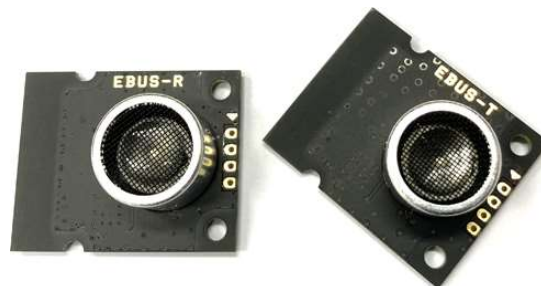


# EBUS SPECIFICATION

## Wireless 3D Positioning & Attitude measurement

Rev1.0 (F/W v1.0)



E2BOX COMPANY  
[www.e2box.co.kr](http://www.e2box.co.kr)

## INDEX

1. FEATURE .....	3
2. HARDWARE INTERFACE .....	4
3. COMMUNICATION PROTOCOL SEQUENCE .....	6
4. ULTRASONIC DISTANCE MEASUREMENT .....	7
5. POSITIONING MEASUREMENT .....	14
6. IMU(Inertial Measurement Unit) .....	23
7. OTHER COMMANDS .....	31
8. ELECTRICAL CHARACTERISTICS .....	35
9. SENSOR SPECIFICATIONS .....	36
10. DIMENSIONS .....	38
11. 주의사항 .....	39
12. Revision History .....	40

## 1. FEATURE

거리 측정 범위 0.03m~15m, 최대 정밀도 1mm

2차원, 3차원 위치 측정 알고리즘 내장

센서 간 쉬운 무선(2.4Ghz) 연결

EBUS-T 와 EBUS-R의 N : N 구성 가능

개별 센서에서 모든 센서의 데이터를 무선으로 수신 가능

- 센서(EBUS-T) to 센서(EBUS-R)의 거리 데이터
- 센서 위치 데이터 (2D의 경우 최소 1:2 구성, 3D의 경우 최소 1:3 구성)
- 센서 자세(EulerAngles/Quaternions) 데이터 및 각속도, 가속도 데이터

2차원, 3차원 위치 측정을 위한 Position Calibration 지원

EBUS-T 위치 측정 모드와 EBUS-R 위치 측정 모드 모두 지원

- Transmitter Tracker, Receiver Station 모드
- Receiver Tracker, Transmitter Station 모드

4가지의 위치 측정 알고리즘

- 2 Station / 3 Station 2D 위치 측정 모드
- 3 Station / 4 Station 3D 위치 측정 모드

2차원 위치 측정 시 XY, XZ, YZ Plane 설정 기능

온도 보상 기능

3축 자이로스코프, 3축 가속도센서 내장

안정적인 회전 자세를 측정을 위한 기능 적용

- RAA(Robust Attitude Algorithm) 적용
- AGC(Auto Gyroscope Calibration) 적용

자세 offset설정 기능

사용자 자이로, 가속도센서 캘리브레이션 기능

TimeStamp 출력

간단한 인터페이스 (VCC, GND, TX, RX)

- 입력전압(VCC)에 따르는 전압Level의 TX, RX UART통신 연결

저전력 - Normal. 20mA @ 5V

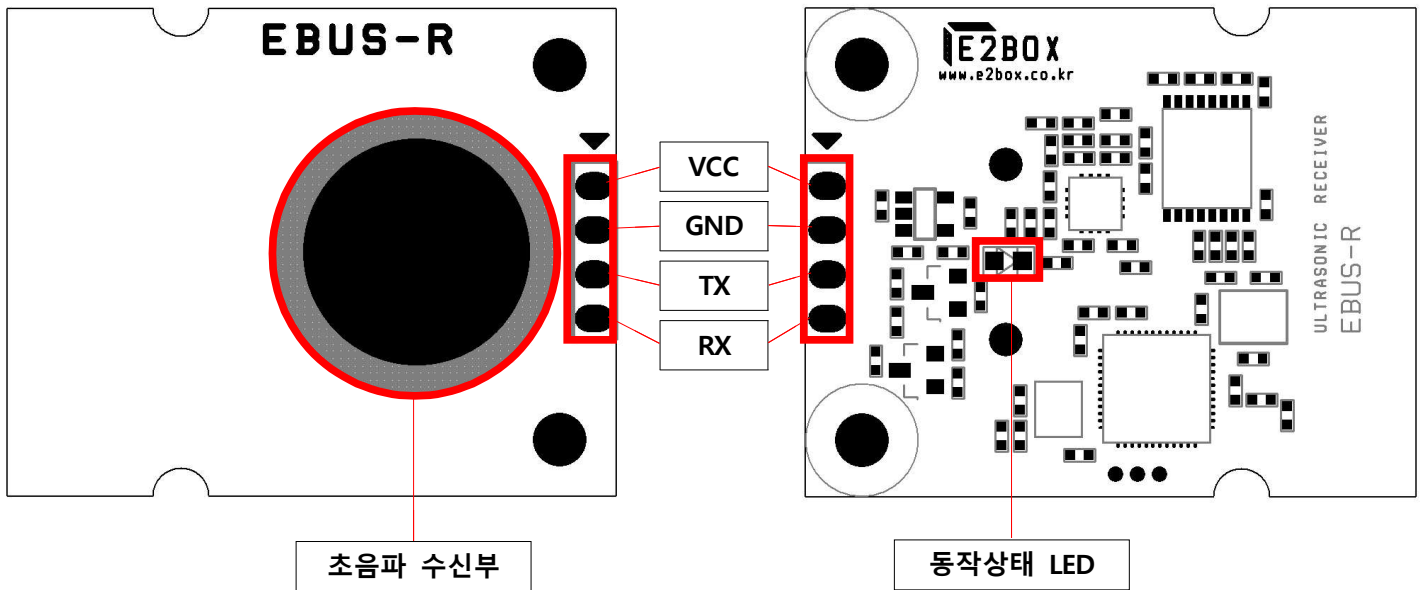
입력전압 : 3.3V ~ 6V

통신 속도 : 9600bps ~ 921600bps

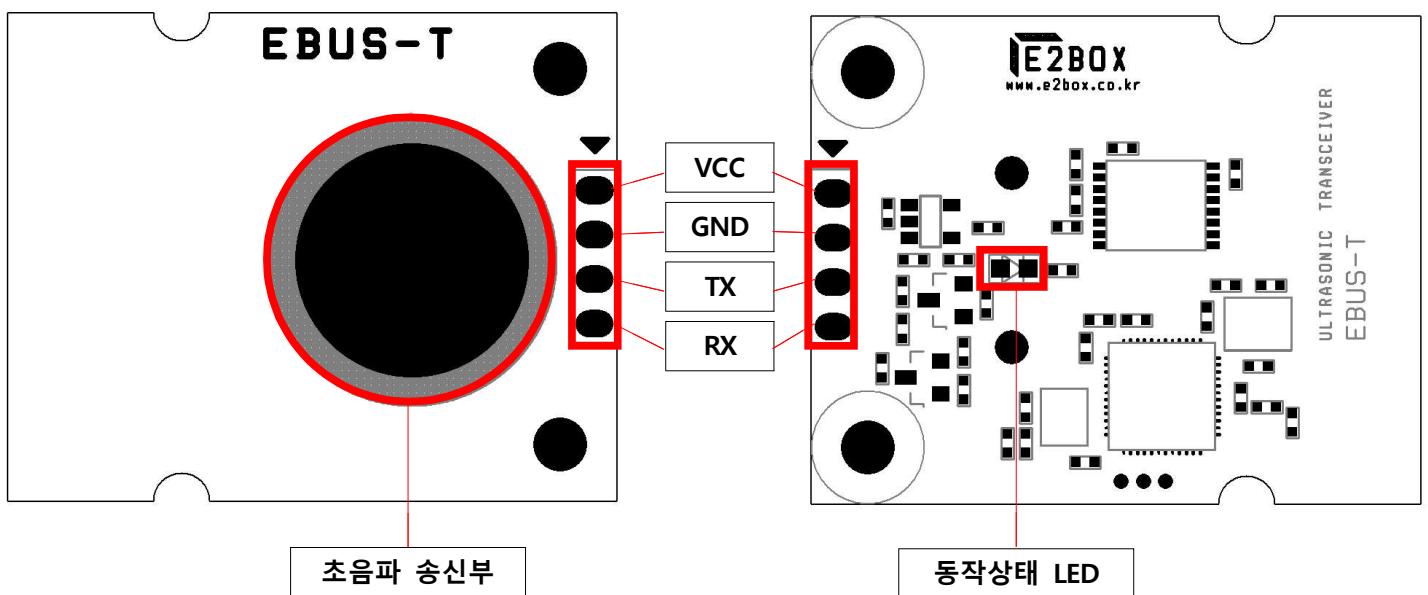
## 2. HARDWARE INTERFACE

### 2-1. Pinouts

EBUS-R



EBUS-T



## 2-2. Pin Description

NAME	TYPE	DESCRIPTION
VCC	PWR	3.3V ~ 6V
GND	PWR	Ground (0V)
TX	OUT	Serial(UART) Data Output 입력전압(VCC)과 같은 전압Level로 동작합니다.
RX	IN	Serial(UART) Data Input 입력전압(VCC)과 같은 전압Level로 동작합니다.

## 2-3. UART Protocol

BAUDRATE : 9600 bps ~ 921600bps (default : 115200bps)

PARITYBIT : No Parity

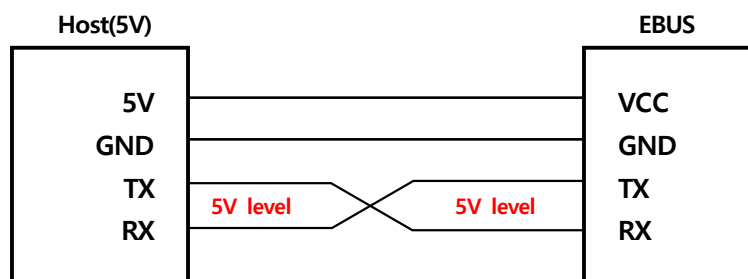
DATABIT : 8 Data bits

STOPBIT : 1 Stop bit

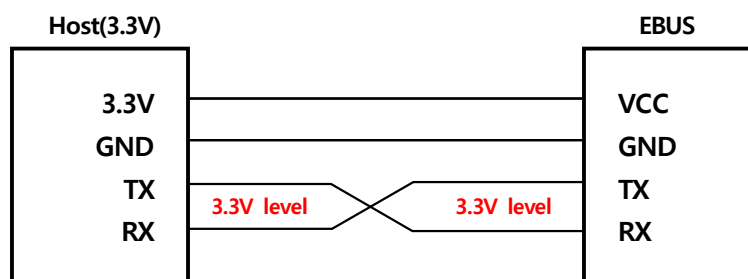
No H/W flow controls

## 2-4. UART Connection

5V interface

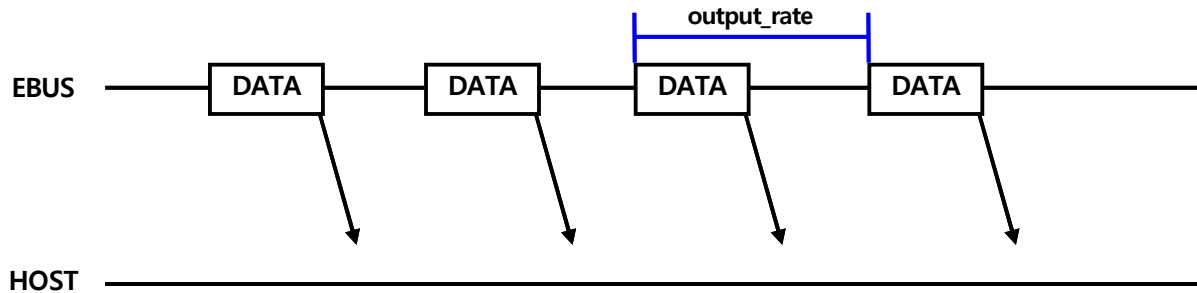


3.3V interface



### 3. COMMUNICATION SEQUENCE

#### 3-1. Data Output



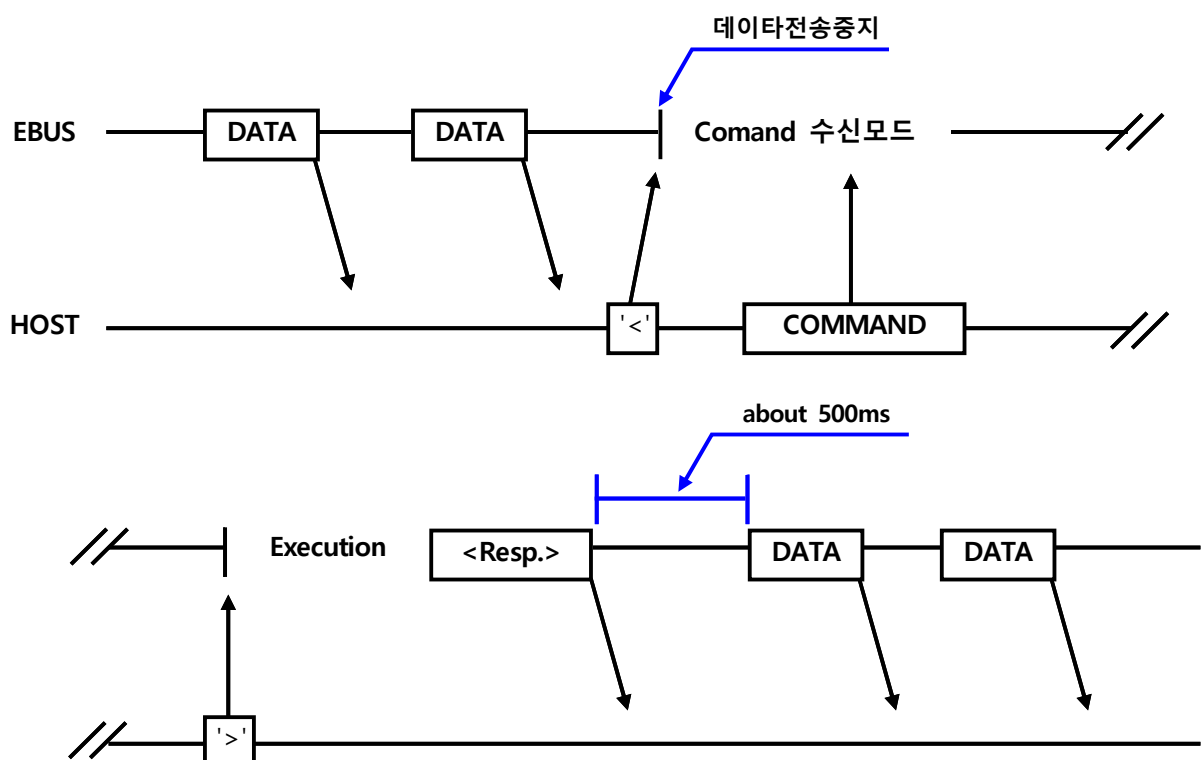
Distance, Position 데이터

$$\text{output\_rate(s)} = \text{MaxDistance} / (331.5 + (0.606 \times \text{Temperature})) \times \text{number\_of\_EBUS-T}$$

IMU 데이터

$$\text{output\_rate(s)} = \text{imor} / 1000$$

#### 3-2. Command Operations



#### 4. ULTRASONIC DISTANCE MEASUREMENT

[용어 정리]

송신기 또는 tx : EBUS-T

수신기 또는 rx : EBUS-R

pairing : 센서와 센서의 무선연결 및 초음파 거리측정 구성

무선 채널 : 센서 간의 통신에 사용되는 물리적인 채널

id : 같은 무선 채널 내에서 센서를 구분하기 위해 개별적으로 부여되는 번호

master : id가 0인 센서

초음파 송신기(EBUS-T)와 초음파 수신기(EBUS-R) 사이의 거리를 측정할 수 있습니다.

다수의 송신기와 수신기 구성이 가능하며 송신기(n) : 수신기(m)로 구성할 경우 n x m 수의 거리데이터를 얻을 수 있습니다.

거리데이터를 측정하기 위해 아래와 같이 <pair> 명령으로 송/수신기를 구성할 수 있습니다.

- ① master(id=0)가 될 센서에서 "<pair>" 명령어를 입력합니다.
- ② 구성할 센서의 전원을 차례대로 ON(또는 RESET) 합니다.
- ③ master(id=0)에서 종료 커맨드 ">"를 입력합니다.

거리데이터를 측정하기 위한 조건은 아래와 같습니다. (<pair> 명령어로 자동 설정됩니다)

\* 같은 무선 채널 내에서 센서마다 ID가 중복되지 않도록 설정되어 있어야합니다.

(<sid> 명령어로 id를 설정할 수 있습니다)

\* ID가 0인 센서가 master이며 master 센서가 반드시 있어야 합니다.

(EBUS-R, EBUS-T 모두 master 센서가 될 수 있습니다.)

\* master 센서(id=0)의 tx\_list와 rx\_list에 송신기와 수신기 ID가 등록되어 있어야합니다.

(<addt>, <addr> 명령어로 송수신기 수동 등록이 가능합니다.)

거리데이터의 출력 갱신속도는 아래와 같습니다.

$$\text{output\_rate(s)} = \text{MaxDistance} / (331.5 + (0.606 \times \text{Temperature})) \times \text{number\_of\_EBUS-T}$$

MaxDistance : 측정할 최대거리입니다. <mdist> 명령어로 설정 가능합니다. 기본 20m로 설정되어 있습니다.

Temperature : 송수신기 사이 대기의 온도입니다. <temp>명령어로 설정 가능합니다. 기본 25도로 설정되어 있습니다. <tc\_en>명령어로 EBUS 내부의 온도센서 데이터를 자동으로 적용 할 수 있습니다.

하나의 센서에서 모든 센서의 거리데이터를 출력 할 수 있습니다.

<usom> 명령어로 전체 거리데이터를 출력하거나 특정 id의 거리데이터만 출력 할 수 있습니다.

output\_rate와 gain 설정과의 관계

수신기(EBUS-R)는 초음파 수신 gain을 1~8로 설정할 수 있습니다.

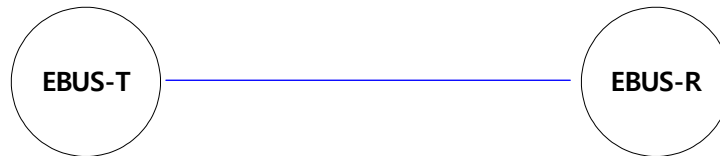
gain과 output\_rate를 알맞게 설정해야 거리데이터를 얻을 수 있습니다.

	gain 높음	gain 낮음
MaxDistance가 크다 (output_rate 길다)	[good] 먼 거리의 센서나 센서의 방향각이 맞지 않아도 측정이 가능합니다.	[acceptable] 짧은 거리의 센서로 부터 데이터를 느린 속도로 수신할 수 있습니다. echo가 심한 환경에서 사용할 수 있습니다.
MaxDistance가 작다 (output_rate 짧다)	[bad] 거리측정 오차 발생 가능성이 높습 니다.	[good] 가까운 거리의 센서에서 빠른 속도로 데이터를 수신할 수 있습니다.

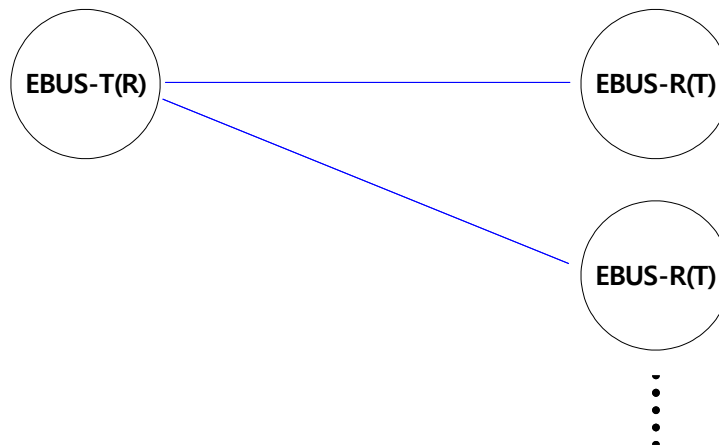
#### 4-1. Sensor Connection

— 거리 측정 구간

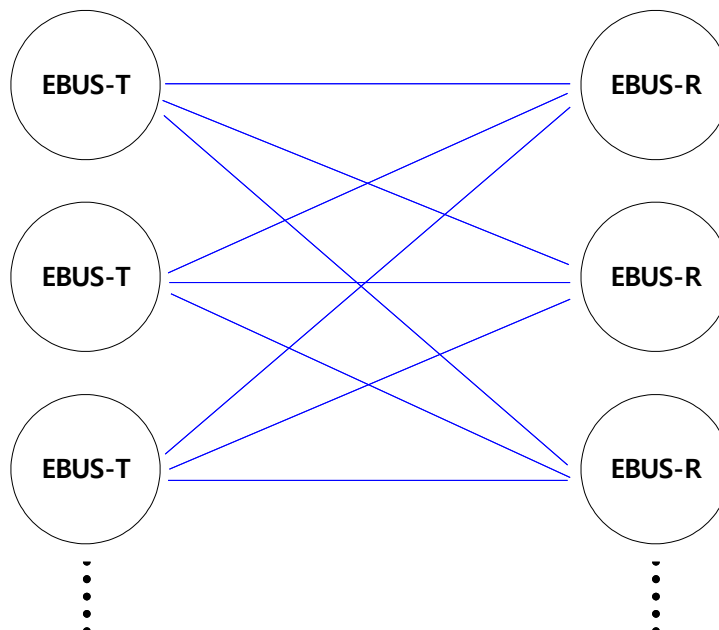
##### 1:1 Connection



##### 1:N Connection



##### N:N Connection





#### 4-2. DISTANCE OUTPUT DATA FORMAT

(모든 송수신 데이터는 ASCII CODE입니다.)

Output Data Format								
#	tx_id	-	rx_id	,	distance	,	tof	CR LF

# : 거리 데이터 패킷 '#' (23)hex  
tx\_id : 송신 센서의 id  
- : 송신 id와 수신 id 구분 기호 '-' (2D)hex  
rx\_id : 수신 센서의 id  
, : 데이터 구분 기호 ',' (2C)hex  
distance : 송신기와 수신기 사이의 측정 거리  
tof : 송신기와 수신기 사이의 초음파 도달 시간(mirco-sec)  
CR LF : (0D)hex (0A)hex

ex) #0-1,0.652,1882(CR)(LF)

0번 송신기(EBUS-T)와 1번 수신기(EBUS-R) 사이의 거리는 0.625m, tof는 1882us입니다.

#### 4-3. COMMAND & RESPONSE FORMAT

Command(Response) Data Format			
<	cmd	data	>

< : 명령어의 시작 '<' (3C)hex  
cmd : 명령어  
data : 명령어의 데이터(optional)  
> : 명령어의 종료 '>' (3E)hex

ex) command : <gain7> gain을 7로 변경  
response : <ok> 정상 처리 완료

## 4-4. DISTANCE COMMAND LIST

COMMAND		DATA	Description
PAIRING	pair	NONE	송/수신기 자동 연결
ACCEPT PAIRING	accept_pair	0 : pairing 허용안함 1 : pairing 허용	pairing 허용 설정 (default : 1)
ADD TX	addt	0~99	id를 tx_list에 등록
ADD RX	addr	0~99	id를 rx_list에 등록
CLEAR LIST	clr	NONE	등록된 송수신기 id 모두 삭제
GAIN	gain	1~8	수신기의 수신 gain 설정 (default : 7)
LOCK GAIN (only EBUS-R)	lock_gain	0 : gain 고정안함 1 : gain 고정	수신기의 gain 고정 (default : 0)
MAX DISTANCE	mdist	1~999	최대 측정 거리 설정 (default : 20)
TEMPERATURE	temp	-49 ~ 99	대기 온도 설정 (default : 25)
TEMPERATURE COMPENSATION ENABLE	tc_en	0 : 자동 온도보상 비활성 1 : 자동 온도보상 활성화	자동 온도보상 설정 (default : 0)
TEMPERATURE COMPENSATION OFFSET	tc_offset	-49 ~ 49	온도 보상 offset 설정 (default : -5)
ULTRASONIC OUTPUT MASK	usom	100 : 거리데이터 출력안함 0~99 : 지정된 id의 거리데이터만 출력 255 : 모든 id의 거리데이터 출력	거리데이터 출력 대상 설정 (default : 255)

## 4-5. RESPONSE LIST

STATUS LIST		DESCRIPTION
OK	ok	정상처리 완료.
ERROR	er	Error 발생

## 4-6. DISTANCE COMMAND DETAILS

### 4-6-1. PAIRING

송신기(EBUS-T) 또는 수신기(EBUS-R)를 자동 연결합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"pair"	'>'

아래의 순서로 PAIRING 할 수 있습니다.

- ① master(id=0)가 될 센서에서 "<pair>" 명령어를 입력합니다.  
"<pair:"이 출력됩니다.
- ② 구성할 센서의 전원을 차례대로 ON(또는 RESET) 합니다.  
1r(t),2r(t)... 와 같이 출력이 되고 차례로 id가 부여됩니다.
- ③ master(id=0)에서 종료 커맨드 ">"를 입력합니다.  
">" 출력 후 <ok> 응답이 출력됩니다.

pairing된 센서는 무선 채널이 master와 같게 설정되고 id가 재설정됩니다.

명령어를 입력한 센서는 master(id=0)가 되고, tx\_list와 rx\_list에 각 센서의 id가 저장됩니다.

<cfg> 명령어로 tx\_list와 rx\_list에 등록된 id를 확인할 수 있습니다.

### 4-6-2. ACCEPT PAIRING

pairing의 허용 여부를 결정합니다.

0로 설정 시 master의 pairing 요청에 응답하지 않습니다.

1로 설정 시 master의 pairing 요청에 응답하여 등록됩니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"accept_pair"	data	'>'

data :     '0'     pairing 허용 안함  
          '1'     pairing 허용 (default)

### 4-6-3. ADD TX

지정된 id를 tx\_list에 등록합니다.

master(id=0) 센서에서 유효한 명령어입니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"addt"	data	'>'

data : '0' ~ "99"   센서 ID

### 4-6-4. ADD RX

지정된 id를 rx\_list에 등록합니다.

master(id=0) 센서에서 유효한 명령어입니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"addr"	data	'>'

data : '0' ~ "99"   센서 ID

## 4-6-5. CLEAR LIST

등록된 tx\_list와 rx\_list를 모두 삭제합니다.  
 master(id=0) 센서에서 유효한 명령어입니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"clr"	'>'

## 4-6-6. GAIN

수신기(EBUS-R)의 수신 gain을 설정합니다.  
 값이 클수록 먼 거리를 측정할 수 있습니다.  
 master(id=0)센서에서 설정한 gain은 모든 수신기에 적용됩니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"gain"	data	'>'

data : '1'~'8' (default 7)

## 4-6-7. LOCK GAIN

수신기(EBUS-R)의 gain을 고정합니다. 수신기 전용 명령어입니다.  
 0으로 설정할 경우 master의 gain이 적용됩니다.  
 1로 설정할 경우 master의 gain에 영향을 받지 않고 <gain>명령으로 설정한 gain으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"lock_gain"	data	'>'

data : '0' gain 고정 안함 (default)  
 '1' gain 고정

## 4-6-8. MAX DISTANCE

최대 측정거리(MaxDistance)를 설정합니다. 단위는 meter입니다.  
 master(id=0) 센서에서 유효한 명령어입니다.  
 MaxDistance 설정에 따라 output\_rate가 변경되어 데이터 갱신율과 출력속도에 영향을 미칩니다.  
 데이터 출력 속도가 중요하지 않다면 값을 보다 크게 설정하는 것이 좋습니다.  

$$\text{output\_rate(s)} = \text{MaxDistance} / (331.5 + (0.606 \times \text{Temperature})) \times \text{number\_of\_EBUS-T}$$
  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"mdist"	data	'>'

data : '1'~"999" MaxDistance (default 20)

## 4-6-9. TEMPERATURE

송신기, 수신기 사이의 대기 온도를 설정합니다. 단위는 섭씨(°C)입니다.

센서 외부에서 측정된 대기의 온도를 적용하여 거리측정 오차를 줄이기 위한 설정입니다.

tc\_en 설정이 1(활성)로 되었을 경우 <temp> 설정은 적용되지 않습니다.

설정된 내용은 저장되지 않습니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"temp"	data	'>'

data :        "-49"~"99"        설정 온도 (default 25)

## 4-6-10. TEMPERATURE COMPENSATION ENABLE

자동 온도 보상 기능을 활성화/비활성 합니다.

대기의 온도에 따라 발생 할 수 있는 거리측정 오차를 줄이기 위한 설정입니다.

활성화 되었을 경우 EBUS 내부의 온도센서를 거리 보정용으로 사용합니다.

실제 대기 온도와 EBUS 온도센서의 온도 차이는 <tc\_offset>으로 설정할 수 있습니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"tc_en"	data	'>'

data :        '0'        자동 온도 보상 비활성화 (default)  
              '1'        자동 온도 보상 활성화

## 4-6-11. TEMPERATURE COMPENSATION OFFSET

자동 온도 보상 기능 활성화(tc\_en=1) 시 센서에서 측정된 온도와 대기의 온도 차이를 설정 합니다.

센서에서 측정되는 온도는 <imof> 명령어로 확인할 수 있습니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"tc_offset"	data	'>'

data :        "-49"~"49"        offset 온도 (default -5)

## 4-6-12. ULTRASONIC OUTPUT MASK

지정된 ID의 거리데이터만 출력합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"usom"	data	'>'

data :        "100"        거리데이터 출력안함  
              '0'~"99"        지정된 id의 거리데이터만 출력  
              "255"        모든 id의 거리데이터 출력(default)

## 5. POSITIONING MEASUREMENT

[용어 정리]

송신기 또는 tx : EBUS-T

수신기 또는 rx : EBUS-R

pairing : 센서와 센서의 무선연결 및 초음파 거리측정 구성

무선 채널 : 센서 간의 통신에 사용되는 물리적인 채널

id : 같은 무선 채널 내에서 센서를 구분하기 위해 개별적으로 부여되는 번호

master : id가 0인 센서

station : 위치측정을 위해 고정적으로 배치되는 센서(EBUS-T 또는 EBUS-R)

tracker : 위치측정용으로 사용되는 센서(EBUS-T 또는 EBUS-R)

2개 이상의 station과 1개 이상의 tracker가 있을 경우 tracker의 위치를 측정할 수 있습니다.

송신기(EBUS-T)가 tracker가 될 경우 수신기(EBUS-R)가 station이 됩니다.

수신기(EBUS-R)가 tracker가 될 경우 송신기(EBUS-T)가 station이 됩니다.

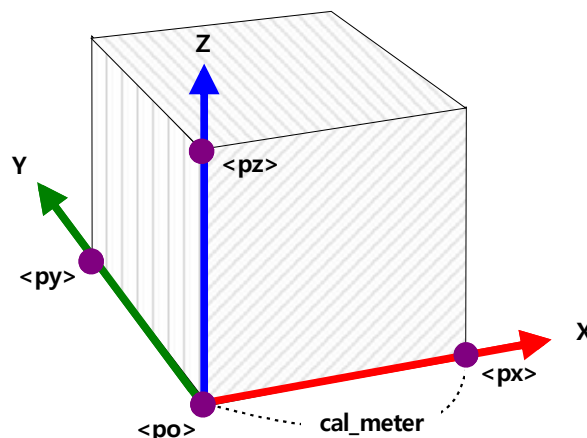
위치데이터를 얻기 위해 <cal\_pos> 명령으로 station/tracker를 구성할 수 있습니다.

아래의 설정 전 pairing을 통해 송수신기가 거리데이터를 측정할 수 있는 설정이 되어 있어야 합니다.

거리데이터 설정은 "4.ULTRASONIC DISTANCE MEASUREMENT"를 참고하시기 바랍니다.

- ① station이 될 센서들을 배치합니다. station과 tracker의 초음파 송수신에 문제가 없도록 배치되어야 합니다.
- ② tracker로 지정할 센서의 id를 확인 후 master센서에 "<cal\_posid>"를 입력합니다.  
예) tracker가 될 센서의 id가 1번이라면 "<cal\_pos1>"을 입력합니다.
- ③ master센서에서 "<po>" 가 출력되면 tracker센서를 원점(0,0,0)으로 설정할 위치에 두고 master센서에 ">"를 입력합니다.
- ④ master센서에서 "<px>" 가 출력되면 tracker센서를 좌표(cal\_meter,0,0) 위치에 둡니다. cal\_meter는 기본 0.5m입니다. master 센서에 ">"를 입력합니다.
- ⑤ master센서에서 "<py>" 가 출력되면 tracker센서를 좌표(0,cal\_meter,0) 위치에 둡니다. master 센서에 ">"를 입력합니다.
- ⑥ master센서에서 "<pz>" 가 출력되면 tracker센서를 좌표(0,0,cal\_meter) 위치에 둡니다. master 센서에 ">"를 입력합니다.
- ⑦ master 센서에서 "<ok>" 출력되고 이후 위치데이터가 출력됩니다.

EBUS에서 사용되는 위치 좌표계는 오른손 좌표계이며, <cal\_pos> 설정을 할 경우에도 오른손 좌표계에 따라 tracker를 배치해야 합니다.



<cal\_pos> 설정에서 tracker의 배치 위치

위치데이터를 측정하기 위한 조건은 아래와 같습니다. (<cal\_pos> 명령어로 자동 설정됩니다)

- \* 송신기와 수신기의 거리데이터 측정이 가능하도록 pairing되어 있어야합니다.
- \* master(id=0)에 station\_list와 tracker\_list가 등록되어 있어야합니다.  
(<add\_st>, <add\_tr> 명령어로 station과 tracker 수동 등록이 가능합니다.)
- \* tracker에 station\_list가 등록되어 있고 pos\_mode는 2(tracker)로 설정되어 있어야합니다.  
(<pos\_mode2>로 tracker 설정이 가능합니다.)  
(master에서 <noti\_pininfo> 명령어를 입력하여 master에 등록된 station\_list와 tracker\_list를 다른 센서로 전송할 수 있습니다.)

위치데이터의 출력 갱신속도는 아래와 같습니다.

$\text{output\_rate(s)} = \text{MaxDistance} / (331.5 + (0.606 \times \text{Temperature})) \times \text{number\_of\_EBUS-T}$

MaxDistance : 측정할 최대거리입니다. <mdist> 명령어로 설정 가능합니다. 기본 20m로 설정되어 있습니다.

Temperature : 송수신기 사이 대기의 온도입니다. <temp>명령어로 설정 가능합니다. 기본 25도로 설정되어 있습니다. <tc\_en>명령어로 EBUS 내부의 온도센서 데이터를 자동으로 적용 할 수 있습니다.

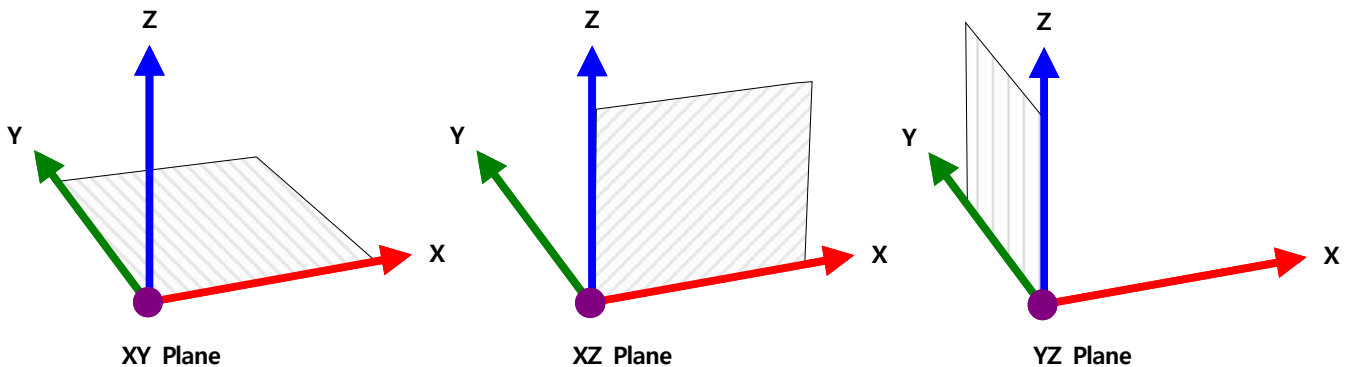
하나의 센서에서 모든 tracker센서의 위치데이터를 출력 할 수 있습니다.

"<psom>" 명령어로 전체 위치데이터를 출력하거나 특정 id의 위치데이터만 출력 할 수 있습니다.

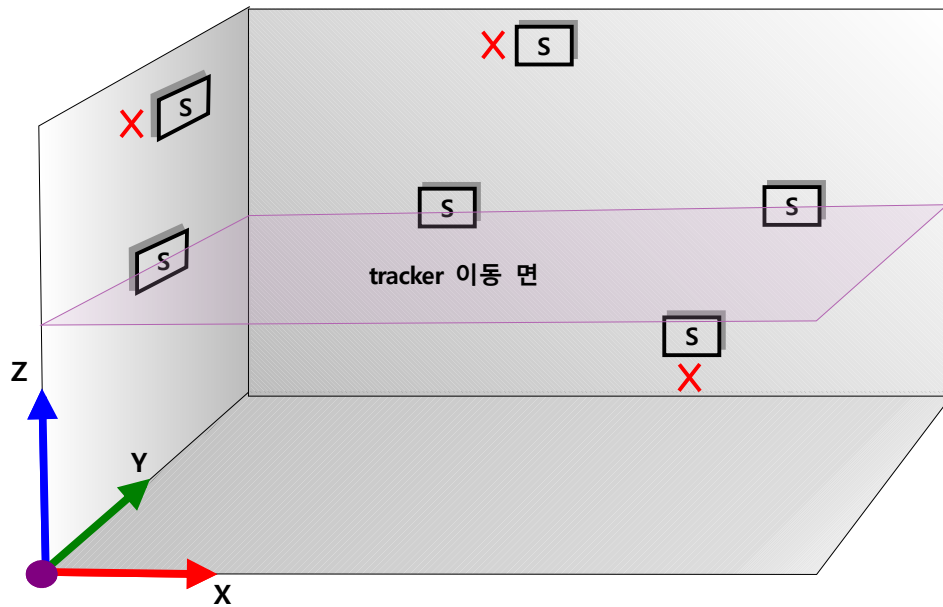
위치데이터는 2D, 3D로 출력 할 수 있고 2D의 경우 측정 plane을 설정할 수 있습니다.

<pos\_meas> 명령어로 아래와 같은 설정이 가능합니다.

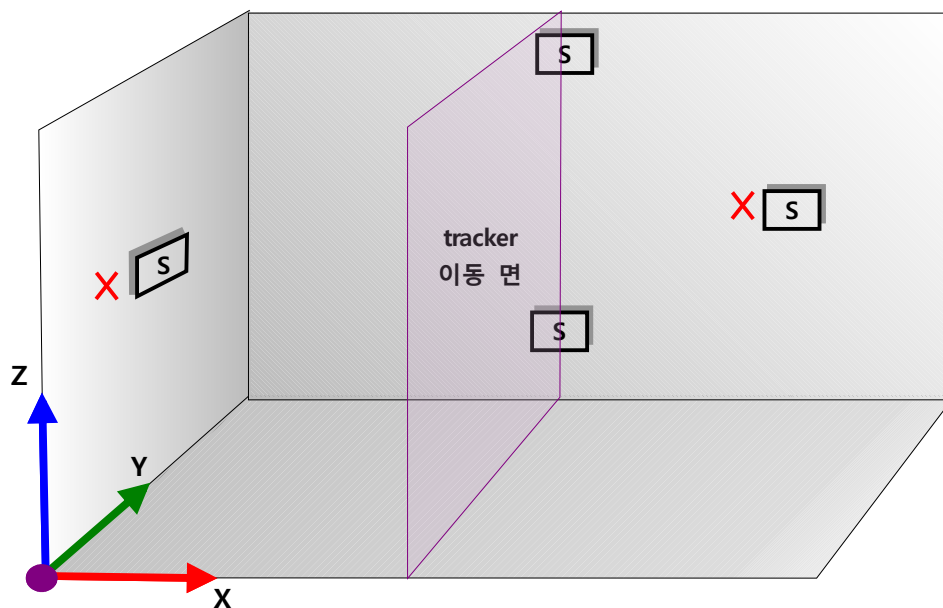
<pos_meas> 설정값	최소 station수	출력 차원 및 측정 plane	출력 좌표
1	2	2D좌표 출력, xy plane	position & reflected position
2	2	2D좌표 출력, xz plane	position & reflected position
3	2	2D좌표 출력, zy plane	position & reflected position
4	3	2D좌표 출력, xy plane	position
5	3	2D좌표 출력, xz plane	position
6	3	2D좌표 출력, yz plane	position
7	3	3D 좌표 출력	position & reflected position
8	4	3D 좌표 출력	position



station의 배치에 따라 위치측정 정밀도가 차이 날 수 있습니다.  
 station은 tracker와 초음파 송수신이 잘 되도록 배치해야 합니다.  
 station은 tracker의 이동 면의 방향으로 배치되어야 정밀한 위치측정이 가능합니다.  
 아래의 station 배치 예를 참고하시기 바랍니다.

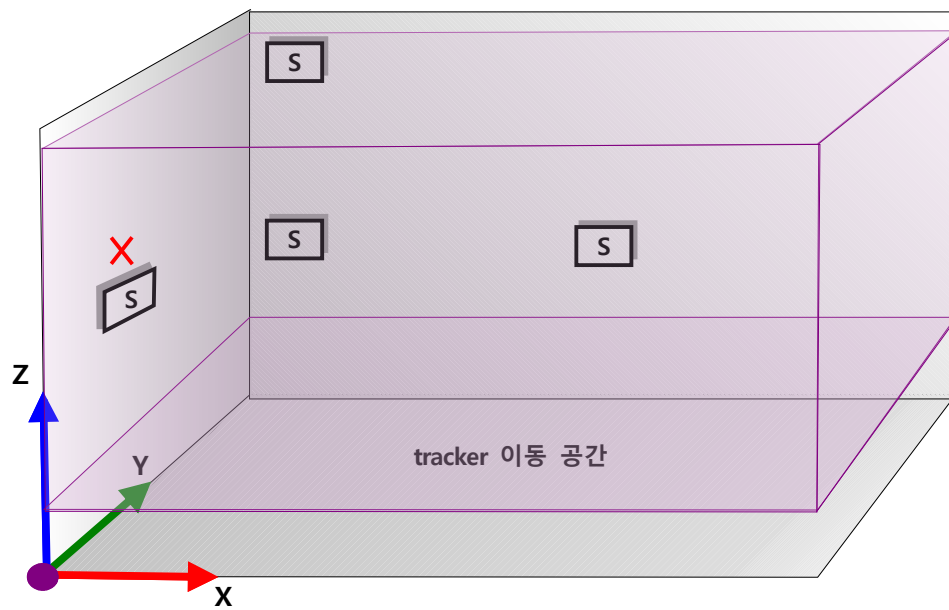


2D, XY-Plane 위치 측정의 Station의 배치 예

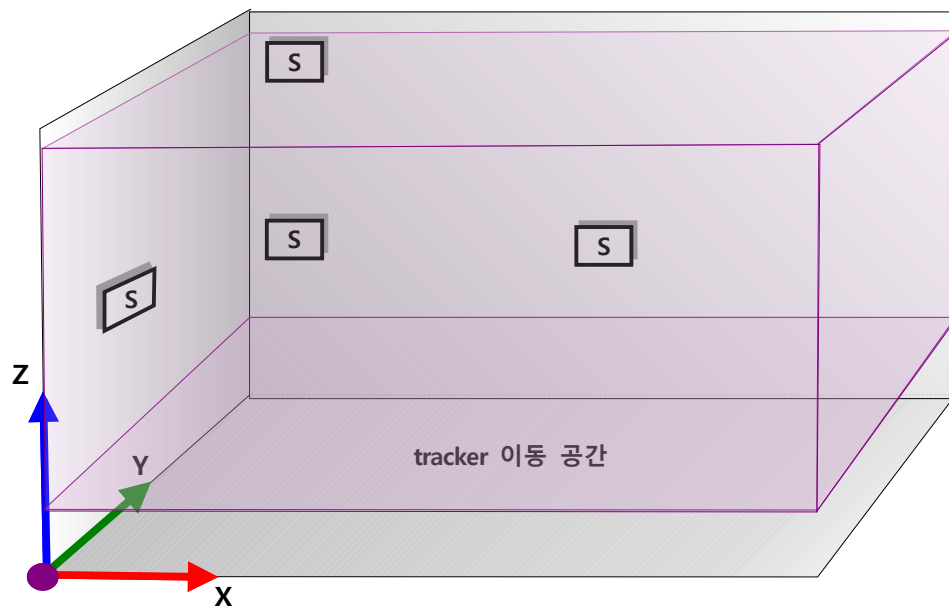


2D, YZ-Plane 위치 측정의 Station의 배치 예





3D 3-station 위치 측정의 올바른 Station의 배치 예



3D 4-station 위치 측정의 올바른 Station의 배치 예

### 5-1. POSITION OUTPUT DATA FORMAT

(모든 송수신 데이터는 ASCII CODE입니다.)

Output Data Format														
\$	id	,	x	,	y	,	z	,	rx	,	ry	,	rz	CR LF

\$ : 위치 데이터 패킷 '\$' (24)hex

id : tracker로 등록된 센서의 id

, : 데이터 구분 기호 ',' (2C)hex

x, y, z : 측정된 position data

rx, ry, rz : 측정된 reflected position data

CR LF : (0D)hex (0A)hex

ex) \$1,1.522,0.541,-2.437,0.00,0.00,0.00(CR)(LF)

id 1번 센서(tracker)의 위치는 x: 1.522 y: 0.541 z: -2.437 입니다.

### 5-2. COMMAND & RESPONSE FORMAT

Command(Response) Data Format			
<	cmd	data	>

< : 명령어의 시작 '<' (3C)hex

cmd : 명령어

data : 명령어의 데이터(optional)

> : 명령어의 종료 '>' (3E)hex

ex) command : <gain7> gain을 7로 변경

response : <ok> 정상 처리 완료

## 5-3. POSITION COMMAND LIST

COMMAND		DATA	Description
POSITION CALIBRATION	cal_pos	NONE	station, tracker 자동 설정
ADD STATION	add_st	id : 0~99 x, y, z	station list에 id와 위치 등록
ADD TRACKER	add_tr	id : 0~99	tracker list에 id 등록
POSITION MODE	pos_mode	0 : none 1 : station 2 : tracker	station/tracker 설정 (default : 0)
CLEAR POSITION INFORMATION	clrp	NONE	등록된 station과 tracker의 정보를 모두 삭제.
POSITION INFORMATION NOTIFICATION	noti_pinfo	NONE	등록되어 있는 station과 tracker정보를 다른 센서들에서 전송
POSITION MEASURE MODE	pos_meas	1 : 2-STATION_2D_XY_Plane 2 : 2-STATION_2D_XZ_Plane 3 : 2-STATION_2D_YZ_Plane 4 : 3-STATION_2D_XY_Plane 5 : 3-STATION_2D_XZ_Plane 6 : 3-STATION_2D_YZ_Plane 7 : 3-STATION_3D 8 : 4-STATION_3D	위치측정 방식 설정 (default : 1)
POSITION CALIBRATION UNIT	cal_meter	0.1 ~ 99.0	<cal_pos> 명령 시 캘리브레이션 단위 설정 (default : 0.5)
POSITION OUTPUT MASK	psom	100 : 위치데이터 출력안함 0~99 : 지정된 id의 위치데이터만 출력 255 : 모든 id의 위치데이터 출력	위치데이터 출력 대상 설정 (default : 255)

## 5-4. RESPONSE LIST

STATUS LIST		DESCRIPTION
OK	ok	정상처리 완료.
ERROR	er	Error 발생

## 5-5. POSITION COMMAND DETAILS

### 5-5-1. POSITION CALIBRATION

station과 tracker를 자동으로 등록합니다. master(id=0) 센서 전용 명령어 입니다.

station의 위치를 계산하여 등록된 모든 센서에게 전달합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cal_pos"	'>'

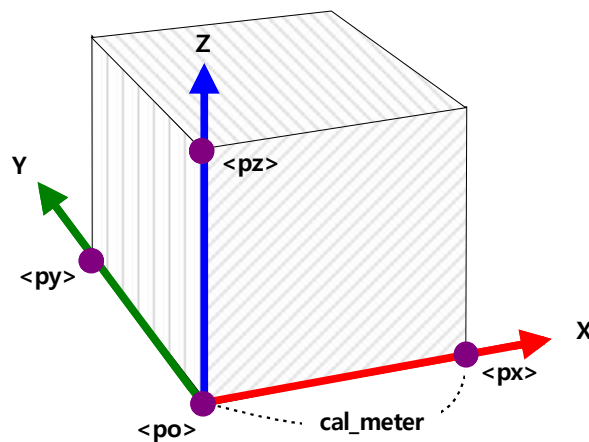
<cal\_pos> 설정 전 pairing을 통해 송수신기가 거리데이터를 측정할 수 있는 설정이 되어 있어야합니다. 거리데이터 설정은 "4.ULTRASONIC DISTANCE MEASUREMENT"를 참고하시기 바랍니다.

<cal\_pos> 설정 이후 master 센서의 <pos\_meas> 설정이 모든 센서에 적용됩니다.

- ① station이 될 센서들을 배치합니다. 설정 중 station과 tracker의 초음파 전송에 문제가 없도록 배치되어야 합니다.
- ② tracker가 될 센서의 id를 확인 후 master(id=0)센서에 "<cal\_posid>"를 입력합니다.  
예) tracker가 될 센서의 id가 1번이라면 "<cal\_pos1>"을 입력합니다.
- ③ master센서에서 "<po>" 가 출력되면 tracker센서를 원점(0,0,0)으로 설정할 위치에 두고 master 센서에 ">"를 입력합니다.
- ④ master센서에서 "<px>" 가 출력되면 tracker센서를 좌표(cal\_meter,0,0) 위치에 둡니다. cal\_meter는 기본 0.5m입니다. master 센서에 ">"를 입력합니다.
- ⑤ master센서에서 "<py>" 가 출력되면 tracker센서를 좌표(0,cal\_meter,0) 위치에 둡니다. master 센서에 ">"를 입력합니다.
- ⑥ master센서에서 "<pz>" 가 출력되면 tracker센서를 좌표(0,0,cal\_meter) 위치에 둡니다. master 센서에 ">"를 입력합니다.
- ⑦ master 센서에서 "<ok>" 출력되고 이후 위치데이터가 출력됩니다.

EBUS에서 사용되는 위치 좌표계는 오른손 좌표계이며, <cal\_pos> 설정을 할 경우에도 오른손 좌표계에 따라 tracker를 배치해야 합니다.

<cfg> 명령어로 등록된 station\_list와 tracker\_list를 확인할 수 있습니다.



<cal\_pos> 설정에서 tracker의 배치 위치

## 5-5-2. ADD STATION

지정된 id를 station\_list에 등록하고 위치를 저장합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA1	sp	DATA2	sp	DATA3	sp	DATA4	ETX
'<'	"add_st"	id	','	x	','	y	','	z	'>'

id : '0'~"99"      센서 id

x,y,z :              station의 위치 데이터

예) <add\_st5,0.15,1.45,3.25>

id5 센서를 station으로 등록하고 위치 (0.15,1.45,3.25) 저장

## 5-5-3. ADD TRACKER

지정된 id를 tracker\_list에 등록합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"add_tr"	data	'>'

data : '0' ~ "99"      센서 ID

## 5-5-4. POSITION MODE

station 또는 tracker로 설정합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"pos_mode"	data	'>'

data :      '0'      NONE (default)

         '1'      STATION으로 동작

         '2'      TRACKER로 동작

## 5-5-5. CLEAR POSITION LIST

등록된 station\_list와 tracker\_list를 모두 삭제합니다.

pos\_mode는 0(NONE)으로 설정됩니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"clrp"	'>'

## 5-5-6. POSITION INFORMATION NOTIFICATION

등록되어 있는 station과 tracker정보를 다른 센서들에서 전송합니다.

전달 받은 센서들은 자동으로 pos\_mode가 설정됩니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"noti_pinfo"	'>'

#### 5-5-7. POSITION MEASURE MODE

위치측정 방식을 설정합니다. tracker에 유효한 설정입니다.

master센서에서 <cal\_pos> 설정을 할 경우 master 센서의 <pos\_meas> 설정이 모든 센서에 적용됩니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"pos_meas"	data	'>'

data : '1'~'8' (default : 1)

<pos_meas> 설정값	최소 station수	출력 차원 및 측정 plane	출력 좌표
1	2	2D좌표 출력, xy plane	position & reflected position
2	2	2D좌표 출력, xz plane	position & reflected position
3	2	2D좌표 출력, zy plane	position & reflected position
4	3	2D좌표 출력, xy plane	position
5	3	2D좌표 출력, xz plane	position
6	3	2D좌표 출력, yz plane	position
7	3	3D 좌표 출력	position & reflected position
8	4	3D 좌표 출력	position

#### 5-5-8. POSITION CALIBRATION UNIT

<cal\_pos> 명령 시 캘리브레이션 단위를 설정합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"cal_meter"	data	'>'

data : "0.1" ~ "99.0" (default : 0.5)

#### 5-5-9. POSITION OUTPUT MASK

지정된 ID의 위치데이터만 출력합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"psom"	data	'>'

data : "100" 위치데이터 출력안함  
 "0"~"99" 지정된 id의 위치데이터만 출력  
 "255" 모든 id의 위치데이터 출력(default)

## 6. IMU(Inertial Measurement Unit)

[용어 정리]

송신기 또는 tx : EBUS-T

수신기 또는 rx : EBUS-R

pairing : 센서와 센서의 무선연결 및 초음파 거리측정 구성

무선 채널 : 센서 간의 통신에 사용되는 물리적인 채널

id : 같은 무선 채널 내에서 센서를 구분하기 위해 개별적으로 부여되는 번호

master : id가 0인 센서

imu 데이터 : 3차원 회전데이터(EulerAngles, Quaternions), 가속도, 각속도 데이터

EBUS센서는 3축 자이로스코프와 3축 가속도센서를 내장하고 있습니다.

안정적인 3차원 회전정보를 계산하는 알고리즘이 적용되어 있으며 EulerAngles, Quaternions, 각속도, 가속도 데이터 출력이 가능합니다.

imu데이터는 무선으로 연결된 모든 EBUS센서에서 출력 가능합니다.

imu데이터의 출력 간격은 master센서(id=0)에서 설정한 imor에 의해 결정됩니다.

$output\_rate(s) = imor / 1000$

imor 설정은 10~1000까지 설정하여 100Hz~1Hz의 속도로 imu데이터를 출력할 수 있습니다.

master의 imor을 0으로 설정할 경우 연결된 센서들의 imu데이터를 수집하지 않습니다.

imor의 default 설정은 0입니다.

따라서 pairing 이후 각 센서의 imu데이터를 출력하기 위해선 master의 imor을 설정해 주어야합니다.

① imu데이터 출력 설정하기 전 사용할 센서들과 pairing이 되어 있어야 합니다.

② master(id=0)센서에서 imor을 설정합니다.

예) <imor50> 연결된 센서들의 imu데이터를 50ms 간격으로 출력한다.

③ <ok> 응답 후 imu데이터가 출력됩니다.

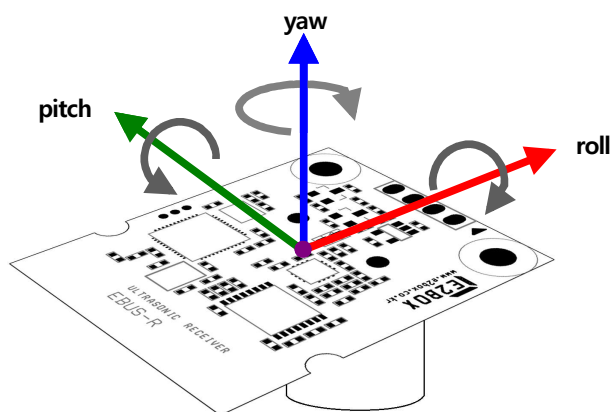
imsc 설정으로 송신기(EBUS-T) 또는 수신기(EBUS-R)의 imu데이터만을 수신하거나 전체 imu데이터를 수신할 수 있습니다. master일 경우 유효한 명령어입니다.

imom 설정으로 특정 id의 imu데이터만 출력 할 수 있습니다. 개별 센서에 적용되는 명령어입니다.

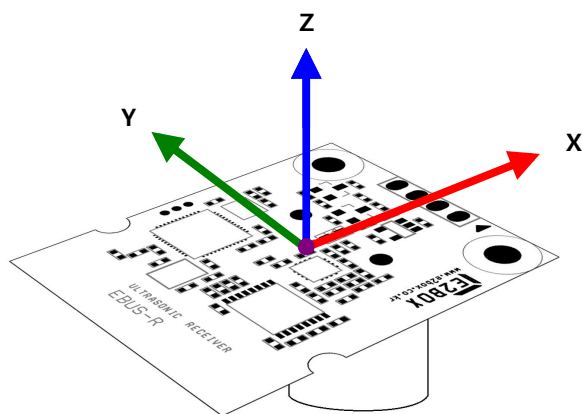
master(id=0)가 아닌 센서에서 imom을 자신의 id로 설정하면 자신에게 설정된 출력간격(imor)에 따라 imu데이터가 출력됩니다. 이때 pairing이 되어 있지 않아도 imu데이터는 출력됩니다.

imof 설정으로 출력되는 imu데이터의 종류를 설정할 수 있습니다.

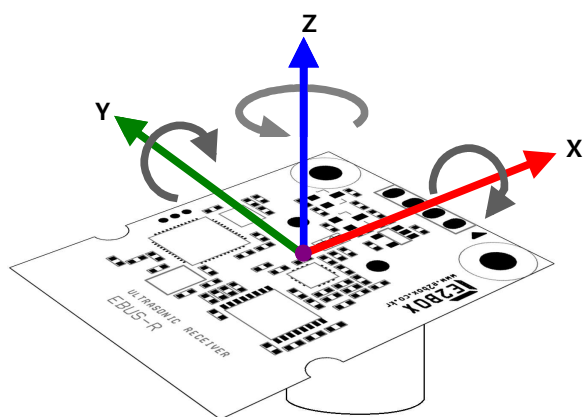
## 6-1. AXIS ASSIGNMENT



Euler Angles Axis



Accelerometer Axis



Gyroscope Axis



## 6-2. IMU OUTPUT DATA FORMAT

(모든 송수신 데이터는 ASCII CODE입니다.)

Output Data Format									
*	id	,	Euer Angles [R,P,Y] or Quaternions [z,y,x,w]	,	Gyroscope [x,y,z]	,	Accelerometer [x,y,z]	,	Temperature [deg]
									CR LF

\* : IMU 데이터 패킷 '\*' (2A)hex  
 id : 센서의 id  
 , : 데이터 구분 기호 ',' (2C)hex  
 Euer Angles : 3차원 회전데이터 [roll, pitch, yaw] zyx order  
 Quaternions : 3차원 회전데이터 [z,y,x,w] (optional)  
 Gyroscope : 각속도 데이터 [x,y,z] (optional)  
 Accelerometer : 가속도 데이터 [x,y,z] (optional)  
 Temperature : 온도 데이터 (optional)  
 CR LF : (0D)hex (0A)hex

ex) \*1,12.54,-5.44,1.57(CR)(LF)  
 id 1번 센서의 roll은 12.54도 pitch는 -5.44도, yaw는 1.57도입니다.

## 6-3. COMMAND & RESPONSE FORMAT

Command(Response) Data Format			
<	cmd	data	>

< : 명령어의 시작 '<' (3C)hex  
 cmd : 명령어  
 data : 명령어의 데이터(optional)  
 > : 명령어의 종료 '>' (3E)hex

ex) command : <imof1001> EulerAngles 과 온도 데이터 출력설정  
 response : <ok> 정상 처리 완료

## 6-4. IMU COMMAND LIST

COMMAND		DATA	Description
IMU DATA OUTPUT RATE	imor	0 : 출력안함 10~1000	imu 데이터 출력 간격 설정 (default 0)
IMU DATA SCAN TYPE	imsc	1 : 송신기(EBUS-T)의 데이터만 요청 2 : 수신기(EBUS-R)의 데이터만 요청 3: 송수신기 모두 요청	imu 데이터 요청 설정 (default : 3)
IMU DATA OUTPUT MASK	imom	100 : imu데이터 출력안함 0~99 : 지정된 id의 imu데이터만 출력 255 : 모든 id의 imu데이터 출력	imu 데이터 출력 대상 설정 (default : 255)
IMU DATA OUTPUT FORMAT	imof	1xxx : EulerAngles 출력 (default) 2xxx : Quaternions 출력 x1xx : 각속도 데이터 출력 xx1x : 가속도 데이터 출력 xxx1 : 온도데이터 출력	imu 데이터 출력 포맷 설정 (default : 1000)
CALIBRATION ACCELEROMETER	cal_acc	NONE	가속도센서 캘리브레이션
CALIBRATION GYROSCOPE	cal_gyro	NONE	자이로센서 캘리브레이션
MOTION OFFSET	cmo	NONE	자세 offset 설정
CLEAR MOTION OFFSET	cmco	NONE	자세 offset 제거
HEADING RESET	cmoh	NONE	heading(yaw)를 0으로 리셋
Filter Factor	sff	1~50	Sensor Filter Factor 설정 (default 10)
Robust Attitude Algorithm Parameters	raa_l raa_t	0.00 ~ 100.00 0 ~ 2000000000	RAA Level (default : 0.15) RAA Timeout (default : 10000)
Auto Gyroscope Calibration Parameters	agc_e agc_t agc_d	0, 1 0.00 ~ 100.00 0.00 ~ 10.00	AGC Enable (default : 1) AGC Threshold(default : 0.6) AGC Drift (default : 0.3)

## 6-5. RESPONSE LIST

STATUS LIST		DESCRIPTION
OK	ok	정상처리 완료.
ERROR	er	Error 발생

## 6-6. IMU COMMAND DETAILS

### 6-6-1. IMU DATA OUTPUT RATE

imu 데이터의 출력 간격을 설정합니다.

단위는 ms(milli-second)입니다.

[master(id=0)의 경우]

imor로 지정된 속도로 다른 센서들에게 imu 데이터를 요청하고 출력합니다.

imor은 기본 0(disable)이기 때문에 imu데이터를 요청하지 않는 것이 기본 설정입니다.

imor이 10~1000으로 지정되었을 경우 imom에서 지정된 id만 출력합니다.

[slave인 경우(id가 0이 아닌경우)]

master의 imor에 따른 데이터 출력 간격으로 imu데이터가 출력됩니다.

imom이 자신의 id인 경우 자신의 imor에서 지정한 출력 간격으로 출력합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"imor"	data	'>'

data :           '0'           imu데이터 출력 안함 (default)  
                  "10"~"1000"   imu데이터 출력 간격 설정

### 6-6-2. IMU DATA SCAN TYPE

master가 imu 데이터를 요청할 대상을 설정합니다.

master가 imu 데이터를 수신기(EBUS-R)에게만 요청하거나 송신기(EBUS-T)에게만 요청하거나 전체(송/수신기)에게 요청할 수 있습니다.

master일 경우 유효한 설정입니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"imsc"	data	'>'

data :   '1'   송신기(EBUS-T)의 데이터만 요청  
          '2'   수신기(EBUS-R)의 데이터만 요청  
          '3'   송수신기 모두 요청 (default)

### 6-6-3. IMU DATA OUTPUT MASK

지정된 ID의 imu 데이터만 출력합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"imom"	data	'>'

data :   "100"           imu 데이터 출력안함  
          "0"~"99"       지정된 id의 imu 데이터만 출력  
          "255"          모든 id의 imu 데이터 출력(default)

#### 6-6-4. IMU DATA OUTPUT FORMAT

imu 데이터의 출력 포맷을 설정합니다.

EulerAngles의 단위는 도(degree)입니다. zyx order를 사용합니다.

quaternions의 출력은 zyxw 입니다.

각속도의 단위는 dps(degree per second)입니다.

가속도의 단위는 중력가속도 g입니다. (9.81을 곱하면  $m/s^2$ 이 됩니다.)

온도의 단위는 섭씨(°C)입니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	ETX
'<'	"imof"	rot	gyro	acc	temp	'>'

rot : '0' 출력안함  
       '1' Euler Angles(roll,pitch,yaw) 출력 (default)  
       '2' Quaternions(zyxw) 출력  
 gyro : '0' 출력안함 (default)  
       '1' 각속도(xyz) 출력  
 acc : '0' 출력안함 (default)  
       '1' 가속도(xyz) 출력  
 temp : '0' 출력안함 (default)  
       '1' 온도 출력

예) <imof1111> eulerAngles, 각속도, 가속도, 온도 데이터 출력

예) <imof0001> 온도 데이터만 출력

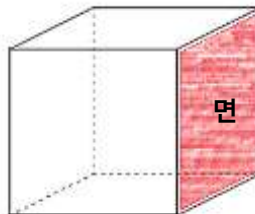
#### 6-6-5. CALIBRATION ACCELEROMETER

가속도센서의 XYZ축 캘리브레이션을 합니다.

imu 데이터의 정밀도를 높이기 위해 사용할 수 있습니다.

센서를 직육면체로 볼 때 6개의 면이 각각 수평의 바닥(중력방향)으로 향하게 하여 캘리브레이션합니다.

면의 순서는 상관없으며 6개의 면이 중복이 되지 않도록 합니다.



[설정순서]

- ① <cal\_acc>명령어를 입력합니다.
- ② <p?> 가 출력이 되면 센서의 한 면이 수평한 바닥으로 향하게 한 후 '>'를 입력합니다.
- ③ 육면체의 6개 면에 대해 (2)를 반복합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX		ETX
'<'	"cal_acc"	'>'	.....	'>'

#### 6-6-6. CALIBRATION GYROSCOPE

자이로센서 x,y,z축 캘리브레이션을 합니다.

imu 데이터의 정밀도를 높이기 위해 사용할 수 있습니다.

캘리브레이션 시 센서는 반드시 움직임이 없는 정지 상태에 있어야 합니다.

[설정순서]

- ① 센서를 방향/자세에 상관없이 움직임이 없는 상태로 놓습니다.
- ② "<cal\_gyro>" 명령어 입력 후 <ok> 응답까지 (2초정도) 대기합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cal_gyro"	'>'

#### 6-6-7. MOTION OFFSET

센서의 자세에 대한 OFFSET을 설정합니다.

회전축의 방향변경과 자세 원점설정이 가능합니다.

다음과 같이 설정할 수 있습니다.

[설정방법]

- ① 센서위치를 원점상태로 만듭니다.  
Roll, Pitch, Yaw값이 모두 0이 되도록(0에 가깝게) 센서를 위치 시킵니다.  
(이때 센서와 직교한 방향이 원래의 회전축입니다.)

- ② 센서의 새로운 원점상태로 만들고 싶은 자세로 회전 시킵니다.

- ③ <cmo> 명령을 전송합니다.

ex) 원점 상태로 부터 roll을 90도 회전한 상태에서 offset으로 설정하면 센서가 세워진 상태가 원점이 됩니다.

다시 설정할 경우 <cmco>로 설정한 offset을 제거한 후 <cmo>로 설정해야 합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cmo"	'>'

#### 6-6-8. CLEAR MOTION OFFSET

센서의 자세 OFFSET을 제거 합니다.

<cmo>로 설정된 offset이 제거됩니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cmco"	'>'

**6-6-9. HEADING RESET**

센서의 heading(yaw)를 0으로 reset합니다.  
 설정된 내용은 저장되지 않습니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cmoh"	'>'

**6-6-10. FILTER FACTOR**

Sensor Filter Factor를 설정합니다.  
 센서 측정 범위를 벗어난 동작의 경우 발생한 오차를 다시 보정하는 속도를 결정합니다.  
 값이 클수록 보정속도가 빨라집니다.  
 보정속도가 빨라지면 전체적인 정밀도는 떨어집니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sff"	data	'>'

data : '1' ~ "50" (default : '10')

**6-6-11. Robust Attitude Algorithm Timeout**

RAA는 센서의 가감속에 따른 자세(roll,pitch) 오차를 보정하는 알고리즘입니다.  
 설정된 시간(RAA Timeout) 이상으로 오차 발생 시 자세를 재 보정 합니다.  
 RAA Timeout 설정 단위는 ms(milli-second)입니다.  
 RAA Timeout은 센서의 최대 가/감속 시간보다 크게 설정하는 것이 좋습니다.  
 RAA Timeout을 0으로 설정할 경우 RAA는 off 됩니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"raa_t"	data	'>'

data : '0' ~ "2000000000" (default : '10000' , 10초)

**6-6-12. Auto Gyroscope Calibration Enable**

AGC는 실시간으로 자이로센서를 보정하는 기능입니다.  
 AGC Enable은 AGC의 활성/비활성을 설정합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"agc_e"	data	'>'

data : '0' AGC OFF  
 '1' AGC ON (default)

## 7. OTHER COMMANDS

### 7-1. OTHER COMMAND LIST

COMMAND		DATA	Description
BAUDRATE	sb	1 : 9600bps 2 : 19200bps 3 : 38400bps 4 : 57600bps 5 : 115200bps 6 : 230400bps 7 : 460800bps 8 : 921600bps	Baudrate설정 Databit, stopbit, paritybit는 변경되지 않습니다. Stopbit : 1bit Databit : 8bit Parity is none (default : 5)
RF CHANNEL	sch	0 ~ 120	RF 채널 설정 0~120 채널 설정가능 (default : 100)
ID	sid	0 ~ 99	ID 설정 0~99 ID 설정가능 (송신기 default : 50) (수신기 default : 51)
CONFIGURATION	cfg	NONE	센서 설정 사항 출력
RESPONSE TIME	resp_time	0~9999	명령어에 대한 응답 후 대기 시간(ms) (default : 500)
TIME STAMP	sots	0 : 타임스탬프 출력안함 1 : 타임스탬프 출력함	타임스탬프 출력 여부 설정 (default : 0)
POWER ON START	pons	0 : 전원 인가 시 센서 작동안함 1 : 전원 인가 시 센서 작동함	전원 인가 시 센서 작동 여부 설정 (default : 1)
START	start	NONE	센서 작동 시작
STOP	stop	NONE	센서 작동 멈춤
LOAD FACTORY SETTINGS	lf	NONE	초기 설정 값 Load
RESET	reset	NONE	센서 reset
VERSION CHECK	ver	NONE	Version 표시

## 7-2. OTHER COMMAND DETAILS

### 7-2-1. BAUDRATE

Baudrate를 설정합니다. Databit, stopbit, paritybit는 변경되지 않습니다.

Stopbit : 1bit

Databit : 8bit

Parity is none

No H/W flow controls

<ok> 응답 이후 설정된 baudrate로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sb"	data	'>'

data :

'8'	921600bps
'7'	460800bps
'6'	230400bps
'5'	115200bps (default)
'4'	57600bps
'3'	38400bps
'2'	19200bps
'1'	9600bps

### 7-2-2. RF CHANNEL

RF 채널을 설정합니다.

0~120 채널을 설정 할 수 있습니다.

10 간격으로 설정 할 수 있습니다. (0,10,20,30, .... , 110,120)

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sch"	data	'>'

data : '0' ~ "120" (default : '100')

### 7-2-3. ID

ID를 설정합니다.

0~99 ID를 설정 할 수 있습니다.(총 100개의 ID)

중복된 ID가 있을 경우 데이터 충돌이 발생 합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sid"	data	'>'

data : '0' ~ "99" (송신기 default : 50) (수신기 default : 51)



#### 7-2-4. CONFIGURATION

센서의 설정 사항들을 명령어별로 출력합니다.  
'>' 입력 전 까지 정지상태로 있습니다.

STX	COMMAND	ETX		ETX
'<'	"cfg"	'>'	.....	'>'

#### 7-2-5. RESPONSE TIME

명령어에 대한 응답 후 대기 시간(milli-second)을 설정합니다.  
설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"resp_time"	data	'>'

data : '0'~"9999" (default 500)

#### 7-2-6. TIME STAMP

타임스탬프의 출력 여부를 설정합니다.  
타임스탬프 출력을 설정하였을 경우 데이터 항목 마지막에 타임스탬프 항목이 추가됩니다.  
출력되는 단위는 ms(milli-second)입니다.  
0ms ~ 60000ms(1분) 까지 카운트 후 다시 0ms 부터 카운트합니다.  
설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sots"	data	'>'

data : '0' 타임스탬프 출력 안함 (default)  
'1' 타임스탬프 출력

#### 7-2-7. POWER ON START

센서의 전원 인가 시 작동 여부를 설정합니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"pons"	data	'>'

data : '0' 전원 인가 시 센서 작동안함.  
'1' 전원 인가 시 센서 작동함 (default)

#### 7-2-8. START

센서를 작동 상태로 전환합니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"start"	'>'

#### 7-2-9. STOP

센서를 작동 중지 상태로 전환합니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"stop"	'>'

**7-2-10. LOAD FACTORY SETTINGS**

제품 출하 시 설정 값으로 모두 복원 합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"lf"	'>'

**7-2-11. RESET**

센서를 reset합니다. 전원을 재인가 한 것과 동일한 동작을 합니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"reset"	'>'

**7-2-12. VERSION CHECK**

Version 정보를 표시합니다.

다른 명령과 달리 <ok> 응답을 하지 않습니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"ver"	'>'

응답 예) "<ebusTv100>"

## 8. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### 8-1. Absolute Maximum Ratings

Parameter	Maximum Value	Unit
Supply Voltage	-0.3 to +6.5	V
Storage Temperature	-40 to +85	°C
Operation Temperature	-10 to +75	°C
Acceleration (any axis,unpower)	10000 for 0.2ms 2000 for 1.0ms	g
Free fall shock	1.8	m
ESD (human body model) ESD (machine model)	2000 200	V
Input Voltage TX/RX pin	-0.3 to +6.2	V

### 8-2. DC Electrical Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Supply voltage	3.3		6.0	V
Operating Current		20		mA
Input voltage HIGH(RX)	2.5		VCC + 0.5	V
Input voltage LOW(RX)	-0.3		0.5	V
Ouput voltage HIGH(TX)	VCC - 0.5			V
Ouput voltage LOW(TX)			0.4	V

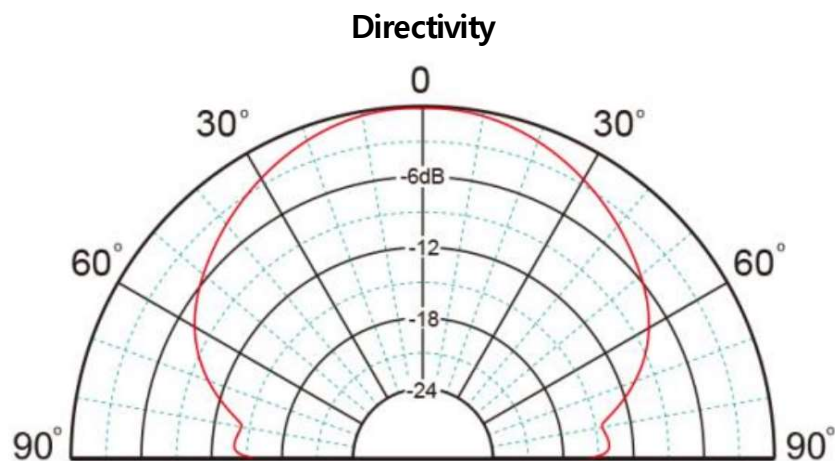
### 8-3. RF Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Operating frequency	2400		2500	MHz
Frequency deviation		+ - 320		KHz
Air Data rate		2000		Kbps
Channel spacing		10		MHz
Output Power		+4		dBm

## 9. SENSOR SPECIFICATIONS

### 9-1. Ultrasonic Sensor

Parameter	Value	Unit
Operating Frequency	32.8	KHz
Typical Directivity(-6db)	95	deg
Gain	8	level
Range	0.03 ~ 15	meter
Distance resolution	0.001	meter



## 9-2. Attitude &amp; Heading

Parameter		Value	Unit
Static accuracy (roll/pitch)		< 0.2	deg
Dynamic accuracy (RMS)		< 1.5	deg
Angular resolution		0.01	deg
Output Ragne	roll	-180 ~ +180	deg
	pitch	-90 ~ +90	
	yaw	-180 ~ +180	
Output data rate		1Hz ~ 100Hz	Hz

## 9-3. Gyroscope output

Parameter	Value	Unit
Measurement range	-2000 ~ +2000	dps
Sensitivity	61.0	mdps
Bandwidth	100	Hz
Sensitivity change vs. Temperature	-0.007 ~ +0.007	%/°C

## 9-4. Accelerometer output

Parameter	Value	Unit
Measurement range	-16 ~ +16	g
Sensitivity	0.488	mg
Bandwidth	100	Hz
Sensitivity change vs. Temperature	-0.01 +0.01	%/°C

**35(W) \* 28(H) mm**



## 11. 주의사항

### 11-1. 정전기 주의

- 회로부가 노출되어 있는 센서 모듈은 정전기에 민감합니다. 정전기는 회로 손상을 일으킬 수 있습니다.
- 센서 모듈 접촉 전에 반드시 접지된 금속 등에 먼저 접촉하여 인체 등에 대전되어 있는 정전기를 방전시키십시오.
- 정전기를 제거하지 않은 상태로 센서모듈을 취급할 경우 파손의 가능성이 있습니다.

### 11-2. 센서모듈 취급 주의

- 센서모듈의 부품 면에 압력이 가해지면 출고 시 설정된 보정 데이터가 틀어질 수 있습니다. 센서 부품 면에 압력이 가해지지 않도록 닿는 물체가 없어야 합니다.
- 센서모듈이 Storage Temperature보다 높은 온도에 노출 되었을 경우 보정 데이터가 틀어질 수 있습니다.
- 센서모듈에 Absolute Maximum Ratings에 정의된 Acceleration 보다 큰 충격이 가해질 경우 센서가 손상될 수 있습니다.

### 11-3. 초음파 사용 환경

- 초음파 수신 센서의 gain을 높게 설정했을 때 주변에서 발생하는 시끄러운 소리가 초음파 수신 센서의 측정 오차를 유발할 수 있습니다.
- 바람이 강할 경우, 초음파 센서로 측정된 거리에 오차가 발생할 수 있습니다.

### Revision History

Rev1.0	Initial release
--------	-----------------





이투박스

homepage : [www.e2box.co.kr](http://www.e2box.co.kr)

e-mail : [e2b@e2box.co.kr](mailto:e2b@e2box.co.kr)