

ATmega128 구조와 기능

Jee-Hwan Ryu

School of Mechanical Engineering
Korea University of Technology and Education

ATmega128의 특징

- 고성능이면서 저전력의 8비트 마이크로컨트롤러
- 진보된 RISC구조를 사용하여, 16MHz에서 평균적으로 16MIPS의 명령처리 속도
- 133개의 명령세트를 가지며, 대부분이 1클럭 사이클에 실행된다.
- 32개의 범용 작업레지스터를 가지며, 2싸이클에 실행되는 곱셈기와 많은 I/O 제어용 레지스터를 가지고 있다.
- 128KB의 ISP방식 프로그램용 플래시 메모리, ISP를 위한 SPI (Serial Peripheral Interface) 핀을 가짐

ATmega128의 특징 Cont.

- 4KB의 데이터 저장용 EEPROM
- 4KB의 데이터 저장용 SRAM
- 외부에 최대 64KB의 데이터 메모리를 인터페이스 할 수 있는 SRAM
- 시스템 클럭을 발생하는 내부 RC 오실레이터 회로를 가지고, 또한 외부에서 크리스탈이나 세라믹 레조네이터를 접속할 수 있는 발진회로도 내장하고 있다.

ATmega128의 특징 Cont.

- 6개의 8비트 병렬 I/O 포트 및 1개의 5비트 병렬 I/O포트를 가지고 있다.
- 2개의 8비트 타이머/카운터(0,2)와 2개의 16비트 타이머/카운터(1,3)를 가지고 있다.
- 이들 타이머/카운터는 2개의 8비트 PWM출력, 6개의 2~16비트 PWM출력, 출력비교단자 등과 관련되어 동작
- 8채널 10비트 A/D 컨버터를 가지고 있다.
- 2개의 전이중 통신이 가능한 USART 직렬통신 포트를 가지고 있다.
- 아날로그 비교기를 가지고 있다.

ATmega128의 특징 Cont.

- 리셋 벡터와 8개의 외부인터럽트를 포함하여 총 35개의 인터럽트 벡터를 가지고 있다.
- 슬립모드로서 6개의 파워절약 모드를 가지고 있다.
- ATmega103 호환 모드를 가진다.
- 64핀 TQFP (Thin Quad Flat Package) 또는 64핀 MLF (Micro Lead Frame) 패키지가 있다.

Korea University of Technology and Education

| | FLASH (Kb) | EPROM(Bytes) | RAM(Bytes) | Instructions | IO Pins | Interrupts | Ext. Interrupts | SPI | UART | TW ¹ | Hardware Multiplier | 8-bit Timer | 16-bit Timer | PWM | Watchdog Timer | RTC Timer | Analog Comp | 10-bit A/D Channels | On Chip Oscillator | Brown Out Detector | In System Programming | Vcc(V) | Clock speed(MHz) | Packages | Available |
|------------|------------|--------------|------------|--------------|---------|------------|-----------------|-----|------|-----------------|---------------------|-------------|--------------|-----|----------------|-----------|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------|------------------|--|-----------|
| ATtiny11L | 1 | - | - | 90 | 6 | 4 | 1 ¹⁾ | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y | - | Y ²⁾ | - | 2.7-5.5 | 0-2 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| ATtiny11 | 1 | - | - | 90 | 6 | 4 | 1 ¹⁾ | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y | - | Y ²⁾ | - | 4.0-5.5 | 0-6 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| ATtiny12V | 1 | 64 | - | 90 | 6 | 5 | 1 ¹⁾ | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y ²⁾ | Y | Y | - | 1.8-5.5 | 0-1 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| ATtiny12L | 1 | 64 | - | 90 | 6 | 5 | 1 ¹⁾ | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y ²⁾ | Y | Y | - | 2.7-5.5 | 0-4 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| ATtiny12 | 1 | 64 | - | 90 | 6 | 5 | 1 ¹⁾ | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y ²⁾ | Y | Y | - | 4.0-5.5 | 0-8 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| ATtiny15L | 1 | 64 | - | 90 | 6 | 8 | 1 ¹⁾ | - | - | - | 2 | - | 1 | Y | - | Y | 4 | Y ²⁾ | Y | Y | - | 2.7-5.5 | 1.6 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| ATtiny28V | 2 | - | - | 90 | 20 | 5 | 2 ⁶⁾ | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y ²⁾ | - | Y ³⁾ | - | 1.8-5.5 | 0-1 | 28-Pin DIP 32-Pin MLF 32-Pin TQFP | now |
| ATtiny28L | 2 | - | - | 90 | 20 | 5 | 2 ⁶⁾ | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y ²⁾ | - | Y ³⁾ | - | 2.7-5.5 | 0-4 | 28-Pin DIP 32-Pin MLF 32-Pin TQFP | now |
| AT90S1200 | 1 | 64 | - | 89 | 15 | 3 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | Y | - | Y | - | Y | - | 2.7-6.0 | 0-12 | 20-Pin DIP 20-Pin SOIC 20-Pin SSOP | now |
| AT90S2313 | 2 | 128 | 128 | 120 | 15 | 10 | 2 | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | Y | - | Y | - | - | - | Y | - | 2.7-6.0 | 0-10 | 20-Pin DIP 20-Pin SOIC | now |
| AT90LS2323 | 2 | 128 | 128 | 120 | 3 | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | - | - | - | - | Y | - | 2.7-6.0 | 0-4 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| AT90S2323 | 2 | 128 | 128 | 120 | 3 | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | - | - | - | - | Y | - | 4.0-6.0 | 0-10 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| AT90LS2343 | 2 | 128 | 128 | 120 | 4 | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | - | - | Y | - | Y | - | 2.7-6.0 | 0-1 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| AT90LS2343 | 2 | 128 | 128 | 120 | 4 | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | - | - | Y | - | Y | - | 2.7-6.0 | 0-4 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| AT90S2343 | 2 | 128 | 128 | 120 | 4 | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | Y | - | - | - | Y | - | Y | - | 4.0-6.0 | 0-10 | 8-Pin DIP 8-Pin SOIC | now |
| AT90LS4433 | 4 | 256 | 128 | 120 | 20 | 14 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | Y | - | Y | 6 | - | Y | Y | - | 2.7-6.0 | 0-4 | 28-Pin DIP 32-Pin TQFP | now |
| AT90S4433 | 4 | 256 | 128 | 120 | 20 | 14 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | Y | - | Y | 6 | - | Y | Y | - | 4.0-6.0 | 0-8 | 28-Pin DIP 32-Pin TQFP | now |
| AT90S8515 | 8 | 512 | 512 | 120 | 32 | 11 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 2 | Y | - | Y | - | - | - | Y | - | 2.7-6.0 | 0-4 | 40-Pin DIP 44-Pin PLCC 44-Pin TQFP | now |
| AT90S8515 | 8 | 512 | 512 | 120 | 32 | 11 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 2 | Y | - | Y | - | - | - | Y | - | 4.0-6.0 | 0-8 | 40-Pin DIP 44-Pin PLCC 44-Pin TQFP | now |

Korea University of Technology and Education

| | FLASH (KB) | EPROM(Bytes) | RAM(Bytes) | Instructions | I/O Pins | Interrupts | Ext. Interrupts | SPI | USART | TWI ⁴¹ | Hardware Multiplier | 8-bit Timer | 16-bit timer | PWM | Watchdog Timer | RTC Timer | Analog Comp | 10-bit AD Channels | On Chip Oscillator | Brown Out Detector | In System Programming | Self Programming | Vcc(V) | Clock speed(MHz) | Packages | Available |
|------------|------------|--------------|------------|--------------|----------|------------|-----------------|-----|-----------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------|-----|----------------|-----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|---------|------------------|--|-----------------|
| AT90LS8535 | 8 | 512 | 512 | 120 | 32 | 15 | 2 | 1 | 1 | - | - | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | - | - | Y | - | 2.7-6.0 | 0-4 | 40-Pin DIP 44-Pin PLCC 44-Pin TQFP | now |
| AT90S8535 | 8 | 512 | 512 | 120 | 32 | 15 | 2 | 1 | 1 | - | - | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | - | - | Y | - | 4.0-6.0 | 0-8 | 40-Pin DIP 44-Pin PLCC 44-Pin TQFP | now |
| ATmega8L | 8 | 512 | 1K | 130 | 23 | 16 | 2 | 1 | 1 ⁵⁾ | 1 | Y | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 2.7-5.5 | 0-8 | 28-Pin DIP 32-Pin MLF 32-Pin TQFP | Q1'02 |
| ATmega8 | 8 | 512 | 1K | 130 | 23 | 16 | 2 | 1 | 1 ⁵⁾ | 1 | Y | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 4.0-5.5 | 0-16 | 28-Pin DIP 32-Pin MLF 32-Pin TQFP | Q1'02 |
| ATmega161L | 16 | 512 | 1K | 130 | 35 | 20 | 3 | 1 | 2 | - | Y | 2 | 1 | 4 | Y | Y | Y | - | - | Y | Y | Y | 2.7-5.5 | 0-4 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | now |
| ATmega161 | 16 | 512 | 1K | 130 | 35 | 20 | 3 | 1 | 2 | - | Y | 2 | 1 | 4 | Y | Y | Y | - | - | Y | Y | Y | 4.0-5.5 | 0-8 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | now |
| ATmega169L | 16 | 512 | 1K | 130 | 32 | 17 | 2 | 1 | 1 | 1 | Y | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 2.7-5.5 | 0-4 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | now |
| ATmega163 | 16 | 512 | 1K | 130 | 32 | 17 | 2 | 1 | 1 | 1 | Y | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 4.0-5.5 | 0-8 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | now |
| ATmega16L | 16 | 512 | 1K | 130 | 32 | 17 | 3 | 1 | 1 ⁵⁾ | 1 | Y | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 2.7-5.5 | 0-8 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | Q1'02 |
| ATmega16 | 16 | 512 | 1K | 130 | 32 | 17 | 3 | 1 | 1 ⁵⁾ | 1 | Y | 2 | 1 | 3 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 4.0-5.5 | 0-16 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | Q1'02 |
| ATmega329L | 32 | 1K | 2K | 130 | 32 | 19 | 3 | 1 | 1 | 1 | Y | 2 | 1 | 4 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 2.7-5.5 | 0-4 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | now |
| ATmega323 | 32 | 1K | 2K | 130 | 32 | 19 | 3 | 1 | 1 | 1 | Y | 2 | 1 | 4 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 4.0-5.5 | 0-8 | 40-Pin DIP 44-Pin TQFP | now |
| ATmega103L | 128 | 4K | 4K | 121 | 48 | 16 | 8 | 1 | 1 | - | - | 2 | 1 | 4 | Y | Y | Y | 8 | - | - | Y | - | 2.7-3.6 | 0-4 | 64-Pin TQFP | now |
| ATmega103 | 128 | 4K | 4K | 121 | 48 | 16 | 8 | 1 | 1 | - | - | 2 | 1 | 4 | Y | Y | Y | 8 | - | - | Y | - | 4.0-5.5 | 0-6 | 64-Pin TQFP | now |
| ATmega128L | 128 | 4K | 4K | 133 | 48 | 27 | 8 | 1 | 2 ⁵⁾ | 1 | Y | 2 | 2 | 6+2 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 2.7-5.5 | 0-8 | 64-Pin TQFP | Eng. Samples Q4 |
| ATmega128 | 128 | 4K | 4K | 133 | 48 | 27 | 8 | 1 | 2 ⁵⁾ | 1 | Y | 2 | 2 | 6+2 | Y | Y | Y | 8 | Y ²⁾ | Y | Y | Y | 4.0-5.5 | 0-16 | 64-Pin TQFP | Eng. Samples Q4 |

¹⁾ One external interrupt + interrupt and wake-up on pin change(all I/O pins)

²⁾ High accuracy (5%) internal RC oscillator with programmable speed.

³⁾ Requires 12V signal on RESET pin during programming

⁴⁾ Compatible to I2C

⁵⁾ Programmable Serial USART

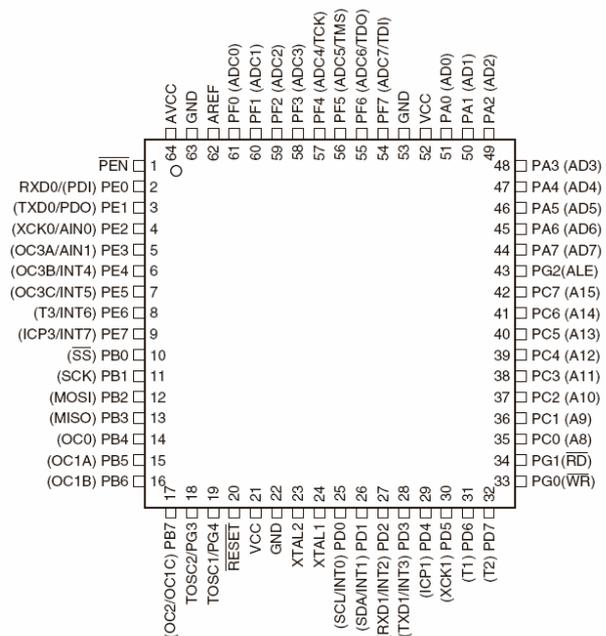
⁶⁾ Interrupt on pin low on 8 pins

Korea University of Technology and Education

ATmega128의 외부 구조

- 64핀의 TQFP 구조
가장 널리 사용됨

Figure 1. Pinout ATmega128



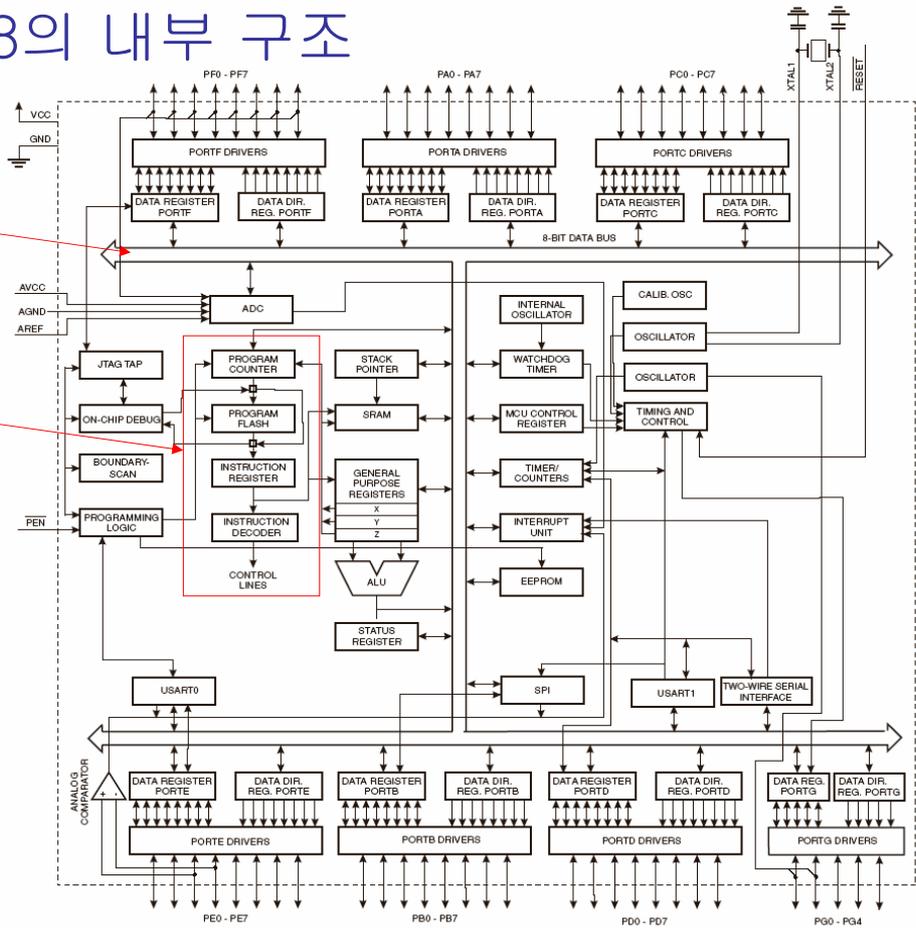
Note: The bottom pad under the MLF package should be soldered to ground.

Figure 2. Block Diagram

ATmega128의 내부 구조

데이터 액세스용
8비트 버스
(범용레지스터, SRAM,
EEPROM, 각종 내장 I/O)

프로그램 액세스용
16비트 버스



Korea University of

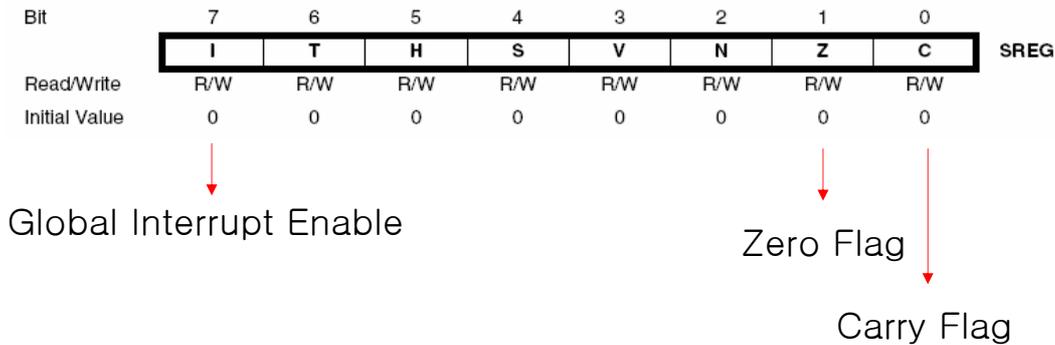
범용 레지스터

- 32개의 8비트 범용 레지스터
 - 누산기를 대신하여 모두 대등한 자격으로 기본적인 사칙연산 수행

| | 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 |

상태 레지스터 (Status Register)

- 가장 최근에 실행된 산술연산 명령의 결과에 따른 상태를 나타냄 (SREG)
- 조건부 처리명령에 의하여 프로그램의 흐름을 변경하는데 사용될 수 있다.



Korea University of Technology and Education

스택 포인터 (Stack Pointer)

- 서브루틴 호출이나 인터럽트 발생시에 복귀주소를 저장
- C언어에서 지역변수 저장, 어셈블리에서 임시데이터 저장
- 후입선출 (last-in first-out) 방식

| Bit | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | SP15 | SP14 | SP13 | SP12 | SP11 | SP10 | SP9 | SP8 | SPH |
| | SP7 | SP6 | SP5 | SP4 | SP3 | SP2 | SP1 | SP0 | SPL |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| Read/Write | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | |
| | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | |
| Initial Value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Korea University of Technology and Education

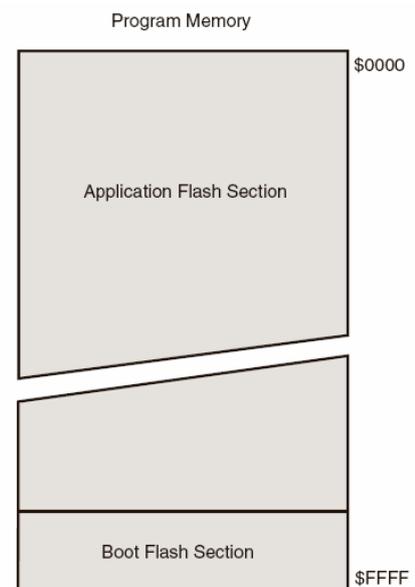
ATmega128의 메모리 구조

- 크게 프로그램 메모리와 데이터 메모리로 나눈다

Korea University of Technology and Education

프로그램 메모리

- 내부에 128KB의 플래시 메모리
- ATmega128은 8비트 마이크로컨트롤러이지만, 프로그램 메모리는 각 번지가 16비트 구조로 되어있음
- 64K x 16의 용량을 갖는다
- 모든 명령은 16비트 혹은 32비트 구조로, 각 명령은 프로그램 메모리에서 1~2개의 번지를 차지하게 된다.
- 프로그램 메모리는 부트 프로그램 섹션 과 응용 프로그램 섹션으로 나뉜다.
- SPI 통신방식을 이용한 ISP 기능을 가지고 있어서 사용자가 작성한 프로그램 쉽게 라이팅 가능
- JTAG 에뮬레이터, 병렬 프로그래밍을 이용한 프로그램 기입도 가능

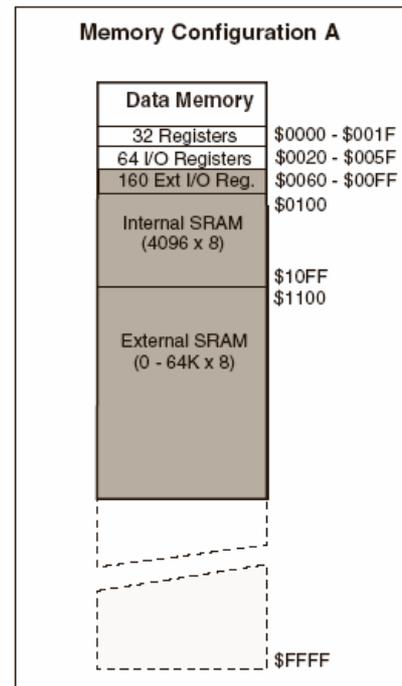


Korea University of Technology and Education

데이터 메모리

- 내부 데이터 메모리로서의 SRAM, 외부 데이터 메모리, 내부 EEPROM
- EEPROM은 별도의 레지스터를 통하여 특별한 방식으로 액세스

Figure 9. Data Memory Map



I/O 레지스터

- ATmega128에 내장된 각종 I/O 디바이스들을 제어하기 위한 레지스터
- 확장 I/O 레지스터
 - 기존 AVR모델들에 비하여 ATmega128에 추가된 각종 I/O 디바이스들을 제어하기 위한 레지스터

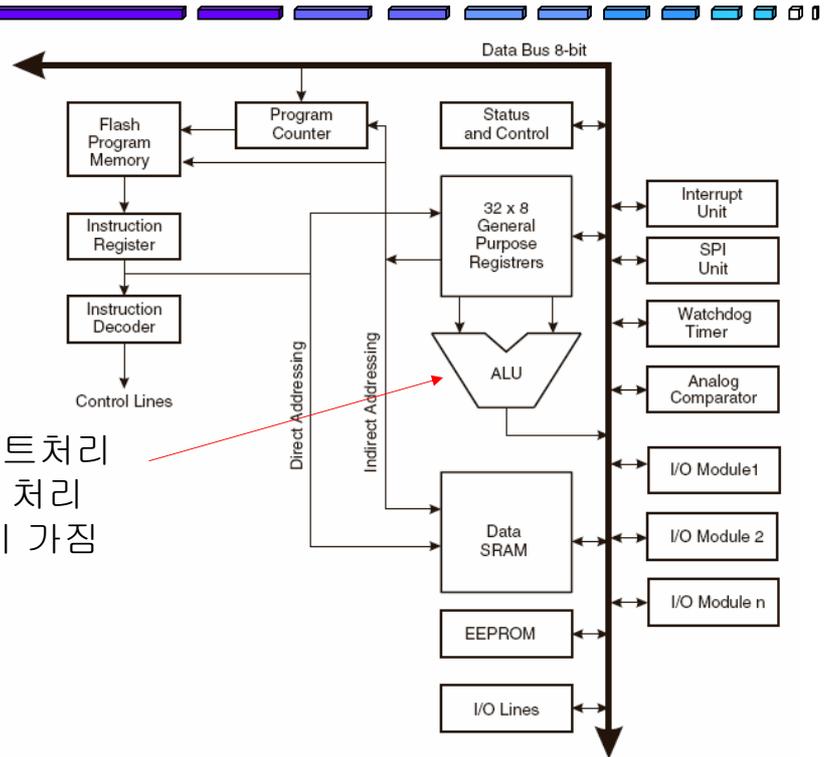
SRAM

- 내부 SRAM
 - 프로그램에서 각종 사용자 변수로 사용
 - 스택 영역으로도 사용
- 외부 SRAM
 - 사용자가 필요에 의하여 외부 데이터 메모리로서 SRAM을 접속하여 사용하거나 또는 I/O확장 영역으로 사용

EEPROM

- 4KB 내장
- 100,000번까지 반복적으로 데이터기입 가능
- 다른 데이터 메모리 어드레스 영역과는 별개의 영역에 할당
- EEPROM 어드레스레지스터, EEPROM 데이터 및 제어 레지스터 등을 사용하여 1바이트씩 액세스 가능

CPU 코어

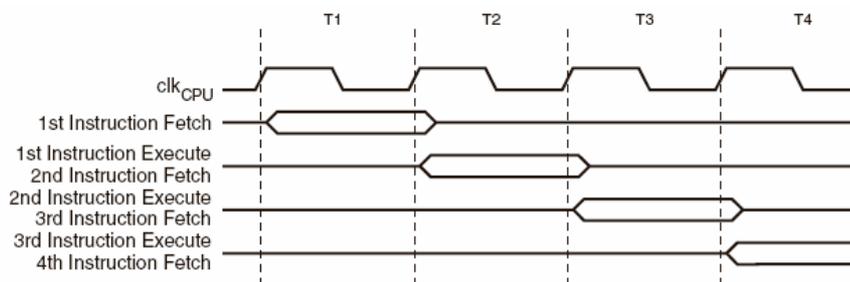


- 산술연산, 논리연산, 비트처리
- 대부분의 연산 1클럭에 처리
- 강력한 하드웨어 곱셈기 가짐

Korea University of Technology and Education

파이프라인 처리 동작

- 명령의 인출과 실행을 동시에 처리



Korea University of Technology and Education

1 사이클에 처리되는 ALU의 동작

