

Shutter

Shutter Speed

- 노출(Exposure)이란?

카메라가 받아들이는 빛의 양. (노출과다, 노출부족, 적정노출)

노출의 3요소(사진의 밝기를 결정하는 원리): 조리개값, 셔터스피드, 감도(ISO)

- 셔터 스피드

셔터막이 열렸다가 닫히는 속도.

셔터스피드 ↑, 카메라로 들어오는 빛의 양 ↓

- 전자셔터

셔터막을 전기 신호로 대체, 지정 시간동안 들어온 빛의 정보를 저장함으로서 데이터를 저장

셔터 속도: 지정한 시간 간격

종류: '롤링 셔터'와 '글로벌 셔터'

FPS

frame rate

- '프레임 속도' vs '셔터 속도'

'프레임 속도': 초당 생성되는 개별 프레임 수 (단위: FPS, Hz)

'셔터 속도': 각 개별 프레임이 노출되는 시간 (단위: s)

예시/해석

24FPS로 촬영할 때, 셔터 속도를 1/48s 설정했다.

= 초당 24개의 프레임으로 촬영할 때, 각 프레임이 1/48초 동안 노출되도록 설정했다.

- 모션 블러 현상

피사체의 움직임이 셔터스피드보다 빠르게 일어날 경우, 슬로 모션시, 프레임의 상 초점이 맞히지 않는 현상.

카메라의 셔터스피드 > 움직임의 속도, 모션 블러 현상 ↓ or X

- 순간포착

훨씬 더 빠른 셔터 스피드를 사용하여 순간 동작을 포착해야함.

• Intel® RealSense™ Depth Camera D455 Features	<ul style="list-style-type: none">Intel® RealSense™ Vision Processor D4Up to 1280 x 720 stereo depth resolutionUp to 1280 x 800 RGB resolutionDiagonal field of view over 90°Dual global shutter sensors for up to 90 FPS depth streamingRGB global shutter sensor for up to 90 FPSRange 0.4 m to over 6 m (varies with lighting conditions)Intel® RealSense™ Depth Camera D455 includes Inertial Measurement Unit (IMU) for 6 Degrees of Freedom (6DoF) data
---	---



모든 카메라에는 사전 설정된 셔터 스피드 범위가 있음. (점수 표시)

Shutter

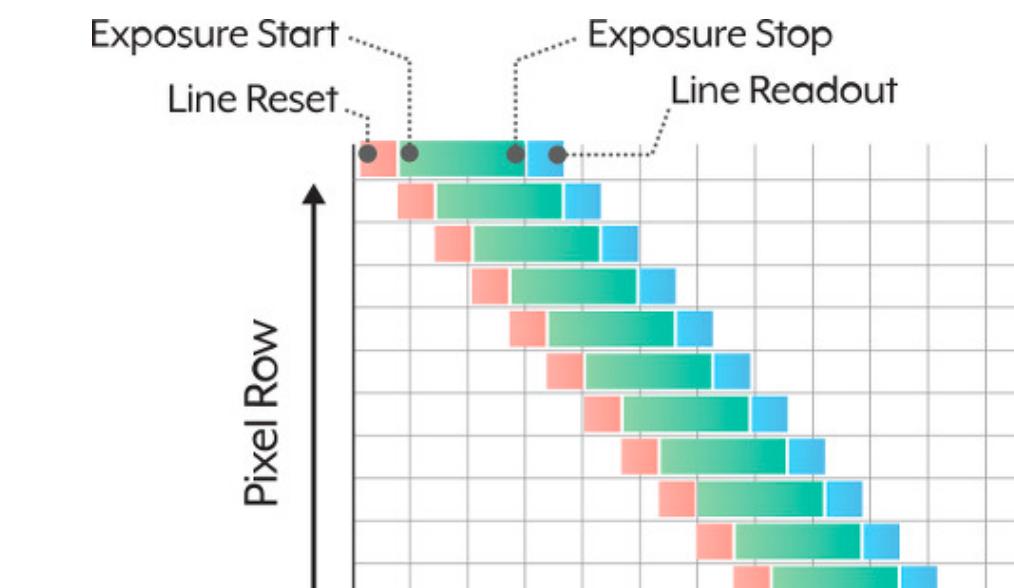
셔터 스피드, 셔터 종류

- Rolling Shutter

이미지 센서 상의 픽셀 정보를 행/열의 단위로 순차적으로 노출 및 판독하는 방식.

젤로 현상 발생 (왜곡 발생)

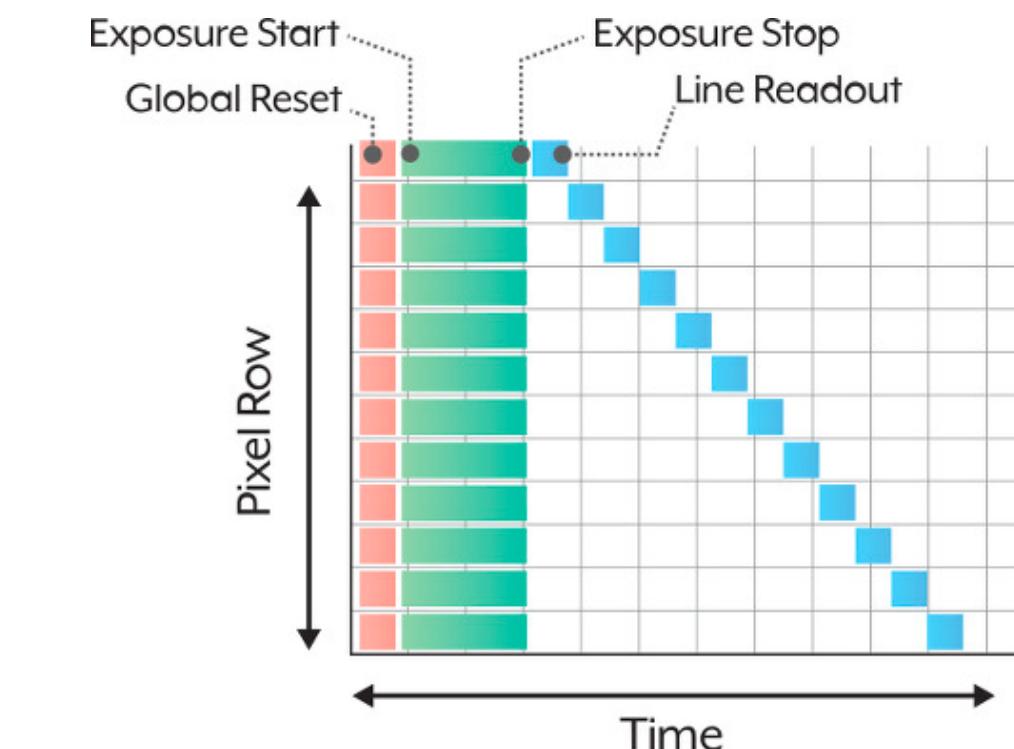
촬영하는 물체의 높이에 따라 노출시간이 다르므로 물체가 움직이면 왜곡이 발생함.



- Global Shutter

노출 시 모든 픽셀(모든 행/열)이 동시에 빛에 노출되는 방식.

모든 픽셀의 노출 시간의 시작과 끝이 동일하므로 왜곡이 발생하지 않음.



- RS vs GS

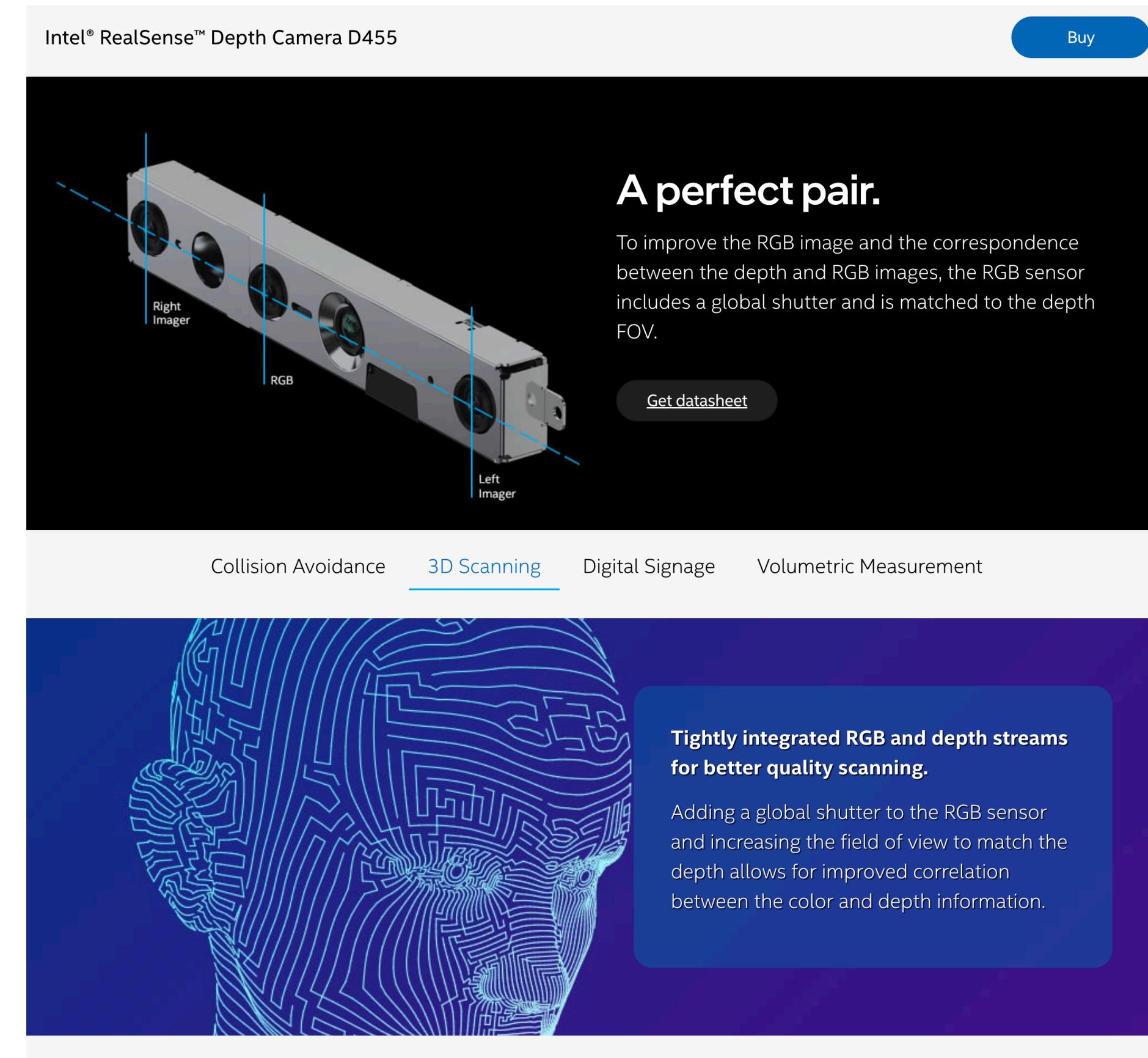
RS: 높은 해상도, 적은 노이즈, 합리적인 가격, 젤로 현상

GS: 높은 노이즈, 높은 가격, (일반적으로) 최소 노출 시간이 더 짧고, 프레임도 더 빠름.

Shutter

CMOS global shutter - D455

셔터종류 센서종류	Global Shutter	Rolling Shutter
CCD 센서	일반적인 방식	사용안함
CMOS 센서	(일반적인 방식 X) 판독이 완료되어야 노출이 종료되는 방식	(일반적인 방식) 순차적으로 데이터를 처리함.



스캔 품질 향상을 위한 RGB, depth stream이 통합

RGB 센서에 글로벌 셔터를 추가하고 depth에 맞춰 화각(FOV)을 넓히면, 색상과 깊이 정보 간 상관관계가 개선됨

IMU

D455

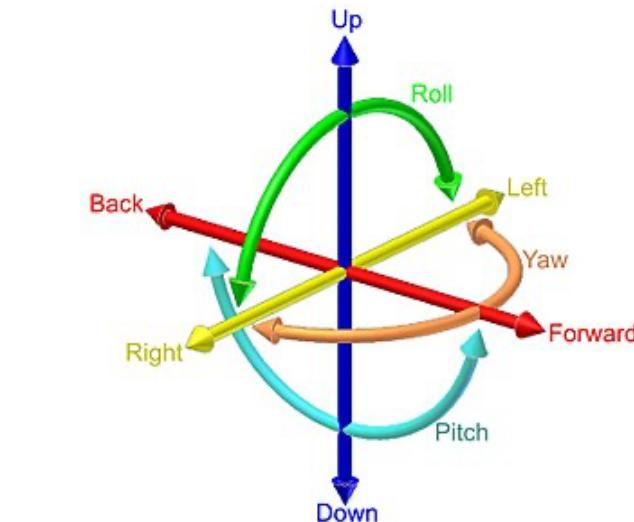
- IMU(관성 측정 장치)

방향 이동과 회전을 모두 측정할 수 있는 센서.

종류

자이로스코프와 가속도계만 있는 6축 센서

자이로스코프와 가속도계 지자기센서까지 포함한 9축센서 ...



3차원 Position(위치)

Forward/back, up/down, left/right

3차원 Orientation(회전, 기울기)
pitch, yaw, roll

- BMI055

- 6DoF(6자유도)

가속도 센서(3축) + 각속도(자이로스코프) 센서(3축)

- 센서 Sample Rate, Sample Timestamp Accuracy

관성 센서가 서로 다른 FPS 속도를 가지므로 자이로 및 가속도계
샘플을 독립적으로 생성하고 전송함. (자이로의 경우
200/400Hz, 가속도계의 경우 63/250Hz)

각 IMU 데이터 패킷은 자이로, 가속 및 깊이 프레임 간의 시간 동기화를 허용하기 위해 깊이 센서 하드웨어 클록을 사용하여 타임스탬프가 지정됨.

Table 4-23. IMU Specifications – BMI055

Camera	Parameter	Properties
Intel® RealSense™ Depth Camera D435i, Intel® RealSense™ Depth Camera D455	Degrees of Freedom	6
Intel® RealSense™ Depth Module D430+Intel® RealSense™ Vision Processor D4 Board V2 ³	Acceleration Range	$\pm 4 \text{ g}$
Intel® RealSense™ Depth Module D450+Intel® RealSense™ Vision Processor D4 Board V3	Accelerometer Sample Rate ¹	62.5, 250 (Hz)
	Gyroscope Range	$\pm 1000 \text{ deg/s}$
	Gyroscope Sample Rate ²	200, 400 (Hz)
	Sample Timestamp Accuracy	50 usec

Table 4-24. IMU Specifications – BMI085

Camera	Parameter	Properties
Intel® RealSense™ Depth Camera D435i, Intel® RealSense™ Depth Camera D455	Degrees of Freedom	6
Intel® RealSense™ Depth Module D450+Intel® RealSense™ Vision Processor D4 Board V3	Acceleration Range	$\pm 4 \text{ g}$
	Accelerometer Sample Rate ¹	100, 200 (Hz)
	Gyroscope Range	$\pm 1000 \text{ deg/s}$
	Gyroscope Sample Rate ²	200, 400 (Hz)
	Sample Timestamp Accuracy	50 usec

IMU

sD455에서의 IMU 쓰임

- <캡처 사진> 해석

D455: s'Intel RealSense 스테레오 깊이 카메라'와 '관성 센서'의 데이터를 결합하여 'Motion'을 감지

빠른 움직임에서도 비교적 정확히 추적할 수 있어 위치를 보다 정확하게 찾을 수 있음.

카메라로 입력되는 영상만, 사물을 파악할 때 오차 발생할 수 있음.

IMU 센서 데이터: 카메라가 얼만큼 움직였는지를 알려줌.

- 장점

- detailed maps 생성
- accurately locate
- track the sensor in real time on cost-effective compute
(인체 골격 모델의 위치 추적 정확도 향상)



PRODUCTS

DEVELOPERS

USE CASES

BLOG

SUPPORT

BUY

D400, ROBOTICS, STEREO DEPTH, TRACKING

MAPPING THE REAL WORLD FOR ROBOTS AND AUTONOMOUS DEVICES

February 23, 2021

MOVING AROUND THE REAL WORLD.

Robots and autonomous products have to operate in the physical three dimensional world. It seems obvious, but many forget that in order to do so they must 'see and understand' in 3D to reliably, accurately and quickly calculate their position and what's around them. Giving robots the ability to map their world and understand where they are within it is a complex business and relies on Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) software and high-quality sensors.

Mimicking most living creatures, SLAMcore fuses data from an Intel RealSense Stereo depth camera and an inertial sensor to sense 'motion' 'like the human inner ear'. SLAMcore's software is designed to work out-of-the-box with both the Intel RealSense depth cameras D435i and D455. Rich video data and depth information from the infrared stereo cameras are combined with the integrated inertial measurement unit (IMU) data to create detailed maps and accurately locate and track the sensor in real time on cost-effective compute. A fast demonstration is possible within minutes, a prototype SLAM system within an hour and the SLAMcore software can be further tuned to fit a wide range of commercial robots/products operating in complex environments including offices, warehouses, streets and outdoors.

IMU

물체의 움직임을 읽어내는 센서

- 가속도 센서(Acceleration Sensor, m/s²)

가속도 측정, 3차원 Position(위치), 점지 상태 물체의 회전(기울어진 정도) 측정 가능

비중력: 단위 질량 당 비중력 힘(non-gravitational force)

물체는 수직 아래방향으로 중력 가속도(-g)의 힘을 받고 있다. 중력 가속도에 영향을 제거.

- 가속도를 분해 => 기울어진 정도 측정 가능

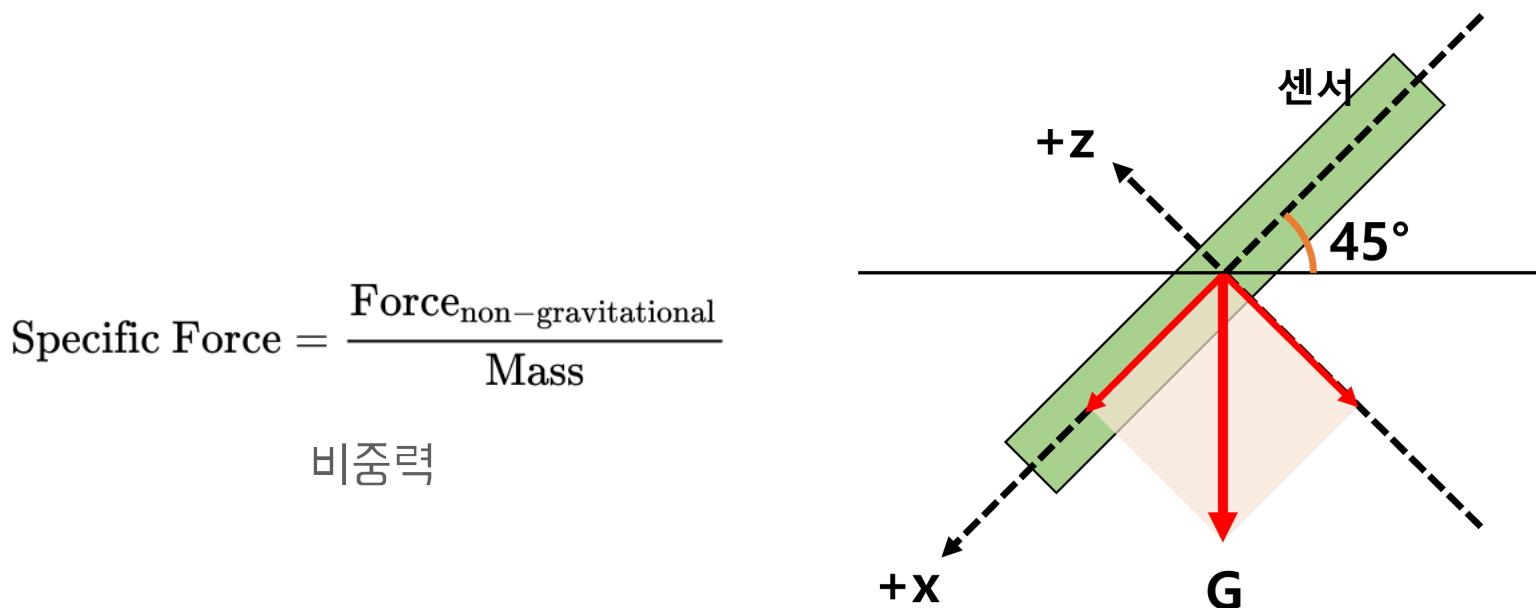
점지상태: 측정 가능 => 중력가속도(힘)을 x, z축 방향으로 나눈 후, arctan 계산

움직일때: 중력 외 가속이 있는 경우로, 측정 불가 => 각속도 센서(자이로스코프) 이용

- 가속도 적분 => 속도와 이동거리 계산 가능

위치 계산 => 중력가속도를 제거

중력 가속도 제거 방법: 자이로스코프에서 출력한 각속도를 적분해 물체의 각도를 구한뒤 중력가속도를 구함.



- 각속도 센서(Gyroscope, rad(deg)/s)

각속도를 측정, 3차원 Orientation(회전, 기울기)

- 각속도 적분 => 기울어진 정도 측정 가능

자이로센서는 각속도를 출력으로 내보내기 때문에 전체 시간동안 이 각속도를 적분하면 기울어진 각도를 계산 가능

예시1) 50도로 기운 상태로 유지한 경우, 평균 각속도는 0deg/s임

예시2) 10초간 50도 기울어진다면, 평균 각속도는 5deg/s임.

- 지자기 센터(Magnetometer)

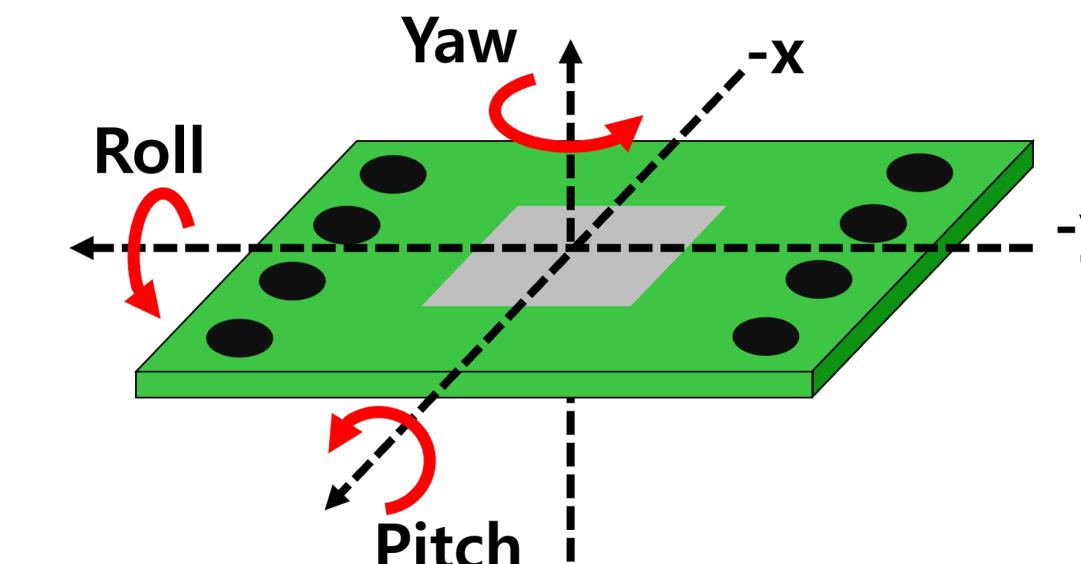
자기선속의 세기를 측정.

자북을 기준으로 얼마나 틀어졌는지를 측정

- 오차 측정/보정

오차 발생 원인 다양. 오차를 측정, 보정하는 것은 중요한 문제

그 중, 가속도, 각속도를 구할 때, 오차가 발생하는데, (계산) 값을 적분을 하므로 시간에 따라 오차가 누적되어 오차가 커짐



다음주 진행 예정

좌표계

자이로센서

중력을 이용하여 **코리올리 힘**을 검출함. 중력이 가해질 때 진동 속도가 변하는 것을 각속도로 계산하여, 질량과 진동 속도를 통해 값을 측정하여 검출 가능.

- 코리올림 효과(Coriolis effect)

물체가 회전하고 있는 좌표계 위에 존재할 경우,

직선 방향으로 운동하도록 힘을 가했을 때, 좌표계로 인하여 직선 운동이 아닌 회전을 함.

- 코리올림 힘(Coriolis force)

코리올리 효과를 유발하는 힘을 코리올리 힘

회전하는 계에서 느껴지는 관성력

예시) 지구의 자전

- IMU의 좌표계

IMU는 물체에 고정되어 있으므로 동체 좌표계(Body Frame)를 이용

IMU의 출력값을 가공하기 위해서는 함법 좌표계(Navigation Frame) 형태로 변환해야 함.

이 과정에서 방향코사인행렬(DCM, Direction Cosine Matrix) 등 사용함

