



2D/3D Dual CygLiDAR

CygLiDAR D1

User Manual

Table of Contents

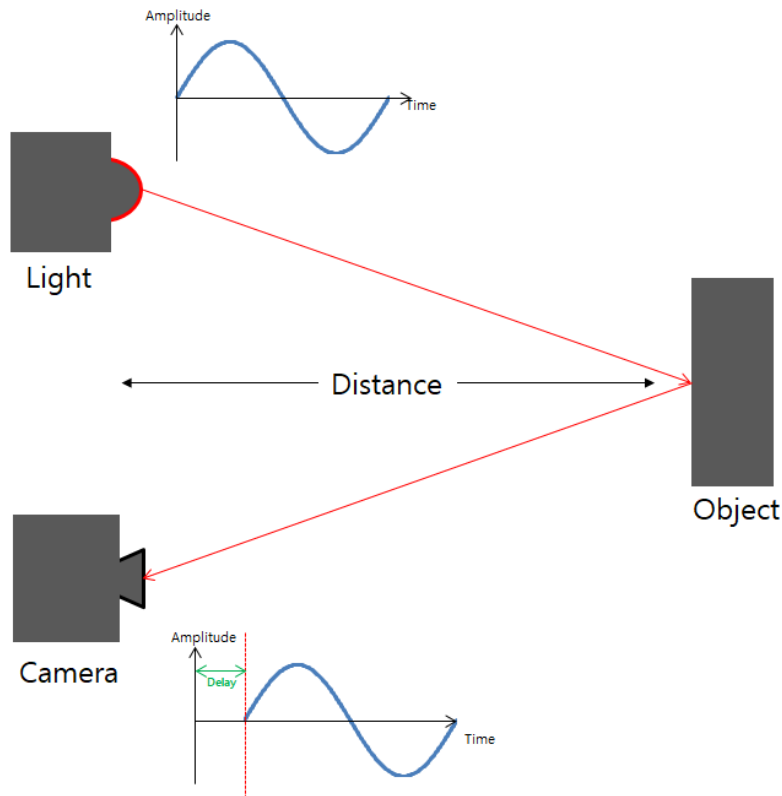
1	<u>Introduction</u>	3
-	<u>ToF (Time of Flight)</u>	3
-	<u>Solid State</u>	3
-	<u>2D / 3D Dual</u>	3
2	<u>Specification</u>	4
3	<u>Component</u>	5
4	<u>Hardware Design</u>	5
5	<u>How to Use</u>	6
6	<u>Serial Communication</u>	7
-	<u>UART</u>	7
-	<u>PINMAP</u>	7
-	<u>Packet Structure</u>	7
-	<u>Checksum</u>	7
-	<u>Packet</u>	8
7	<u>Verification & Install</u>	13
8	<u>CygLiDAR Viewer</u>	14
9	<u>CygLiDAR ROS Driver</u>	18
10	<u>Revision history</u>	19

1. Introduction

ToF (Time of Flight)

CygLiDAR는 빛의 왕복 시간(ToF)으로 거리를 측정합니다.

ToF는 발광부(Light Emitter)에서 펄스 신호를 방출하여 물체에 반사된 신호의 위상 변화를 측정합니다. 이 방식으로 시간을 측정하여 거리를 계산하는 **Phase shift** 방식입니다.



Solid State

Solid State 방식의 CygLiDAR는 장치 수명과 직결된 진동과 발열, 소음이 없습니다.

모터를 사용하는 360° Scanning 방식과 달리, 광각 렌즈로 넓은 시야각을 확보했기 때문에 발광부(레이저, LED)를 장시간 작동시키지 않아도 됩니다. 이는 발광부의 발열을 줄일 수 있습니다.

Solid State는 모터를 사용하지 않으므로 크기를 작게 구성할 수 있습니다. 이러한 방식을 채택한 CygLiDAR는 높은 호환성을 가집니다.

2D / 3D Dual

CygLiDAR는 2D와 3D 거리 데이터를 동시에 측정할 수 있습니다.

3D 데이터로 정교한 외부 환경 인지가 가능하며 2D 데이터로 장거리 측정을 가능하게 합니다. 따라서 CygLiDAR는 유연한 시스템 구성을 가능하게 합니다.

2. Specification





측정 범위 Detection range	Range affected by reflectivity 2D : 200mm ~ 8,000mm 3D : 50mm ~ 2,000mm (*DRM)
오차 범위 Distance accuracy	±1%
측정 분해능 Resolution (mm 단위 측정)	2D : 0.75° (Angle) 3D : 160 x 60 (Pixel)
시야각 FOV : Field of View	2D/3D Horizontal : 120° 3D Vertical : 65°
파장 Wavelength	*Laser Diode : NIR 808nm LED : NIR 808nm
측정 속도 Measuring speed	2D : 15Hz 3D : 15Hz
크기 (W * H * D) Size	37.4 * 37.4 * 24.5 (mm³)
무게 Weight	28g
통신 규격 Interface	UART TTL 3.3V 3,000,000 bps
정격 입력 전압 Input power source	5V, 500mA
작동 온도 Operating Temperature	-10°C ~ 50°C
사용 환경 Use environment	Indoor

*DRM : Dynamic Range Mode

***Laser Diode 주의**
레이저를 직접 눈에 노출시키지 마십시오.
광학 측정기 (돋보기, 현미경, 망원경 등)로 레이저를
보는 행위는 시력 저하의 원인이 될 수 있습니다.

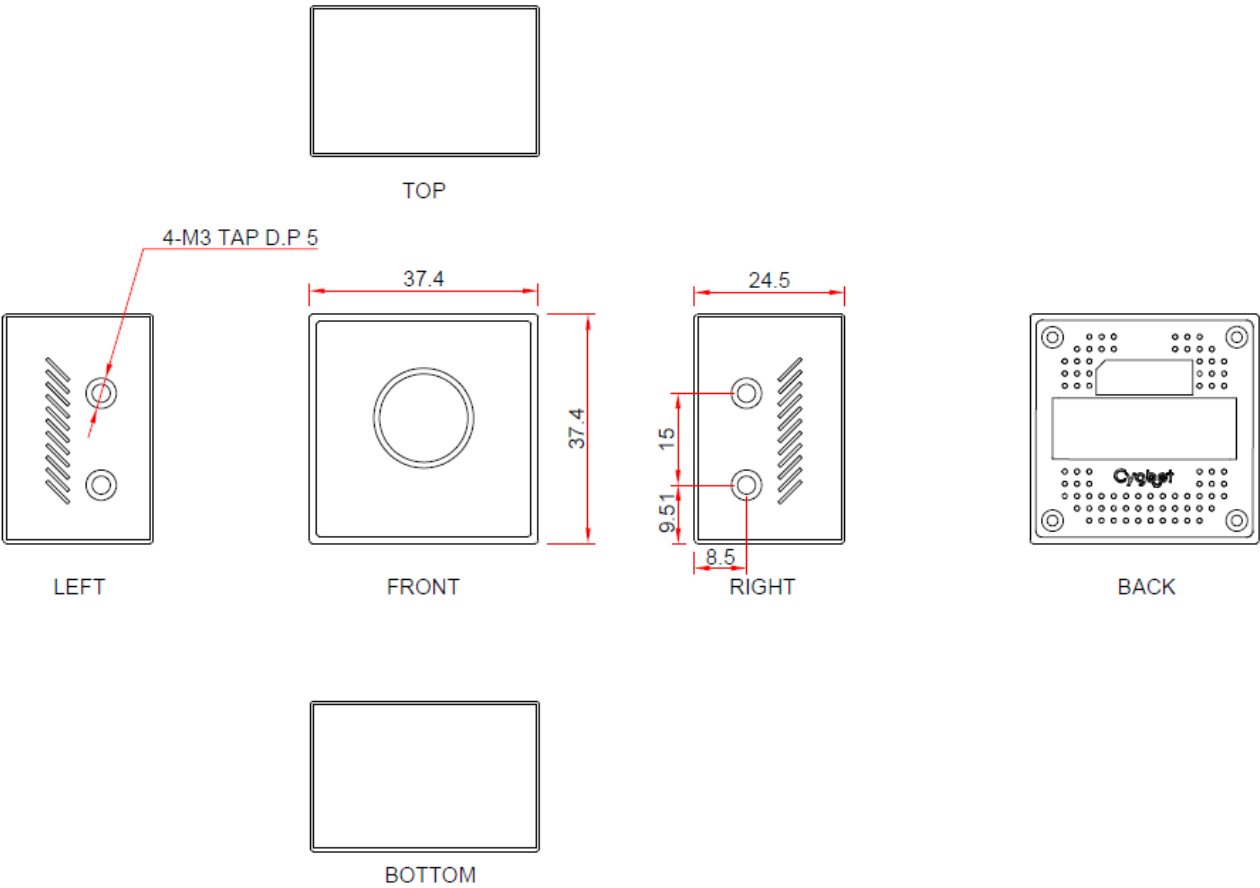


3. Components

			
CygLiDAR D1	Connector	USB to UART Converter	5pin USB Cable






* CygLiDAR D1 이외의 구성품은 별도로 제공되며, 상기 이미지와 다를 수 있습니다.

4. Hardware Design

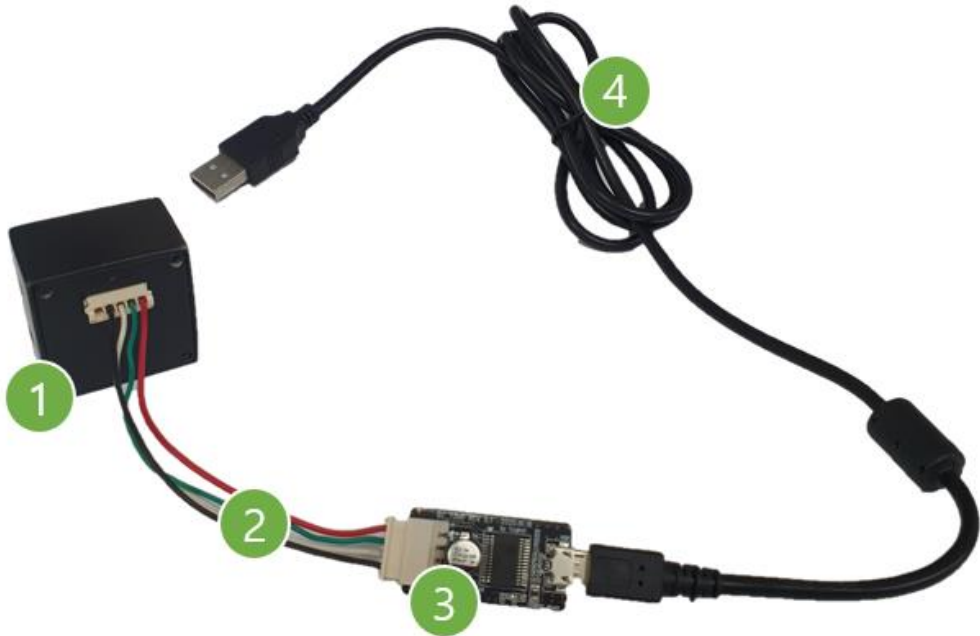


5. How to Use

- 라이다가 동작하기 위해 필요한 도구입니다.

				
1	2	3	4	5
CygLiDAR D1	Connector	USB to UART Converter	5pin USB Cable	PC or Raspberry Pi

- 아래의 그림처럼 1, 2, 3, 4번을 차례대로 연결합니다.



- 마지막으로 4번과 5번 (PC 또는 라즈베리파이)을 연결합니다.



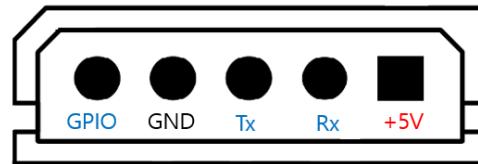
6. Serial Communication

UART

Data Bit : 8 bit
 Parity : none
 Stop Bit : 1 bit
 Baud Rate : 3,000,000 bps

PINMAP

VCC : +5V
 Rx : UART TTL Rx
 Tx : UART TTL Tx
 GND : GND
 GPIO : Reserved



Packet structure

Packet					Payload					Packet
Header1	Header2	Header3	Payload Length LSB	Payload Length MSB	Payload Header	Payload Data 0	Payload Data 1	...	Payload Data n	Checksum
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	n byte				1 byte

Header : 패킷의 시작 바이트입니다. 3 바이트가 0x5A 0x77 0xFF 순서로 시작됩니다.

Payload Length : Payload 의 크기입니다. 단위는 Byte입니다.

Payload Header : 기기의 동작 옵션을 나타냅니다.

Payload Data : 패킷의 정보를 나타냅니다.

Checksum : 패킷의 신뢰성을 위한 Checksum 입니다.

Checksum

수신한 데이터의 신뢰성 검사를 위한 패킷입니다.

Checksum은 Header 1,2,3 을 제외한 모든 바이트의 XOR 연산 결과입니다.

```
#define PAYLOAD_LENGTH_LSB_INDEX 3

uint8_t CalcChecksum(uint8_t *buff, int buffSize)
{
    uint8_t CheckSum = 0;
    for(int i = PAYLOAD_LENGTH_LSB_INDEX; i < buffSize - 1; i++)
    {
        CheckSum ^= buff[i];
    }
    return CheckSum;
}
```

6. Serial Communication

Packet

Requests Overview

Request Name	Payload Header Value	Payload Length	Response Packet	LiDAR Operation	Supported Firmware Version
Get Device Info	0x10	2	O	H/W와 F/W 버전을 출력합니다	0.0.1
Run 2D Mode	0x01	2	O	State를 2D Mode로 변경하고 2D Data 측정을 시작합니다.	0.0.1
Run 3D Mode	0x08	2	O	State를 3D Mode로 변경하고 3D Data 측정을 시작합니다.	0.0.1
Run Dual Mode	0x07	2	O	State를 Dual Mode로 변경하고 Dual Data 측정을 시작합니다.	0.0.1
Stop	0x02	2	X	State를 Idle로 변경합니다.	0.0.1
Set 3D Light pulse duration	0x0C	3	X	3D light의 pulse duration을 조절합니다.	0.0.1
Set Frequency Channel	0x0F	2	X	Frequency 채널을 변경합니다.	0.0.1
Set Sensitivity	0x11	2	X	측정 민감도를 조절합니다.	0.0.2
Set Baud Rate	0x12	2	X	Serial Baud Rate를 변경합니다.	0.2.4

Get Device Info Request

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x10	0x00	0x12					
Response Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x07	0x00	0x10	F/W 1	F/W 2	F/W 3	H/W 1	H/W 2	H/W 3	Check Sum

[Example] F/W version = 0.0.1, H/W Version = 0.2.0 인 경우 Payload Data

0x00

0x00

0x01

0x00

0x02

0x00

기기의 펌웨어 버전과 하드웨어 버전을 순서대로 출력합니다.

6. Serial Communication

Run 2D Mode Request (0x01)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x01	0x00	0x03
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Response Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x43	0x01	0x01	MSB -60°	LSB -60°	...	MSB +60°	LSB +60°	Check Sum
-----------------	------	------	------	------	------	------	-------------	-------------	-----	-------------	-------------	--------------

Light source : Laser, LED
 FOV : 120°
 Resolution : 0.75°
 Range : 200 ~ 8,000mm
 Data Type : 16 bit

Error code list

16000 : Limit for valid data
 16001 : Low Amplitude
 16002 : ADC Overflow
 16003 : Saturation
 16004 : Bad Pixel

State를 2D Mode로 변경합니다.

State가 2D Mode로 되면 2D 거리 데이터를 측정하고 출력합니다.

데이터 출력 순서는 -60° 부터 +60° 까지 0.75° 간격으로 데이터를 출력합니다.

Run 3D Mode Request (0x08)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x08	0x00	0x0A
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Response Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x41	0x38	0x08	3D Data format				Check Sum
-----------------	------	------	------	------	------	------	----------------	--	--	--	--------------

Light source : LED
 Resolution : 160 x 60
 Horizontal FOV : 120°
 Vertical FOV : 65°
 Range : 50 ~ 2,000mm
 Data Type : 12 bit

Error code list

4080 : Limit for valid data
 4081 : Low amplitude
 4082 : ADC Overflow
 4083 : Saturation

State를 3D Mode로 변경합니다.

State가 3D Mode로 되면 3D 거리 데이터를 측정하고 출력합니다.

데이터 출력 순서는 픽셀좌표 (0, 0) , (0, 1), (0, 2), ... , (159, 59)순으로 출력합니다.

6. Serial Communication

3D Data format

	C0	C1	C2	C3	C159
R0	1500mm (0x5DC)	2000mm (0x7D0)	1600mm (0x640)	1800mm (0x708)	...
R1	1530mm (0x5FA)	120mm (0x078)	4083mm (0xFF3) Saturation		
R2	256mm (0x100)	126mm (0x07E)			
R3	210mm (0x0D2)				
	⋮				
R59					100mm (0x064)

R0C0	R0C0 & R0C1	R0C1	R0C2	R0C2 & R0C3	R0C3	...	R59C159
0x5D	0xC7	0xD0	0x64	0x07	0x08	...	0x64

Run Dual Mode Request (0x07)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x07	0x00	0x05
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Response Packet	0x5A	0x77	0xFF	0xF3	0x00	0x01	2D Data format	Check Sum
	0x5A	0x77	0xFF	0x41	0x38	0x08	3D Data format	Check Sum

State를 Dual Mode로 변경합니다.

State가 Dual Mode일 때는 2D와 3D 데이터를 차례대로 측정하고 출력합니다.

6. Serial Communication

Stop (0x02)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x02	0x00	0x00
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------

현재 State를 Idle로 변경합니다.

State가 Idle로 변경되면 아무런 수행을 하지 않습니다.

Set 3D Pulse Duration Request (0x0C)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x03	0x00	0x0C	LSB	MSB	Check Sum
----------------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-----------

[Example]

0	1	1	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

LSB

0	1	0	1	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

MSB

1st bit

2nd bit

→ 3D / Fixed / Runtime Value = 6000

3D Data는 3D Mode와 Dual Mode에서 사용합니다.

Set 3D Pulse Duration 패킷으로 Pulse Duration을 조절할 수 있습니다. 조절 가능한 시간은 0 ~ 10,000us 범위로 한정됩니다. Pulse Duration은 LiDAR 스스로 조절하는 Auto와 사용자가 지정한 값을 사용하는 Fixed가 있습니다. Pulse Duration이 Fixed라면 2nd bit 이후 14bit는 Pulse Duration Value입니다.

1 st bit	2 nd bit	Result
0	0	3D, Auto
0	1	3D, Fixed
1	0	Dual, Auto
1	1	Dual, Fixed

6. Serial Communication

Frequency Setting Request (0x0F)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x0F	Freq Ch	Check Sum
----------------	------	------	------	------	------	------	---------	-----------

Light Source의 Frequency를 변경할 수 있습니다.

2대 이상의 CygLiDAR D1으로 같은 공간을 동시에 측정하면 Light source 간 간섭이 발생하여 측정 데이터에 오차가 발생할 수 있습니다.

이때 기기마다 서로 다른 Frequency를 적용하면 간섭에 의한 데이터 오차를 줄일 수 있습니다. CygLiDAR D1은 16개의 Frequency 채널을 사용합니다.

Frequency Channel

0 채널 → 0x00

1 채널 → 0x01

2 채널 → 0x02

.

.

.

15 채널 → 0x0F

Sensitivity Setting Request (0x11)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x11	Value	Check Sum
----------------	------	------	------	------	------	------	-------	-----------

측정 민감도를 10 ~ 100 내의 값으로 조절할 수 있습니다. (기본값 = 80) 민감도가 낮으면 더 먼 거리의 데이터를 볼 수 있으나 측정 데이터의 오차가 증가하며 민감도가 낮으면 정확한 거리 데이터 측정이 가능하나 측정 가능 범위가 줄어듭니다.

Set Serial Baud Rate (0x12)

Request Packet	0x5A	0x77	0xFF	0x02	0x00	0x12	Value	Check Sum
----------------	------	------	------	------	------	------	-------	-----------

Serial Baud Rate를 변경합니다.

CygLiDAR D1은 57,600bps, 115200bps, 250000bps 3000000bps 3가지 Serial Baud Rate를 지원합니다.

기본값은 3000000bps으로 세팅되어 있으며 Serial Baud Rate 변경 시 기기가 재부팅되며 변경한 Serial Baud Rate로 동작합니다.

변경된 Serial Baud Rate 롬에 저장되어 기기의 전원 공급이 끊겨도 변경된 값으로 자동 설정 됩니다.

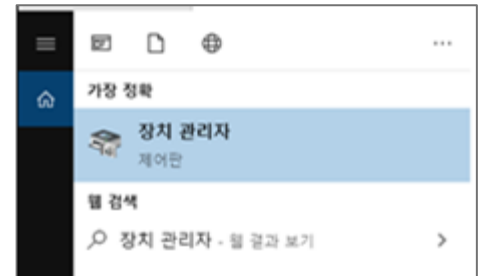
Baud Rate Packet

Packet	Baud Rate	unit	f/w
0x39 →	57,600	bps	0.3.3~
0xAA →	115,200	bps	0.2.4~
0x77 →	250,000	bps	0.2.4~
0x55 →	3,000,000	bps	0.2.4~

7. Verification & Install

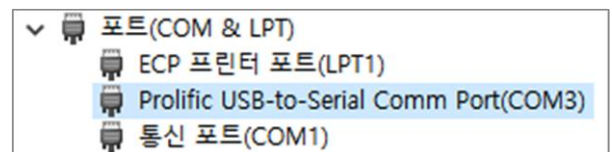
먼저 [6 페이지](#)를 참조하여 **CygLiDAR**를 **PC**에 연결하세요.

1. **PC**에서 장치 관리자를 엽니다.



2. 장치관리자에서 기기가 연결된 **COM Port** 번호를 확인합니다.

포트(COM & LPT) 메뉴 확장 → COM port 번호 확인
오른쪽 예시에서는 COM 포트 3번과 연결되었습니다.



Serial Driver : Prolific USB-to-Serial Comm Port

수동 드라이버 설치를 위한 다운로드 URL

for Window : http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?p_id=225&pcid=41

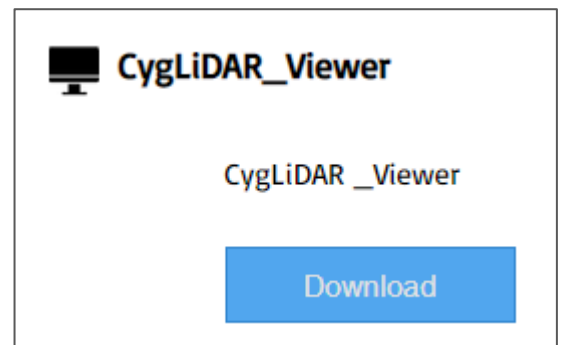
for MAC : http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?p_id=229&pcid=41

for LINUX(Ubuntu) :

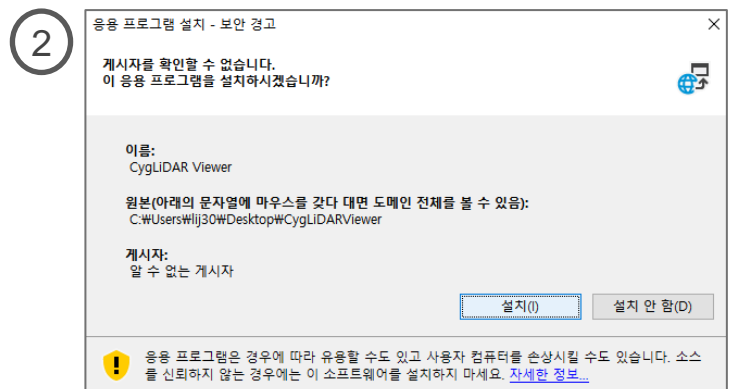
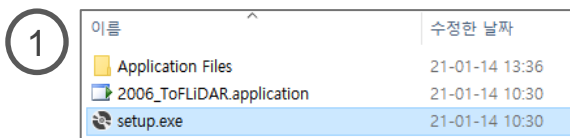
- ① `$ lsusb`
Bus 001 Device 005: ID 067b:2303 Prolific Technology, Inc. PL2303 Serial Port
- ② `$ sudo modprobe usbserial vendor=0x067b product=0x2303`
- ③ `$ dmesg`

3. **CygLiDAR Viewer** 프로그램을 다운로드 합니다.

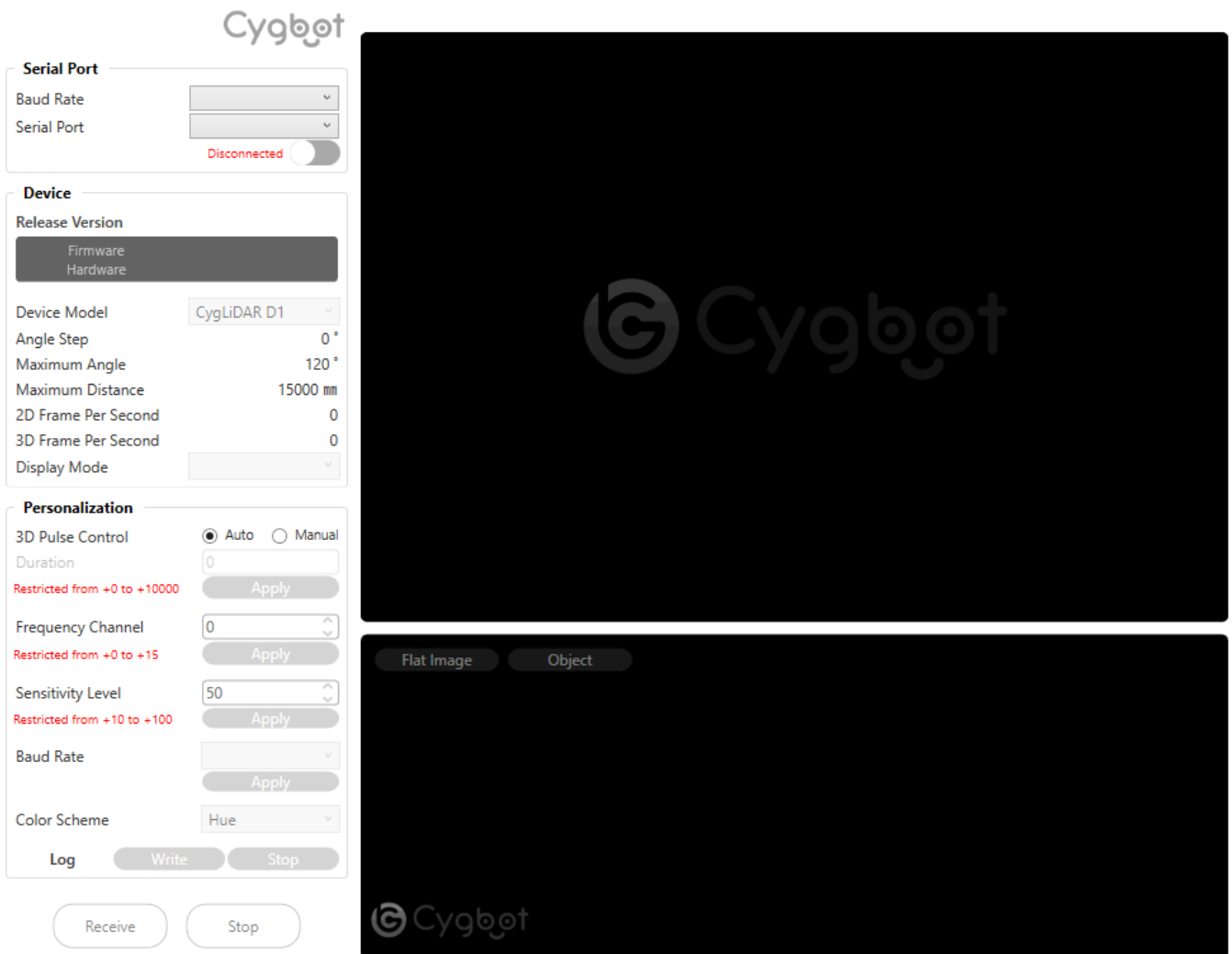
<https://www.cygbot.com/downloads>



3. **CygLiDAR Viewer** 프로그램을 설치합니다.

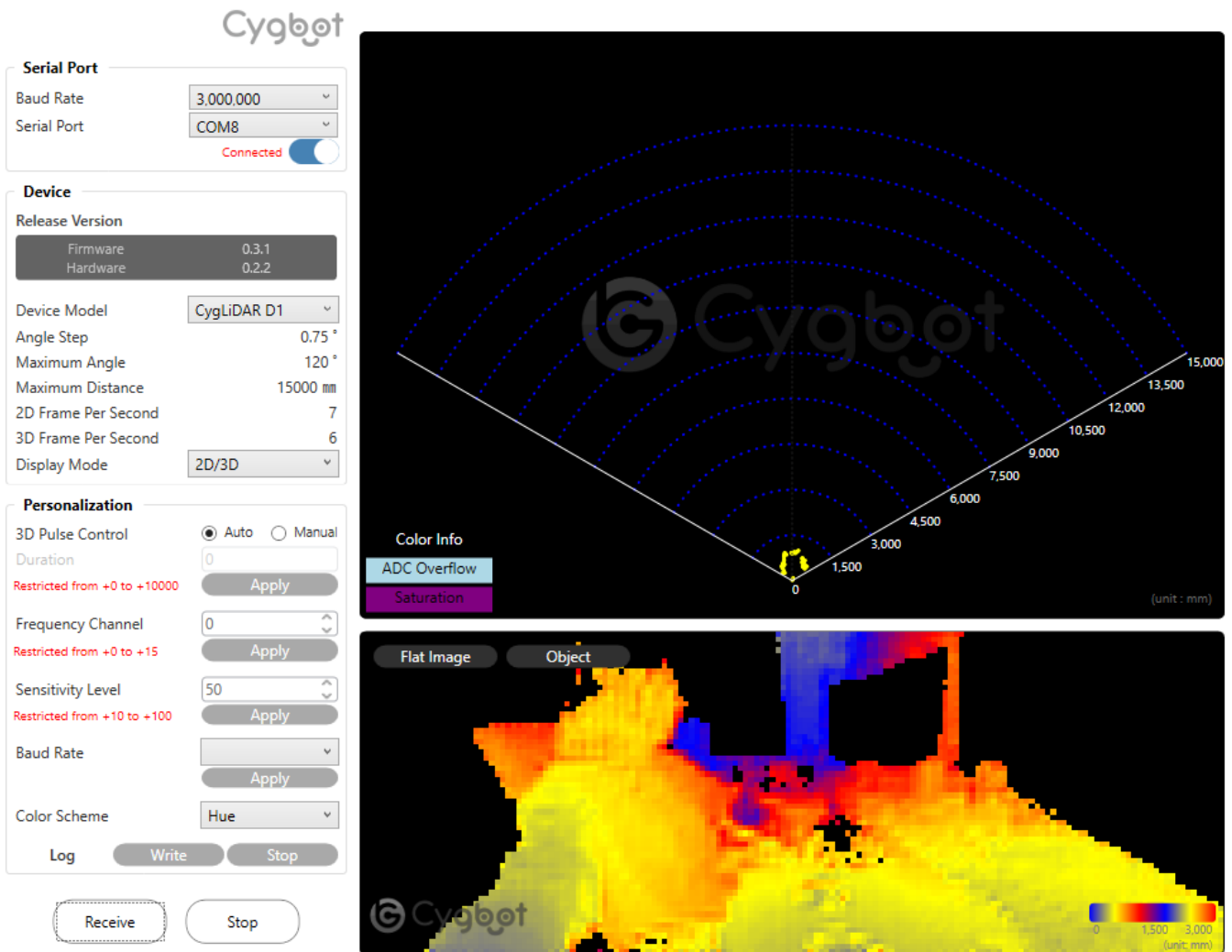


8. CygLiDAR Viewer



- 1) Serial Port: Baud Rate 및 Port 설정
- 2) Device: Firmware/Hardware의 Release Version 확인 및 Device Model/Display Mode 설정
- 3) 3D Pulse Control:
 - Auto 설정 후 Apply 버튼 누르면 Auto 모드로 동작
 - Manual 설정 후 Pulse Duration 기재하고 Apply 버튼 누르면 발광시간 조절 가능 (+0 ~ +10000 사이의 값 적용 가능)
- 4) Frequency Channel: Light Source의 Frequency 값 변경 (+0 ~ +15 사이의 값 적용 가능)
- 5) Sensitivity Level: 측정 민감도 설정 (+10 ~ +100 사이의 값 적용 가능)
- 6) Color Scheme: 거리 값에 대한 색상을 Hue/RGB/Grey로 표현 (상세 이미지는 뒷장 참고)
- 7) Baud Rate: Baud Rate 변경
- 8) Log: 거리 값 로그 작성

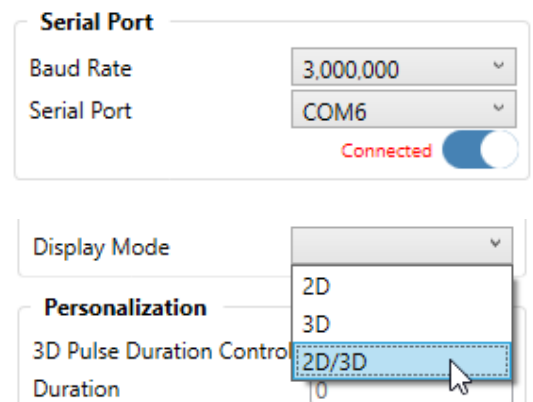
8. CygLiDAR Viewer



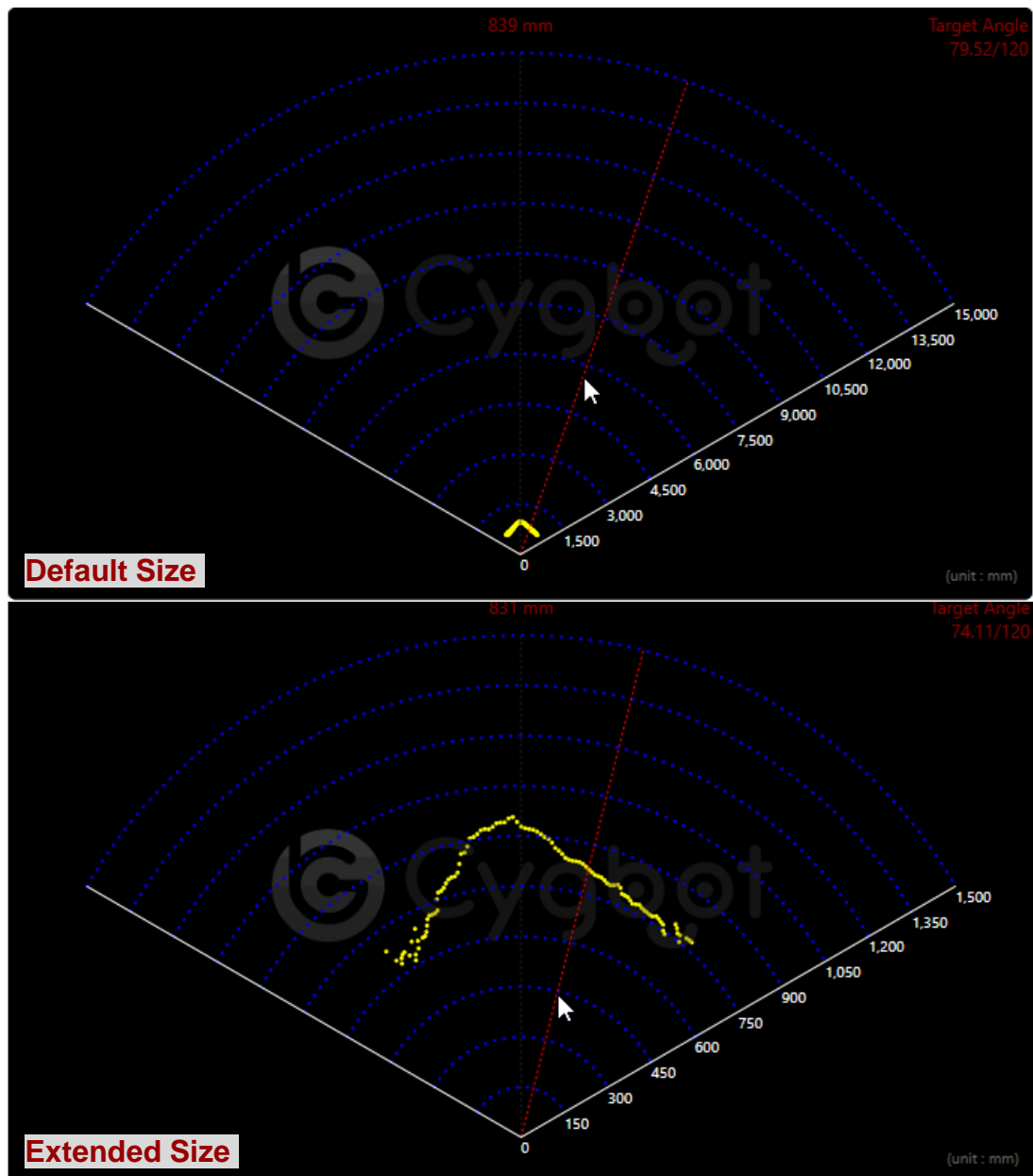
간편 사용법

- 1) Baud Rate : 3,000,000 bps (기본값)
- 2) Serial Port (CygLiDAR가 연결돼 있는 Port 확인 후 선택)
- 3) Device Model : CygLiDAR D1
- 4) Display Mode : 3개의 Mode 중 1개 선택

⇒ 위 사진과 같이 입력이 완료되면 **Receive** 버튼 클릭



8. CygLiDAR Viewer



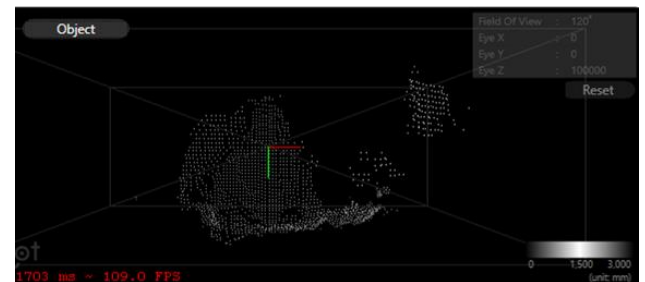
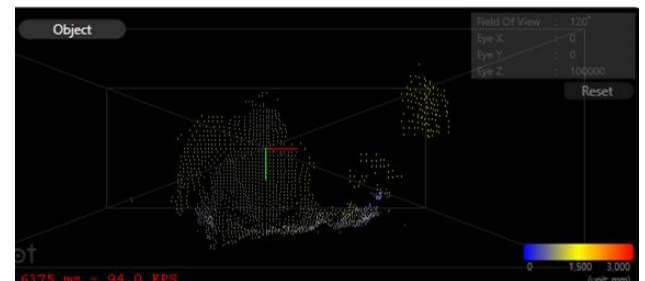
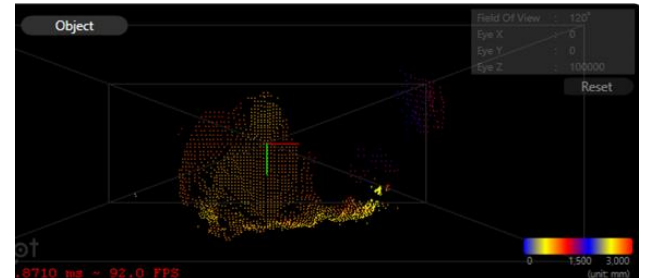
2D Data

- 마우스 포인터 위치: 해당 각도에 포착된 오브젝트의 거리 값을 출력합니다.
- 마우스 휠: 시각화한 결과물을 확대 혹은 축소할 수 있습니다.

8. CygLiDAR Viewer

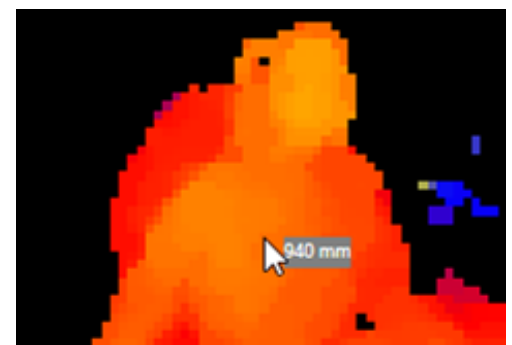
3D Data

Color Scheme 기능으로 데이터 값에 따라 색상을 표현할 수 있습니다. (위에서부터 Hue, RGB, Grey)



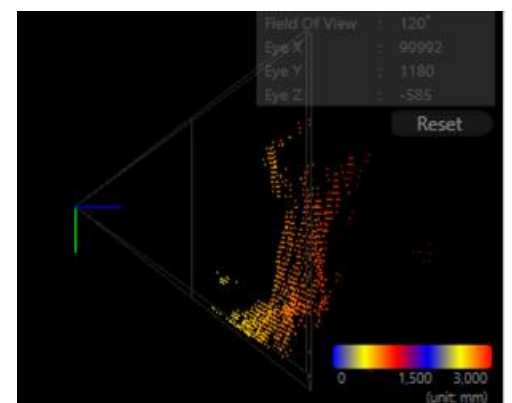
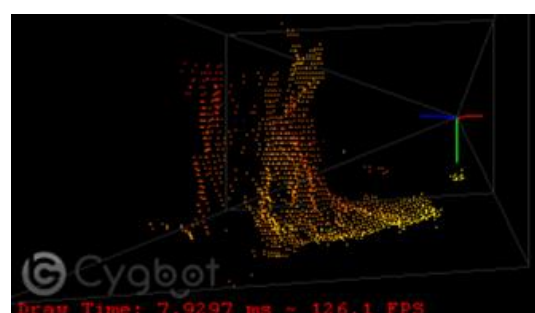
1) Flat Image

- 마우스 포인터 위치: 거리 값 출력



2) Object (Point Cloud)

- 마우스 왼쪽 버튼 & 포인터 이동: 시점 변경



9. CygLiDAR ROS Driver

1) CygLiDAR Github 페이지에서 ROS 패키지 URL 복사

https://github.com/CygLiDAR-ROS/cyglidar_d1

The screenshot shows the GitHub repository page for `CygLiDAR-ROS/cyglidar_d1`. The repository has 2 branches and 0 tags. The file list includes:

- `include`: Update cyglidar_pcl.h
- `launch`: Update cyglidar.launch
- `rviz`: Update cyglidar_config.rviz
- `screenshots`: Add files via upload
- `scripts`: Update create_udev_rules.sh
- `src`: Update cyglidar_pcl_publisher.cpp (3 days ago)
- `CMakeLists.txt`: Update CMakeLists.txt (28 minutes ago)
- `LICENSE`: Initial commit (18 days ago)
- `README.md`: Update README.md (34 minutes ago)
- `package.xml`: Update package.xml (28 minutes ago)

The 'Code' button is highlighted, and the 'Clone' dropdown menu is open, showing the following options:

- Clone** (with a question mark icon)
 - HTTPS (selected)
 - SSH
 - GitHub CLI
- Use Git or checkout with SVN using the web URL.
- Open with GitHub Desktop
- Download ZIP

2) 아래와 같이 명령어를 이용해 ROS Driver 다운로드

\$ git clone https://github.com/CygLiDAR-ROS/cyglidar_d1.git

```
cygbot@cygbot- -DeskTop-System:~/catkin_test/src$ git clone https://github.com/CygLiDAR-ROS/cyglidar_d1.git
Cloning into 'cyglidar_d1'...
remote: Enumerating objects: 33, done.
remote: Counting objects: 100% (33/33), done.
remote: Compressing objects: 100% (32/32), done.
remote: Total 224 (delta 11), reused 0 (delta 0), pack-reused 191
Receiving objects: 100% (224/224), 444.40 KiB | 675.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (107/107), done.
```

10. Revision history

Document Revision History

30-Dec-20	0.1.6	Added: <ul style="list-style-type: none"> - Inserted a short description on Frequency in Viewer. Updated: <ul style="list-style-type: none"> - ROS package URL. - both captured images of ROS package.
07-Jan-21	0.1.7	Updated: <ul style="list-style-type: none"> - ROS repository URL. Minor text edits across the whole document.
26-Jan-21	0.1.8	Added: <ul style="list-style-type: none"> - Set Amplitude Updated: <ul style="list-style-type: none"> - Serial Communication design and description - Hardware Design - Software user interface and description on new functions
31-May-21	0.1.9	Added: <ul style="list-style-type: none"> - Usb Driver for Linux - Set Serial Baud Rate Updated: <ul style="list-style-type: none"> - CygLiDAR Viewer Download URL
01-Jul-21	0.2.0	Updated: <ul style="list-style-type: none"> - 2D Resolution 0.75 - Serial baudrate 250000 add - Description on the log function
02-Jul-21	0.2.1	Added: <ul style="list-style-type: none"> - baud rate update function in software - distinguishable colors for invalid data adapted to both 2D and 3D preview
09-Aug-21	0.2.2	Added: <ul style="list-style-type: none"> - baud rate update function in software

IMPORTANT NOTICE – PLEASE READ CAREFULLY

Cygbot reserves the right to make changes, corrections, enhancements, modifications and improvements to Cygbot products and/or to this document at any time without notice. Purchasers should obtain the latest relevant information on Cygbot products before placing orders. Cygbot products are sold pursuant to Cygbot 's terms and conditions of sale in place at the time of order acknowledgement.

Purchasers are solely responsible for the choice, selection, and use of Cygbot products and Cygbot assumes no liability for application assistance or the design of Purchasers' products.

No license, express or implied, to any intellectual property right is granted by Cygbot herein. Resale of Cygbot products with provisions different from the information set forth herein shall void any warranty granted by Cygbot for such product. Cygbot and the Cygbot logo are trademarks of Cygbot . For additional information about Cygbot, please refer to www.cygbot.com. All other product or service names are the property of their respective owners.

Information in this document supersedes and replaces information previously supplied in any prior versions of this document.