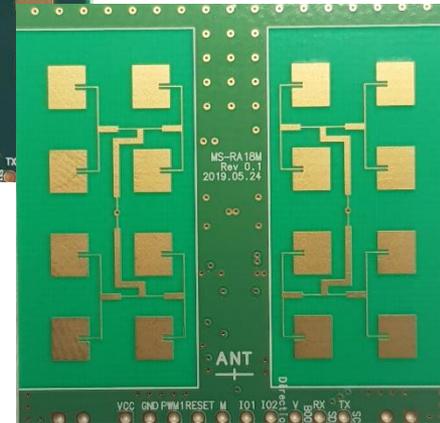
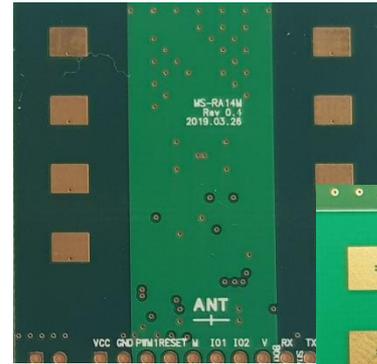
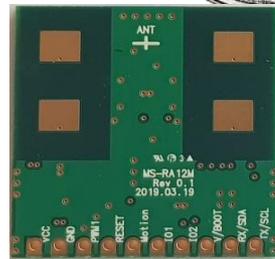


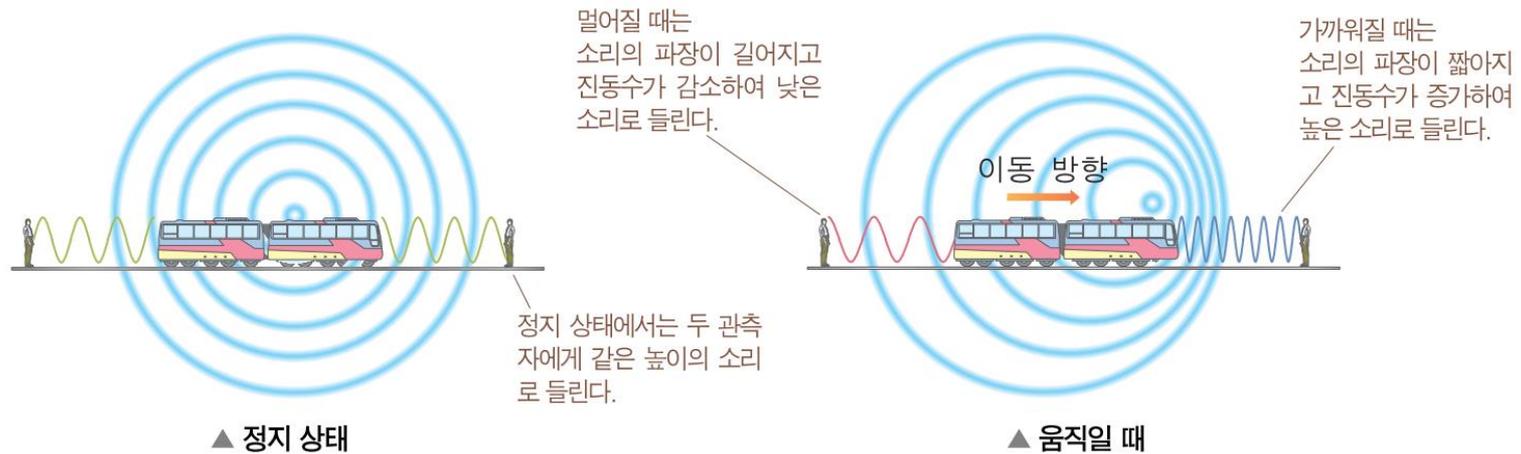
# Low Cost / High Performance Radar Sensor (Motion Sensor)



# 1. 도플러 레이더 센서의 원리 및 응용

## ➤ 도플러 방식을 이용한 레이더 센서

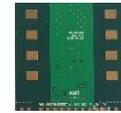
: 특정 주파수 신호를 송신하고 목표 방향 물체의 움직임이 있을 경우 도플러 효과에 의해 반사되는 수신 신호의 주파수가 변화를 감지하여 움직임을 검출하는 방식



## ➤ 레이더 센서의 감지 가능 범위

- 움직임/속도 : 물체의 움직임과 속도 측정 (1TX/1RX system)
- 거리 : 고정된 물체의 거리 측정 (1TX/1RX system)
- 위치 : 이동 및 고정된 물체의 위치 측정 (1TX/2 or 3 RX system)

# 2-1. 모션 감지 센서 제품 비교



제품 사양	PIR	기존 레이더 센서 (개별 소자로 구성)		당사 레이더 센서 (전용 IC 및 DSP 사용)
		10GHz	24GHz	24GHz
실외 설치	<b>X</b>	<b>X</b>	○	○
미세 (20cm) 움직임 감지	<b>X</b>	<b>X</b>	○	○
사물 감지	<b>X</b>	<b>X</b>	○	○
유리창, 파티션 투과	<b>X</b>	○	○	○
속도/거리/위치 감지	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	○
온도 보상 (여름/겨울)	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	○
안개(김) 에서 동작	<b>X</b>	<b>X</b>	○	○
감지거리 조정	△	△	△	○
시장	100K/M	40K/M	?	10K/M

## 2-2. 모션 감지 센서 문제점 비교

### ✓ 기존 센서의 문제점

- 기존의 PIR 센서는 인체의 열원을 감지하여 움직임を検출하는 방식이므로 주변 온도에 오작동을 함.
- 기존의 10GHz(24GHz) 레이더 (마이크로웨이브) 센서는 발진, 복조회로 등 고주파 부분의 모든 소자가 개별 소자로 구성되어 있어서 생산시 수동으로 고주파 부분의 조정을 시행하여 생산시 불량율이 높고 실제 설치 이후에서 불량 발생이 많음. 또한 각 부품이 개별소자로 구성이 되면 동작시 온도 변화에 따른 주파수 보상이 불가능하여 오동작이 많음.
- PIR과 기존 레이더 센서는 움직임의 감지를 단순하게 비교기를 사용한 신호의 크기 검출 방식을 사용하여 감지 거리 및 감도 조절이 어려움.

### ✓ 당사 레이더 모션 감지 센서의 장점

- 당사의 24GHz 레이더 센서는 레이더 전용 IC를 사용하여 오류가 없고 온도 변화에 따른 주파수 보상이 정확히 이루어지며, 특히 신호 처리 부분에서 고성능 MCU를 이용하여 디지털 신호처리를 하여 움직임의 검출이 정확하고 감도 및 감지 거리를 미세하게 조절하는 것이 가능하다.
- 기존의 PIR 및 레이더 센서는 동작 감지를 상/중/하 정도로 조절이 가능하지만 당사의 레이더 센서는 256단계의 감도 조절이 가능함.
- 신호처리 MCU를 내장하여 통신과 연결하면 실시간으로 감지 거리나 범위의 조절이 가능함.
- 물체의 움직임 이외에 속도 검출도 가능하여 인체의 활동량 측정이 가능하여 단순 움직임 검출 센서 이외의 사용이 가능함.

# 2-3. PIR 센서와 비교

## ✓ PIR 센서의 동작원리

실내의 온도가 인체의 온도와 3도 이상 차이가 나는 물체가 초속30cm-2m로 움직이게 되면 감지권내로 들어오는 원리를 이용한 것입니다. 실제 상황으로 표현한다면, 온도가 25도인 실내에 34도의 체온을 가진 사람이 들어올 경우 센서가 온도 차이를 감지하여 동작 합니다.

## ✓ PIR 센서와 마이크로웨이브 센서의 비교

문제점	PIR 센서의 동작	마이크로웨이브 센서의 동작
센서의 감지속도가 느리다	PIR센서는 인체의 36.5도 에서 발산되는 원적외선을 감지하는 것이므로 여름철에는 주변온도와의 차이가 적은 관계로 느리고 반대로 겨울철에는 센서등 작동이 빠르다.	마이크로웨이브 센서는 순수하게 물체의 움직임을 감지하는 방식으로 외부 온도와 무관하게 동작하며 항상 일정한 속도로 반응한다.
환경변화에 민감하다	PIR센서는 5도 이상의 급격한 주변온도 변화에 의하여 동작을 하는 경우가 있다, 특히 겨울철에는 실내, 외 온도차가 큰 바람이 분다면 오작동의 발생 확률이 높다. 환기를 위해서 겨울철에 창문을 열면 오동작을 하게 된다. 이러한 이유로 특히 실외에서 사용시 더 많은 오류가 발생된다.	마이크로웨이브 센서는 주변의 온도와 무관하게 동작하고 특히 24GHz 주파수를 사용하여 실내외에서 사용이 가능하다.
점등 후 사람이 있는데도 소등된다	PIR 센서등 경우 움직임이 없거나 미세한 경우 감지를 못하는 단점이 있다.	당사의 마이크로웨이브 센서는 자체 신호처리 칩을 내장하여 미세한 감도 조절이 가능하다.
센서의 구조상 불량 확률이 높다	PIR 센서는 구조상 외부로 플라스틱으로 된 집광 렌즈가 노출되어 있고 시간이 지남에 따라 렌즈가 변색이 되어 감도가 떨어지게 된다. 또한 벌레와 같은 외부 이물질이 렌즈 들어보면 오동작의 원인이 된다.	마이크로웨이브 센서는 레이더의 원리를 이용하여 물체의 투과가 가능하므로 외부에 노출되지 않고 기구물에 내장하여 사용이 가능하다.
센서 등의 제작 공정이 어렵다	PIR 센서는 구조상 외부 노출되어야 하므로 제품의 디자인에 제약이 많이 발생하고 별도의 모듈로 제작후 조립이 되어야 하므로 제작 공정비용이 추가된다.	기구물에 내장이 가능하고 렌즈와 같은 부가적인 부품이 없으므로 판매 후 사용시 불량율이 적다.

# 3. 레이더 모션 센서의 활용



조명 제어

보안 시스템

공장 자동화

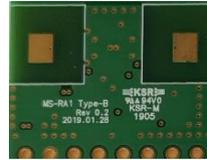
출입 감지

비접촉 스위치

# 4. 레이더 센서 제품군 로드맵

## 1) RA1 Series

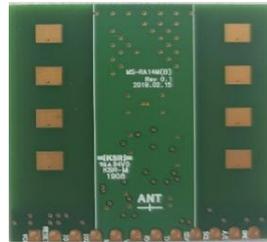
- MS-RA11M
- MS-RA12M
- MS-RA14M



- 1T1R (CW 도플러 방식)
- 감지거리 5M/10M/15M
- MCU 내장(RA1xM)/외장형(RA1xN)
- 움직임, 속도 검출
- Low Cost
- Sample : available
- MP : Q3/2019

## 2) RA2 Series

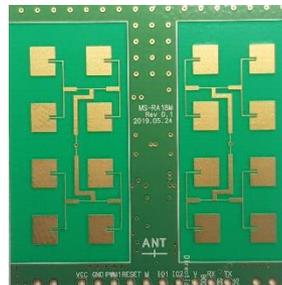
- MS-RA24M
- MS-RA28M



- 1T1R (FMCW)
- 감지거리 10M/20M
- 움직임, 속도, 거리 감지
- High Performance MCU
- Low Cost
- Sample : Q4/2019

## 3) RA3 Series

- MS-RA38M
- MS-RA316M



- 1T2R FMCW with Array Ant.
- 감지거리 20M/40M
- 움직임, 속도, 거리, 위치 감지
- High Performance MCU for post processing
- Sample : Q1/2020

# 5. MS-RA1xM 시리즈 레이더 센서 특징

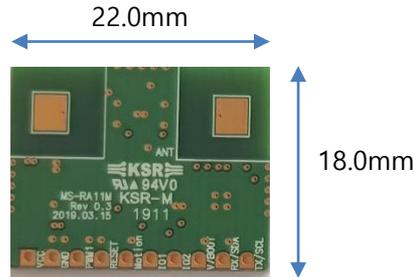
- 물체의 움직임과 속도검출이 가능한 24GHz K-Band 레이더 모듈 (실내외 사용 가능)
- 5m ~ 15m까지 다양한 검출 범위를 가지는 제품 군
- 소형 (22x18mm/22x22.5mm/33x32mm), 저전력 모듈(60mA)
- 32bit 디지털 신호처리 기능 내장
  - 8단계 gain control을 위한 digital amp 내장
  - 50단계 움직임 검출 설정
  - 256 FFT를 이용한 물체의 움직임 검출 (KM/H)
  - 최고/최대 속도 검출 기능 (Min/Max Velocity)
- 2단계 접근 감지 기능
- 진동 오류 감지 기능 (Vibration Error Detection)
- 모듈의 동작 평가가 간단하고 개발이 용이한 평가보드 및 GUI 소프트웨어 제공
- 전용 소프트웨어 개발을 위한 SDK 제공 (신호처리 라이브러리 포함)
- 온도 보상회로로 주변 환경의 변화에 관계 없이 일정한 동작 특성의 보장
- 통신 잡음의 간섭 방지를 위한 보호 필터 내장 (2.4GHz WiFi Noise Immunity)
- 가장 일반적인 3.3V 단일 전원 동작
- 모든 모듈이 동일 interface pins을 사용하여 호환 가능

# 6. RA1xM 제품 상세 규격

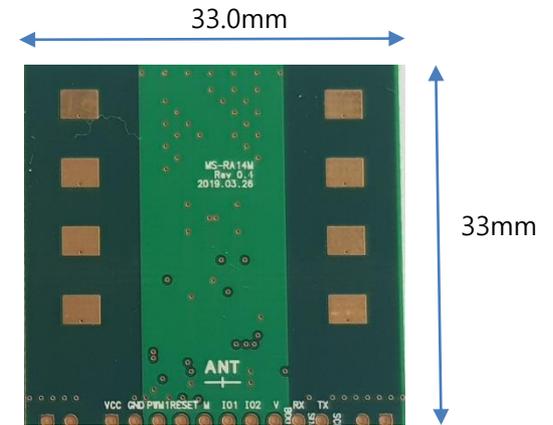
PARAMETER	CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>RADAR</b>						
Transmit Frequency	KR-frequency @ 25°C	fc	24.050	24.125	24.250	GHz
Output Power(EIRP)						
RA11N/RA11M	@ 25°C	Pout	5	9	13	dBm
RA12M	@ 25°C	Pout	7	11	15	dBm
RA14M	@ 25°C	Pout	9	13	17	dBm
<b>SENSOR</b>						
<b>Detection distance for person working (RCS 1m<sup>2</sup>) (Note1)</b>						
RA11M				5	7	m
RA12M				7	10	
RA14M				10	15	
Detection speed range (Note2)			0.3	30	100	Km/h
<b>Detection angle for person working (@ -3dB for RCS 1m<sup>2</sup>) (Note3)</b>						
RA11N/RA11M		Horizontal		±70		°
		Vertical		±50		°
RA12M		Horizontal		±60		°
		Vertical		±35		°
RA14M		Horizontal		±55		°
		Vertical		±25		°
<b>POWER SUPPLY</b>						
Supply voltage		Vcc	3.0	3.3	3.6	V
Supply current (Note3)		Icc		60mA	65mA	mA
<b>OPERATION</b>						
Start-up time	After power on	Ts		10		msec
Interface signal	Digital Signal	I/O		3.3		V
<b>ENVIRONMENT</b>						
Operation temperature			-30		80	°C
Storage temperature			-40		80	°C

# 7. Product Picture & Size

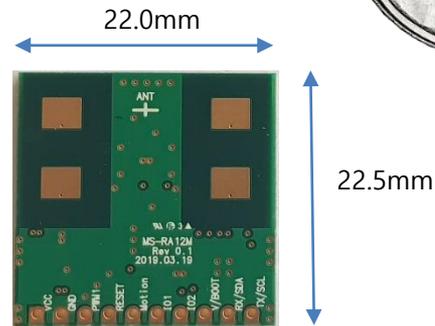
## MS-RA11M



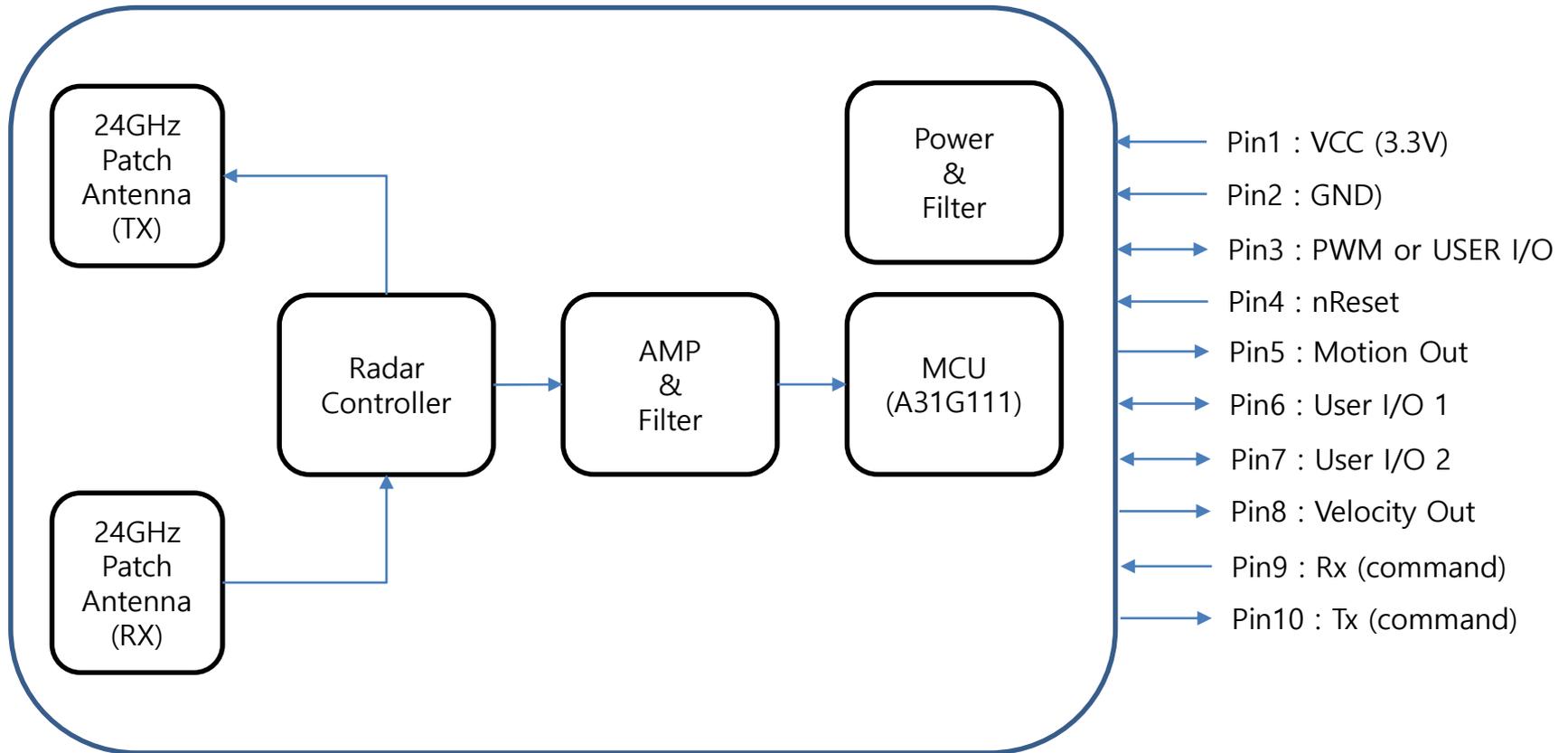
## MS-RA14M



## MS-RA12M

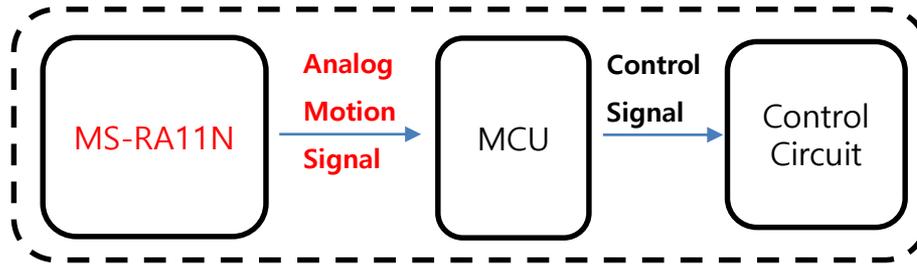


# 8-1. MS-RA1 Sensor Interface



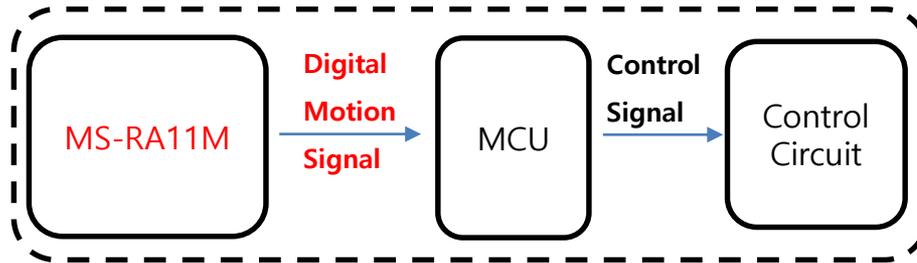
# 8-2. MS-RA1 Sensor 사용 구성

## ➤ MS-RA11N (외장 MCU 사용)



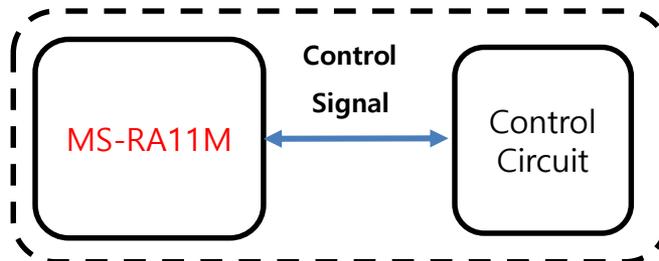
- ✓ MS-RA11N + 외장형 MCU + Control Circuit
- ✓ Analog Motion Signal
- ✓ 별도의 전용 Low Cost MCU 제공

## ➤ MS-RA1xM (외장 MCU 사용)



- ✓ MS-RA1xM + 외장형 MCU + Control Circuit
- ✓ Digital Motion Signal + Velocity Signal + I/O signals

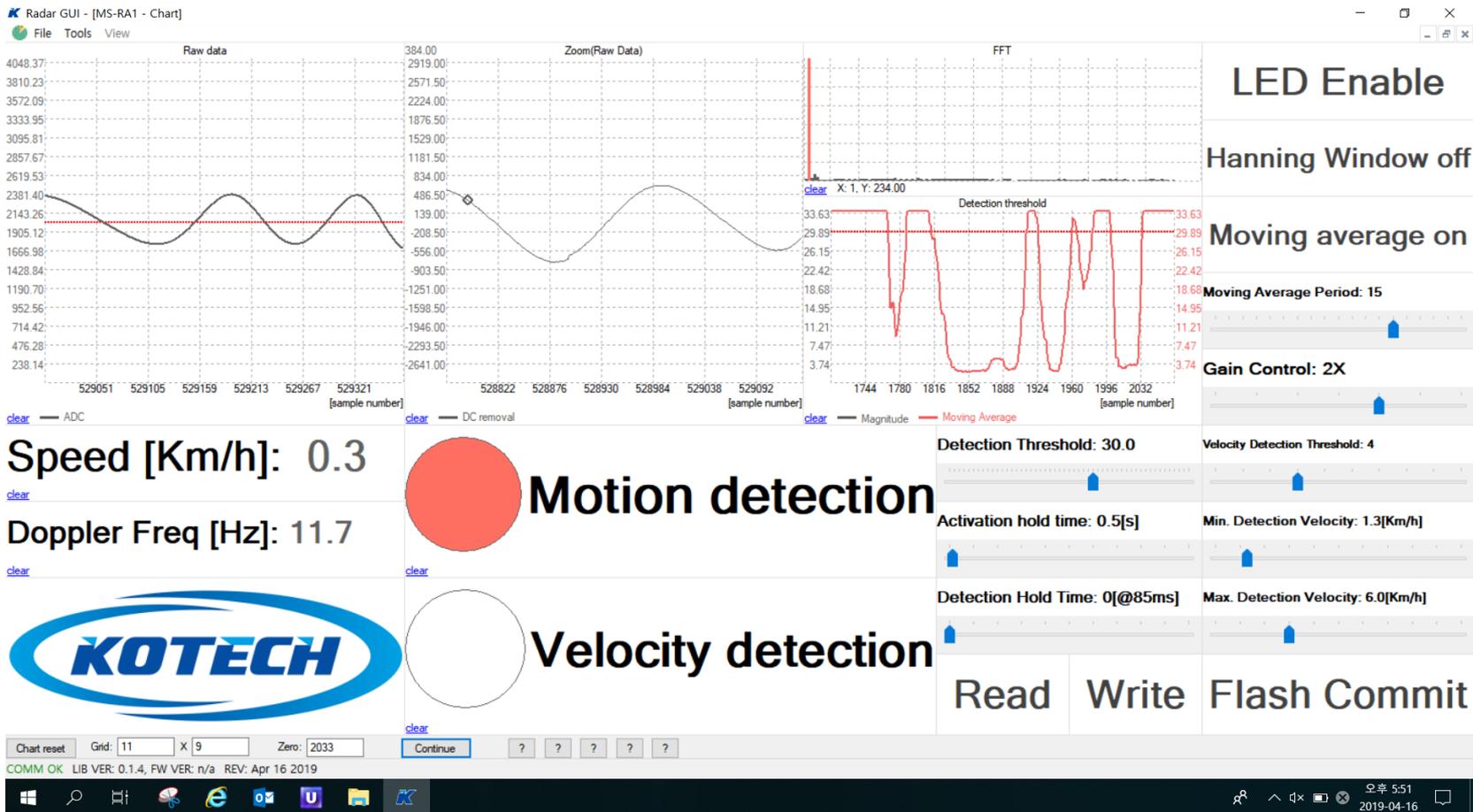
## ➤ MS-RA1xM (RA1xM 내장 MCU 사용)



- ✓ MS-RA1xM + Control Circuit
- ✓ MS-RA1xM에 내장된 MCU 사용
- ✓ Digital Motion Signal + Velocity Signal + I/O signals

# 9. User I/F (GUI tool)

사용자는 Original Signal, Moving average, Velocity 를 보면서 원하는 motion threshold value를 결정 하는 것이 가능함



# 10. 적용 기기 및 응용 예제



조명 제어



보안 시스템



공장 자동화



출입 감지

비접촉 스위치

# 10-1. 현관 / 화장실 자동 전등 제어



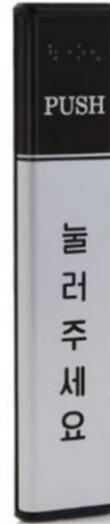
1. 현재는 현관에서 신발끈을 묶을 때 불이 꺼지기 때문에, 수시로 불을 다시 켜기 위해서 손을 흔들어야 하지만 레이더 센서를 적용하면 현관에 있는 동안 지속적으로 등이 켜져 있음
2. 화장실의 변기에 앉아 있을 때에도 지속적으로 불이 켜져 있어서 기존처럼 불을 켜기 위해서 도중에 움직임이 없어도 동작 가능

## 10-2. 재실 감지 및 활동양 측정



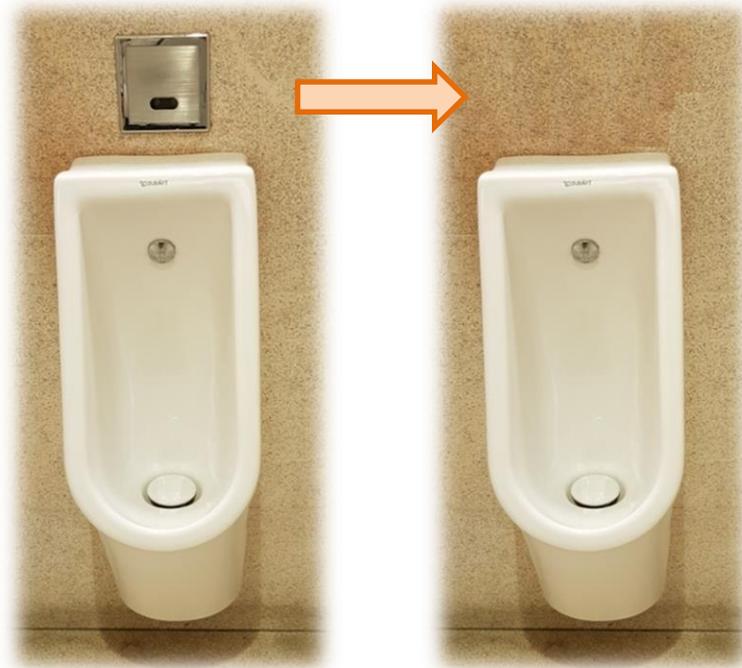
1. 가정 및 사무실에 사람의 존재를 확인하는 재실 감지 기능
2. 가정 내 사람의 활동성 정도를 측정
3. 움직임 \* 속도를 이용하면 평소 움직임의 활동성을 수치화 하는 것이 가능하며 이를 이용하여 활동양을 측정하고 평소보다 활동량이 줄어들면 주의를 주는 것이 가능하다 (노인 고독사 및 건강 지수 감지)

# 10-3. 비접촉 스위치 (자동문 센서)



1. 버스의 하차벨, 자동문 스위치, 출입구의 초인종 스위치 등 많은 사람들이 사용하는 공공 장소의 스위치를 대신하는 것이 가능하다.
2. 레이더 센서를 적용하는 경우에는 스위치에 손을 대지 않고 비접촉으로 근접해서 손을 흔들면 인식하고 스위치 역할을 대신할 수 있다.
3. 건물 출입구의 자동문에 사용하는 IR 센서를 대체 가능하며 많은 업체가 대체하고 있음.

## 10-4. 비공개 스위치



1. PIR 이나 초음파 센서는 를 사용한 소변기의 감지 센서는 외부에 노출 되어야한다. 레이더 센서를 적용하면 센서를 벽이나 도기 내에 설치할 수 있어서 디자인의 자유도가 높아진다.
2. 책상의 조명과 같이 내장을 센서를 설치하여 비노출로 사람이 앉으면 자동으로 켜지는 기능을 제공할 수 있다.

## 10-5. 블랙 박스 녹화 제어



1. 주차 시 차량에 설치된 블랙박스는 카메라를 동작시켜 주변 감시를 진행하게 된다. 이러한 경우 지속적으로 블랙박스가 동작하여 자동차 배터리를 소모하여 차량 시동이 걸리지 않은 문제가 발생하거나 블랙박스가 저전압을 감지하여 중도에 동작을 중지하는 현상이 발생한다.
2. 블랙박스에 레이더 모듈을 장착하여 움직임 감지 시에만 블랙박스 녹화 동작을 진행하여 소모 전력을 최소화 한다.

# 10-6. 자동 전원 제어 (대기전력 차단)



1. 가전제품 및 여러 기기는 일반적인 경우에 사람이 앞에 있을 때에만 사용 및 동작하는 경우가 많다. 가전기기에 레이더 센서를 적용하고 AUTO 모드로 설정하면 사람이 앞에 있을 때만 동작 시키고, 사람이 없으며 전원을 끄는 것이 가능하기 때문에 불필요한 전원을 줄이거나 기기의 동작 오류를 줄일 수 있다.
2. 가정용 콘센트에 레이더 센서를 장착하여 전류 소모가 없으면 대기 전력을 차단하고 사람의 움직임이 감지되면 다시 전원을 인가하는 대기 전력 차단 콘센트 기능이 가능하다.

**End of Presentation**

**Thank you.**