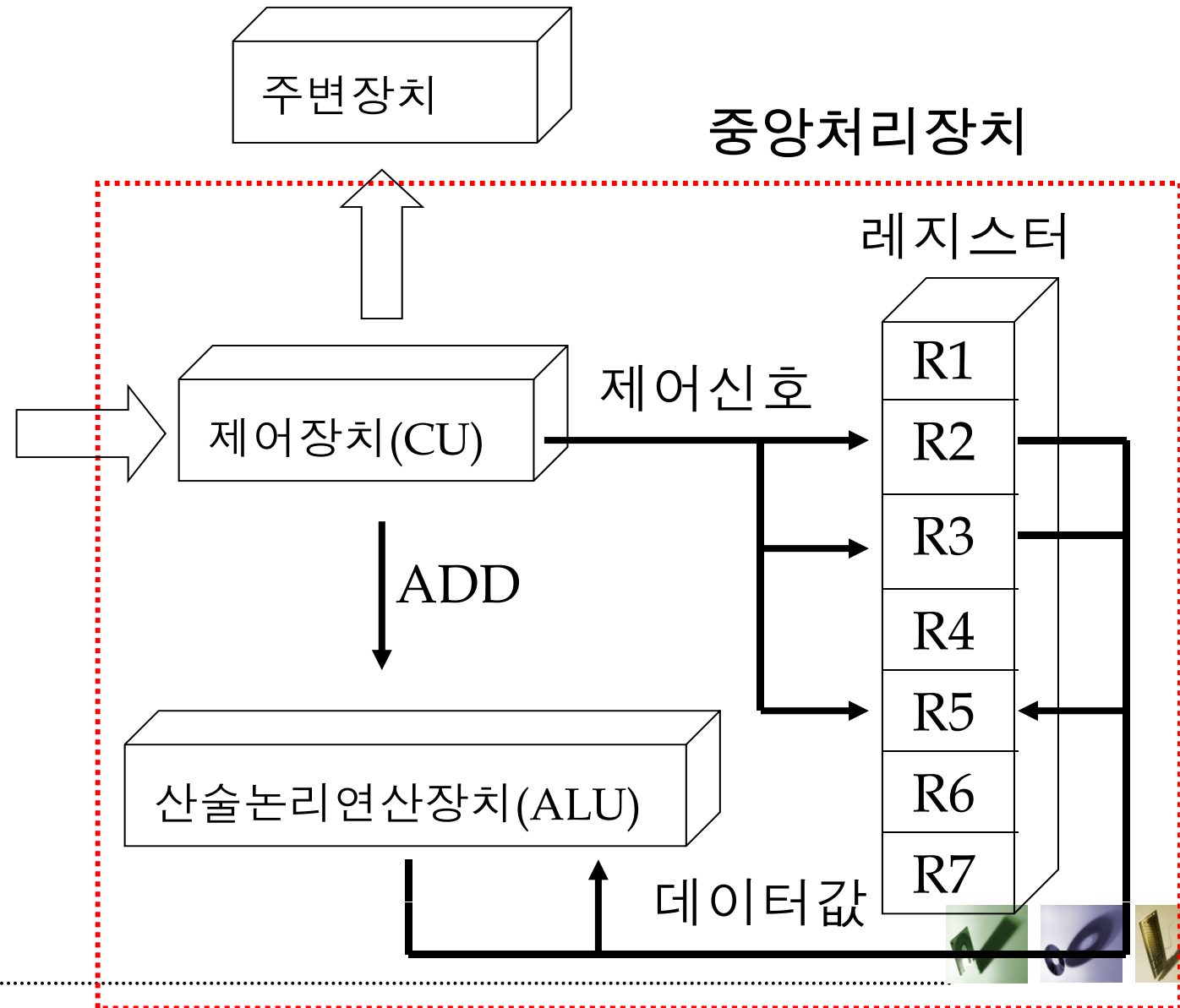
- CPU = ALU + CU + Register
 - 산술, 논리 연산 장치 (Arithmetic/Logic Unit, ALU)
 - 산술 연산과 논리 연산을 수행하는 디지털 회로
 - 제어 장치 (Control Unit, CU)
 - 프로그램에 따라 명령과 제어 신호를 생성
 - 정보와 데이터의 흐름을 결정하고, 각종 장치의 동작을 제어
 - 임시 기억 장소 (Register)
 - CPU에서 사용하는 데이터를 일시적으로 저장



프로그램에 의한 중앙 처리 장치 동작 과정

주기억장치의
기계어 코드

ADD R2, R3, R5



PC의 성능 및 용량

- 정보처리 성능
 - 8-비트 Machine: 동시에 1바이트(8비트) 처리
 - 64-비트 Machine: 동시에 8바이트(64비트) 처리
- 컴퓨터 처리 속도
 - MHz/GHz: 초당 처리되는 machine cycle의 수
 - MIPS: Million Instruction Per Second
 - MFLOPS: Million Floating-point Operation Per Second
 - GFLOPS, TFLOPS
 - Intel Pentium: 10 GFLOPS
 - IBM Cell (PS3): ~200 GFLOPS
 - Cray X1E: 2.4 TFLOPS,
 - Cray Baker: 340 TFLOPS



PC의 성능 및 용량

- 기억용량의 표현(2진법, digital)
 - KB: 1 kilobytes = 2^{10} bytes = 1024 bytes
 - MB: 1 megabytes = 1024KB = 2^{20} bytes
 - GB: 1 gigabytes = 1024 MB = 2^{30} bytes

숫자단위 (10진수)

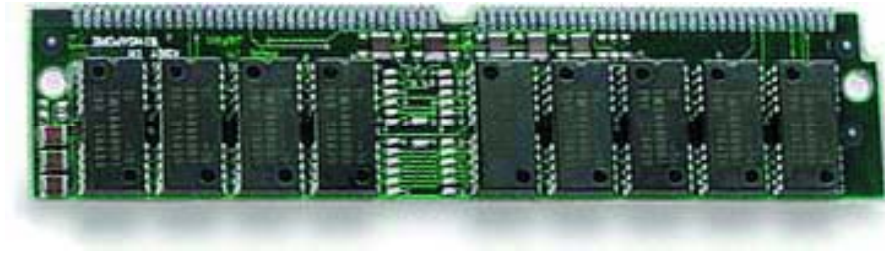
- Kilo → Mega → Giga → Tera → Peta → Exa → Zetta → Yotta
 10^3 10^6 10^9 10^{12} 10^{15} 10^{18}

- Googol 10^{100}

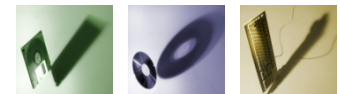
참고: 한국의 숫자단위 일→십→백→천→만 →억→조→경
 해→자→양→구→간→정→재→극→항하사→...



3. 메모리



- 주 기억 장치 (일차 기억 장치)
- 프로그램과 데이터는 메모리에 저장되어 있어야 프로세서에 의해 처리될 수 있음.
- 기억용량
 - 주기억장치가 기억할 수 있는 자료의 양



주 기억 장치

- 프로그램 수행을 위해 필요한 정보에 비해 '레지스터'의 용량은 너무 작음
- 정보를 저장해 두었다가 필요할 때 읽어 들이는 저장소로 이용됨 ➔ 명령어(프로그램)와 데이터를 저장
- 주소(address)를 통해 자료의 위치를 지정
 - 8/16/32/64 비트 단위로 읽고 씀 ➔ 워드(word)
 - 읽기/쓰기/연산 단위인 워드의 길이에 따라 성능이 달라짐
 - 접근 시간(Access time) : 읽고 쓰는데 걸리는 시간
- 주 기억 장치의 종류 ➔ RAM + ROM



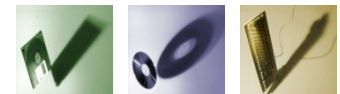
주 기억 장치의 종류

- **RAM (Random Access Memory)**
 - 전원이 끊어지면 내용이 지워진다
 - 보조 저장 장치가 반드시 필요함
 - RAM의 크기는 프로그램의 수행 속도에 영향을 줌
 - CPU에서 직접 접근이 가능한 유일한 저장 장치
(cf. 하드 디스크)



주 기억 장치의 종류

- SRAM (Static RAM)
 - 리프레쉬(refresh)가 필요 없음
 - 충전된 전하를 정기적으로 재충전
 - 전력 소모가 적다. 비싸다.
- DRAM (Dynamic RAM)
 - 리프레쉬(refresh)가 필요
 - SRAM 보다 저가, 많이 사용됨
 - SDRAM (Synchronous DRAM), DDR (Double Data Rate)
SDRAM, RDRAM (Rambus DRAM)

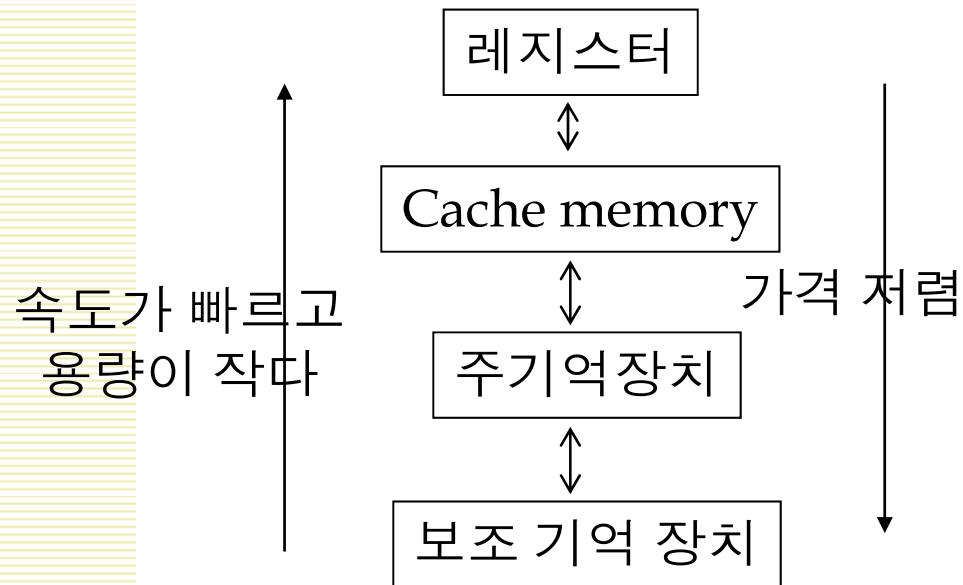


주 기억 장치의 종류

- **ROM (Read Only Memory)**
 - 대부분 읽을 수만 있는 장치
 - 전원이 끊겨도 내용이 보존됨
 - 컴퓨터 부팅시 자동으로 수행되는 명령어 저장
- **PROM(Programmable ROM)**
 - 한번 프로그램 가능
- **EPROM(Erasable PROM)**
 - 내용 변경 가능



캐시(cache) 메모리



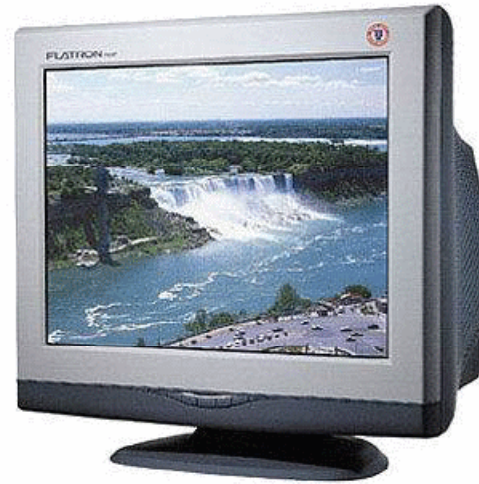
<기억장치의 계층적 구조>

- 자주 사용되는 내용을 일시적으로 저장하여 프로그램 실행 속도를 향상시키기 위해 사용하는 메모리
- CPU 캐시, 디스크 캐시, 웹 캐시 등 다양한 종류가 있다.
- 참고: 최근 CPU 캐시는 L1 cache와 L2 cache로 구성



4. 출력 장치

- 모니터

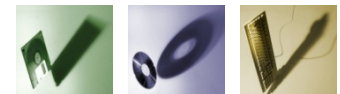


- 프린터



출력장치: 모니터

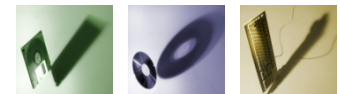
- 컴퓨터에서 나오는 글자, 그림 등의 결과를 화면에 보여주는 장치
- 크기: '인치'로 나타냄 (예: 19인치, 21인치)
- 해상도(resolution)
 - 화면에 나타나는 그림이나 글자의 선명도를 결정하는 요소
 - 화면에서 가로와 세로로 각각 몇 개의 점(pixel)을 나타낼 수 있는 가를 의미
 - 예) 800×600 : 800개의 점으로 구성된 가로줄이 600개
 - 실제 화면의 해상도: 모니터 + 그래픽 카드에 의해서 결정됨



출력장치: 모니터

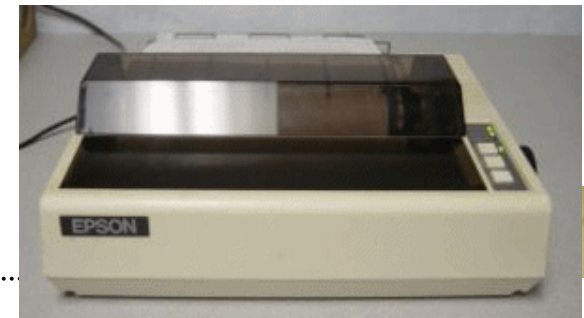
■ 그래픽 카드

- 주기억장치에서 만들어진 글자나 그림을 모니터에 나타내기 위한 전자신호로 변환하는 카드
- 사용하는 카드의 종류에 따라 최대 해상도, 재생주기, 표현할 수 있는 색상의 수가 결정됨
- 비디오 메모리
 - 그래픽 카드가 가지고 있는 자체 기억장치
 - 모니터에 나타낼 자료를 미리 만드는데 사용됨
 - 최소한 4MB가 있어야 1600만 색상(24비트)을 1280 × 1024의 해상도로 표현 가능



출력장치: 프린터

- 전자장비에 저장되어 있는 문서를 입력 받아 종이 등에 인쇄하는 장치
- 종류
 - 내용물의 색상: 흑백, 컬러
 - 인쇄방식: 레이저, 잉크젯, 도트 매트릭스



5. 보조 기억 장치

■ 보조 기억 장치

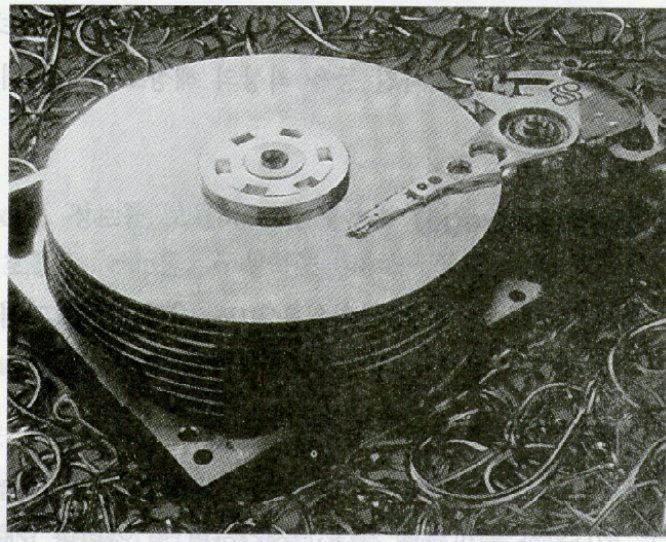
- 프로그램이나 자료를 영구적으로 기억할 수 있는 기억장치
- 주기억장치에 비해 기억된 내용을 읽는 속도는 느리지만 대용량 기억이 가능
- 현재 사용하지 않는 프로그램은 보조 기억 장치에 저장
- 작업이 수행될 때, 보조 기억 장치에서 주 기억 장치로 정보를 이동함 (program loading)

■ 보조 기억 장치의 종류

- 자기 디스크 - FDD, HDD
- 광디스크 - CD, DVD
- 플래쉬 메모리 - USB flash drive, CF (compact flash), SSD (solid state drive)



자기 디스크



- 원반 표면의 철 입자의 방향 (N/S극)으로 0/1을 표현
- 디스크 드라이브: 자기 디스크로부터 데이터를 읽는 주변 장치

- 플로피 디스크(FDD)
 - 3.5인치, 5.25인치



- 하드디스크(HDD)



하드디스크(HDD)

- 하드디스크 (HDD, Hard Disk Drive)
 - 원판(디스크) 표면에 입힌 자성체의 극성(N, S극)을 이용하여 0과 1을 표현
- 물리적 구성
 - 스피들(중심축), 플래터(원판), 암(arm) 헤드(head) 등으로 구성
- 성능 좌우 요소
 - 회전 속도(예: 7200 rpm)
 - 용량 (예: 1.5 테라바이트(TB), 500 기가바이트 (GB))
 - 버퍼 용량 (예: 8 메가바이트(MB))



CD-ROM

- Compact-Disc, Read-Only Memory
- 120mm 또는 80mm 크기의 광디스크
- 용량: 650/700/800/900 MB
- 데이터 전송 속도
 - 1/2/4/8 ... /72 배속



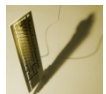
DVD-ROM

- Digital Video Disc, Read Only Memory
- 4.7GB~8.5GB
- 멀티미디어용으로 많이 사용
- (참고)
 - HD DVD: 15~30GB
 - Blu-ray Disc: 25~50GB



플래쉬 메모리, SSD

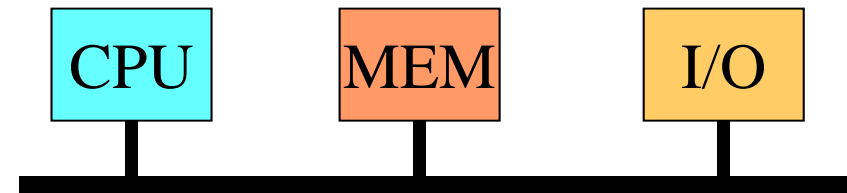
- 플래쉬(flash) 메모리
 - 전자적으로 데이터를 지우고 쓸 수 있는 비휘발성 메모리.
 - 움직임 충격에 강하여 휴대용 기기에 널리 쓰인다
- 플래쉬 메모리의 종류
 - USB flash drive - USB 인터페이스를 장착한 NAND타입의 메모리
 - SD (Secure Digital), microSD
 - CF (CompactFlash)
- SSD (Solid State Drive)
 - HDD와는 달리 디스크/헤더와 같은 기계적 장치가 빠짐
 - HDD와 비교하여 저전력, 저소음, 저충량



버스 (BUS)

- 데이터의 통로 역할을 함
 - 칩 내부의 연결 통로
 - 칩 외부의 연결 통로
- 버스의 폭(동시에 보낼 수 있는 정보의 양)은 ALU, Register의 워드 단위와 일치함

■ 버스의 구성 예



참고: USB = universal serial bus



컴퓨터 및 CPU의 구현 방식

- 데이터의 표현(문자, 숫자)
- 명령어의 표현
- 버스
- 중앙처리 장치(CPU)의 구현



컴퓨터의 동작 방식 (revisited)

- Von Neumann 구조
 - 내장형 프로그램 방식 (명령어와 데이터를 동등하게 기억 장치에 저장)
 - 중앙 처리 장치
 - 컴퓨터의 모든 구성 요소를 관리하고, 프로그램을 실행시키는 역할
 - 기억 장치
 - 프로그램과 데이터를 저장
- 프로그램의 실행
 - 중앙처리장치는 기억 장치에 저장된 명령어를 기억장치에서 순서대로 읽고, 해석하여 명령어가 지시하는 동작을 수행



기억 장치

프로그램

데이터

기억장치 주소	저장 내용
...	
16	변수 X에 3을 저장한다.
20	변수 Y에 1을 저장한다
24	변수 X와 Y를 더해 Z에 저장한다
...	
32	X : 3
36	Y : 1
40	Z : 4



컴퓨터 내부의 데이터 표현

- 컴퓨터에서의 정보 단위
 - 꺼짐(off)과 켜짐(on)의 전기적 상태를 0과 1로 간주하기로 약속함
→ 1 bit
 - 8 bits = 1 byte → $2^8=256$ 가지의 정보를 표현
 - 워드(word): 컴퓨터의 데이터 처리 단위



숫자의 표현

- 정수의 표현
 - 2진수로 표현됨
 - 3 bit로 표현할 수 있는 숫자: 0 ~ 7 (8개)
 - 보통 32 bit 또는 64 bit로 숫자를 표시
- 소수의 표현



문자의 표현

- 문자 하나를 숫자 하나에 대응시킴 → 코드 테이블을 이용
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange)
- Unicode
 - UTF (Unicode Transformation Format) encodings
 - UCS (Universal Character Set) encodings



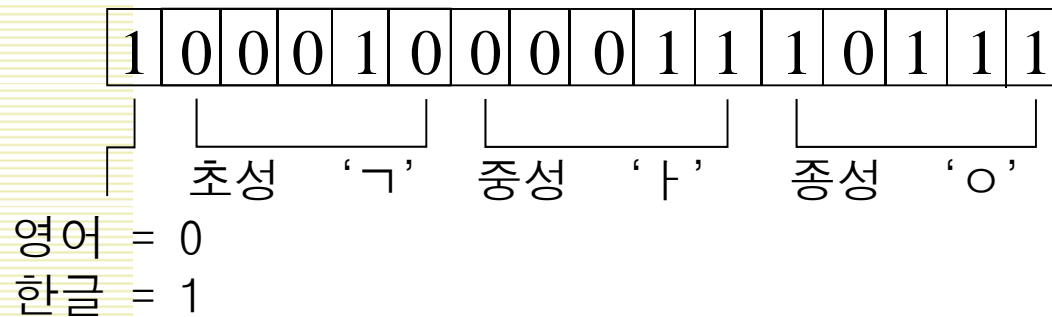
ASCII Table

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	&	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[[123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174	|	
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135]]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177		DEL

한글 문자의 표현

■ 조합형 코드

- 초성, 중성, 종성을 각각 5bit로 표현



■ 완성형 코드

- 약 3000자의 글자를 순서대로 배열한 후 번호를 매김

숫자 (16 진수)	문자
B0A1	가
B0A2	각
B0A3	간
...	...

■ 유니 코드

- 조판 시스템에서 표현하는 가능한 모든 글자를 부호화함
- 현재 107,000 이상의 글자를 표현



명령어의 표현

- 컴퓨터마다 이진수로 표현되는 명령어(instructor) 집합이 존재
- 예) $A1 \leftarrow A2 + A3$
 - Load A2, 3 : (hexadecimal) 05 02 00 03
 - Load A3, 1 : 50 03 00 01
 - ADD A1, A2, A3 : 70 01 02 03

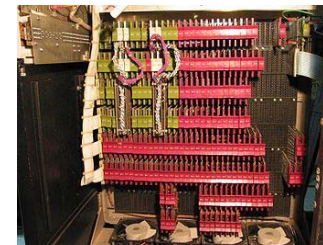


CPU의 구현 - 마이크로프로세서

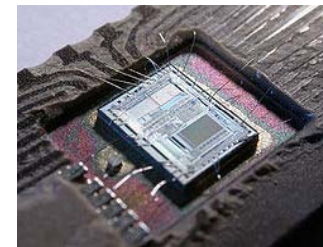
- 마이크로프로세서
 - CPU의 기능을 하나의 전자칩에 올린 형태의 프로세서
- 구현 방식: CISC / RISC
- 성능 향상의 기법
 - Pipelining
 - 멀티코어
- 무어의 법칙



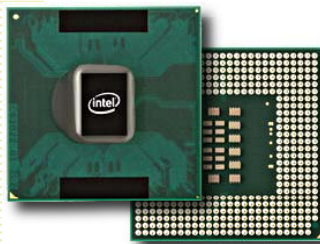
EDVAC



DEC PDP-8/I



Intel 8742



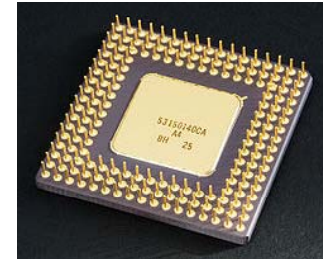
INTEL CORE DUO



Pentium 4



Pentium MMX



80486DX2



CPU 명령어 구현 방식

■ CISC

- Complex Instruction Set Computer
- 복잡한 내부 명령어를 많이 가짐
- 필요에 따라 여러 명령어 집합을 제공
- 예: x86 계열의 모든 CPU

■ RISC

- Reduced Instruction Set Computer
- 필수적인 명령어만 제공함 (CISC의 30%)
- 명령어의 조합을 통해 복잡한 작업 수행
- Pipeline을 통해 속도 향상을 꾀함
- 참고: Apple A4는 RISC 계열의 ARM 구조의 프로세서임



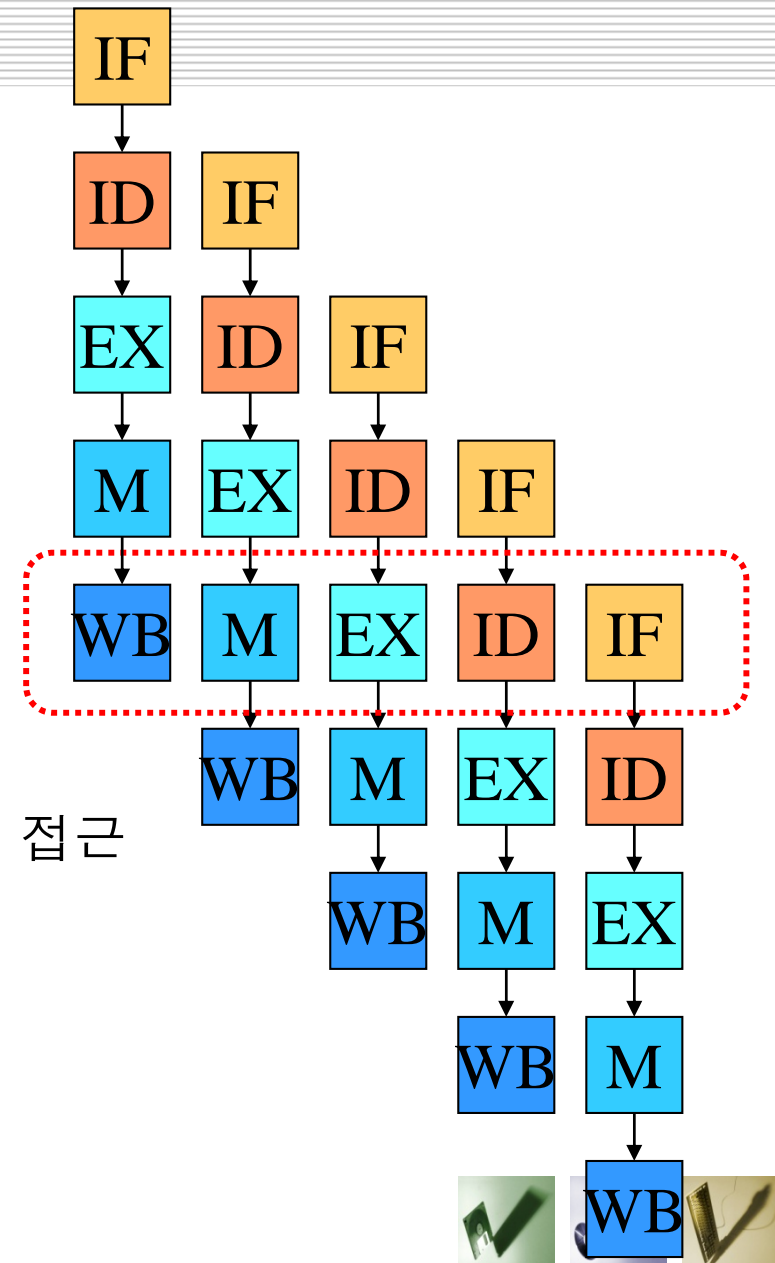
Pipeline

- 명령어를 몇 개의 수행 단계로 나누어서 각 단계를 하나의 클럭 사이클에 수행
 - 명령어의 수행 단계들을 동시에 처리
 - 일종의 병렬처리
 - 명령어의 수행 시간이 균등할수록 효과적임



5 단계 Pipeline

- 1 단계 : Instruction Fetch
 - 명령어를 메모리에서 가져옴
- 2 단계 : Instruction Decode
 - 명령어를 해석
- 3 단계 : Execution
 - 명령어 실행
- 4 단계 : Memory access
 - 읽거나 쓸 메모리 특정 위치에 접근
- 5 단계 : Write Back
 - 레지스터에 다시 씀



멀티코어 프로세서

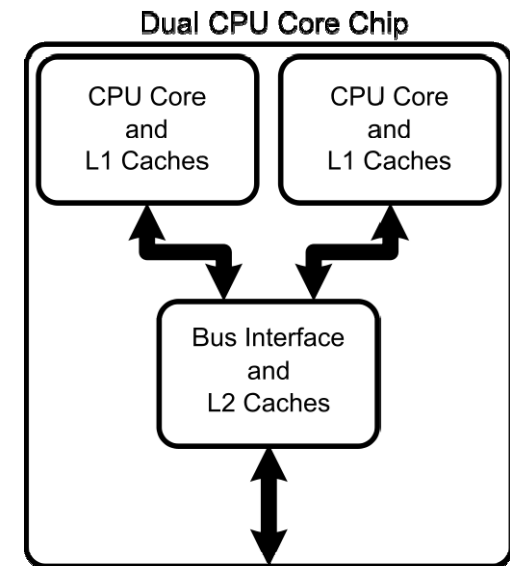
- 하나의 IC칩에 여러 개의 독립적인 프로세서(코어, core)를 둔 프로세싱 시스템

- 배경

- 개별 칩의 성능이 물리적 한계에 다다름에 따라 시장의 업그레이드 수요를 맞추기 위해(참고: 무어의 법칙) 등장

- 종류

- Dual-core: 두 개의 코어
- Quad-core: 네 개의 코어
- Hexa-core: 여섯 개의 코어



듀얼코어 프로세서 구조의 예



인텔 칩의 역사

- Intel CPU (IBM PC에 도입)
 - 초기의 8086과 호환성을 유지하면서 성능을 향상시킨 것이 계속적인 성공의 열쇠
 - 4bit CPU: 4004 (1971), 4040
 - 8bit CPU: 8008, 8080, 8085
 - 16bit CPU: 8086/8088 (1978~79), 80286
 - 32bit CPU: 80386, 80486
 - Pentium (1993)
 - Pentium Pro (1995)
 - Pentium II (1997): Pentium Pro + MMX
 - Pentium III, Pentium IV
 - 64bit CPU: Pentium M, Pentium D, Core 2



무어의 법칙(Moore's Law)

- CPU 내 트랜지스터의 수가 18~24개월 만에 두 배가 된다는 법칙 (기하급수적 증가, exponential growth)

CPU Transistor Counts 1971-2008 & Moore's Law

