

---

# Microprocessor

## Lecture 1: 마이크로프로세서 소개 및 설명

Hong Jong-Phil

School of Electrical Engineering  
Chungbuk National University



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# Course Administration

---

- 담당교수 : 홍종필 [jphong@cbnu.ac.kr](mailto:jphong@cbnu.ac.kr)
- 교수연구실 : 46-459
- 수업자료 : <http://icat.cbnu.ac.kr>
- 학점 : 출석 및 태도 : 10%  
결과보고서 : 10%  
기말시험 : 50%  
프로젝트 : 30%  
(프로젝트 제안서, 작품시현 및 발표)



# Course Contents

주차	내용	주차	내용
1주	오리엔테이션 및 마이크로프로세서 개론 HBE-AVR-ISP v3.0(MK II) 설치 -프로젝트 조 편성 (2인 1조)	8주	제12장 AD 컨버터, DA 컨버터
2주	제1장 AVR 마이크로컨트롤러 제2장 AVR 마이크로컨트롤러 개발환경 제3장 GPIO 입출력 제어	9주	제13장 Buck 컨버터 제어 제14장 Boost 컨버터 제어
3주	제4장 Internal Memory의 이해 제5장 외부 인터럽트	10주	제15장 인버터의 구형파 제어 제16장 인버터의 PWM 제어
4주	제6장 TC를 이용한 타이머 - 작품초안제안서, 재료 리스트 제출 시작	11주	작품 제작 및 코드 수정 실습1 -미래자동차 관련 주제 작품 제작 권장
5주	제7장 TC를 이용한 PWM 제8장 TC를 이용한 외부 입력 받기	12주	작품 제작 및 코드 수정 실습2 -미래자동차 관련 주제 작품 제작 권장
6주	제9장 UART 통신 제10장 외부메모리 인터페이스	13주	작품 제작 및 코드 수정 실습3 -미래자동차 관련 주제 작품 제작 권장
7주	제11장 시리얼 인터페이스 과제 중간 발표 (개인당 5분) - 재료 리스트 제출 마감	14주	과제 발표 및 시현 (개인당 7분)
		15주	기말시험



---

# Microprocessor

Lecture 1: AVR 마이크로컨트롤러

School of Electrical Engineering  
Chungbuk National University



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# AVR 마이크로컨트롤러

---

- 마이크로컨트롤러의 정의
- AVR 마이크로컨트롤러 개요
- ATmega128A 마이크로컨트롤러



# 마이크로컨트롤러의 정의

---

## □ 마이크로 프로세서

- ❖ 프로세서를 하나의 칩 안에 집적하여 넣어 소형화한 형태
- ❖ 컴퓨터의 발전과 함께 고성능의 프로세서로 발전했으며, 최근에는 64비트의 고성능 프로세서들이 출시되고 있음.
- ❖ 마이크로 프로세서는 점점 고성능화 하면서 범용 컴퓨터에 사용됨.

## □ 마이크로 프로세서의 발전

- ❖ 1971년 Intel사 4bit 마이크로프로세서 4004 개발
- ❖ 이후 여러 회사에서 8bit 마이크로프로세서 개발
  - Intel : 8008('72), 8080('74), 8085('76)
  - Motorola : MC6800('74), MC6805('76), MC6809('77)
  - Zilog : Z80('76)
- ❖ 이후 8, 16, 32, 64bit 마이크로프로세서 개발
  - Intel : 80186, 80286, 80386, 80486, Pentium, .....
  - Motorola : 68000, 68020, 68040, 68060, .....



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# 마이크로컨트롤러의 정의

---

## □ 마이크로컨트롤러(MCU : Micro Controller Unit)

- ❖ 지능화와 소형화를 위하여 마이크로 프로세서에 메모리와 각종 주변장치들을 함께 집적하여 넣은 칩
- ❖ 마이크로 프로세서 코어, 여러 가지 크기와 다양한 종류의 메모리, 여러 종류의 주변 장치, 여러 종류의 입출력 포트를 하나의 칩에 집적
- ❖ 여러 응용분야에 필요한 주변기기들을 한 칩 내에서 모두 제공.

## □ 마이크로컨트롤러의 발전

- ❖ 1975년 : Texas Instrument TMS1000 개발(마이크로컨트롤러의 시초)  
(1971년 Intel 4bit 마이크로프로세서 4004 개발)
- ❖ 1976년 : Intel 8bit M/C 8048(MCS-48) 개발  
Motorola 8bit MC6801 개발
- ❖ 1980년 : Intel 8bit M/C 8051(MCS-51) 개발
- ❖ 1982년 : Intel 16bit MCS-96 개발
- ❖ 1988년 : Intel 32bit M/C 80960 개발
- ❖ etc.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# AVR 마이크로컨트롤러

---

## □마이크로컨트롤러(MCU)의 특징

- ❖ 주변장치들을 센싱 및 제어하기 위한 I/O 능력이 강화
- ❖ 타이머/카운터, 통신포트 내장 및 인터럽트 처리 능력 보유
- ❖ Bit 조작 능력이 강화
- ❖ 제품의 소형화 및 경량화
- ❖ 제품의 가격이 저렴(부품비, 제작비, 개발비 및 개발시간 절감)
- ❖ 융통성 및 확장성이 용이(프로그램만 변경)
- ❖ 신뢰성이 향상(부품 수 적어 시스템 단순, 고장율 적고, 보수 편리)



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.



# 마이크로컨트롤러

---

## □마이크로컨트롤러(MCU)의 응용

- ❖산업 : 모터 제어, 로봇 제어, 프로세스 제어, 수치 제어, 장난감 등
- ❖계측 : 의료용 계측기, 오실로스코프 등
- ❖가전제품 : 전자레인지, 가스오븐, 전자밥솥, 세탁기 등
- ❖군사 : 미사일 제어, Torpedo 제어, 우주선 유도 제어 등
- ❖통신 : 휴대폰, 모뎀, 유무선 전화기, 중계기 등
- ❖사무기기 : 복사기, 프린터, plotter, 하드디스크 구동장치 등
- ❖자동차 : 점화 타이밍 제어, 연료 분사 제어, 변속기 제어 등
- ❖생활 : 전자시계, 계산기, 게임기, 금전등록기, 온도조절기 등



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# 마이크로컨트롤러

---

## □마이크로컨트롤러(MCU) 제조사

- ❖ Motorola(FreeScale) : MC6805, MC68HC16, MC68332, HCS12
- ❖ Samsung : KS51, KS88, KS16, KS32
- ❖ Microchip : PIC16/17
- ❖ Atmel : AVR시리즈, 8051시리즈
- ❖ Zilog : Super-8
- ❖ Stmicro : STM32 시리즈
- ❖ Texas Instrument : MSP시리즈
- ❖ etc.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# 마이크로컨트롤러

---

## □ 마이크로컨트롤러(MCU)의 발전 방향

### ❖ 고성능화

- 32비트 ARM 코어를 내장한 고성능 마이크로컨트롤러

### ❖ 다기능화

- 다양한 특수 기능들을 내장한 다기능 마이크로컨트롤러

### ❖ 소형화

- 초소형 임베디드 시스템 장착을 위한 초소형 마이크로컨트롤러

### ❖ 저전력화

- 소형 배터리로 장시간 동작이 가능한 초저전력 마이크로컨트롤러

### ❖ 저가격화

- 1\$ 이하의 가격을 가지는 저가격 마이크로컨트롤러



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# AVR 마이크로컨트롤러

---

## □ AVR 마이크로컨트롤러

- ❖ AT&MEL사가 1997년에 처음 발표한 8비트 제어용 마이크로 프로세서
- ❖ Alf-Egil Bogen과 Vegard Wollan의 진보된 RISC 기술을 기반으로었다고 하여 첫 글자를 따서 AVR이라고 명명
- ❖ 많은 장점 때문에 상대적으로 늦게 출시되었음에도 불구하고 8051이나 PIC을 능가하는 인기를 단시간내에 얻게 되었음.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# AVR 마이크로컨트롤러

---

## □ AVR 마이크로컨트롤러의 특징

- ❖ RISC (Reduced Instruction Set Code) 구조
- ❖ 하버드 아키텍처(Harvard Architecture)
- ❖ 32개의 8비트 범용 레지스터를 가지는 레지스터 중심형 구조
- ❖ CMOS 기술 채택으로 소비전력이 매우 적고 동작전압이 1.8-5.5V로 큼
- ❖ 다양한 동작 모드를 제공해 저전력 동작 지원
- ❖ 1K-256Kbyte 플래시롬, EEPROM 및 SRAM이 작은 칩 하나에 내장.
- ❖ 유사 RISC 구조와 32개의 레지스터 사용과 고집적으로 1MHz당 1MIPS의 처리속도.
- ❖ 8핀에서 100핀의 외형과 이에 상응하는 메모리와 기능을 갖는 다양한 시리즈의 제품이 존재
- ❖ 모델에 따라 매우 다양한 I/O 기능을 사용 가능
- ❖ 외부 시스템 버스를 이용하여 데이터 메모리 또는 I/O 디바이스를 확장 가능.
- ❖ 다양한 인터럽트 소스와 처리 기능 보유.
- ❖ 무료 개발 도구인 AVR Studio등, 다양하고 값싼 개발 도구 제공.
- ❖ ISP(In System Program) 기능 제공.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# AVR 마이크로컨트롤러

---

## □ AVR 마이크로컨트롤러의 종류

### ❖ Tiny시리즈

- 핀수가 8-24핀 정도의 작은 외형
- 대부분 외부 시스템버스가 없음
- 작은 메모리 용량(내부에 1K-2K byte 정도의 플래시 메모리를 보유)
- 저속 저성능
- 저가격(소형제어기에 적당).

### ❖ Mega시리즈

- 28-100핀 정도의 외형
- 큰 메모리 용량(내부에 8K-256Kbyte 정도의 플래시 메모리와 256-4K byte 정도의 EEPROM과 512-4K byte의 SRAM을 내장)
- 고속 고성능(20MHz의 클럭에서 20MIPS의 속도, 다양한 기능)
- 고가격.

### ❖ AT90시리즈

- 중간정도 사양을 가진 시리즈로 현재는 널리 사용되지 않음.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# ATmega128A 마이크로컨트롤러

---

## □ ATmega128A 마이크로컨트롤러

- ❖ Atmel사의 8-bit 마이크로컨트롤러
- ❖ 고기능의 AVR Mega 시리즈 중에서도 고성능 대용량의 마이크로컨트롤러임.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# ATmega128A 특징

---

## □ ATmega128A 사양

- ❖ 고성능 저전력 AVR 8bit Microcontroller
- ❖ 향상된 RISC 아키텍처(16MIPS @ 16Mhz)
- ❖ 133종 명령세트 (in 1 cycle)
- ❖ 32 x 8bit 범용 레지스터 + 주변 컨트롤 레지스터/Multiplier (in 2 cycle)
- ❖ 16MHz에서 16MIPS progress
- ❖ 비휘발성 프로그램과 데이터 메모리
- ❖ 128K Byte 내부 프로그램 가능한 ISP Flash memory
- ❖ 선택적인 Boot code section (used In-System Programming by On-chip Boot Program)
- ❖ ISP (In System Programming)를 통해 어플리케이션 영역과 부트영역에 있어 F/W 다운로드 가능
- ❖ 4K Byte EEPROM
- ❖ 4K Byte 내부 SRAM
- ❖ 외부 최대 64K 메모리공간
- ❖ 프로그램 Lock-ISP을 위한 SPI 인터페이스
- ❖ 내장 메모리 Programming과 On-Chip Debug를 위한 JTAG 포트 지원



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.



# ATmega128A 특징

---

## □ATmega128A 주변장치 특징

- ❖ 2개의 8비트 타이머/카운터(Timer/Counter)(0,2), 2개의 16비트 타이머/카운터(1,3)
- ❖ 2개의 8bit PWM 채널
- ❖ 6개의 프로그램 가능한 2~16bit PWM 채널
- ❖ 분리된 프리스케일러와 비교모드, 캡처모드를 가진 두 개의 확장 16비트 타이머/카운터
- ❖ 분리된 오실레이터에 의한 Real Time Count
- ❖ Output Compare Modulator
- ❖ 8 채널, 10bit ADC
- ❖ Two-wire Serial 인터페이스
- ❖ 두 개의 시리얼 UART
- ❖ Master/Slave SPI 시리얼 인터페이스
- ❖ 프로그램 가능한 워치독(Watchdog) 타이머
- ❖ 아날로그 비교기



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# ATmega128A 특징

---

## □ ATmega128A 마이크로컨트롤러 코어(Core) 특징

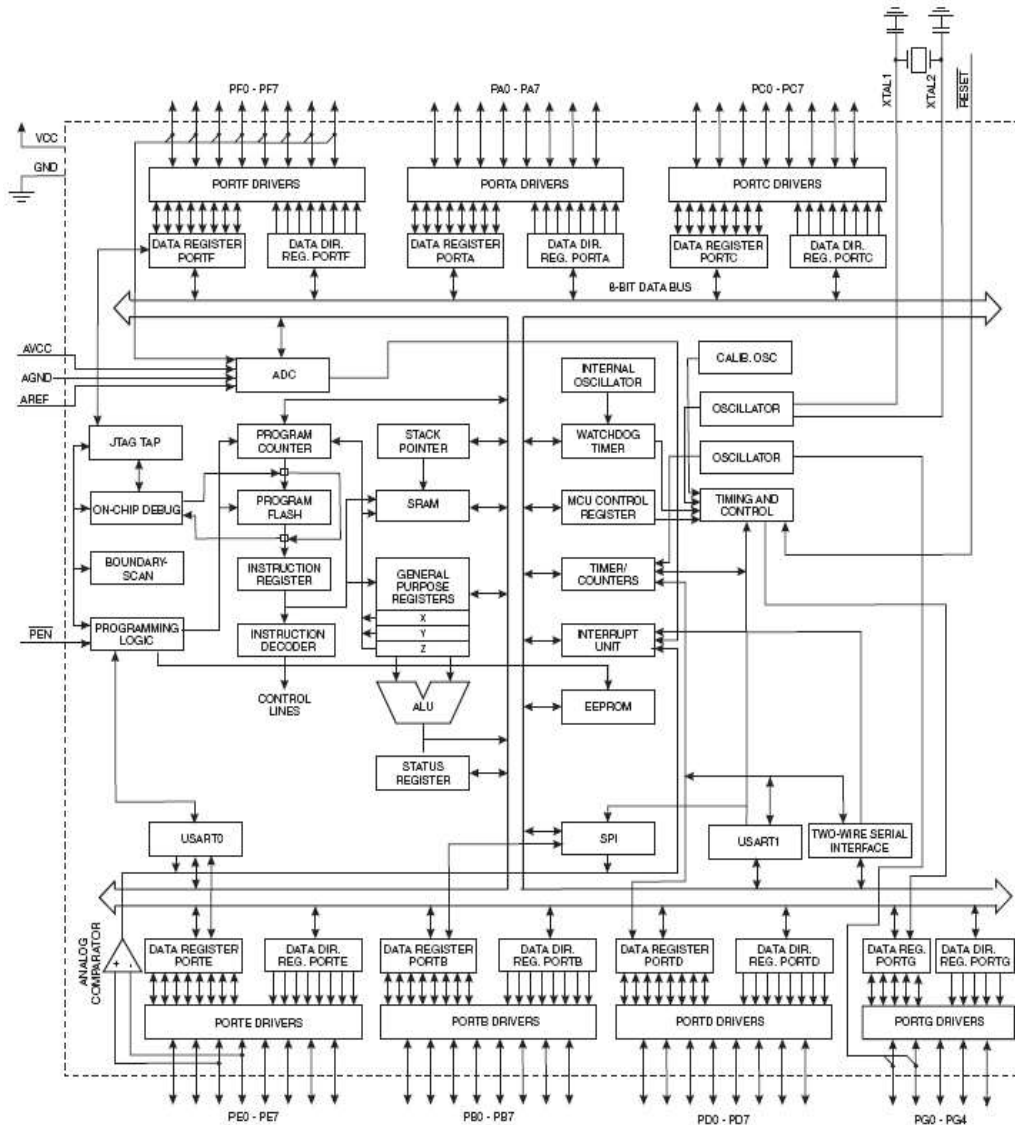
- ❖ Power-on Reset, 안정된 전원공급을 위한 Programmable Brown-out Detection
- ❖ 내부 RC 오실레이터
- ❖ 외부와 내부의 인터럽트 소스
- ❖ 6개의 Sleep 모드
- ❖ 소프트웨어적으로 선택 가능한 클록 주파수
- ❖ 전체 풀업 Disable\* I/O 와 Package
- ❖ 프로그램 가능한 53개의 I/O
- ❖ 64-lead TQF / 64-pad MLF\* 패키지 타입
- ❖ Operation Voltage 2.7 ~ 5.5V : 최대 8 MHz, 4.5V~5.5V 최대 6MHz



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

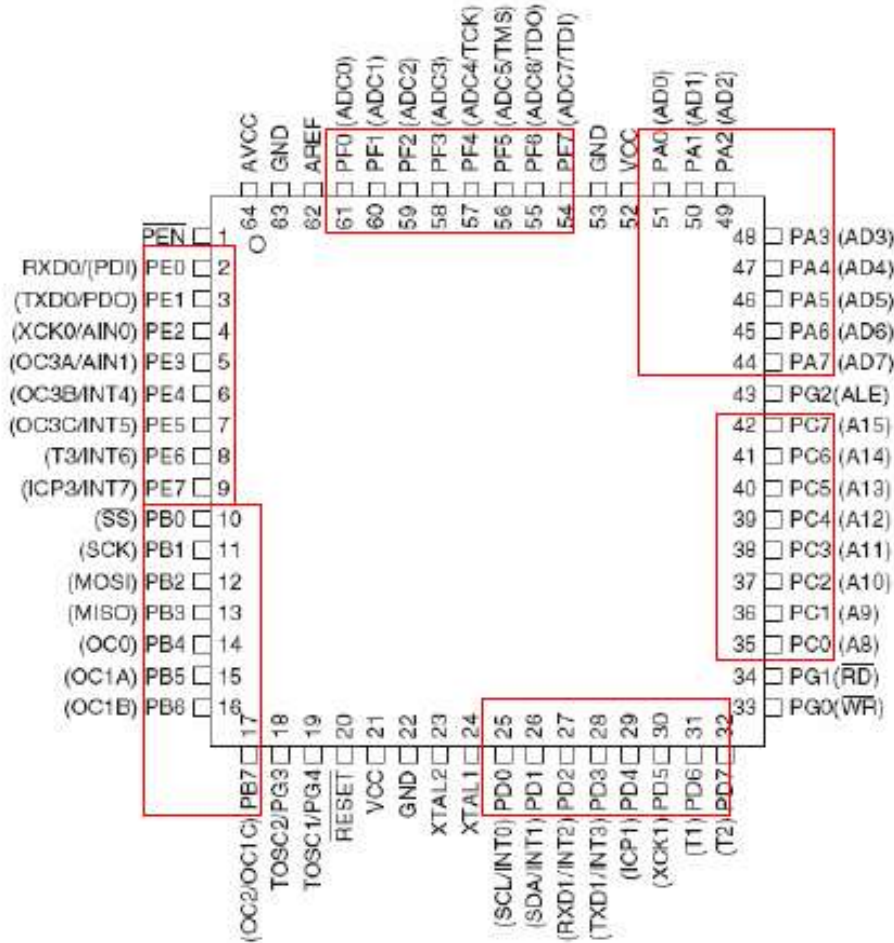
# ATmega128A 내부 구조



**ICAT**

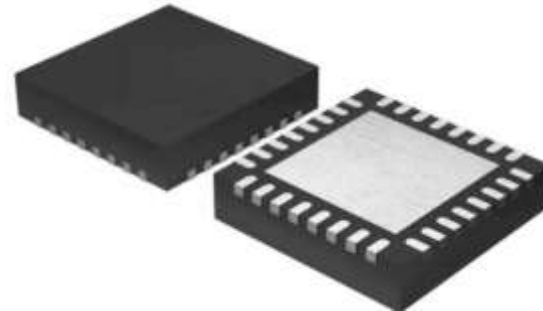
Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# ATmega128A 외형과 핀기능



## ATmega128A 패키지

- ❖ 64pin
- ❖ TQFP 혹은 MLF
- ❖ 7개의 범용 입출력 포트 제공



MLF



TQFP



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# ATmega128A 핀기능

---

## □ 제어 신호

- ❖ RESET(핀20) : 시스템 리셋 신호.
- ❖ XTAL1, XTAL2(핀24,23) : 크리스탈 발진기 입력 및 출력 단자.
- ❖ Vcc(핀21,52) : 전원 입력 단자.
- ❖ GND (핀22,53,63) : 그라운드 입력 단자.
- ❖ AVCC(핀64) : AD변환기 및 포트 F에 대한 공급 전압
- ❖ AREF(핀62) : AD변환기 기준 전압(Reference Voltage)
- ❖ PEN(핀1) : Programing Enable 신호. 파워 온 리셋 시 0상태로 유지해 SPI를 허용하게 한다.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

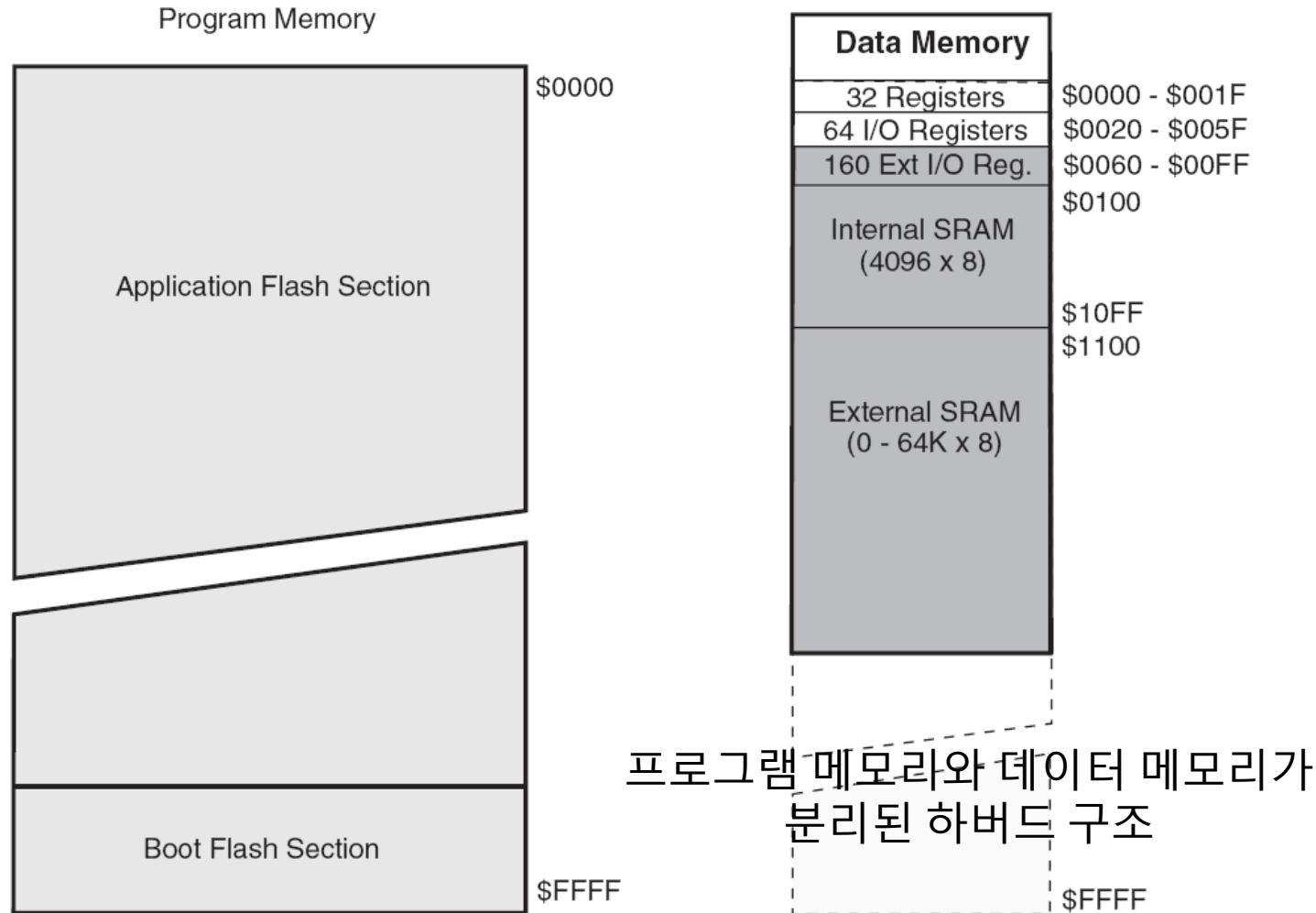
# ATmega128A 핀기능

## □ 범용 입출력 신호

- ❖ 포트A (PA7~PA0:핀44-51) : 8비트 양방향 입출력 단자. 외부메모리를 둘 경우에는 주소버스(A7-A0)와 데이터버스(D7-D0)로 사용.
- ❖ 포트B (PB7~PB0:핀10-17) : 8비트 양방향 입출력 단자. SPI용 단자 혹은 PWM 단자로도 사용
- ❖ 포트C (PC7~PC0:핀35-42) : 8비트 양방향 입출력 단자. 외부메모리를 둘 경우에는 주소버스(A15-A8)로 사용.
- ❖ 포트D (PD7~PD0:핀25-32) : 8비트 양방향 입출력 단자. 타이머용 단자 혹은 외부인터럽트용 단자로 사용.
- ❖ 포트E (PE7~PE0:핀2-9) : 8비트 양방향 입출력 단자. 타이머용 단자, 외부 인터럽트, 아날로그 비교기, USART용 단자로 사용.
- ❖ 포트F (PF7~PF0:핀54-61) : 8비트 양방향 입출력 단자. AD변환기 혹은 JTAG 인터페이스용 단자로도 사용.
- ❖ 포트G (PG4~PG0:핀19, 18, 43, 34, 33) : 5비트 양방향 입출력 단자. 외부 메모리 스트로브 신호, RTC 타이머용 발진기 단자로 사용.



# ATmega128A 메모리 구조



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# ATmega128A 메모리 구조

---

## □ 프로그램 메모리

- ❖ 프로그램 코드를 저장하고 실행하기 위해 필요한 메모리
- ❖ 내부 128KB(byte)에 해당되는 플래시 메모리
- ❖ 각 번지가 16bit씩 이뤄져 있음.
- ❖ Boot flash Section과 Application flash Section으로 나뉘어져 있음(Self-Programming 지원)
  - Application flash Section : 프로그램 코드를 저장하는 공간
  - Boot Flash Section : Boot Loader HEX코드를 저장하는 공간
  - BootLoader를 이용하여 ISP 없이도 소프트웨어 업그레이드 가능



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.



# ATmega128A 메모리 구조

---

## □ 데이터 메모리(레지스터)

- ❖ 프로그램 이 실행될 때 임시로 데이터를 저장하는 고속 메모리
- ❖ 2가지 종류로 나뉘어 짐
  - 범용 레지스터(General Purpose Register)
    - ALU 연산에 필요한 데이터들을 임시로 저장하는데 사용
  - 특수기능 레지스터(Special Function Register)
    - 칩의 I/O 제어나 상태보고 등의 특별 기능들을 수행



# ATmega128A 메모리 구조

## □ 범용 레지스터

❖ R0~R31까지 32개의 범용 레지스터를 보유

	7	0	Addr.	
General Purpose Working Registers	R0		\$00	
	R1		\$01	
	R2		\$02	
	...			
	R13		\$0D	
	R14		\$0E	
	R15		\$0F	
	R16		\$10	
	R17		\$11	
	...			
	R26		\$1A	X-register Low Byte
	R27		\$1B	X-register High Byte
	R28		\$1C	Y-register Low Byte
	R29		\$1D	Y-register High Byte
	R30		\$1E	Z-register Low Byte
	R31		\$1F	Z-register High Byte



# ATmega128A 메모리 구조

---

## □ 특수기능 레지스터

- ❖ 칩의 I/O 제어나 상태보고 등의 특별 기능들을 수행
- ❖ 2가지 종류로 나뉘어 짐
  - I/O 레지스터
    - 64바이트 (0x20에서 0x5f번지) 로 구성
    - 내장된 각종 I/O 장치를 제어
    - 상태레지스터(SREG) : ALU의 연산 후 상태와 결과를 표시
    - 스택 포인터 (SP) : 스택 위치 표시
  - 확장 I/O 레지스터
    - 160바이트(0x60에서 0xff번지)로 구성
    - ATmega128A에 추가된 각종 I/O를 제어



# ATmega128A 메모리 구조

---

## □데이터 메모리(내부 SRAM)

- ❖ 4K의 SRAM이 내장(메모리 번지는 \$0100~\$10FF까지 포함)
- ❖ 내부 프로그램 코드에 의해 발생하는 데이터를 일시적으로 저장
- ❖ 프로그램에서 사용자 변수의 저장영역이나 스택 영역으로 사용
- ❖ 일반 모드와 ATmega103호환 모드로 나뉘어 짐

## □데이터 메모리(EEPROM)

- ❖ 전원이 꺼지더라도 지속적으로 그 값을 유지해야 할 필요가 있는 별도의 데이터를 저장하기 위해 사용되는 메모리
- ❖ 총 용량 4KB(byte)로 구성



# ATmega128A 메모리 구조

---

## □외부 데이터 메모리

- ❖ 0x1100-0xffff번지에 외부 데이터 메모리를 연결하여 사용 가능
- ❖ 외부 램, 외부 플래시 롬 또는 LCD나 AD변환기와 같은 주변장치의 인터페이스용으로 사용 가능
- ❖ 외부메모리 인터페이스 기능
  - 주변장치와 적절한 인터페이스를 위한 0-3의 대기 사이클 지정 가능.
  - 2개의 섹터로 외부 데이터 메모리를 분할하고 이들에 독립적인 대기 사이클을 지정할 수 있음.
  - 16비트 주소의 상위바이트 중에서 필요한 갯수의 비트만을 주소 버스로 동작하게 할 수 있음.
  - 데이터 버스의 신호들이 동작할 때 전류 소비량이 감소되도록 BUS-keeper 기능을 설정할 수 있음.



# ATmega128A 클록

---

## □ATmega128A 클록 종류

- ❖ 다양한 소스에 의해 클록을 발생시키고 분배가 가능.
- ❖ 소비 전력을 절약시키기 위해 개별적으로 공급 차단 가능
- ❖ 입력 클록의 종류
  - CPU 클록 : 범용레지스터, 상태레지스터, 데이터 메모리와 같은 AVR의 핵심적인 동작과 관련된 클록.
  - I/O 클록 : 타이머, SPI, USART 등 I/O모듈 대부분에서 사용되는 클록
  - 플래쉬 클록 : 플래쉬롬과의 인터페이스를 제어하는 클록.
  - 비동기 타이머 클록 : 외부 32kHz 수정 발진기를 소스로 하는 비동기 타이머용 클록.
  - AD변환기 클록 : AD변환기용의 클록.



# ATmega128A 클록

---

## □ATmega128A 클록 발생원

- ❖ 5가지의 클록 발생원이 존재
- ❖ CKSEL3~0와 SUT1~0, XDIV 레지스터를 이용하여 클록발생원과 주파수를 설정
- ❖ 다섯 가지 클록 발생원
  - 내부 RC(디폴트 클록) 발진기 : 내장된 RC 발진기를 사용하는 경우
  - 외부 RC 발진기 : 정밀한 타이밍이 요구되지 않는 용도로 외부에 RC 소자를 접속한 발진회로를 사용.
  - 외부 수정 발진기 : 외부에 크리스탈 또는 세라믹 레조네이터를 사용하는 경우
  - 저주파 수정 발진기 : 외부에 32.768kHz의 낮은 주파수 크리스탈을 사용하는 경우
  - 외부 클록 : 외부 다른 보드(8051보드, PIC보드)등의 클록을 가져와 XTAL1단자에 연결.



**ICAT**

Integrated Circuits for Advanced Technology Lab.

# ATmega128A Sleep모드

---

## □ATmega128A Sleep 모드

- ❖ 전원을 절약할 수 있는 6가지의 다양한 슬립모드가 제공
- ❖ MCUCR(MCU Control Register)레지스터를 설정하여 모드를 선택하고, SLEEP 명령을 실행하여 슬립모드에 돌입하도록 함.
- ❖ 6가지 SleepMode
  - Idle모드
  - ADC noise reduction 모드
  - Power-down 모드
  - Power-save 모드
  - Standby 모드
  - Extended Standby 모드





# ATmega128A Reset 모드

---

## □ ATmega128A Reset 모드

- ❖ 정상적으로 동작하고 있는 마이크로컨트롤러가 리셋되면 모든 I/O 레지스터 값이 디폴트 값으로 초기화되고, 프로그램은 리셋 벡터에서 시작된다.
- ❖ 리셋의 5가지 발생원
  - **Power-on Reset** : 전원전압 VCC의 전압 레벨에 따른 리셋
  - **External Reset** : /RESET 핀에 의한 외부 리셋
  - **Watchdog Reset** : 워치독 타이머에 의한 리셋
  - **Brown-out Reset** : Brown-out Detector에 의한 리셋.
  - **JTAG AVR Reset** : JTAG 시스템에 의한 리셋.

