

# IoT 특론

3차시

AI첨단기술학과

이의혁

## 2. 사물 인터넷 디바이스

### 2-1. 센서 및 액추에이터

# 사물 인터넷의 핵심 요소

- ✓주변 환경 및 상황에 대한 이해
- ✓이를 바탕으로 하는 지능적인 판단
- ✓필요한 액션 수행

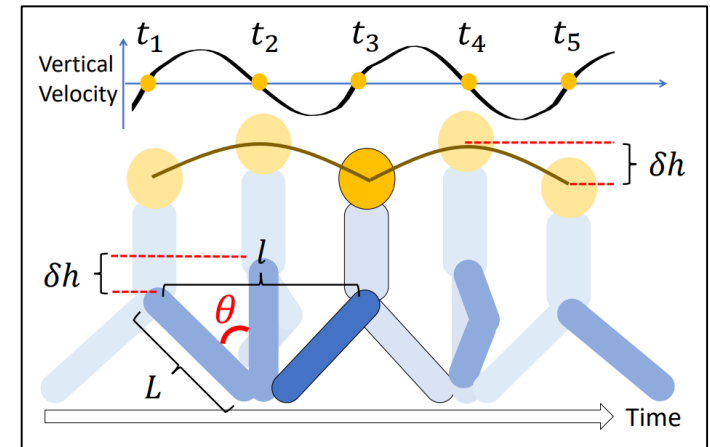
# 센서

주변 환경의 물리/화학적 신호를 측정하거나 이벤트를 감지하여  
그에 따른 데이터를 생성하는 기기 혹은 소자

- 사물 인터넷에서 주변 환경 및 상황에 대한 이해를 위해 반드시 필요
- 상황 인식 및 지능적인 판단을 내리는데 이용되는 각종 데이터 수집을 위해 사용

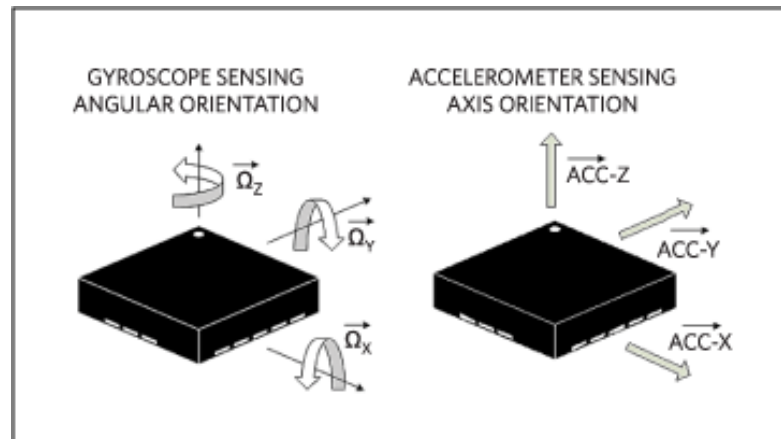
# 가속도 센서 (accelerometer)

- 직선 운동의 가속도, 즉 단위시간당 직선 운동 속도의 변화를 측정하는 센서
  - 사물에 가해지는 중력이나 외부 진동, 충격 등에 의해 발생하는 가속도를 측정
- 자동차, 선박, 비행기 등 각종 교통 수단과 로봇 제어 등 다양한 분야에서 활용
- 현재 스마트폰이나 활동량 측정 밴드와 같은 각종 스마트 디바이스에 내장되어 우리 일상 생활과 밀접하게 연결되어 사용되는 대표적인 센서
  - 걸음 수, 활동 종류(걷기, 달리기, 사이클링, ...)
  - 장비, 구조물 진동, 충돌,



# 자이로스코프 (gyroscope)

- 회전 운동의 각도의 변화, 즉 각속도를 측정하는 센서
  - 물체의 중심축에 대한 회전 방향과 그 정도를 감지할 수 있음
- 관성항법장치에 가속도 센서와 같이 사용되어 물체의 자세나 위치를 추정하는 용도로 사용
- 가속도 센서와 마찬가지로 스마트폰에 내장되어 보편적으로 이용되기 시작하였으며, 디바이스의 움직임과 자세를 감지하는데 유용하게 사용



# 지자기 센서 (Geomagnetic field sensor)

- 지구자기장을 측정하는 센서로 방위각을 탐지하는데 사용
    - 축 방향에 대한 자력치를 계측함
    - 보통 마이크로테슬라 단위로 표현
  - 스마트폰에서 디지털 나침반이나 네비게이션을 위한 방향이나 위치 측정을 위해서 많이 사용
- 
- ✓ 가속도 센서, 자이로스코프(, 지자기 센서)를 통합하여 IMU(Inertial Measurement Unit, 관성 측정 장치)라고 함
    - ✓ 6축 IMU: 3축 가속도 센서 + 3축 자이로스코프
    - ✓ 9축 IMU: 3축 가속도 센서 + 3축 자이로스코프 + 3축 지자기 센서

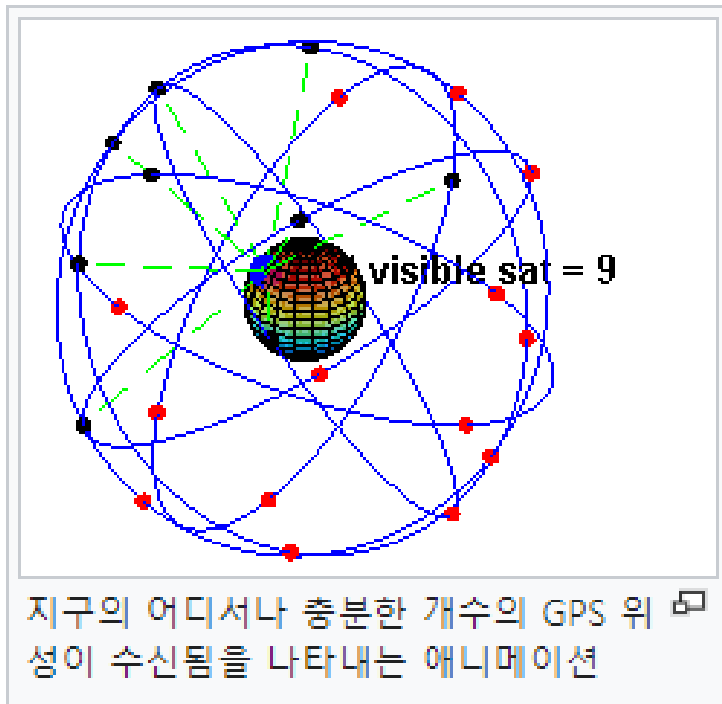
# GPS 센서

- GPS 위성에서 송신하는 전파를 수신하여 위치 좌표와 속도 벡터 등을 측정하는 센서
  - Global Positioning System의 약자로서 미국 국방부에 의해 개발되어 관리되고 있는 범지구위성항법시스템 (GNSS)
  - 원래 군용기 항법, 유도 무기 등 군사 목적으로 개발되었으나 현재는 항공기나 선박 항법 및 관제, 자동차 네비게이션, 응급 구조 등 민간용으로 광범위하게 사용
- ✓ GNSS (Global Navigation Satellite System)
  - ✓ GPS (미국)
  - ✓ GLONASS (러시아)
  - ✓ Galileo (EU)
  - ✓ Beidou(베이더우) (중국)



# GPS 센서

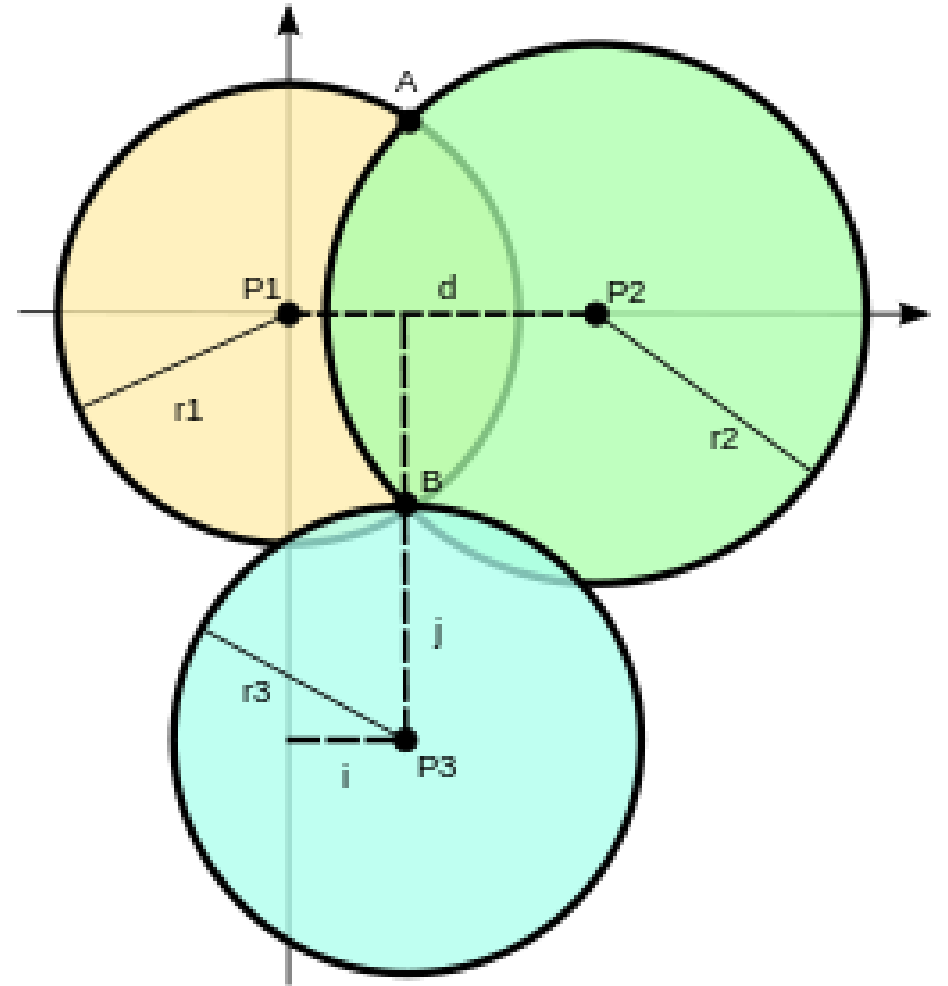
- 지구 상의 어디에서나 궤도를 돌고 있는 네 개 이상의 GPS 위성으로부터 신호를 수신할 수 있으면 위성과의 거리와 각 위성의 위치 정보를 이용하여 신호를 수신한 위치를 계산할 수 있음



<https://ko.wikipedia.org/wiki/GPS>

# 삼변측량 원리

- 세 기준점 P1, P2, P3가 있을 때 B의 위치를 각 기준점으로부터의 상대위치로 알아낼 수 있음
- 기준점 P1과의 거리  $r_1$ 을 측정하면 그 위치는 P1을 중심으로 하는 원 위에 있다는 것을 알 수 있고,
- 기준점 P2로부터의 거리  $r_2$ 를 측정하면 그 원 상에서 A 혹은 B 두 점 중 하나라는 것을 알 수 있다.
- 기준점 P3에서의 거리  $r_3$ 를 알게 되면 최종적으로 위치는 B점으로 결정



# 근접 센서

- 근처에 위치한 물체의 유무나 물체까지의 거리 등을 물리적인 접촉 없이 측정하는 센서
    - 보통 전자기장이나 적외선과 같은 전자기 방사선을 방출하고 전자기장의 변화나 반사되는 신호를 측정하여 물체의 근접 유무나 거리를 알아냄
  - 다양한 근접 센서가 존재하며 용도와 감지하고자 하는 물체의 종류에 따라 다른 종류의 센서를 사용
    - 많이 알려진 근접 센서는 적외선이나 초음파 기반의 센서
- ✓스마트폰에서도 근접 센서가 사용되는데 대표적으로는 통화 중 스마트폰을 귀에 가까이 대면 화면이 자동으로 꺼지게 하는 용도로 사용

# 초음파 센서

- 초음파를 발생하였을 때 물체에 반사되어 센서로 돌아오는 반사파를 수신하고 발생한 초음파 신호와 되돌아 온 반사파의 시간차를 계산하여 물체와의 거리를 측정할 수 있는 센서
  - 초음파: 사람의 가청주파수 대역보다 높은 20kHz 이상의 주파수를 갖는 음파
- 가까운 거리에 있는 물체 혹은 사람의 존재 여부, 거리 측정, 속도 측정 등에 사용
  - 대표적인 예: 자동차의 후방 감시 시스템, 로봇 청소기 물체/장애물 감지

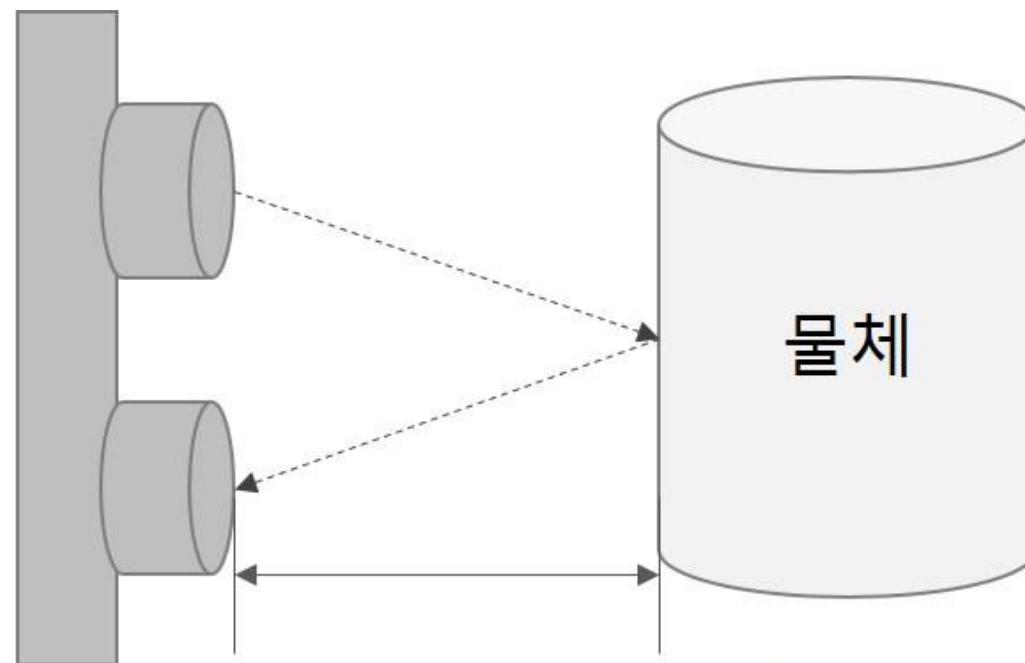
# 초음파 센서 원리



<https://www.parallax.com/product/28015>

초음파  
송신기

초음파  
수신기



$$\text{거리} = (t \times \text{음속}) / 2$$

t: 신호가 되돌아 올 때까지 걸린 시간 (s)  
음속:  $331.5 + (0.6 \times \text{섭씨 온도})$  (m/s)

# 가스 센서

- 공기 중의 특정 가스의 유/무 및 농도를 측정하는 센서
  - 가정, 공장 등에서 폭발 사고나 오염을 일으킬 수 있는 가스, 색깔도 없고 냄새도 없어 인간의 감각 기관으로 인지할 수 없는 위험한 가스의 누출 감지, 농도의 측정, 경보에 활용
- 응용 분야
  - 산업용, 공해방지용, 방재용, 의료용 등 매우 광범위
  - 예
    - 가연성 가스(LPG, LNG 등)의 폭발 방지를 위한 가스 경보기용 센서
    - 자동차의 공연비 측정을 위한 센서
    - 가정이나 공장 내의 가스 누설 경보기
    - 음주 운전자의 알코올 측정 센서
    - 화재 직후의 건축 재료로부터 나오는 유독가스를 검출하는 센서
    - 항내 메탄가스 경보기 등



# 가스 센서의 종류

- 측정 방식에 따른 분류

- 반도체식, 접촉 연소식, 전기화학식 가스 센서 등

- 반도체식 가스 센서

- 세라믹 반도체 표면에 가스가 접촉했을 때 일어나는 전기 전도도의 변화를 이용

- LPG, LNG, 암모니아 황산 가스 등 유독가스, 가연성 가스를 감지하는 용도로 많이 사용

- 소형, 경량화가 가능하고 가격이 저렴하여 방법용, 경보용 등 그 응용 범위가 큼

- 접촉 연소식 가스 센서

- 센서 표면상에서 가연성 가스의 접촉으로 유발되는 산화 반응에 의해서 발생하는 연소열의 변화를 검출하는 방식

- 검출 정밀도가 높고 주위 온도 또는 습도에 의한 영향이 적다는 장점이 있음

- 검출 대상 가스: LPG, LNG, 일산화탄소, 유기용제 증기 등

- 전기화학식 가스 센서

- 검출 대상 가스를 전기 화학적으로 산화 또는 환원하여 외부 회로에 흐르는 전류를 측정하는 방식으로 동작

- 암모니아, 황산 가스 등을 검출하는데 사용

# 이미지 센서

- 빛을 받아들여 전기 신호로 전환하는 소자 (광전변환소자)
  - 디지털 카메라, 휴대폰, 스캐너, 바코드 입력장치 등에 장착되어 우리 생활에서 밀접하게 이용
- 종류
  - CCD, CMOS형 이미지 센서
  - 두 가지 종류 센서 모두 광다이오드를 사용하여 빛을 받아들여 전기 신호로 변환하지만, 제조 방식과 전기 신호로 변환하는 방식에 차이가 있음



# 이미지 센서

- CCD형 이미지 센서

- 광전변환 반도체와 전하결합소자로 구성
- 빛 에너지로 발생된 전하를 축적 후 전하를 전압으로 바꾸는 변조기로 전송하여 전기 신호로 변환
- 장점: 감도가 좋고 화질이 우수하며 노이즈가 적음
- 단점: 제작이 복잡하고 전력 소모가 크며 영상 처리 속도가 상대적으로 느림

- CMOS형 이미지 센서

- 광전변환 반도체와 CMOS 스위칭 소자로 구성
- 빛 에너지로 발생된 전하를 전압으로 바꾸는 변조기를 각 화소마다 배치하여, 화소에서 직접 전압으로 변환
- 장점: 회로의 고집적화로 대량 생산이 용이하고 소비전력이 낮으며 영상 처리 속도가 빠름
- 단점: 감도가 낮고 노이즈 발생이 많음
- 반도체 기술의 발전으로 화질이 향상되면서 낮은 제조 비용으로 제작이 가능한 CMOS 센서의 사용이 증가
- 카메라가 탑재된 휴대폰 대중화 → CMOS 센서 시장의 급속한 성장

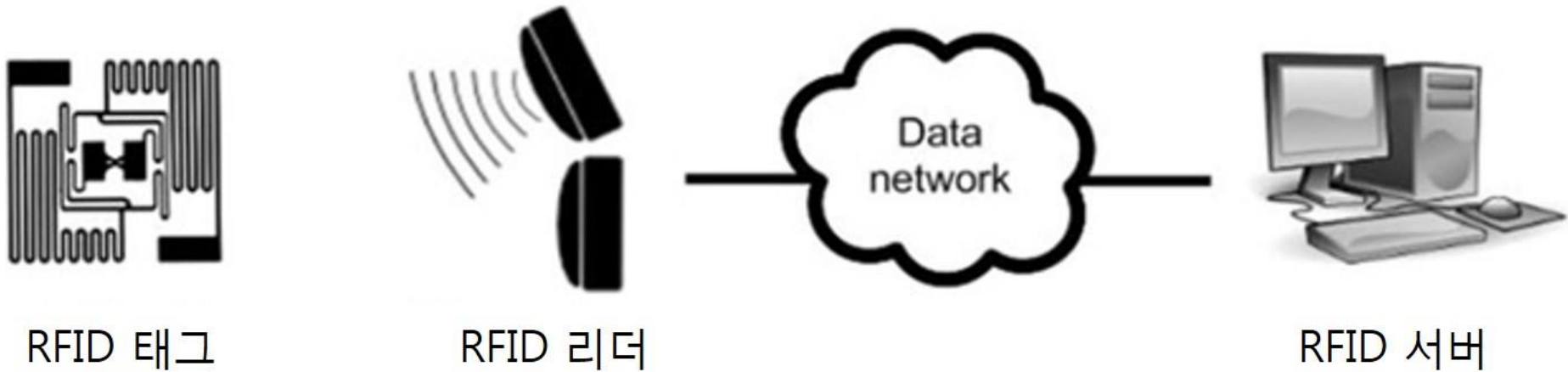
# 바이오 센서

- 유전자, 암세포, 환경 호르몬 등 특정 물질의 존재 여부나 양을 감지하거나 측정하는 센서
  - 분석 대상 물질을 간편하고 신속하게 측정할 수 있어서 의료, 제약, 식품, 환경 분야 등에서 주목
- 바이오 센서의 구성
  - 분석하고자 하는 대상 물질과 선택적으로 반응/결합할 수 있는 생체 수용체(bioreceptor)
  - 그 반응/결합을 측정할 수 있는 신호로 전환하는 신호 변환기(signal transducer)
- 의료
  - 혈당, 암세포, 콜레스테롤, 젖산 등과 같은 생체물질 분석
  - 인구의 노령화 추세, 질병의 조기 진단과 예방 및 개인별 맞춤 의료에 대한 수요 증가, 이에 따른 헬스케어 시장의 급성장을 배경으로 의료 및 헬스케어 분야에서 바이오 센서의 중요성 증대
- 식품
  - 식품의 잔류 농약, 항생제, 병원균 등과 같은 유해물질 검출
- 환경
  - 환경 호르몬, 폐수의 BOD 등 환경 관련 물질 검출
- 군사
  - 탄저균과 같은 생물학적 무기 감지 용도

# RFID 태그

- 전파를 이용하여 사물의 ID를 식별하고 정보를 수집하기 위한 용도로 사용되는 전자 태그
  - 물건의 ID를 식별하는데 사용하는 바코드나 QR 코드의 진화된 형태
  - 장점
    - 바코드보다 훨씬 많은 ID를 지원할 수 있고, 제조업체, 상품 품목에 대한 정보뿐만 아니라 다양한 부가 정보를 담을 수 있다는 장점
    - 비접촉식으로 원거리 인식이 가능하고 인식 시간이 짧음
  - 응용
    - 유통산업 분야에서 효율적인 재고 관리를 위해서 RFID 기술 적용
    - 이외에도 교통, 물류, 보안, 의료, 건설 등 다양한 분야에서 적용되고 있다.
    - 예: 대중교통카드나 건물출입카드, 고속도로 통행료 징수 카드 등에 RFID 사용

# RFID 시스템

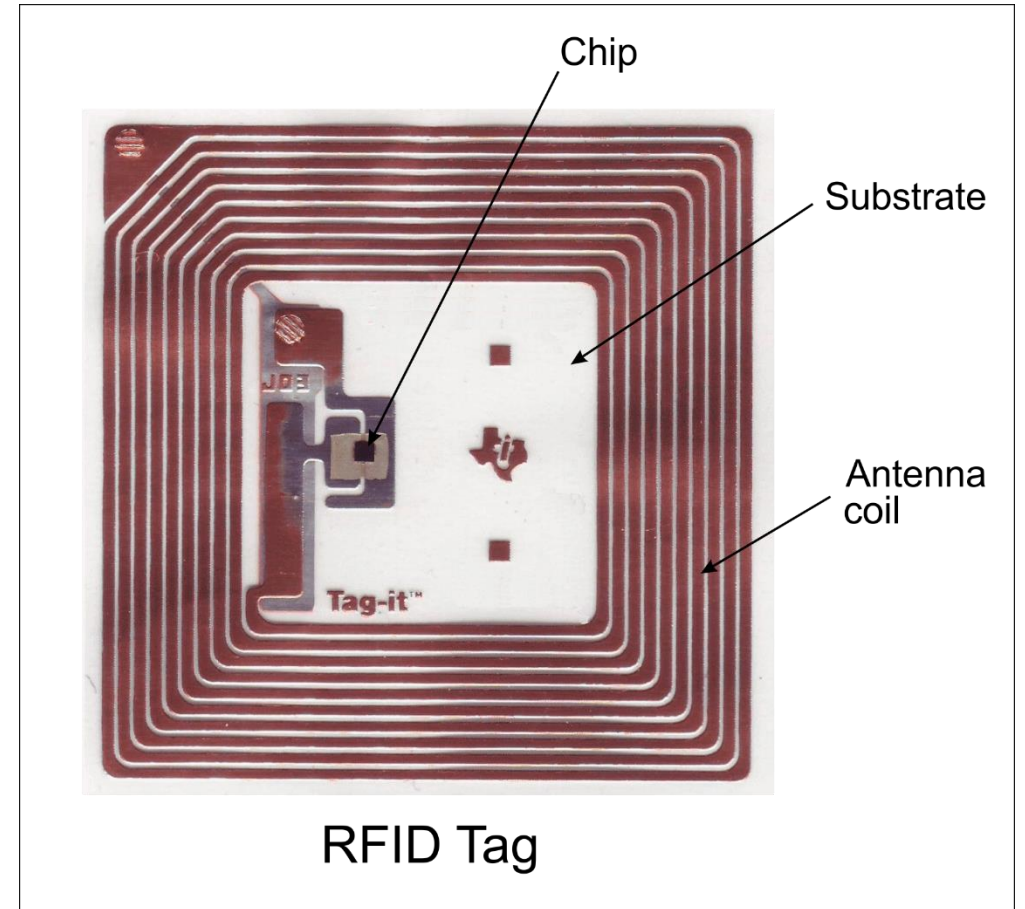


<http://www.therfid.com/rfid.html>

- 관리 대상 사물에 태그를 부착하거나 내장
- RFID 태그의 안테나와 RFID 리더의 안테나 사이에 전파가 교환
- 리더가 사물의 정보를 인식, 리더가 획득한 정보가 서버로 전송
- 응용에 따라 데이터의 저장, 추적, 가공 등 필요한 기능이 수행
- 애플리케이션이 정보를 사용하여 서비스를 제공

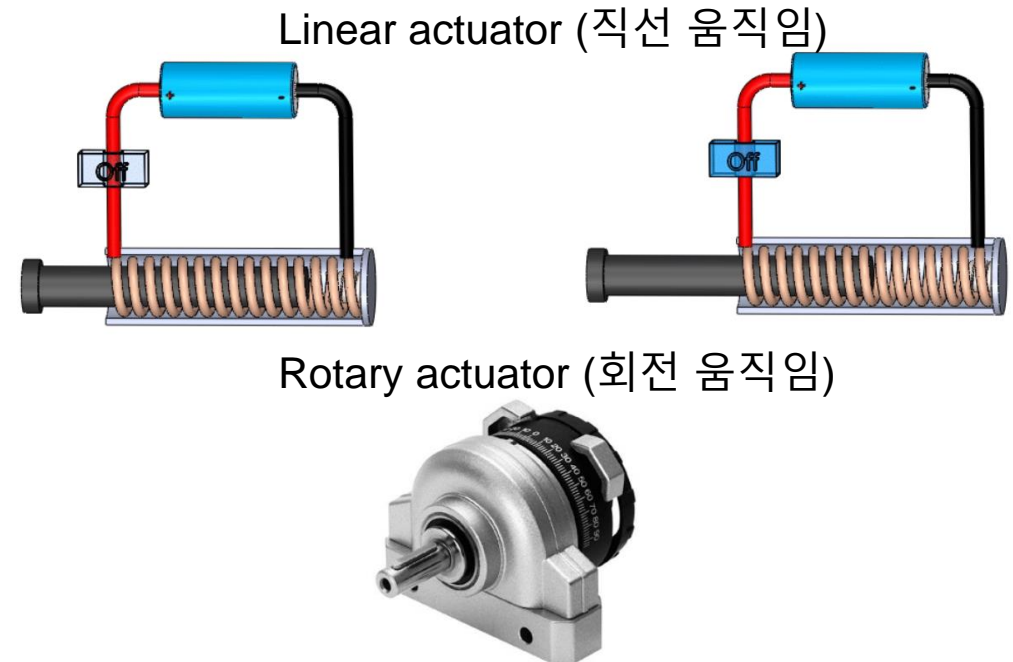
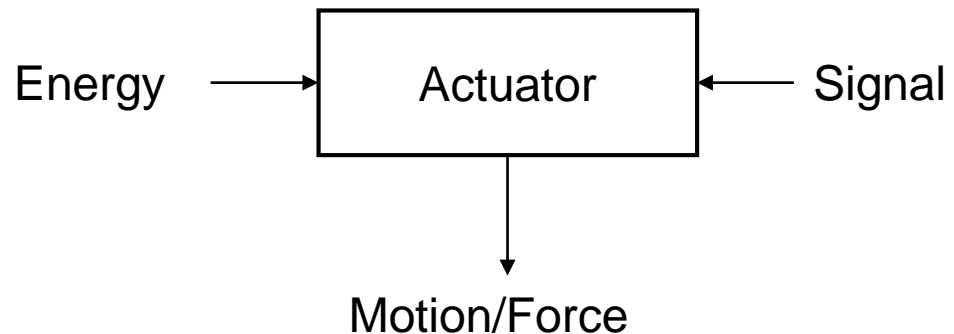
# RFID 태그

- IC 칩과 안테나로 구성
- IC 칩
  - 메모리를 내장하고 있어서 고유한 ID 정보나 부가 정보를 저장
  - 리더의 안테나에서 전송되는 전파 신호를 수신하여 변복조하고 정보를 처리하는 기능도 수행
- 칩 내장 메모리의 정보 읽기 쓰기 가능 여부에 따른 분류
  - 읽기 전용(read only): 태그 제조 시 정보가 기록되며 내용 변경이 불가능한 반면 가격이 저렴하여 많은 응용 분야에서 사용
  - 한 번만 쓰기 가능용(write once read many): 사용자가 필요한 정보를 한번 기록하여 저장할 수 있고 이후는 변경이 불가능
  - 읽기/쓰기용(read/write): 태그에 저장된 정보를 갱신할 수 있으나 가격이 상대적으로 높으므로 반복 이용



# 액추에이터(Actuator)

- 데이터를 이용하여 디바이스나 시스템, 사물을 움직이거나 제어하는데 사용되는 장치
  - 전통적으로는 전기적인 에너지, 혹은 유압, 공기압 에너지를 기계적인 움직임으로 변환하는 장치를 액추에이터라고 함



# 액추에이터(Actuator)

- 센서 vs. 액추에이터
  - 센서가 물리적인 환경을 인지하는 역할, 즉 사물 인터넷 시스템의 입력을 받아들이는 기능 수행
  - 액추에이터는 그와 반대로 입력 데이터를 기반으로 사물 인터넷 시스템이 물리적인 환경에 어떤 출력을 가하는 기능 수행
    - 이러한 관점에서 본다면 전통적인 액추에이터의 개념(어떤 물체를 움직이거나 기기를 작동시키는 것)을 확장해서 다양한 출력을 생각해 볼 수 있음
      - 디스플레이에 어떤 내용을 표시하는 것
      - 스피커로 소리를 내는 것

# 엑추에이터의 분류

- 출력의 종류 관점
  - 물리적/기계적인 출력: 모터
    - 전원: AC 모터 (교류 전압), DC 모터 (직류 전압, 배터리)
    - 움직임 방향: 리니어 모터(직선), 서보 모터(회전),
  - 시각적인 출력: LED, LCD
  - 청각적인 출력: 스피커, 부저
  - 촉각적인 출력: 스마트폰, 스마트 워치/밴드 등의 진동 모터
  - 후각적인 출력: 특정 향, 냄새를 발생



## 2. 사물 인터넷 디바이스

### 2-2. 사물 인터넷 하드웨어 플랫폼

# 사물 인터넷 디바이스

- 센서

- 각 사물이 주변 환경 및 상황에 대한 이해를 할 수 있는 기본적인 데이터를 수집하는 역할

- 사물 인터넷이 만들어지려면 무엇이 더 필요한가?

- 데이터를 사용자의 스마트폰이나 서버, 혹은 다른 사물에 전송하거나 이런 데이터로부터 추출된 상황 정보를 바탕으로 센서 및 액추에이터를 제어할 수 있어야 함

- ✓컴퓨팅 능력

- ✓연결성

→ 연산 및 통신, 데이터 저장 등의 능력을 갖춘 초소형 컴퓨팅 디바이스가 사물에 내장되어 있어야 함

# 사물 인터넷 하드웨어 플랫폼

- 사물 인터넷 하드웨어 플랫폼

- 사물 인터넷 기기를 빠르고 쉽게 프로토타이핑하고 범용적으로 다양한 사물에 적용할 수 있도록 지원
- 오픈 소스 하드웨어 플랫폼
  - 다양한 사물 인터넷 디바이스 하드웨어들이 오픈 소스 하드웨어 기반으로 하고 있음
  - 사물 인터넷 제품이나 서비스를 일반인이나 소규모 업체에서도 손쉽게 만들어서 테스트 해볼 수 있는 중요한 토대

# 오픈 소스 하드웨어

- 누구나 하드웨어를 만들고 사용할 수 있도록 하드웨어 제작에 필요한 디자인(회로도, 관련 설명서 등)이 일반에 공개된 하드웨어
- 하드웨어의 디자인을 공개하여 누구든지 하드웨어를 제조하고 수정, 배포할 수 있음

# Arduino (아두이노)

- 사용하기 쉬운 하드웨어 및 소프트웨어 기반을 갖춘 프로토타이핑 플랫폼이자 가장 널리 활용되는 오픈 소스 하드웨어 플랫폼
  - 2005년 이탈리아에서 초기 버전이 만들어진 후 현재까지 급속하게 성장
  - 반도체 제조사 아트멜(Atmel)의 8비트 AVR MCU (ATmega168, ATmega328과 같은 megaAVR 시리즈)를 기반으로 하는 보드로 많이 제작
  - 현재는 ARM 계열의 Cortex-M0/M3를 이용한 보드도 출시



Arduino UNO, Genuino UNO 보드

# Arduino (아두이노)

- 범용 입출력 핀 / 아날로그-디지털 컨버터 입력 핀
  - 다양한 센서와 액추에이터를 연결하여 사용할 수 있음
  - 온도, 조도 등 환경 센서는 물론 디지털 스위치로부터 입력 값을 받아, LED, 스피커, 모터 등의 다양한 외부 장치를 제어
- 쉴드
  - 부가적으로 쉴드(Sheild)를 장착하여 WiFi, 블루투스 등의 통신 모듈 같이 원하는 기능을 위해 필요한 모듈을 연결하여 사용
- IDE 제공
  - 자바로 만들어진 크로스 플랫폼 개발환경
  - 소프트웨어 개발에 익숙하지 않은 사람들도 쉽게 프로그래밍을 접할 수 있도록 디자인
  - 코드 편집기가 제공, 프로그램 컴파일과 컴파일된 프로그램을 보드에 업로드할 수 있는 기능 제공
  - 아두이노 프로그램은 C/C++로 작성되며 아두이노 IDE에 포함된 라이브러리를 사용하여 다양한 입/출력 연산을 쉽게 할 수 있음
  - IDE에서 작성한 프로그램은 스케치, 아두이노 스케치, 스케치 프로그램 등으로 부름
  - 아두이노 공식 웹사이트에서 다운로드
    - [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

# Raspberry Pi (라즈베리 파이)

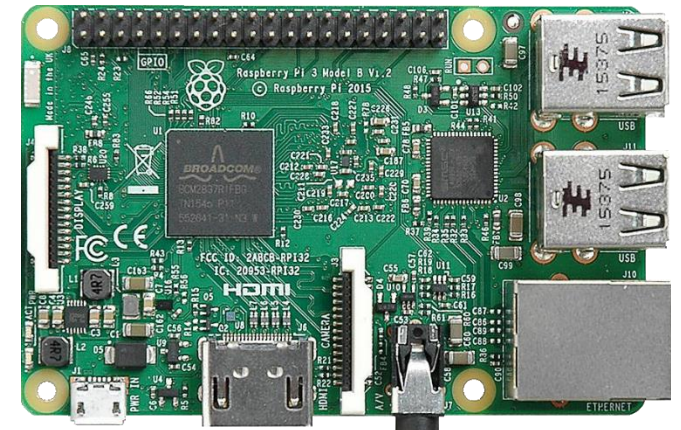
- 영국 라즈베리 파이 재단이 컴퓨터 교육용 프로젝트를 위해 만든 초저가의 싱글 보드 컴퓨터
  - 기존 데스크탑 PC와 비슷하게 모니터, 키보드 등의 주변 장치와 연결하여 사용할 수 있음
  - 교육용 보급을 목적으로 만들어져서 25달러(1세대 모델 A), 35달러(1세대 모델 B)라는 매우 저렴한 가격으로 출시
  - 2016년 2월 세번째 모델인 Raspberry Pi 3 Model B 출시 발표
  - 초기 출시 당시 초저가이면서도 700MHz 싱글 코어 ARM 프로세서, 듀얼 코어 GPU, 512MB RAM 등을 갖추고 리눅스 커널 기반의 운영체제를 탑재할 수 있어서 교육용 외에도 다양한 용도로 활용되어 세계적으로 선풍적인 인기를 얻고 있음

# Raspberry Pi (라즈베리 파이)

- 2세대 모델 B
  - 브로드컴 BCM2836 SoC 기반
    - 900MHz 쿼드 코어 ARM Cortex-A7 CPU
  - 1GB RAM
  - VideoCore IV 3D 그래픽 코어 탑재
  - 마이크로 SD 카드 슬롯
  - 17개의 범용 입출력(GPIO, General Purpose Input Output) 핀
  - 4개의 USB 포트, Full HDMI 포트, 이더넷 포트, 오디오 잭, 카메라 인터페이스 커넥터 등
- 3세대 모델 B
  - 무선랜, 블루투스 기능 기본 내장
  - 브로드컴 BCM2837 SoC
    - 1.2 GHz 64bit 쿼드 코어 ARM Cortex-A53 CPU



<http://swag.raspberrypi.org/>

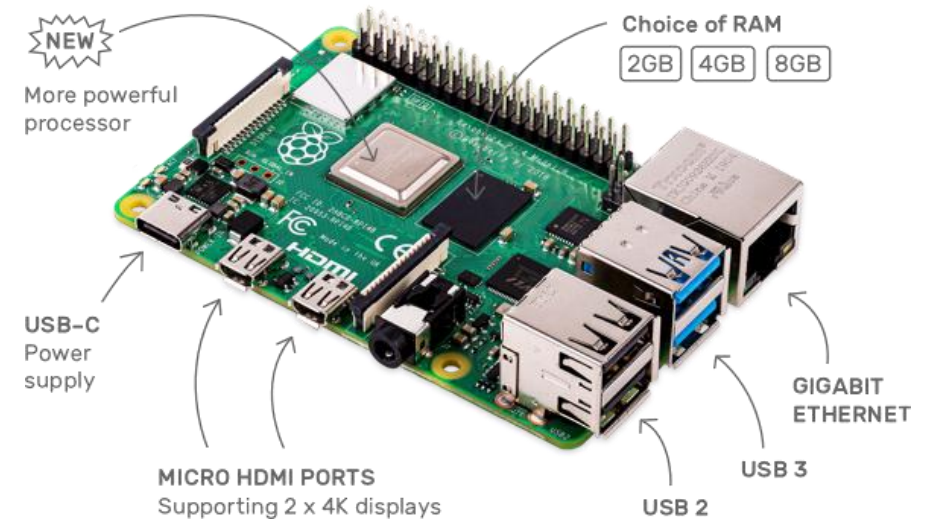




# Raspberry Pi (라즈베리 파이)

- 4세대 모델 B

- Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- 2GB, 4GB or 8GB LPDDR4-3200 SDRAM
- 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless, Bluetooth 5.0, BLE
- Gigabit Ethernet
- 2 USB 3.0 ports; 2 USB 2.0 ports.
- Raspberry Pi standard 40 pin GPIO header
- 2 × micro-HDMI ports (up to 4kp60 supported)
- 2-lane MIPI DSI display port
- 2-lane MIPI CSI camera port
- 5V DC via USB-C connector (minimum 3A\*)
- Power over Ethernet (PoE) enabled (requires separate PoE HAT)



<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/>

# Raspberry Pi (라즈베리 파이)

- 운영체제
  - Raspberry Pi OS (이전에는 Raspbian이라고 함)
    - 데비안 리눅스 계열로 리눅스 커널 기반의 라즈베리 파이에 최적화된 운영체제
  - 라즈베리 파이에서 동작하는 다양한 리눅스 계열 OS 존재
    - Ubuntu Core, Ubuntu MATE, OpenSUSE, ...
  - 리눅스 기반이 아닌 다른 운영체제
    - Windows IoT Core
    - RISC OS

# Intel Edison (인텔 에디슨)

- 인텔에서 웨어러블 및 사물 인터넷 관련 시장을 목표로 출시한 SoC(System on Chip) 컴퓨팅 모듈
  - 아두이노
    - 학생, 아마추어 개발자 등을 위한 빠른 프로토타이핑을 중점
  - 에디슨
    - 전문 메이커, 스타트업, 가전업체, 산업 IoT 기업들이 직접 사물 인터넷 제품을 신속히 만들고 출시하는 것을 가능하도록 하는 것을 목표로 만든 범용 컴퓨팅 플랫폼
  - ~ 50 달러

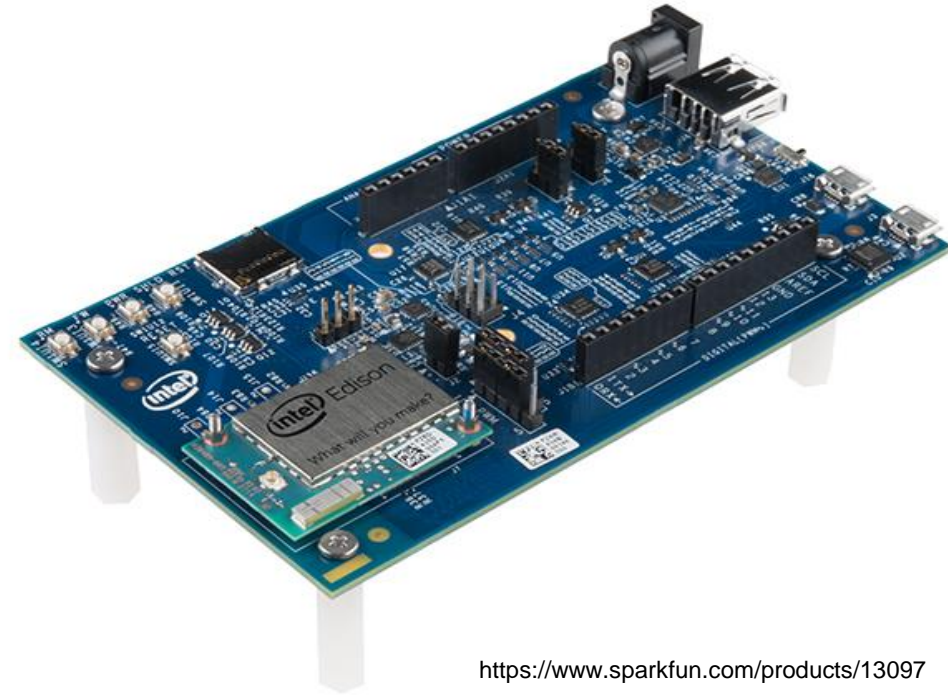


# Intel Edison (인텔 에디슨)

- 전원 전압: DC 3.3 ~ 4.5V
- 프로세서: 500 MHz Intel Atom Silvermont 듀얼 코어 프로세서, 100 MHz 싱글 코어 마이크로컨트롤러
- RAM: 1GB DDR3
- 플래시 메모리: 4GB eMMC
- Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n 2.4GHz/5GHz 듀얼 밴드)
- Bluetooth 4.0
- SD 카드 인터페이스 x 1
- UART × 2 (1 full flow control 1 Rx / Tx)
- I2C × 2
- SPI × 1 (chip select x2)
- I2S × 1
- USB 2.0 × 1 OTG 컨트롤러

# Intel Edison (인텔 에디슨)

- 다양한 개발 보드에 장착하여 사용 가능
  - 아두이노 확장 보드
    - 에디슨 컴퓨팅 모듈에 아두이노 쉴드 또는 아두이노 풋프린트의 어떠한 보드와도 인터페이스할 수 있게 해줌
    - 이를 활용하여 아두이노에서 많이 사용되는 센서나 액추에이터를 장착하고 아두이노 스케치 개발 환경으로 프로그래밍 하여 에디슨 모듈을 동작
  - 미니 브레이크아웃 보드



<https://www.sparkfun.com/products/13097>



<https://www.sparkfun.com/products/13025>

# Intel Edison (인텔 에디슨)

- 운영체제
  - Yocto 리눅스
- 개발 환경
  - 인텔에서는 IoT Developer Kit이라는 개발자 키트 제공
    - 사물 인터넷 디바이스 및 소프트웨어 개발을 지원한다.
  - 다양한 개발 환경 지원
    - 아두이노 개발 환경
    - 이클립스 기반의 C/C++ 혹은 자바 개발 환경
    - 인텔 XDK IoT Edition을 통한 자바스크립트/Node.js 개발 환경 등

마무리

## 4차시 정리

- IoT 디바이스
  - 센서
  - 액추에이터
  - 디바이스 하드웨어 플랫폼



## 5차시 소개

- IoT 디바이스 프로그래밍 환경 셋업