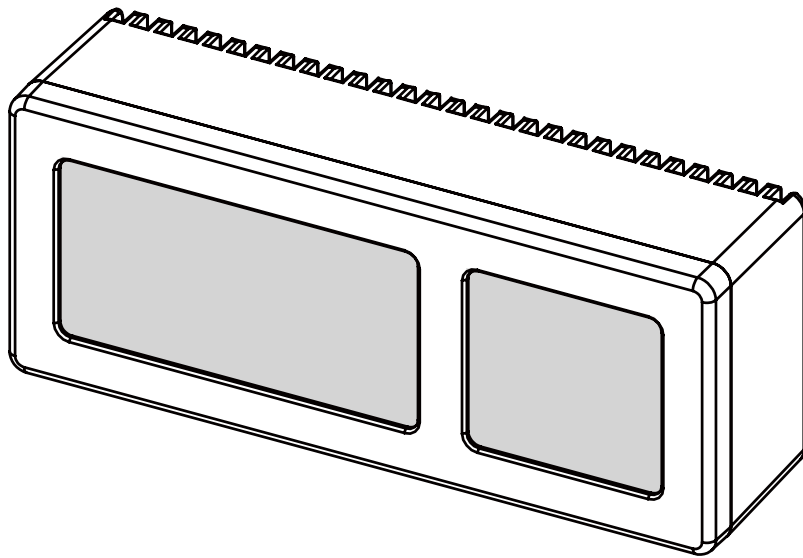


HYBO | iLidar^{ToF}

Complete Solid-State 3D LiDAR

iTFS Series User Manual (KR)



Important Information

Notification

- 제품을 사용하는 것은 본 문서에 명시된 안내 및 주의사항을 이해하고 준수하는 것에 동의한 것으로 간주됩니다.
- 제품 사용 전, 반드시 안전규정과 작동 방법을 숙지하시기 바랍니다. 부적절한 제품의 사용은 제품에 문제를 일으킬 수 있으며, 오동작을 야기하여 상처를 입히거나 재산 피해를 발생시킬 수 있습니다. 따라서 처음 제품을 사용하기 전에 제품과 관련된 자료(퀵 스타트 가이드, 사용자 매뉴얼)를 반드시 숙지하십시오.
- 제품, 제품 액세서리 및 모든 자료를 사용하거나 이에 접근하여 발생할 수 있는 모든 손해 위험은 사용자가 부담합니다. 주식회사 하이보는 본 제품의 사용으로 인한 직/간접적으로 발생한 인적/물적 피해 혹은 법적 분쟁에 대한 어떠한 책임도 지지 않습니다. 따라서 사용자는 본 제품을 자신의 의지로 사용하고, 제품의 사용 또는 사용 불가로 인해 발생하는 인적/물적 피해 혹은 제3자의 인적/물적 피해에 대해 책임이 있음을 이해하고 이에 동의합니다. 미연의 사고를 방지하기 위해, 사용자는 제품 관련 자료를 포함하여 안전하고 적절한 사용 방법을 준수해야만 합니다.

Warnings

- 제품 사용 전, 반드시 안전규정과 작동 방법을 숙지하시기 바랍니다. 부적절한 사용방법은 장비에 문제를 줄 수 있으며, 오동작을 야기하여 상처를 입거나 재산 피해가 발생할 수 있습니다. 따라서 처음 제품을 사용하기 전에 제품과 관련된 자료를 반드시 숙지하십시오.
- 어떠한 방식이든 제품을 분해해서 사용, 개조, 수리하시면 안 됩니다. 특히, 레이저가 출력되는 광학 파트를 불법 개조하거나 변경시키는 것은 심각한 안구 손상을 야기할 수 있으므로 금지되어 있습니다. 만약, 제품의 성능을 다르게 구성해야 한다면, 제품을 개조하지 마시고 주식회사 하이보 본사로 연락하여 제품 커스텀에 대해 상담하시기 바랍니다.
- 광학 윈도우가 파손된 상태에서 가까운 곳에서 제품 바라볼 경우 안구 손상을 일으킬 수 있습니다. 따라서, 제품 사용 전 제품 전면(front)의 광학 윈도우의 상태를 확인하십시오. 광학 윈도우가 파손된 경우에는 제품을 사용하지 마시고, 동작중인 제품은 즉시 전원을 차단하십시오. 불가피하게 광학 윈도우가 파손된 제품에 가까이 가게 될 경우 LASER CLASS 3R을 대비할 수 있는 안구 보호 장비를 착용하십시오.
- 제품 전면의 광학 윈도우가 파손된 경우, 제품을 구동하지 마시고 반드시 주식회사 하이보 A/S 센터로 연락하여 조치를 받으십시오.
- 제품 전면의 광학 윈도우를 손톱, 드라이버 등의 날카로운 물건으로 누르지 마십시오. 광학 윈도우의 찍힘으로 인한 데미지는 측정 데이터 불량 등의 제품 손상을 야기할 수 있습니다. 그리고, 제품 전면의 광학 윈도우에 물방울, 먼지 등의 이물질이 묻은 경우, 부드러운 천으로 닦아내서 청결한 상태를 유지하십시오. 광학 윈도우의 이물질은 측정 데이터 불량을 야기할 수 있습니다.
- 제품 전면의 광학 윈도우를 커버, 스티커 등으로 가리지 마십시오. 측정 데이터 불량을 야기할 수 있습니다. 설치 형식의 제품 사용의 경우 설치 가이드에 명시된 킵-아웃-존을 참고하여 제품을 설치하여 사용하십시오.
- 제품 전면의 광학 윈도우의 표면에는 미세한 굴곡 및 스크래치가 있을 수 있으며, 이는 정상적인 현상입니다.
- 제품을 바닥에 떨어뜨리면 손상에 의한 불량이 발생할 수 있으므로 주의하십시오.

- I/O 커넥터를 통해 12VDC 사용의 경우 핀맵을 제대로 확인하십시오. 전원을 잘못 연결하면 제품이 고장 날 수 있습니다. 잘못된 연결 방법으로 야기된 고장은 보증 서비스가 적용되지 않습니다.
- 주식회사 하이보에서 승인한 케이블 규격을 사용하십시오. 그렇지 않을 경우 제품 고장을 야기할 수 있습니다.
- 사용하는 케이블 및 커넥터가 젖은 상태에서 연결될 경우 제품이 손상될 수 있습니다.
- 제품 동작 시, 광원 구동에 따른 발열이 나타납니다. 제품 후면의 온도가 약 60 °C까지 올라갈 수 있으며, 이는 정상적인 현상입니다. 제품 후면의 온도가 과도하게 올라가는 경우, 후면 마운트 홀을 활용하여 열전도가 가능한 금속 판 등에 부착하여 열을 배출하시기 바랍니다.

Legal Notices

Laser Safety

- iTFS 시리즈는 940 nm 파장의 적외선 비가시광 레이저 광원을 사용하는 제품입니다. 이에 따른 국제 규격인 IEC 60825-1에 준하는 대한민국 표준인 KS C IEC 60825-1:2014에서 규정한 레이저 제품의 안정성 등급 분류 중, CLASS 1 등급에 해당하는 제품입니다.



- CLASS1 등급은 안구에 안전한 것으로 분류되는 등급이지만, 장시간 직접적으로 전면의 광학 윈도우(발광부)를 보는 것을 피하고, 다른 광학 장비를 사용해서 전면의 광학 윈도우(발광부)를 주시하지 마십시오.
- 제품의 전면 광학 윈도우가 분리될 시 CLASS 3R 등급에 해당하는 수준의 광노출이 발생할 수 있습니다. 따라서, 아래에 표시된 주의 표시를 명심하고, 광학 윈도우 및 전면 커버를 절대 분해해서 사용하지 마십시오.

Hot Surface Warning

- iTFS 시리즈는 광원 구동으로 인해 제품 동작 시 발열이 나타납니다. 제품 후면의 온도가 약 60 °C(@ Room temperature)까지 올라갈 수 있으며, 이는 정상적인 현상입니다. 제품 후면의 온도가 과도하게 올라가는 경우, 제품을 직접적으로 손으로 만지면 저온 화상의 위험이 있습니다. 따라서, 제품의 온도를 측정하여 적정 상태로 유지하고, 필요 시 후면 마운트 홀을 활용하여 열전도가 가능한 금속 판 등에 부착하여 열을 배출하시기 바랍니다.

Certifications

KC: Registration of Broadcasting and Communication Equipment

- iTFS 시리즈는 방송통신기자재법에 따라 KC 인증을 획득하였고, 아래에서 관련 정보를 확인할 수 있습니다.



상호	주식회사 하이보
제품명	iLidar-ToF
모델명	iTFS-110/iTFS-80
인증번호	R-R-h2b-iTFS-110
제조업체	주식회사 하이보
제조국가	대한민국
제조년월	0000년 00월(하드 카피 참고)
A/S 센터	02)597-4905

Sensor Overview

ilidar-ToF:iTFS

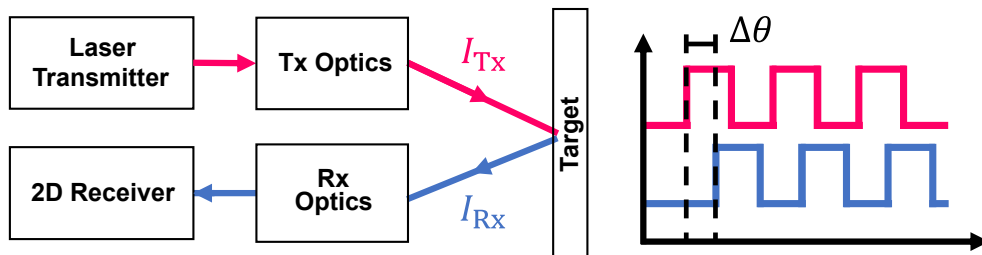
- iLidar ToF: iTFS는 3D 고정형 라이다(3D Solid-state Lidar)로, 시중의 기존 라이다 센서에 비해 비용 효율적인 솔루션을 제공합니다. 움직이는 부품이 없는 솔리드 스테이트 설계와 고효율 광학 시스템으로 최대 20 m의 측정 범위를 달성할 수 있는 것이 특징입니다.
- iTFS 시리즈는 모바일 로봇의 장애물 회피와 산업 환경의 위험 구역에서 사람의 존재를 모니터링하는 데 사용할 수 있습니다. 또한 주차장에서 차량 출입을 감지하는 등 다양한 용도로 사용할 수 있습니다.
- iTFS 시리즈의 주요 장점 중 하나는 광학 부품의 모듈화입니다. 광학 모듈을 교체하면 센서의 폼 팩터를 유지하면서 다양한 사양을 제공할 수 있습니다. 따라서 사용자는 다양한 환경과 애플리케이션에 맞게 센서의 성능을 조정할 수 있습니다.

Fundamentals of Indirect Time-of-Flight Sensors

- iLidar ToF: iTFS는 indirect ToF (이하 iToF) 방식을 사용하여 거리를 측정합니다. 송신부는 레이저 다이오드로 진폭변조연속파(AMCW) 광을 생성하고, 측정 물체에서 반사된 빛이 센서로 돌아옵니다. 수신부의 ToF 이미지 센서에서는 송신부의 주파수와 동일한 주파수로 빛을 디코딩합니다. 마지막으로, 송신부와 수신부 사이의 변조 위상차($\Delta\theta$)를 계산하고, 다음과 같이 거리를 계산합니다:

$$d = \frac{c}{2} \cdot \frac{\Delta\theta}{2\pi f}$$

- 여기에서 f 는 AMCW 주파수, c 는 광속, d 는 물체와의 거리를 의미합니다.



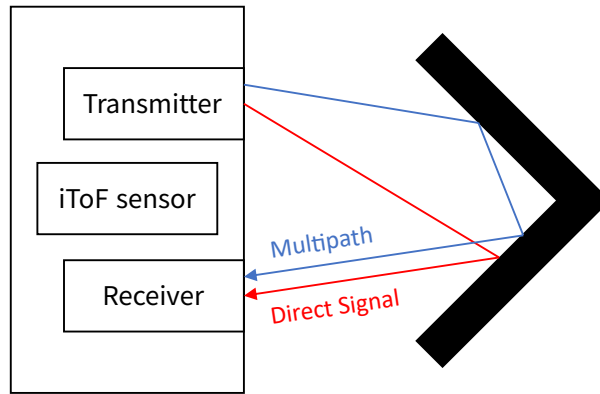
Known Limitations

- iLidar ToF: iTFS 센서가 거리측정에 사용하는 iToF 방식에는 알려진 한계점이 있습니다. iTFS 센서의 사용에 있어 거리측정 오차를 발생시키는 아래 요인을 숙지하고 사용하여 주시기 바랍니다.

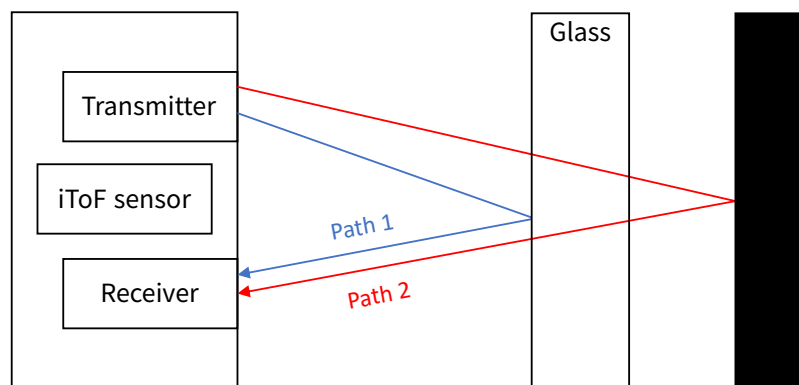
Multi-Path Error

- iToF 방식의 거리 측정에 있어 알려진 한계 중 하나는 다중 경로 오차 (Multi-path error) 가 있습니다. 아래 그림과 같이 발광부에서 물체에 반사되어 돌아오는 빛 중 물체에 1번 반사가 일어나 돌아오는 광경로(Direct Signal)와 2번 반사가 일어나 돌아오는 광경로(Multipath)가 존재

하는 경우, ToF 이미지 센서에서 측정하는 거리값이 실제 해당 방향으로의 거리 보다 커지는 문제가 발생할 수 있습니다.

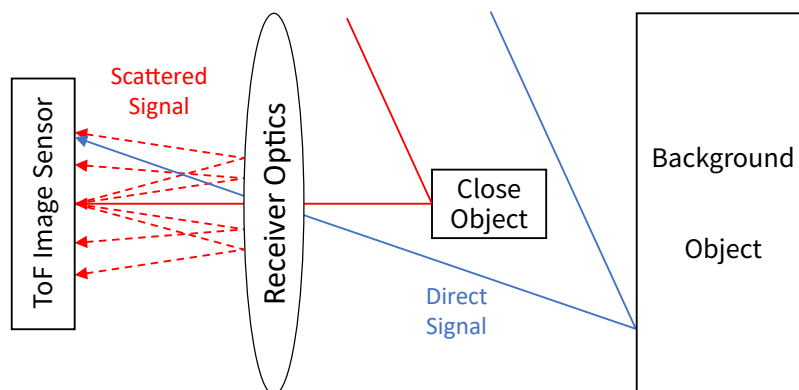


- 또한, 센서 앞에 유리 등의 투명한 물체를 통해 물체를 볼 경우, 유리를 통과한 광경로(Path 1)와 물체를 통과한 광경로(Path 2)의 영향이 합쳐져, 해당 방향의 깊이 값이 유리와 물체 사이로 측정되는 문제가 발생할 수 있습니다.



Scattering

- 스캐터링 현상은 iToF 센서의 수광부 내부에서 빛이 반사되어 발생하는 현상입니다. 일반적으로 iToF 센서의 매우 가까이에 물체가 있거나, 거울과 같이 반사율이 높은 물체가 있는 경우 스캐터링 현상이 발생해 깊이 값에 대한 오차를 발생시킵니다. 특히, 원경 물체(Background Object)의 낮은 신호 세기와 근경 물체(Close Object)의 산란으로 인한 신호가 간섭을 일으켜, 원경 물체의 거리가 실제보다 가까워 보이는 현상이 발생할 수 있습니다.



Specifications

[Specifications of iTFS Series]

Features	Specifications					
	iTFS-110			iTFS-80		
	mode 1 [1]	mode 2	mode 3	mode 1	mode 2	mode 3
Range[2]	0.3-8 m	0.05-12 m	0.05-16 m	0.3-10 m	0.05-15 m	0.05-20 m
Resolution	0.4° ×0.4°	0.4° ×0.8°	0.8° ×0.8°	0.3° ×0.3°	0.3° ×0.6°	0.6° ×0.6°
FoV[3]	110° × 60°			80° × 45°		
Accuracy	Error level: ± (3~5 cm + 2% of distance measurement)					
Framerate	Typ. 12.5 Hz (Up to 20 Hz with heatsink and reduced RoI)					
Dimensions	115 mm × 46 mm × 31.5 mm					
Weight	200 g					
Power	Avg. 6 W / Max. 12 W (12VDC or PoE)					
Interface	Ethernet (RJ-45) / UART (Molex)					
Output	Depth and Intensity Images					
Certification	KC					
Sunlight Immunity	~ 33 klux (80%ranging performance @ mode2 with 80% diffuse-reflective target)					
Illumination	940-nm IR Laser					
Eye safety	CLASS 1 (based on IEC 60825-1:2014)					

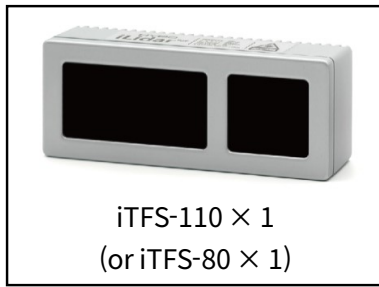
[1] On-the-fly configuration available (mode, framerate, and output data)

[2] Measured at centered ROI by using 80% diffuse-reflective target

[3] Range-guaranteed scope. Working horizontal FoVs are 120° and 90° for iTFS-110 and ITS-80 respectively.

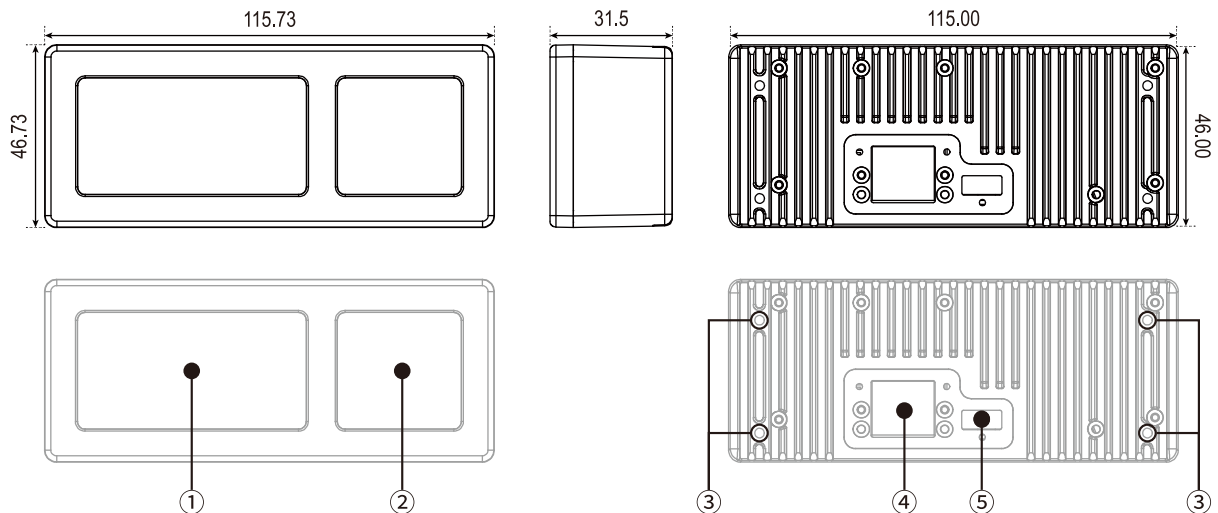
Mechanical Parts

What's in the box?



- iTFS-110 1 대 (또는 iTFS-80 1 대): 라이다 본품으로, 제품을 덮고 있는 보호 테이프를 반드시 제거하고 사용하기 바랍니다.
- LAN 케이블 1m, 1 개: 라이다 데이터 수신을 위한 LAN 케이블입니다. iTFS 시리즈는 100 Mbps 이상의 통신 속도를 요구합니다. 따라서, 반드시 CAT.5 이상의 UTP 케이블을 사용하기 바랍니다. 기본으로 제공되는 LAN 케이블의 경우, CAT.5e UTP 케이블입니다. PoE를 사용하여 라이다 전원 공급 시, 추가적인 라인 연결은 필요하지 않습니다.
- Molex 커넥터 30cm, 1개: 부가적인 기능 제공 케이블로, PoE를 사용하지 않고 12VDC를 직접 인가할 수 있는 단자에 사용하기 위한 케이블입니다. 또한, Trigger/Strobe 등의 기능을 제공합니다. 기본으로 제공되는 커넥터의 Part number는 Molex 51021-0600이며, 22 AWG이상의 난연전선이 포함된 하프-컷 형태 케이블을 포함합니다. 사용자가 직접 케이블을 구성 시, 해당 정보를 확인하여 호환 여부를 판별하시기 바랍니다.

Mechanical Drawing

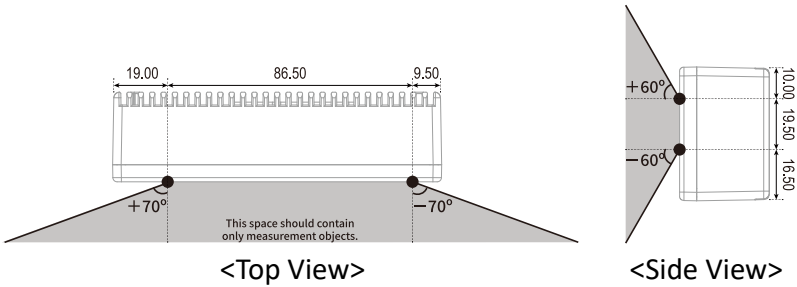


- iTFS 시리즈의 제품 크기 및 명칭은 다음과 같습니다. (단위: mm)
 1. 광학 윈도우 (발광부)
 2. 광학 윈도우 (수광부)
 3. 마운트용 나사 홀, M3 4-mm depth
 4. 데이터 RJ45 커넥터, PoE 겸용
 5. I/O 커넥터, Molex pico-blade 6-pos [1 – 2(RED): 12VDC, 3: TRIGGER, 4: STROBE, 5 – 6(BLACK): GND]
- 제품의 활용을 위한 [3D CAD 모델\(STL\)](#)이 공개되어 있으니 활용하시길 바랍니다.

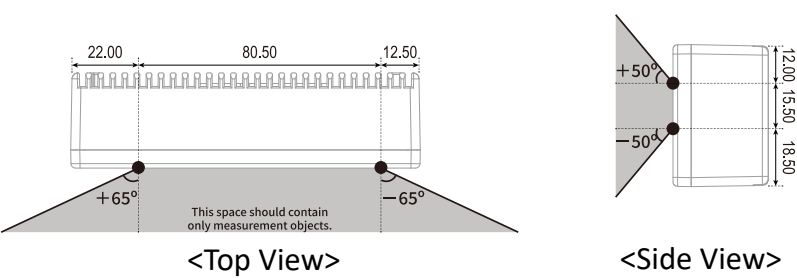
Installation Guidelines

- iTFS 시리즈를 설치할 때 최대 성능을 발휘하기 위해서, 다음과 같이 모델명에 따른 킵-아웃 존 (Keep-out zone)을 유의하여 설치하시기 바랍니다. (단위: mm)

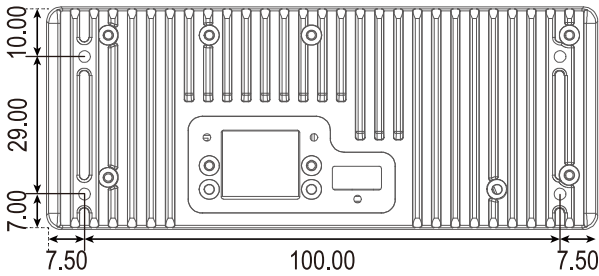
iTFS-110



iTFS-80



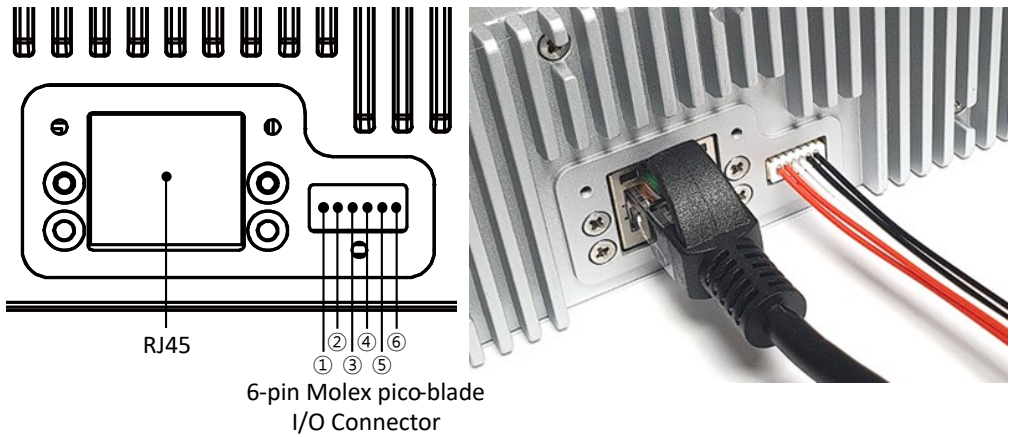
- 제품의 후면에 제품 마운트를 위한 나사 홀(M3, 4-mm depth)을 제공합니다. 아래의 나사 홀 위치를 참고하여 설계에 반영하시기 바랍니다.



Electrical Connection

Pinout

- iTFS 시리즈는 RJ45 커넥터와 6핀 Molex pico-blade를 가지고 있습니다. RJ45 포트는 전원 공급 (PoE) 및 데이터 전송에 사용됩니다. 6핀 Molex pico-blade는 전원 공급 (12V DC) 및 TRIGGER/STROBE 기능에 사용됩니다.



- iTFS의 RJ45 포트는 PoE 및 PoE+ 규격을 지원합니다. PoE 기능을 통한 전원 공급 시, 전원 공급 장치가 다음 표준을 만족하는지 확인해 주시기 바랍니다.

[PoE Power Source Requirements]

Property	PoE	PoE+	Unit
Maximum Power	15.4	30.0	W
Voltage Range	44.0-57.0	50.0-57.0	V
Maximum current	350	600	mA

- Molex I/O 핀의 연결 정보는 다음과 같습니다.

[Molex I/O Pin Map]

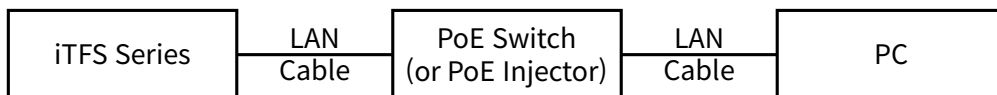
Pin	Name	Rating/Description
1	12VDC	12V (min: 11.6V, Max: 12.4V)
2	12VDC	12V (min: 11.6V, Max: 12.4V)
3	TRIGGER	TTL (Typ: 5V, min: 3.3V)
4	STROBE	TTL
5	GND	GND
6	GND	GND

Power

- iTFS 시리즈는 평균 6 W, 최대 12 W의 전력을 소모하여 동작하며, 사용에 편의성을 위해 전원이 일체화 된 PoE 전원 공급과 12VDC 단자를 통한 직접 전원 공급 방식을 제공합니다. 두가지 방식 중 선호하는 방식으로 제품의 전원 및 LAN 케이블을 연결하여 제품을 구동하시기 바랍니다. (단, PoE 기능을 사용 시 센서 전체 온도가 12VDC 전원 대비 약 4도 정도 더 높아질 수 있습니다.)
 - PoE: RJ45 포트를 이용, PoE 및 PoE+ 규격 지원
 - 12VDC: 6-pin Molex pico-blade를 통해 공급

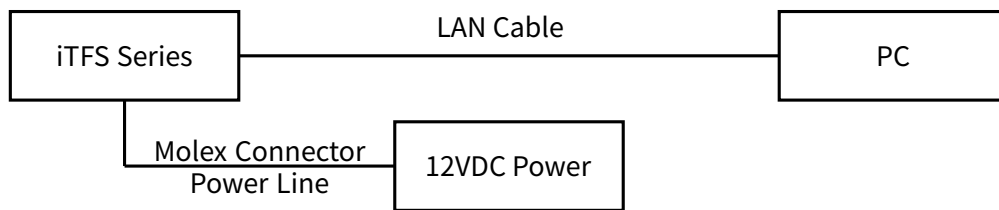
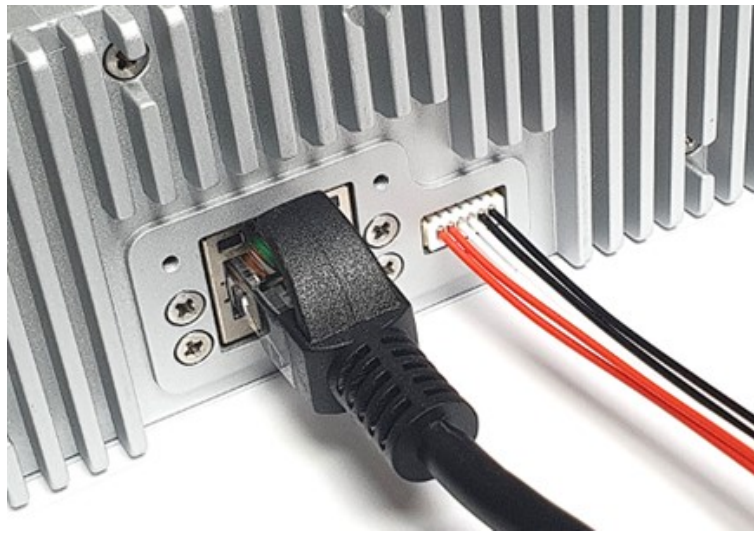
Connection Example with PoE

- PoE 기능을 지원하는 랜 스위치 혹은 PoE 인젝터를 사용하면 PoE 기능을 통한 전원 공급이 가능합니다. 아래의 연결도를 확인하여 제품을 구성하시기 바랍니다. (PoE를 사용하여 라이다 전원 공급 시 추가적인 라인 연결은 필요하지 않습니다)



Connection Example with 12VDC

- Molex 커넥터를 통해 12VDC를 연결하여 전원을 공급할 수 있습니다. 아래의 연결도를 확인하여 제품을 구성하시기 바랍니다.



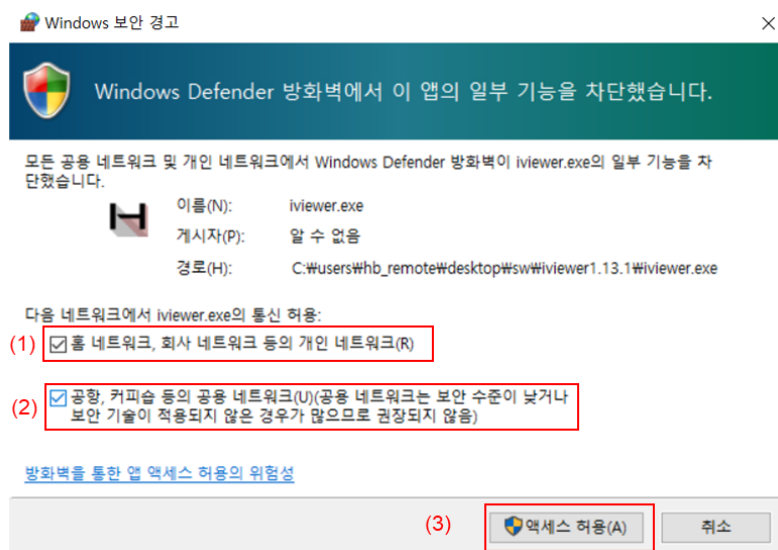
Sensor Operation

Network Configuration

- iTFS 센서는 UDP 통신을 통해 연결된 장치와 데이터를 주고받으며, 연결된 PC 혹은 장치의 주소가 올바르게 설정되어 있어야 정상적인 데이터 수신이 가능합니다. 이를 위해, iTFS 센서와 연결된 LAN 포트의 IP 주소를 사용하는 OS에 따라 다음과 같이 바꾸어 주시기 바랍니다. 아래에 기재된 IP 주소는 센서의 초기 설정에 따른 설정이므로, 센서의 IP 주소 설정이 바뀐 경우 해당 IP 주소값을 기입하면 됩니다.

Windows OS

- iTFS 센서가 연결된 이더넷 장치의 네트워크 속성 설정을 엽니다. 인터넷 프로토콜 버전 4 (TCP/IPv4)을 선택하고, IP 주소와 서브넷 마스크를 설정합니다. 기본값은 IP 주소: 192.168.5.2/서브넷 마스크: 255.255.255.0 입니다.
- Windows 환경에서 처음으로 iTFS 관련 소프트웨어를 실행하는 경우, 다음과 같은 Windows 보안 경고 안내창이 표시됩니다. 이는 iTFS 센서가 UDP 통신을 통해 데이터를 주고받기에 표시되는 창이며, 아래 그림과 같이 모든 통신을 허용해 주어야 정상적인 실행이 가능합니다 (Windows 버전에 따라 설정창의 모습이 다를 수 있음).



Linux(Ubuntu)

- iTFS 센서가 연결된 LAN 포트의 설정으로 들어갑니다. IPv4 탭에서 수동으로 설정을 선택하고, IP 주소와 서브넷 마스크를 설정합니다. 기본값은 IP 주소: 192.168.5.2/서브넷 마스크: 255.255.255.0 입니다.

iViewer:Simple iLidar Data Viewer

- iViewer는 iLidar-ToF 센서를 위한 실시간 데이터 뷰어입니다. iViewer를 통해 센서 연결, 측정 데이터 확인 및 센서 파라미터 설정이 가능합니다. 최신 버전의 iViewer는 [iLidar-ToF Github](#) 페이지에서 다운로드 받으실 수 있습니다.

Packets and Parameters

Common Packet Structure

- iTFS 센서와 연결된 장치는 UDP 통신을 통해 데이터를 주고받습니다. 이때 사용되는 패킷의 구조는 다음과 같습니다. Index 와 Size 의 단위는 Byte 입니다.

[Common Packet Structure Details]

Name	Index	Size	Type	Value
STX0	0	1	uint8	0xA5
STX1	1	1	uint8	0x5A
ID	2	2	uint16	-
LEN	4	2	uint16	N
PAYLOAD	6	N	-	-
ETX0	N+6	1	uint8	0xA5
ETX1	N+7	1	uint8	0x5A

STX

- 패킷의 시작을 알리는 신호입니다.

ID

- 패킷의 종류를 알리는 ID입니다.

[List of ID]

Name	ID	LEN	Direction	Description
IMG	0x0000	1282	Sensor → User	이미지 데이터
STATUS	0x0010	28	Sensor → User	센서의 현재 상태 (요약)
STATUS_FULL	0x0011	312	Sensor → User	센서의 현재 상태 (상세)
INFO	0x0020	110	Sensor ↔ User	센서 파라미터 확인 및 설정
INFO_V2	0x0021	166	Sensor ↔ User	센서 파라미터 확인 및 설정
CMD	0x0030	4	Sensor ← User	센서 동작 관련 명령

LEN

- ID에 따른 PAYLOAD의 길이(Byte의 수)를 알려줍니다.

PAYLOAD

- 실제 정보를 담고 있는 부분으로, 패킷의 ID에 따라 다른 정보를 담고 있습니다. 각 ID에 대한 정보는 각 ID에 해당하는 소단원을 참고하여 주시기 바랍니다.

ETX

- 패킷의 종료를 알리는 신호입니다.

IMG Packet

- IMG 패킷은 센서에서 촬영된 깊이 혹은 인텐시티 이미지를 전달하는 패킷으로, 센서에서 유저로 전달됩니다. 센서에서 촬영된 이미지는 몇 줄 단위로 전달이 됩니다. IMG 패킷의 PAYLOAD는 다음과 같습니다.

[IMG Packet Payload]

Name	Index	Size	Type
row_index	0	1	uint8
mframe	1	1	uint8
data[0]	2	2	uint16
data[1]	4	2	uint16
...
data[639]	1280	2	uint16

- IMG 패킷을 이용하여 전체 이미지를 얻는 방법은 [How to Handle Image and Point Cloud](#)을 참고하여 주십시오.

row_index

- 센서에서 촬영된 이미지는 몇 줄 단위로 전달이 되며, 이때 패킷이 이미지의 몇 번째 순서인지 알려줍니다.

mframe

- 현재 패킷의 촬영 모드 및 프레임 정보를 가지고 있습니다. 아래 표와 같이 비트에 따른 정보를 가지고 있습니다.

[mframe Bit Information]

Bit	Name
0	capture_frame_short[0]
1	capture_frame_short[1]

Bit	Name
2	capture_frame_short[2]
3	capture_frame_short[3]
4	capture_frame_short[4]
5	capture_frame_short[5]
6	capture_mode[0]
7	capture_mode[1]

- capture_mode: 센서의 촬영 모드를 알려줍니다. [\[List of capture_mode\]](#) 표를 참고해 주십시오.
- capture_frame_short: 몇 번째 촬영 프레임인지 알려줍니다. 0~63 까지 증가 후 다시 0 으로 돌아갑니다.

data

- 각 픽셀에 해당하는 깊이 이미지 혹은 인텐시티 이미지에 해당하는 정보를 담고 있는 부분입니다. 깊이값의 단위는 [mm] 입니다.

STATUS Packet

- STATUS 패킷은 센서의 현재 상태를 나타내며, 센서에서 유저로 전달됩니다. STATUS 패킷의 PAYLOAD는 다음과 같습니다.

[STATUS Packet Payload]

Name	Index	Size	Type
capture_mode	0	1	uint8
capture_frame	1	1	uint8
sensor_sn	2	2	uint16
sensor_time_th	4	8	uint64
sensor_time_tl	12	2	uint16
sensor_frame_status	14	2	uint16
sensor_temp_rx	16	2	int16
sensor_temp_core	18	2	int16
sensor_vcsel_level	20	2	int16
sensor_power_level	22	2	int16
sensor_warning	24	4	uint32

capture_mode

- 센서의 촬영 모드를 알려줍니다. capture_mode에 따른 이미지 구성 방법은 [How to Handle Depth Image and Point Cloud](#) 장을 참고해 주시기 바랍니다.

[List of capture_mode]

Mode	capture_mode	Max. Resolution	Description
Gray	0	320x240	940 nm gray camera without illumination
NB	1	320x160	No binning
VB	2	320x80	Vertical binning
HV	3	160x80	Horizontal and Vertical binning

capture_frame

- 몇 번째 촬영 프레임인지 알려줍니다. 0~255 까지 증가 후 다시 0 으로 돌아갑니다.

sensor_sn

- 센서의 시리얼 넘버를 알려줍니다.

sensor_time_th & sensor_time_tl

- 센서의 동작 시간을 알려줍니다. sensor_time_th 는 [ms], sensor_time_tl 은 [us] 단위이며, 정확한 동작 시간을 다음 수식을 통해 [us] 단위로 알 수 있습니다.

$$\text{time} = \text{sensor_time_th} \times 1000 + \text{sensor_time_tl} \quad [\text{us}]$$

sensor_temp_rx & sensor_temp_core

- 센서의 온도 정보를 담고 있습니다. 해당 값을 100으로 나누어 실제 섭씨 온도를 얻을 수 있습니다.
- rx: 이미지 소자의 온도/core: 센서 코어의 온도

sensor_vcsel_level & sensor_power_level

- 센서의 전압 정보를 담고 있습니다. 해당 값을 100으로 나누어 실제 전압 값을 얻을 수 있습니다.
- vcsel: 발광부의 전압/power: 발광부 전원의 전압

sensor_warning

- 센서 이상을 알려주는 warning flag 정보입니다.

STATUS_FULL Packet

- STATUS 패킷은 센서의 현재 상태를 상세하게 나타냅니다. STATUS_FULL 패킷의 PAYLOAD는 다음과 같습니다.

[STATUS_FULL Packet Payload]

Name	Index	size	Type
capture_mode	0	1	uint8_t
capture_frame	1	1	uint8_t
sensor_sn	2	2	uint16_t
sensor_time_th	4	8	uint64_t
sensor_time_tl	12	2	uint16_t
sensor_frame_status	14	2	uint16_t
sensor_temp_rx	16	2	int16_t
sensor_temp_core	18	2	int16_t
sensor_temp	20	2x4	int16_t
sensor_vcsel_level	28	2	int16_t
sensor_vcsel_on	30	2x4x16	int16_t
sensor_power_level	158	2	int16_t
sensor_power_on	160	2x4x16	int16_t
sensor_level	288	2x10	int16_t
sensor_warning	308	4	uint32_t

capture_mode

- 센서의 촬영 모드를 알려줍니다. [\[List of capture_mode\]](#) 표를 참고하여 주시기 바랍니다.

capture_frame

- 몇 번째 촬영 프레임인지 알려줍니다. 0~255 까지 증가 후 다시 0 으로 돌아갑니다.

sensor_sn

- 센서의 시리얼 넘버를 알려줍니다.

sensor_time_th & sensor_time_tl

- 센서의 동작 시간을 알려줍니다. sensor_time_th 는 [ms], sensor_time_tl 은 [us] 단위이며, 정확한 동작 시간을 다음 수식을 통해 [us] 단위로 알 수 있습니다.

$$\text{time} = \text{sensor_time_th} \times 1000 + \text{sensor_time_tl} \quad [\text{us}]$$

sensor_temp_rx & sensor_temp_core

- 센서의 온도 정보를 담고 있습니다. 해당 값을 100으로 나누어 실제 섭씨 온도를 얻을 수 있습니다.
- rx: 이미지 소자의 온도/core: 센서 코어의 온도

sensor_temp

- 케이스 내부의 4개 지점에 대한 온도 정보를 담고 있습니다. 해당 값을 100으로 나누어 실제 섭씨 온도를 얻을 수 있습니다.

sensor_vcsel_level

- 센서의 발광부 전압 정보를 담고 있습니다. 해당 값을 100으로 나누어 실제 전압 값을 얻을 수 있습니다.

sensor_vcsel_on

- 디버깅을 위해 사용되는 발광부의 다이내믹 볼테지 시리즈 정보입니다. [4]:DCS0,1,2,3/[16]:시간정보

sensor_power_level

- 센서의 발광부 전원의 전압 정보를 담고 있습니다. 해당 값을 100으로 나누어 실제 전압 값을 얻을 수 있습니다.

sensor_power_on

- 디버깅을 위해 사용되는 발광부 전원의 다이내믹 볼테지 시리즈 정보입니다. [4]:DCS0,1,2,3/[16]:시간정보

sensor_level

- 디버깅을 위해 사용되는 센서 내부 각 지점의 전압 정보입니다. [10]: 각 위치에서의 전압 정보

sensor_warning

- 센서 이상을 알려주는 warning flag 정보입니다.

INFO Packet

- INFO 패킷은 센서의 현재 동작 정보에 대해 알려줍니다. INFO 패킷은 센서에서 유저에게 전송되거나, 유저에서 센서로 전달될 수 있습니다.
- INFO 패킷을 통한 센서 설정 변경에 관한 자세한 내용은 [Configuration Process](#) 장을 참고하여 주십시오.

[INFO Packet Payload]

Name	Index	Size	Type	Authority
------	-------	------	------	-----------

Name	Index	Size	Type	Authority
sensor_sn	0	2	uint16	R-
sensor_hw_id	2	1x30	uint8	R-
sensor_fw_ver	32	1x3	uint8	R-
sensor_fw_date	35	1x12	char	R-
sensor_fw_time	47	1x9	char	R-
sensor_calib_id	56	4	uint32	R-
capture_mode	60	1	uint8	RW
capture_row	61	1	uint8	RW
capture_period	62	2	uint16	RW
capture_shutter	64	2x5	uint16	RW
capture_limit	74	2x2	uint16	RW
data_output	78	1	uint8	RW
arb	79	1	uint8	RW
data_baud	80	4	uint32	RW
data_sensor_ip	84	1x4	uint8	RW
data_dest_ip	88	1x4	uint8	RW
data_subnet	92	1x4	uint8	RW
data_gateway	96	1x4	uint8	RW
data_port	100	2	uint16	RW
sync	102	1	uint8	RW
lock	103	1	uint8	R-
sync_delay	104	2	uint16	RW
arb_timeout	106	4	uint32	RW

sensor_sn

- 센서 고유의 시리얼 넘버입니다.

sensor_hw_id

- 센서 고유의 하드웨어 ID 입니다.

sensor_fw_ver

- 센서의 펌웨어 버전입니다.

sensor_fw_date

- 센서의 펌웨어 빌드 시기 정보입니다.

sensor_fw_time

- 센서의 펌웨어 빌드 시기 정보입니다.

sensor_calib_id

- 센서의 캘리브레이션 데이터 식별 번호입니다.

capture_mode

- 센서의 촬영 모드를 알려줍니다. [\[List of capture_mode\]](#) 표를 참고하여 주시기 바랍니다.

capture_row

- 전체 이미지 중 센서에서 유저로 전달할 이미지의 줄 수를 설정합니다.
- 전달되는 줄 수는 이미지의 중심에서부터 카운트 됩니다.
- 설정 범위: 4~160 사이 4의 배수. 기본값인 160으로 고정하기를 권장합니다.

capture_period

- 센서의 촬영 주기를 ms 단위로 설정합니다. 설정 범위: 50~1000 (기본값 80)

capture_shutter

- 1 프레임의 데이터 취득 시 사용할 셔터 길이 세트로, [SH1, SH2, SH3, SH4, G]의 5가지 값을 us 단위로 설정합니다.
- iTFS 센서는 보다 안정적인 깊이 이미지 취득을 위해 HDR(High-Dynamic Range) 기능을 탑재하고 있습니다. SH1~SH4의 셔터 길이는 깊이 및 인텐시티 이미지 취득에 사용하는 셔터 길이에 해당합니다.
- SH1~SH4: 깊이/인텐시티 이미지 촬영 시(mode: 1~3) 사용할 셔터 길이 세트. 설정 범위: 0, 2~600 (기본값 [400,40,4,2])
- G: 흑백 카메라 모드 시(mode: 0) 사용할 셔터 길이 세트. 설정 범위: 2~10000 (기본값 800)

capture_limit

- 인텐시티 이미지에서의 값이 capture_limit 값 보다 낮은 영역의 깊이 값을 0 으로 출력하도록 합니다. 설정 범위: 0~500 (기본값 200)

data_output

- 센서에서 출력할 데이터의 종류를 선택합니다.

[data_output Bit Information]

Bit	Name
-----	------

Bit	Name
0	data_output_depth[0]
1	data_output_intensity[0]
2	data_output_status[0]
3~7	reserved

- data_output_depth: 깊이값 출력 플래그
 - 0: 깊이값을 출력하지 않음
 - 1: 깊이값을 출력함
- data_output_intensity: 인텐시티값 출력 플래그
 - 0: 인텐시티값을 출력하지 않음
 - 1: 인텐시티값을 출력함
- data_output_status: STATUS 출력 플래그
 - 0: STATUS 패킷을 출력
 - 1: STATUS_FULL 패킷을 출력

data_sensor_ip

- 센서의 IP 주소를 나타냅니다.

data_dest_ip

- 센서의 데이터를 수신 받을 유저의 IP 주소입니다.

data_subnet, data_gateway

- 서브넷 마스크 및 게이트웨이 정보입니다.

data_port

- 통신 시 사용할 포트 정보입니다.

sync

- sync 는 synchronization 방법 및 strobe 핀의 동작 정보를 가지고 있습니다. sync 바이트에 포함된 파라미터는 다음과 같습니다.

[sync Bit Information]

Bit	Name
0	sync_mode[0]
1	sync_mode[1]
2	strobe[0]
3	strobe[1]

Bit	Name
4~7	reserved

- sync_mode 는 synchronization 방법을 알려줍니다.
 - 0: synchronization 없이 사용
 - 1: UDP 기반 synchronization
 - 2: TRIGGER 기반 synchronization
- strobe 는 센서의 정확한 발광 시점을 알려줍니다. strobe 기능이 켜져있으면, 센서가 발광하는 동안 strobe pin이 5V 로 설정되고, 나머지 시간동안에는 0V 값을 가집니다.
 - 0: strobe 기능 끄
 - 1: strobe 기능 켜
- synchronization 기능에 대한 자세한 정보는 [Synchronization](#) 장을 참고하여 주십시오.

sync_delay

- sync 기능 시, 기준 시점으로부터의 딜레이 값입니다.
- 설정 범위: 0 ~ capture_period
- 자세한 정보는 [Synchronization](#) 장을 참고하여 주십시오.

arb

- 자동 재부팅 기능 (Auto-Reboot)의 방식을 설정합니다. 자동 재부팅 기능이 활성화된 경우, 센서와 유저 사이의 synchronization 신호를 arb_timeout [ms] 시간동안 받지 않으면 자동으로 재부팅을 수행합니다. arb 바이트에 포함된 파라미터는 다음과 같습니다.

[arb Bit Information]

Bit	Name
0	arb_mode[0]
1	arb_mode[1]
2~7	reserved

- arb_mode 는 synchronization 신호 감지 기준을 알려줍니다.
 - 0: Auto-Reboot 비활성화
 - 1: UDP를 통해 들어온 SYNC 패킷 감지
 - 2: TRIGGER pin을 통해 들어온 SYNC 신호 감지

arb_timeout

- 자동 재부팅이 발동할 시간을 설정합니다. 단위는 [ms] 입니다.

lock

- Configuration lock 의 상태를 알려주며, 1로 설정되어 있는 경우 INFO 패킷을 통한 센서의 동작 정보 변경을 막습니다. lock 상태는 INFO 패킷의 전송을 통한 변경이 불가능하며, 오직 COMMAND 패킷을 통해서만 변경 가능합니다.

INFO V2 Packet

- INFO V2 패킷은 센서의 현재 동작 정보에 대해 알려주며, F/W V1.5.0 이상의 펌웨어에 대응됩니다. INFO 패킷보다 더욱 다양한 정보를 가지고 있습니다. INFO V2 패킷은 센서에서 유저에게 전송되거나, 유저에서 센서로 전달될 수 있습니다.
- INFO V2 패킷을 통한 센서 설정 변경에 관한 자세한 내용은 [Configuration Process](#) 장을 참고하여 주십시오.

[INFO V2 Packet Payload]

Name	Index	Size	Type	Authority
sensor_sn	0	2	uint16	R-
sensor_hw_id	2	1x30	uint8	R-
sensor_fw_ver	32	1x3	uint8	R-
sensor_fw_date	35	1x12	char	R-
sensor_fw_time	47	1x9	char	R-
sensor_calib_id	56	4	uint32	R-
sensor_fw0_ver	60	1x3	uint8	R-
sensor_fw1_ver	63	1x3	uint8	R-
sensor_fw2_ver	66	1x3	uint8	R-
sensor_model_id	69	1	uint8	R-
sensor_boot_mode	70	1	uint8	R-
capture_mode	71	1	uint8	RW
capture_row	72	1	uint8	RW
capture_shutter	73	2x5	uint16	RW
capture_limit	83	2x2	uint16	RW
capture_period_us	87	4	uint32	RW
capture_seq	91	1	uint8	RW
data_output	92	1	uint8	RW
data_baud	93	4	uint32	RW
data_sensor_ip	97	1x4	uint8	RW
data_dest_ip	101	1x4	uint8	RW

Name	Index	Size	Type	Authority
data_subnet	105	1x4	uint8	RW
data_gateway	109	1x4	uint8	RW
data_port	113	2	uint16	RW
data_mac_addr	115	1x6	uint8	RW
sync	121	1	uint8	RW
sync_trig_delay_us	122	4	uint32	RW
sync_ill_delay_us	126	2x15	uint16	RW
sync_trig_trim_us	156	1	uint8	RW
sync_ill_trim_us	157	1	uint8	RW
sync_output_delay_us	158	2	uint16	RW
arb	160	1	uint8	RW
arb_timeout	161	4	uint32	RW
lock	165	1	uint8	RW

sensor_sn

- 센서 고유의 시리얼 넘버입니다.

sensor_hw_id

- 센서 고유의 하드웨어 ID 입니다.

sensor_fw_ver

- 센서의 펌웨어 버전입니다.

sensor_fw_date

- 센서의 펌웨어 빌드 시기 정보 입니다.

sensor_fw_time

- 센서의 펌웨어 빌드 시기 정보 입니다.

sensor_calib_id

- 센서의 캘리브레이션 데이터 식별 번호입니다.

sensor_fw0_ver

- 센서의 백업 펌웨어 버전입니다.

sensor_fw1_ver

- 플래시 메모리의 1번 섹터 상의 펌웨어 버전입니다.

sensor_fw2_ver

- 플래시 메모리의 2번 섹터 상의 펌웨어 버전입니다.

sensor_model_id

- 센서의 모델 식별자입니다.

sensor_boot_mode

- 센서의 부팅 모드 레지스터입니다.

capture_mode

- 센서의 촬영 모드를 알려줍니다. [\[List of capture_mode\]](#) 표를 참고하여 주시기 바랍니다.

capture_row

- 전체 이미지 중 센서에서 유저로 전달할 이미지의 줄 수를 설정합니다.
- 전달되는 줄 수는 이미지의 중심에서부터 카운트 됩니다.
- 설정 범위: 4~160 사이 4의 배수. 기본값인 160으로 고정하기를 권장합니다.

capture_shutter

- 1 프레임의 데이터 취득 시 사용할 셔터 길이 세트로, [SH1, SH2, SH3, SH4, G]의 5가지 값을 us 단위로 설정합니다.
- iTFS 센서는 보다 안정적인 깊이 이미지 취득을 위해 HDR(High-Dynamic Range) 기능을 탑재하고 있습니다. SH1~SH4의 셔터 길이는 깊이 및 인텐시티 이미지 취득에 사용하는 셔터 길이에 해당합니다.
- SH1~SH4: 깊이/인텐시티 이미지 촬영 시(mode: 1~3) 사용할 셔터 길이 세트. 설정 범위: 0, 2~600 (기본값 [400,40,4,2])
- G: 흑백 카메라 모드 시(mode: 0) 사용할 셔터 길이 세트. 설정 범위: 2~10000 (기본값 800)

capture_limit

- 인텐시티 이미지에서의 값이 capture_limit 값 보다 낮은 영역의 깊이 값을 0 으로 출력하도록 합니다. 설정 범위: 0~500 (기본값 200)

capture_period_us

- 센서의 촬영 주기를 us 단위로 설정합니다. 설정 범위: 80000~1000000

capture_seq

- capture_shutter 에서 정의된 셔터의 촬영 순서를 설정합니다.
- 0 (기본값): Forward, SH1-SH2-SH3 순으로 촬영
- 1 : Backward, SH3-SH2-SH1 순으로 촬영

data_output

- 센서에서 출력할 데이터의 종류를 선택합니다.

[data_output Bit Information]

Bit	Name
0	data_output_depth[0]
1	data_output_intensity[0]
2	data_output_status[0]
3~7	reserved

- data_output_depth: 깊이값 출력 플래그
 - 0: 깊이값을 출력하지 않음
 - 1: 깊이값을 출력함
- data_output_intensity: 인텐시티값 출력 플래그
 - 0: 인텐시티값을 출력하지 않음
 - 1: 인텐시티값을 출력함
- data_output_status: STATUS 출력 플래그
 - 0: STATUS 패킷을 출력
 - 1: STATUS_FULL 패킷을 출력

data_baud

- UART 통신 시 baudrate 를 정합니다. 설정 범위: 9600~6000000 (기본값: 115200)

data_sensor_ip

- 센서의 IP 주소입니다.

data_dest_ip

- 센서의 데이터를 수신 받을 유저의 IP 주소입니다.

data_subnet, data_gateway

- 서브넷 마스크 및 게이트웨이 정보입니다.

data_port

- 통신 시 사용할 포트 정보입니다.

data_mac_addr

- 센서의 MAC 주소입니다.

sync

- sync 는 synchronization 방법 및 strobe 핀의 동작 정보를 가지고 있습니다. sync 바이트에 포함된 파라미터는 다음과 같습니다.

[sync Bit Information]

Bit	Name
0	sync_mode[0]
1	sync_mode[1]
2	strobe[0]
3	strobe[1]
4~7	reserved

- sync_mode 는 synchronization 방법을 알려줍니다.
 - 0: synchronization 없이 사용
 - 1: UDP 기반 synchronization
 - 2: TRIGGER 기반 synchronization
- strobe 는 센서의 정확한 발광 시점을 알려줍니다. strobe 기능이 켜져있으면, 센서가 발광하는 동안 strobe pin이 5V 로 설정되고, 나머지 시간동안에는 0V 값을 가집니다.
 - 0: strobe 기능 끄
 - 1: strobe 기능 켜
- synchronization 기능에 대한 자세한 정보는 [Synchronization](#) 장을 참고하여 주십시오.

sync_trig_delay_us

- sync 기능 사용시, 기준 시점으로부터의 딜레이 값입니다.
- 설정 범위: 0 ~ capture_period_us (기본값: 0)
- 자세한 정보는 [Synchronization](#) 장을 참고하여 주십시오.

sync_ill_delay_us

- sync 기능 사용시, 촬영되는 원시 이미지 사이에 추가적인 시간 지연을 설정하는 값입니다.
- 기본값: 0
- 자세한 정보는 [Synchronization](#) 장을 참고하여 주십시오.

sync_trig_trim_us

- sync 기능 사용시 통신 지연, 내부 클럭 오차 등을 고려하기 위해 sync_trig_delay_us 값에서 트리밍 해주는 값입니다.

- (sync_trig_delay_us - sync_trig_trim_us) 값이 기준 시점으로부터의 딜레이 값으로 사용됩니다.
- 기본값: 4
- 자세한 정보는 [Synchronization](#) 장을 참고하여 주십시오.

sync_ill_trim_us

- sync 기능 사용시 통신 지연, 내부 클럭 오차 등을 고려하기 위해 sync_ill_delay_us 값에서 트리밍 해주는 값입니다.
- (sync_ill_delay_us[0,1,2,...] - sync_ill_trim_us) 값이 실제 원시 이미지 간 시간 지연 값으로 사용됩니다.
- 기본값: 2
- 자세한 정보는 [Synchronization](#) 장을 참고하여 주십시오.

sync_output_delay_us

- 데이터 촬영 및 센서 내부 계산이 끝난 후, 유저에게 데이터를 전송하는 시점에 추가적인 시간 지연을 설정해주는 값 입니다.
- 다중 센서 사용 시, 트래픽 과부하를 막기 위해 사용될 수 있습니다.
- 기본값: 0

arb

- 자동 재부팅 기능 (Auto-Reboot)의 방식을 설정합니다. 자동 재부팅 기능이 활성화된 경우, 센서와 유저 사이의 synchronization 신호를 arb_timeout [ms] 시간동안 받지 않으면 자동으로 재부팅을 수행합니다. arb 바이트에 포함된 파라미터는 다음과 같습니다.

[arb Bit Information]

Bit	Name
0	arb_mode[0]
1	arb_mode[1]
2~7	reserved

- arb_mode 는 synchronization 신호 감지 기준을 알려줍니다.
 - 0: Auto-Reboot 비활성화
 - 1: UDP를 통해 들어온 SYNC 패킷 감지
 - 2: TRIGGER pin을 통해 들어온 SYNC 신호 감지

arb_timeout

- 자동 재부팅이 발동할 시간을 설정합니다. 단위는 [ms] 입니다.

lock

- Configuration lock 의 상태를 알려주며, 1로 설정되어 있는 경우 INFO 패킷을 통한 센서의 동작 정보 변경을 막습니다. lock 상태는 INFO 패킷의 전송을 통한 변경이 불가능하며, 오직

COMMAND 패킷을 통해서만 변경 가능합니다.

CMD Packet

- CMD 패킷은 센서에게 명령을 내리는 패킷입니다. cmd_id는 명령어 id, cmd_msg는 필요시 사용되는 추가 메시지입니다.

[CMD Packet Information]

Name	cmd_id	cmd_msg
Index	0	2
Size	2	2
Type	uint16	uint16

- 가능한 cmd_id 와 cmd_msg의 목록은 다음과 같습니다.

[cmd_id and cmd_msg Information]

Name	cmd_id	cmd_msg	Description
Sync	0x0000	0x0000	Synchronization for multiple sensors
Measure	0x0100	0x0000	Start capturing
Pause	0x0101	0x0000	Pause capturing
Reboot	0x0102	0x0000	Reboot sensor
Store	0x0103	0x0000	Store current setting
Factory Reset	0x0200	serial_number	Factory reset
Read Info	0x0300	0x0000	Query info
Redirect	0x0400	0x0000	Redirect destination IP
Lock	0x0500	serial_number	Set configuration lock bit
Unlock	0x0501	serial_number	Clear configuration lock bit

Sync

- 다중 센서 사용 시 센서의 동기화 시점을 broadcasting 하는 명령으로, 이후의 장에서 자세하게 설명합니다.

Measure

- 센서의 데이터 취득을 시작합니다.

Pause

- 센서의 데이터 취득을 일시정지 합니다.

Reboot

- 센서를 재부팅 합니다.

Store

- 현재 센서의 세팅을 센서가 재부팅 된 이후에도 유지되도록 센서 내부 flash에 저장합니다.

Factory Reset

- 수신 받은 센서는 패킷의 시리얼 넘버를 확인하고, 시리얼 넘버가 일치할 경우 초기 값으로 INFO 를 설정합니다.
- 시리얼 넘버가 일치하지 않을 경우, 초기화가 수행되지 않습니다.

Read Info

- 유저가 센서의 INFO 를 요청할 때 사용합니다. 수신 받은 센서는 현재의 설정값을 담은 INFO 패킷을 data_dest_ip 로 전송합니다.

Redirect

- 센서의 data_dest_ip 값을 Redirect 명령을 보낸 유저의 IP 주소로 설정합니다.

Lock/Unlock

- 수신 받은 센서는 INFO의 lock 바이트를 켜거나 끕니다. lock 바이트가 켜져 있는 센서는 유저로부터 INFO 패킷을 수신하여도 센서 설정에 반영하지 않습니다.

How to Handle Image and Point Cloud

- 본 장에서는 센서의 출력 데이터로부터 이미지와 포인트 클라우드를 얻는 방법에 대해 설명합니다.

Image Data

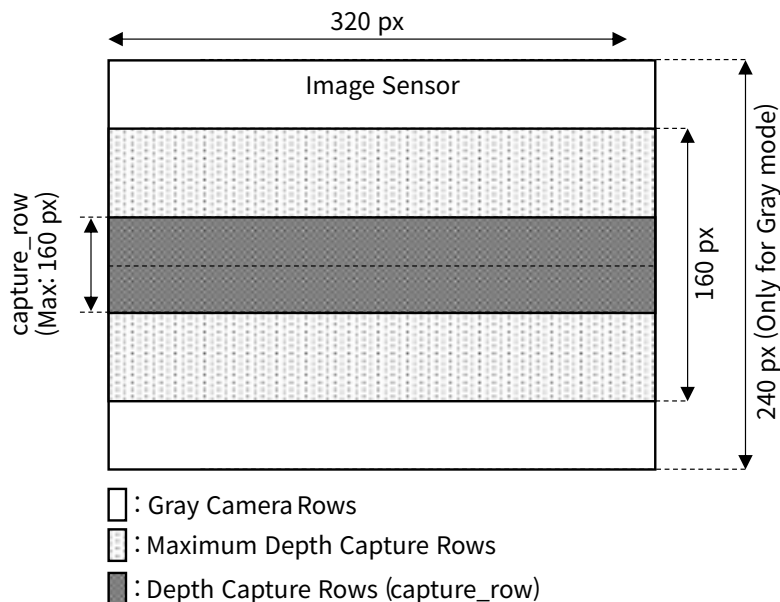
- 본 장에서는 센서의 모드에 따른 데이터 취득 방식 및 유저가 이미지 데이터를 받는 방법에 대해 다룹니다. 실제 구현은 [Software Examples](#)의 C 및 Python의 OpenCV Example을 참고하여 주시기 바랍니다.

Capture Row

- INFO 패킷에서 정의되는 capture_row는 라이다의 이미지 센서에서 측정값을 읽을 영역을 선택하는 파라미터로, 4~160 범위에서 4의 배수 값으로 설정 가능합니다. iTFS 센서 이미지 소자의 총 픽셀 수는 320x240이며, 작동 모드 (capture_mode)에 따라 아래와 같은 영역을 읽습니다.

[Number of capturing pixel row based on capture_row]

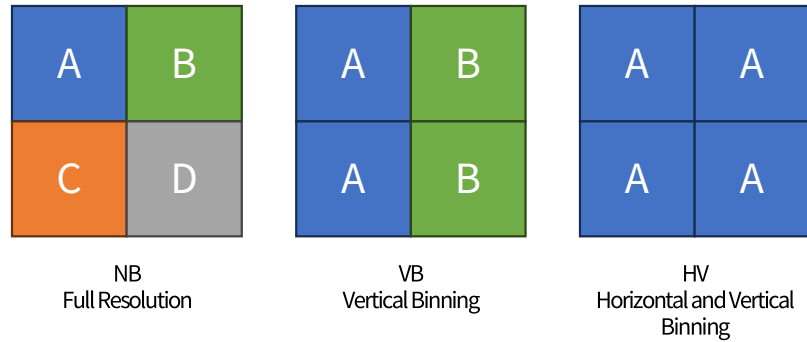
Mode	capture_mode	Capturing Rows
Gray	0	320x240 (fixed)
NB/VB/HV	1,2,3	320 x [capture_row]



Binning

- iTFS 센서는 이웃한 픽셀 사이의 신호를 합쳐, 해상도를 낮추는 대신 신호의 세기를 키우는 binning 기능을 자체적으로 제공합니다. capture_mode에 따라 3가지의 binning 모드가 사용 가능합니다. ([\[List of capture_mode\]](#))
 - NB(No Binning): 비닝 없이 각각의 픽셀이 측정합니다.

- VB(Vertical Binning): 수직으로 이웃한 2개의 픽셀 신호를 합쳐서 측정합니다.
- HV(Horizontal and Vertical binning): 수평 및 수직으로 이웃한 4개의 픽셀 신호를 합쳐서 측정합니다.

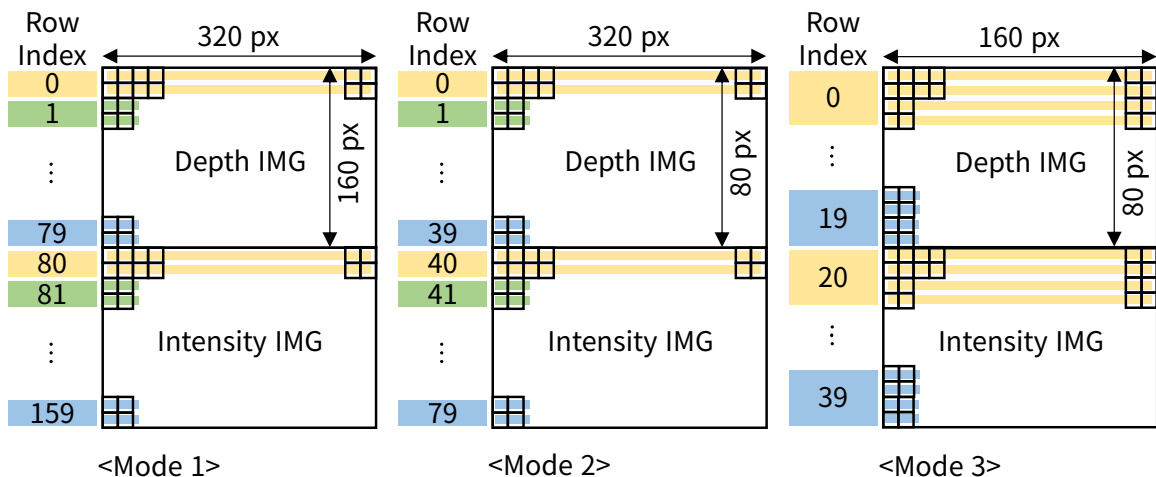


Accumulating Image Packet

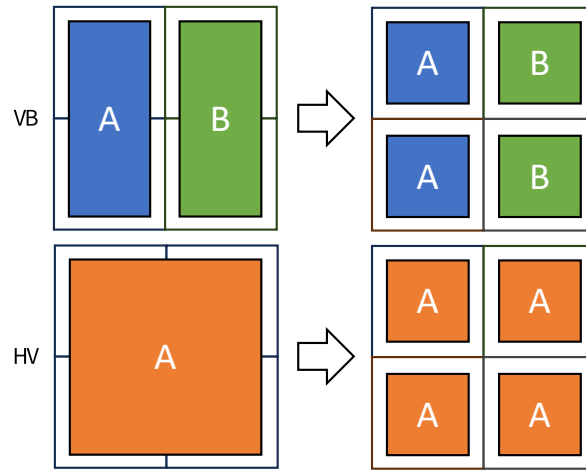
- 센서에서 촬영된 이미지의 전체 용량은 이더넷의 MTU(Maximum Transmission Unit)인 1500 bytes 보다 큽니다. 따라서, 안정적인 이미지 데이터의 전송을 위해 깊이 이미지와 인텐시티 이미지는 몇 줄 단위로 나뉘어져 IMG 패킷을 통해 유저에게 전송됩니다. 유저는 IMG 패킷에서 이미지 정보를 추출하고, 이를 row_index에 따라 쌓아서 원시 깊이 이미지 및 원시 인텐시티 이미지를 얻을 수 있습니다.

[Mode and Image Format]

Mode	Total Pixels	Rows per IMG Packet	Depth row_index	Intensity row_index
NB	320 x 160 x 2	2	0~79	80~159
VB	320 x 80 x 2	2	0~39	40~79
HV	160 x 80 x 2	4	0~19	20~39



- VB 와 HV 의 경우 이미지의 해상도가 NB 과 다릅니다. 모드에 상관없이 동일한 해상도의 이미지를 얻기 위해 아래와 같은 방식으로 해상도를 복원하여 사용해 주십시오.
 - VB: 각각의 픽셀값을 수직 방향으로 1회 복사하여 해상도를 복원합니다.
 - HV: 각각의 픽셀값을 수평 및 수직 방향으로 1회 씩 복사하여 해상도를 복원합니다.



Point Cloud

- 본 장에서는 이미지 데이터로부터 포인트 클라우드를 재구성하는 방법에 대해 다룹니다. 실제 구현은 [Software Examples](#) 의 C 의 PCL Example 을 참고하여 주시기 바랍니다.
- iTFS 센서로부터 포인트 클라우드를 얻기 위해서는 아래와 같이 이미지 좌표계에서 라이다 로컬 좌표계, 이후 월드 좌표계로의 전환 순으로 변환을 해주어야 합니다.

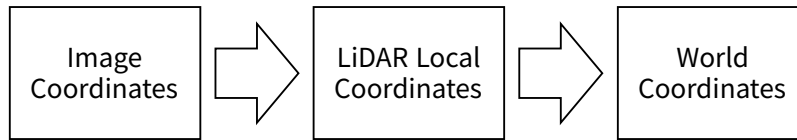


Image Coordinates to LiDAR Local Coordinates

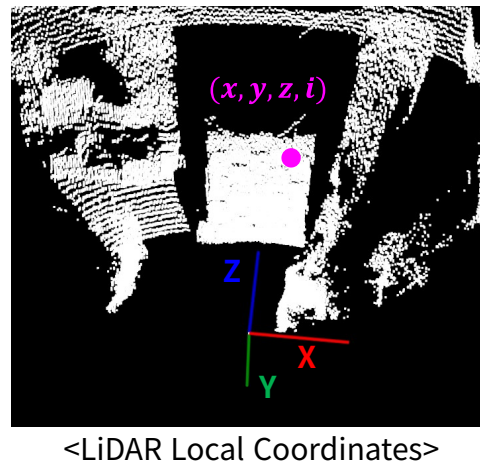
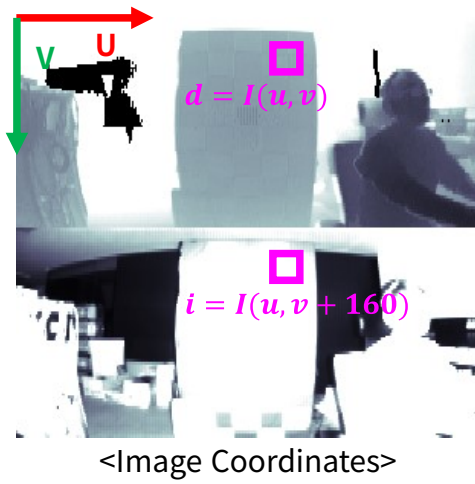
- 이미지 좌표계에서 라이다의 3차원 좌표계로 변환을 수행해야 합니다. 이를 위해서는 [Image Data](#) 장의 절차를 통해 구성한 깊이 및 인텐시티 이미지 데이터와 카메라 인트린직 데이터 파일이 필요합니다 (iTFS 센서의 경우 *.dat 의 형식으로 제공됨).
 - 이미지 좌표계 (U, V) 상에서 깊이 값은 $d = I(u, v)$, 인텐시티 값은 $i = I(u, v + 160)$
 - 인트린직 데이터 파일에서 정의된 픽셀 별 3차원 방향벡터 $V(u, v)$:

$$V(u, v) = (V_x, V_y, V_z)[v][u] = \text{vec}[v][u][3]$$

$$V_{\{x,y,z\}} = \text{vec}[v + (240 - 160)/2][u][\{0, 1, 2\}]$$

- 위 값을 사용해 각 픽셀에 해당하는 포인트의 좌표 $p(x, y, z)$ 는 다음과 같이 계산합니다.

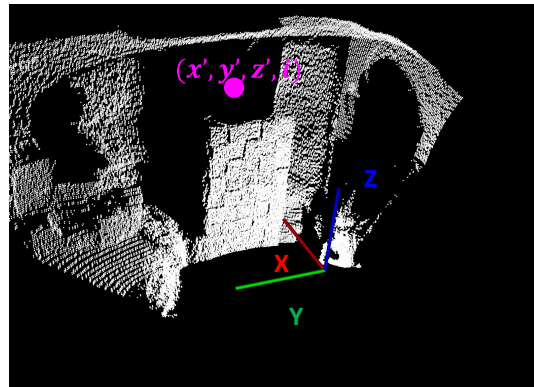
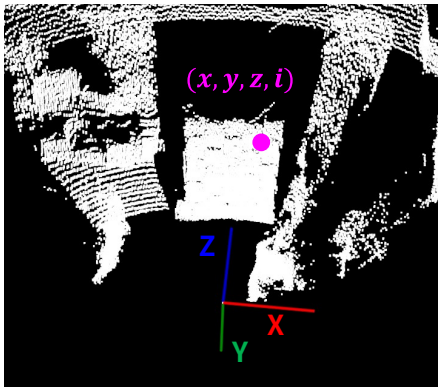
$$p(x, y, z) = d(u, v) \times V(u, v) = (d \times V_x, d \times V_y, d \times V_z)$$



LiDAR Local Coordinates to World Coordinates

- 라이다의 로컬 좌표계에서 월드 좌표계로의 변환을 수행해야 합니다. 이를 위해 필요한 것은 다음과 같습니다.
 - 로컬 좌표계 상의 포인트 클라우드 각 지점의 좌표 $p(x, y, z)$
 - 로컬 좌표계의 X, Y 축을 월드 좌표계에 맞추어주는 회전행렬 R_o
 - 라이다의 월드 좌표계 상의 6 dof 위치 및 자세 정보 $R|T$
- 위 정보를 이용해 월드 좌표계 상의 포인트 클라우드의 위치 p_{world} 를 다음과 같이 결정할 수 있습니다.

$$p_{\text{world}} = R \times R_o \times p + T$$



Software Examples

ilidar-api-cpp (C/C++)

- ilidar-api-cpp 예제에서는 C/C++ 언어를 사용하여 iFSS 센서를 제어하거나, 데이터를 취득하는 방법에 대해 알려줍니다. 해당 예제는 3개의 세부 프로그램으로 이루어져 있습니다.
 - Helloworld: 센서와의 연결, 제어, 파라미터 설정 등을 제공하는 API에 대해 설명합니다.
 - OpenCV Example: OpenCV 라이브러리를 이용하여 iFSS 센서에서 취득된 데이터를 깊이 이미지와 인텐시티 이미지 형태로 표시하는 방법에 대해 설명합니다.
 - PCL Example: PCL (Point Cloud Library)를 이용하여 iFSS 센서에서 취득된 데이터를 3차원 포인트 클라우드 형태로 표시하는 방법에 대해 설명합니다.
- 본 예제에 대한 자세한 설명은 <https://github.com/ilidar-tof/ilidar-api-cpp> 페이지를 참고하여 주시기 바랍니다.

ilidar-api-py (Python)

- ilidar-api-py 예제에서는 Python 언어를 사용하여 iFSS 센서에서 오는 데이터를 취득하는 방법에 대해 알려줍니다. 해당 예제는 2개의 세부 프로그램으로 이루어져 있습니다.
 - Helloworld: 센서와의 연결을 시작하고, 센서에서 온 데이터를 처리하는 방법에 대해 설명합니다.
 - OpenCV Example: OpenCV 라이브러리를 이용하여 iFSS 센서에서 취득된 데이터를 깊이 이미지와 인텐시티 이미지 형태로 표시하는 방법에 대해 설명합니다.
- 본 예제에 대한 자세한 설명은 <https://github.com/ilidar-tof/ilidar-api-py> 페이지를 참고하여 주시기 바랍니다.

ilidar-api-ros (ROS1)

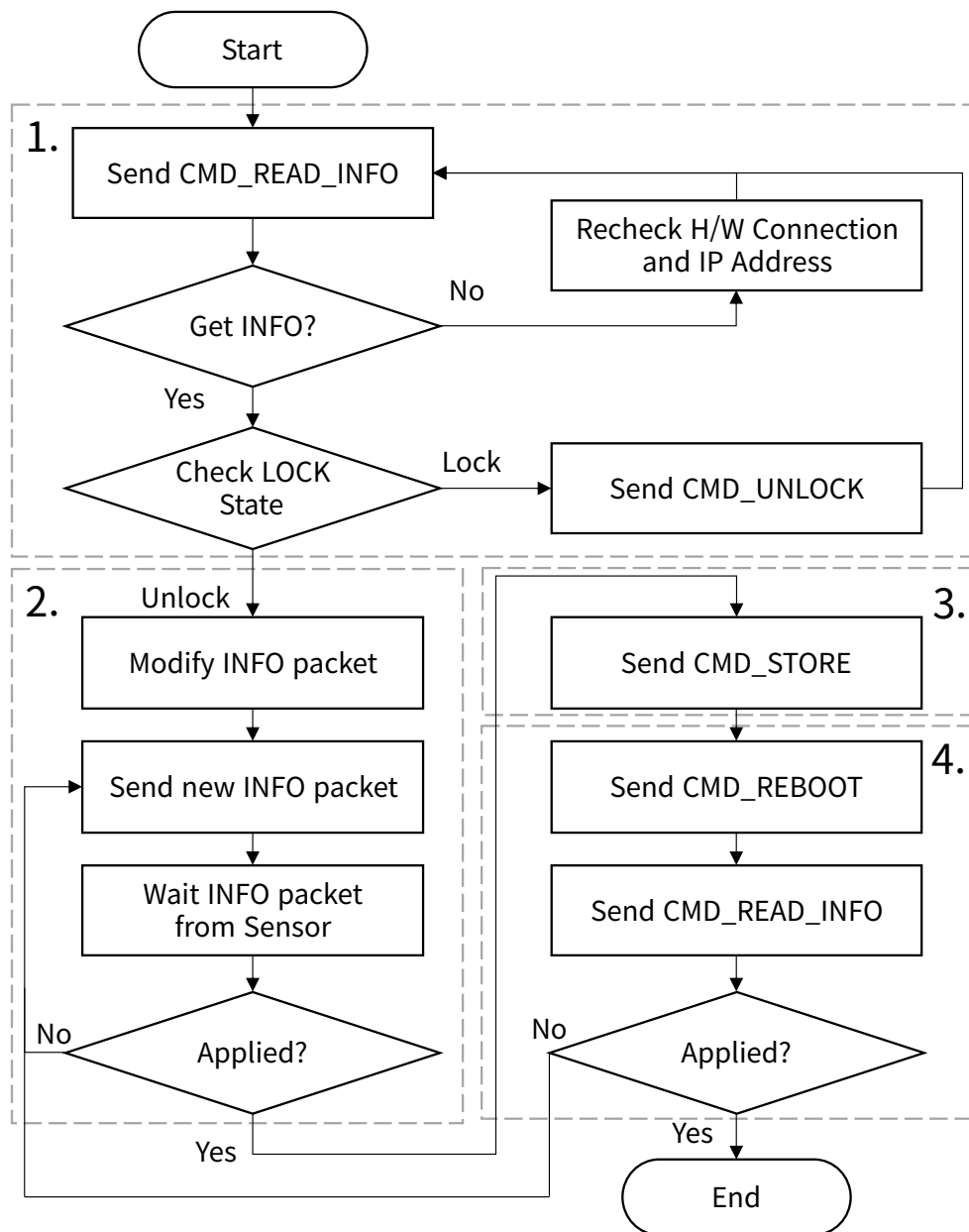
- ilidar-api-ros는 ROS 환경에서 iFSS 센서에서 오는 데이터를 취득하고, 이를 토픽 (Topic) 화 해 주는 ROS 패키지입니다. 또한 해당 패키지는 RViz 를 통해 iFSS 센서로부터 취득된 데이터를 3차원 포인트 클라우드 형태로 표현해 줍니다. 다음은 해당 패키지에서 제공하는 토픽입니다.
 - /ilidar/depth: 깊이 값 이미지 데이터
 - /ilidar/intensity: 인텐시티 값 이미지 데이터
 - /ilidar/points: 3차원 포인트 클라우드 데이터
 - /ilidar/gray: 외부 광원으로 인한 940 nm gray view 이미지, iFSS의 capture_mode가 0 인 경우에만 활성화됨
- 본 예제에 대한 자세한 설명은 <https://github.com/ilidar-tof/ilidar-api-ros> 페이지를 참고하여 주시기 바랍니다.

ilidar-api-ros2 (ROS2)

- iFSS 센서의 ROS2에 대한 대응은 현재 준비 중에 있습니다.

Configuration Process

- 센서의 동작과 관련된 파라미터를 확인하고 이를 변경하는 것은 CMD 및 INFO (혹은 INFO_V2) 패킷을 통해 이루어집니다. 각 패킷에 대한 자세한 설명은 이전의 장을 참고하여 주십시오.
 - 다음 순서도는 센서의 설정을 변경하는 방법을 보여줍니다.
1. CMD_READ_INFO 패킷을 센서로 전송합니다. iTFS 센서가 정상적으로 CMD_READ_INFO 를 수신한 경우, 센서의 설정 정보를 INFO 패킷을 통해 보냅니다. 사용자가 INFO 패킷을 받지 못한 경우, 하드웨어 및 IP 관련된 설정을 확인해야 합니다. INFO 패킷의 값 중 lock을 확인하여 configuration lock 이 걸려있는 경우 CMD_UNLOCK을 보내어 센서의 설정을 변경 가능한 상태로 만듭니다.
 2. 센서의 새롭게 설정할 INFO 패킷을 준비하고 전송합니다. 센서는 유저에게서 전달받은 INFO 패킷의 값을 자신의 설정에 덮어쓰우는 식으로 설정을 바꿉니다. 따라서, 의도치 않은 설정값의 변화를 막기 위해, **기존 INFO 패킷을 복사하고, 설정 변경이 필요한 부분의 값 만을 바꾸는 방식으로 새로운 INFO 패킷을 준비하여** 센서로 전송합니다. INFO 패킷을 수신한 센서는 다음과 같이 동작합니다.
 1. INFO 패킷에서 각각의 값을 확인하고, 유효 범위를 넘어가는 경우 디폴트 값으로 변경
 2. 변경된 설정 적용
 3. 변경된 설정을 담은 INFO 패킷을 유저에게 전달 → 유저는 해당 패킷을 받아, 설정 변경이 정상적으로 이루어졌는지 확인 가능
 3. 정상적으로 INFO 패킷을 받은 센서는 변경된 설정값에 따라 동작하게 됩니다 (단, IP 주소 관련 값들은 재부팅 이후에 적용됨). 하지만, 센서가 재부팅되면 기존의 설정값으로 되돌아가게 되며, **재부팅 이후에도 설정값을 유지하기 위해서는 CMD_STORE 를 전송하여야 합니다.** CMD_STORE 를 받은 센서는 현재 자신의 설정값을 FLASH 메모리에 저장하고, 재부팅 시 해당 설정값을 읽어옵니다. 만약 센서 설정이 잘못된 경우, CMD_STORE 값을 전송하지 않고 재부팅을 수행함으로써 이전의 설정값으로 돌아올 수 있습니다.
 4. CMD_REBOOT를 전송하여 센서를 재부팅 합니다. 이후 CMD_READ_INFO를 전송하고, 되돌아오는 INFO 패킷을 확인하여 설정이 저장되었는지 확인합니다.

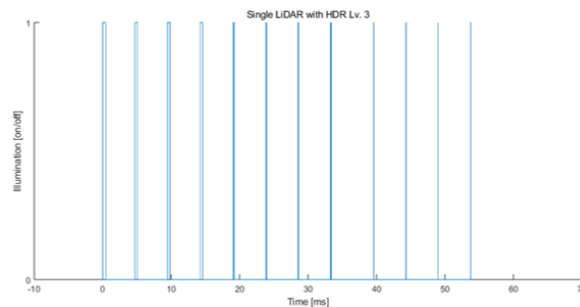


Synchronization

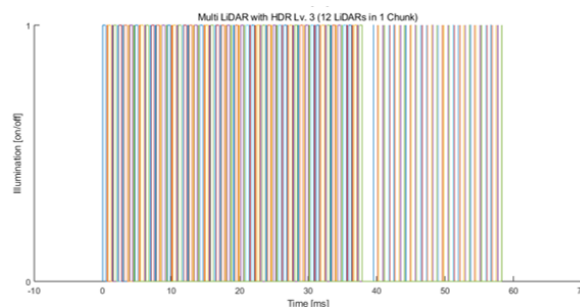
- iTFS 센서는 Flash 방식의 라이다로, 손전등과 같이 한번에 모든 RoI에 빛을 조사하고, 물체에 서 반사되는 빛 또한 전체 RoI에서 한번에 수신 받는 방식으로 동작합니다. 이에 따라, 동일한 파장을 사용하는 센서와 간섭이 발생할 수 있습니다. (iLidar-ToF: iTFS series는 940nm 파장을 사용합니다)
- 다수의 iTFS 센서를 같은 장소에서 사용할 경우, 각각의 센서가 촬영하는 시점을 분리하는 TDMA (Time Division Multiple Access) 방식을 통해 센서 간의 간섭을 피할 수 있습니다. 본 장에서는 이를 위한 동기화 방식에 대해 설명합니다.

Needs for Synchronization

- iTFS 센서는 Mode 및 HDR 단계에 따라 서로 다른 시점에 촬영을 수행합니다. 예를 들어, Mode 1 / 3 단계 HDR 로 설정된 센서가 데이터를 취득할 때에는 각각의 HDR 단계별로 4회, 총 12회의 측정을 진행하며, 이때 사용하는 측정 타임 윈도우(빛을 쏘고 받는 시간)은 아래의 그림과 같습니다.



- 따라서 동일한 Mode 1 / 3 단계 HDR 설정 센서를 같은 공간에서 다수 운용할 경우, 아래 그림과 같이 개별 라이다가 데이터를 취득하는 시간을 겹치지 않게 시간적으로 배치함으로써 간섭을 방지할 수 있습니다(각각의 색이 서로 다른 iTFS 센서를 의미합니다).



- 이를 위해서는 모든 센서가 동일한 기준 시점을 공유하고 (동기화), 개별 센서의 time window가 겹치지 않도록 설정해야 합니다. 남은 장에서는 이에 대해 설명합니다.

Synchronization Methods

- 동기화를 위해서는 모든 센서가 동일한 기준 시간을 가지고 있어야 합니다. 동기화 방법은 INFO의 [sync](#) 바이트에 설정된 sync_mode 값에 따라 바뀝니다.

[sync_mode Information]

Type	sync_mode	Description
------	-----------	-------------

Type	sync_mode	Description
None	0	No synchronization
UDP	1	Synchronization with UDP
Trigger	2	Synchronization with Trigger pin

UDP Synchronization

- UDP 기반 동기화는 센서가 UDP의 CMD_SYNC 패킷을 받은 시점을 기준 시간으로 하여 동기화 하는 방식입니다. 일반적으로 유저가 CMD_SYNC 패킷을 Broadcasting 해주는 식으로 구성됩니다.
- 네트워크 지연으로 인한 영향의 경우, 개별 센서가 SYNC 패킷을 받는 지연이 3~4 us 정도 이내이면 동작 가능합니다.
- UDP 기반 동기화의 경우, 센서의 설정값은 다음과 같습니다.
 - sync_mode: 1
 - sync_trig_delay_us: 0~ capture_period_us 사이의 정수, 단위: [us]
- 구체적인 동작 방식은 다음과 같습니다.
 - (1) SYNC 패킷을 받은 시점을 기준 시간으로 설정합니다.
 - (2) 기준 시간에서 (sync_trig_delay_us - sync_trig_trim_us) [us] 가 지난 이후 데이터 취득을 시작, 이후 매 capture_perio_us 마다 데이터를 취득합니다.
 - (3) 시간이 지남에 따라 센서 사이의 기준 시간이 어긋나게 됩니다. 따라서, 유저가 주기적으로 SYNC 패킷을 Broadcasting 해 지속적으로 기준 시간을 맞춥니다.

Trigger Synchronization

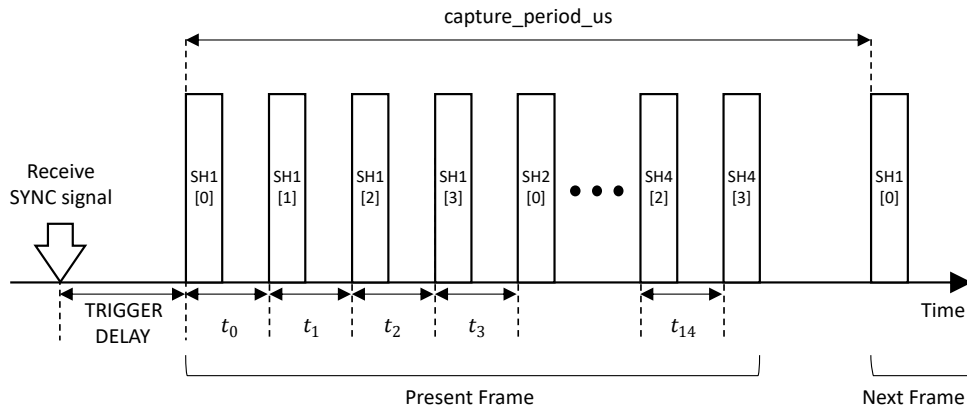
- 유선 동기화는 센서의 TRIGGER 핀에서 들어온 신호를 기준 시간으로 하여 동기화 하는 방식입니다. 유저가 직접 동시에 사용되는 센서에 동기화 신호를 입력해 주어야 합니다.
- 유선 동기화의 경우, 센서의 설정값은 다음과 같습니다.
 - sync_mode: 2
 - sync_delay: 0~ capture_period_us 사이의 정수, 단위: [us]
- 구체적인 동작 방식은 다음과 같습니다.
 - (1) TRIGGER 핀에서 신호를 받은 시점을 기준 시간으로 설정합니다.
 - (2) 기준 시간에서 (sync_trig_delay_us - sync_trig_trim_us) [us] 가 지난 이후 데이터 취득을 시작, 이후 매 capture_period_us 마다 데이터를 취득합니다.
 - (3) 시간이 지남에 따라 센서 사이의 기준 시간이 어긋나게 됩니다. 따라서, 주기적으로 TRIGGER 핀을 통해 기준 시간을 맞춥니다.

Optical Synchronization (in development)

- 유선 동기화 없이 개별 센서가 다른 센서가 방출하는 빛을 분석하여 동기화하는 방식으로, 현재 개발 중에 있습니다.

Fine-Tuning Time Window

- 센서 간의 간섭을 피하기 위해, 개별 센서의 측정 타임 윈도우를 상세하게 조정할 수 있습니다.



- Synchronization 기능 활성화 시, 센서는 SYNC 신호를 받은 시점을 기준으로 TRIGGER DELAY 시간 후 데이터 취득을 시작합니다. TRIGGER DELAY 는 다음과 같이 설정 가능합니다.
 - sync_trig_delay_us: 딜레이 설정값
 - sync_ill_trim_us: 통신 지연에 대한 보상값

$$\text{TRIGGER DELAY} = (\text{sync_trig_delay_us}) - (\text{sync_trig_trim_us})$$

- HDR 단계별 4장의 원시 이미지를 촬영하며, 최대 4단계 HDR 설정 시 16장의 원시 이미지를 촬영하여 깊이 이미지 및 세기 이미지를 계산합니다. 동일 프레임 내 원시 이미지 사이의 시간 간격을 $t_i (i = 0 \sim 14)$ 이라 할 때, sync_ill_delay_us[i] 에 0이 아닌 값을 설정하여 간격을 조정할 수 있습니다. 설정된 값이 Minimum delay보다 짧을 경우, Minimum delay로 동작합니다.
 - Minimum delay (최소 처리 시간)
 - Mode 1: capture_shutter + 3900 [us]
 - Mode 2: capture_shutter + 1950 [us]
 - Mode 3: capture_shutter + 975 [us]
 - sync_ill_delay_us [i]: 딜레이 설정값, 각 [i] 별 적용
 - sync_ill_trim_us: 내부 클럭 오차 보상값, 모든 [i]에 동일한 값 적용

$$t_i = \text{MAX}(\text{Minimum delay}, \text{sync_ill_delay_us}[i] - \text{sync_ill_trim_us})$$

Multi Sensor Examples

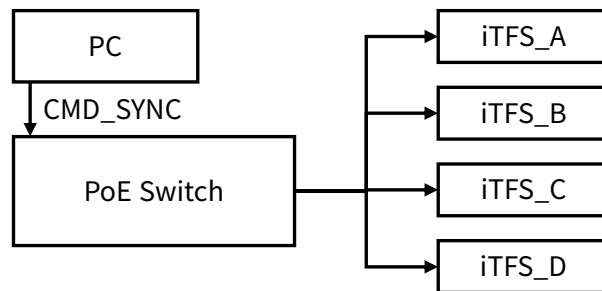
- 다음은 UDP 동기화 방식을 통해 iTFS 센서 4대를 동시에 사용하는 방법입니다. 안정적인 동기화를 위해서는 다음을 확인하여야 합니다.
 - 개별 센서의 capture_mode 가 동일하게 설정되어 있어야 합니다.
 - capture_period 가 동일하게 설정되어 있어야 합니다.
 - sync_mode가 통일되어 있어야 합니다.
 - 센서 별 sync_delay값이 illumination profile 이 겹치지 않도록 설정되어 있어야 합니다.
- 위 조건에 따라 각 센서를 다음과 같이 설정합니다.

[Configuration for 4 iTFS Synchronization]

Parameters	iTFS_A	iTFS_B	iTFS_C	iTFS_D
capture_mode	1			

Parameters	iTFS_A	iTFS_B	iTFS_C	iTFS_D
capture_period	80			
capture_shutter	[400,80,16,0,800]			
sync	1			
sync_delay	0	20	40	60

- PC 와 iTFS 센서들을 아래 그림과 같이 연결하고, PC에서 CMD_SYNC 패킷을 주기적(약 2~3분에 1회)으로 broadcasting하도록 세팅합니다.



Sensor Maintenance Guide

Hardware Maintenance and Safety Guide

Electrical Requirements and Safety Conditions

- 제품에 연결되는 도선의 전기적 접합점이 항상 잘 접촉될 수 있도록 하여 주십시오. 헐거운 접촉은 고장, 신호 품질 불량 및 화재의 원인이 될 수 있습니다.
- 본 제품은 방수 기능을 지원하지 않습니다. 물, 전도성 액체, 인화성 가루 및 액체, 기타 액체가 센서에 접촉되지 않도록 해주십시오. 특히, 센서의 전기적 접합점에 액체가 접촉되지 않도록 하여 주십시오.
- 높은 습도는 제품 내부에 결로를 발생시키고 전기적 손상을 일으킬 수 있습니다.
- 제품에 전기가 공급되고 있지 않은 상황에서도 전기적 접합점에 대한 인체 혹은 전도성 물체의 직접적인 접촉을 삼가 주십시오.
- 제품의 전원 공급 및 신호 전달에 사용되는 기기는 성능 및 안전성에 대해 인증 받은 기기를 사용하여 주십시오.
- 제품의 전원 공급 방식에 따른 허용 전압 범위를 확인하시고 연결하여 주십시오. 전원 공급이 불안정하거나, 허용 전압 범위를 벗어나는 경우, 제품에 영구적인 손상을 유발할 수 있습니다.
- 제품의 안정적인 동작을 위하여 STATUS 패킷의 아래 값들을 모니터링하고, 허용 범위를 벗어나는 경우 제품의 사용을 즉시 중지하고 전원 공급 방식을 확인하십시오.

[Electrical Monitoring List]

Parameters	Description	Minimum	Maximum
sensor_vcsel_level	Transmitter Voltage	11.00	11.65
sensor_power_level	Transmitter Power Voltage	17.5	21.5

Temperature and Heat Dissipation

- 제품 및 제품에 전원을 공급하는 장치가 손상되거나 과열되지 않도록 하여 주시기 바랍니다.
- 제품의 동작 시 센서 표면 온도가 일반적인 환경의 온도(25도) 이상으로 올라갈 수 있습니다. 제품 표면에 직접적인 피부의 접촉 혹은 제품 주변부에 머무름은 화상을 유발할 수 있으니, 해당 위험을 방지하기 위해 반드시 제품 표면 온도 확인 후 접촉을 수행하여 주시기 바랍니다.
- 제품의 원활한 동작을 위해, 제품 후면의 방열판 주위에 충분한 공간을 확보하여 공기가 자유롭게 흐를 수 있도록 해주시기 바랍니다.
- 제품의 정상 동작 상태를 유지하기 위해, 사용자는 제품에 환풍기, 방열팬과 같은 추가적인 방열 방식을 도입해야 할 수 있습니다.
- 제품의 안전한 사용을 위하여 STATUS 패킷 및 STATUS_FULL 패킷의 아래 파라미터들을 모니터링하고, 허용 범위를 벗어나는 경우 제품의 사용을 즉시 중지하여 주십시오.

[Thermal Monitoring List]

Parameters	Description	Minimum	Maximum
sensor_temp_rx	센서 수광부 온도(섭씨)	-25	90

Parameters	Description	Minimum	Maximum
sensor_temp_core	회로 중심부 온도(섭씨)	-25	100
sensor_temp	센서 케이스 온도(섭씨)	-25	70

Optical Windows

- 광학 윈도우의 파손이 확인되는 경우 인체 손상의 위험이 있으므로 즉시 사용을 중지하여 주십시오.
- 일반적인 경우 제품의 유지보수를 위해 필요한 것은 광학 윈도우의 먼지 및 얼룩 제거입니다. 먼지와 얼룩은 제품의 동작, 특히 측정 정밀도에 부정적인 영향을 끼칠 수 있습니다. 먼지와 얼룩이 많이 발생할 수 있는 환경에서는 주기적으로 광학 윈도우를 확인하고, 아래 방법에 따라 청소하여 주시기 바랍니다.
- 먼지의 제거: 광학 윈도우 상에 먼지가 있는 경우, 이를 바로 닦아내는 것은 먼지로 인한 손상을 유발할 수 있습니다. 이 경우, 압축 공기를 사용하여 광학 윈도우 상의 먼지를 제거하여 주시기 바랍니다.
- 얼룩의 제거: 광학 장치의 얼룩 제거에 사용되는 광학 렌즈용 티슈를 사용하여 얼룩을 제거해 주시기 바랍니다. 광학 윈도우에 먼지가 있을 경우, 압축 공기를 사용하여 먼지를 제거 후 얼룩을 제거하여 주시기 바랍니다.

Warning Code

- STATUS 패킷 PAYLOAD의 마지막은 4 바이트 크기의 sensor_warning으로 이루어져 있으며, 각각의 비트값은 센서 작동 중 이상 발생에 대한 warning code 정보를 담고 있습니다. 센서 사용자는 해당 값을 모니터링하고, 경고 발생 시 이에 맞는 대응을 해주어야 합니다.
- 전압 관련 문제: 전원 공급이 원활하게 되는지 확인하여 주십시오.
- 온도 관련 문제: 센서 주변의 공기 흐름을 원활하게 하여 주시고, 필요 시 방열팬 등을 이용하여 추가적인 방열을 수행하여 주십시오.
- 문제가 지속되는 경우, 본 제품의 제조사로 연락을 부탁드립니다.

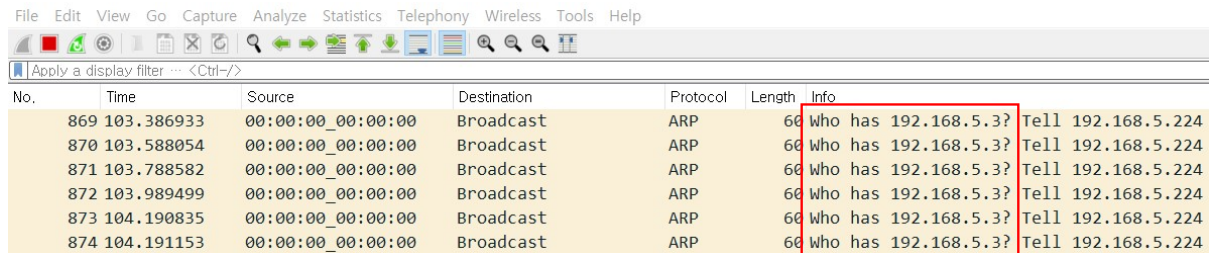
[List of Warning Code]

Bit	Description	Bit	Description
2	Reserver Overvoltage	14	5V Overvoltage
3	Reserver Undervoltage	15	5V Undervoltage
4	Transmitter Overvoltage	16	10V Overvoltage
5	Transmitter Undervoltage	17	10V Undervoltage
6	REF Overvoltage	18	-10V Overvoltage
7	REF Undervoltage	19	-10V Undervoltage
8	BAT Overvoltage	20	Receiver Overheat
9	BAT Undervoltage	21	Receiver Freezing
10	Input Overvoltage	22	MCU Overheat

Bit	Description	Bit	Description
11	Input Undervoltage	23	MCU Freezing
12	1.8V Overvoltage	24	Case Overheat
13	1.8V Undervoltage	25	Case Freezing

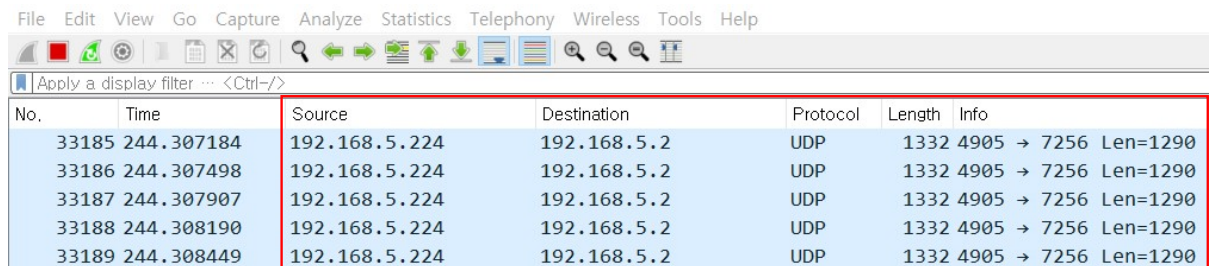
센서의 데이터가 PC에 도달하는지 확인이 필요합니다/센서의 Destination IP 주소를 잊어버렸습니다

- 외부 프로그램인 Wireshark를 통해 PC에 도달하는 모든 소켓 통신 패킷을 확인할 수 있습니다. Wireshark를 설치하고, 센서를 PC와 연결하여 주십시오. 이후 Wireshark를 실행하고, 센서가 연결된 소켓 장치를 선택합니다.
- 센서의 destination IP주소와 PC의 IP 주소가 다를 경우, Info에 iTFS 센서가 destination IP를 찾는 문구가 표시됩니다.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
869	103.386933	00:00:00_00:00:00	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.5.3? Tell 192.168.5.224
870	103.588054	00:00:00_00:00:00	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.5.3? Tell 192.168.5.224
871	103.788582	00:00:00_00:00:00	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.5.3? Tell 192.168.5.224
872	103.989499	00:00:00_00:00:00	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.5.3? Tell 192.168.5.224
873	104.190835	00:00:00_00:00:00	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.5.3? Tell 192.168.5.224
874	104.191153	00:00:00_00:00:00	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.5.3? Tell 192.168.5.224

- 센서의 destination IP 주소와 PC의 IP 주소가 일치할 경우, iTFS 센서로부터 PC로 데이터가 전송되는 것을 확인할 수 있습니다.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
33185	244.307184	192.168.5.224	192.168.5.2	UDP	1332	4905 -> 7256 Len=1290
33186	244.307498	192.168.5.224	192.168.5.2	UDP	1332	4905 -> 7256 Len=1290
33187	244.307907	192.168.5.224	192.168.5.2	UDP	1332	4905 -> 7256 Len=1290
33188	244.308190	192.168.5.224	192.168.5.2	UDP	1332	4905 -> 7256 Len=1290
33189	244.308449	192.168.5.224	192.168.5.2	UDP	1332	4905 -> 7256 Len=1290