

# **EBIMU-9DOFV4 SPECIFICATION**

## **Attitude & Heading Reference System**

REV 1.1 (F/W v4.04)



**E2BOX COMPANY**  
**<http://www.e2box.co.kr>**

# **INDEX**

<b>1. FEATURE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. HARDWARE INTERFACE</b> .....	<b>4</b>
<b>3. COMMUNICATION PROTOCOL SEQUENCE</b> .....	<b>7</b>
<b>4. AXIS ASSIGNMENT</b> .....	<b>9</b>
<b>5. COMMUNICATION PROTOCOL DESCRIPTIONS</b> .....	<b>12</b>
<b>6. COMMUNICATION DETAILS</b> .....	<b>19</b>
<b>7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b> .....	<b>32</b>
<b>8. SENSOR SPECIFICATIONS</b> .....	<b>33</b>
<b>9. DIMENSIONS</b> .....	<b>35</b>
<b>10. 주의사항</b> .....	<b>36</b>
<b>11. Revision History</b> .....	<b>37</b>

## 1. FEATURE

3축 자이로스코프, 3축 가속도센서, 3축 지자기센서가 내장된 초소형 AHRS모듈

향상된 센서 정밀도, 향상된 센서 캘리브레이션 기능

- RAA(Robust Attitude Algorithm) 적용
- RHA(Robust Heading Algorithm) 적용
- AGC(Auto Gyroscope Calibration) 적용
- 정밀한 보정이 가능한 가속도센서/지자기센서 캘리브레이션 명령어 지원

데이터 갱신 및 자세 데이터 출력속도 1000Hz 지원(1000Hz ~ 1Hz 변경 가능)

자세 데이터 출력

- Euler angles, Quaternion

자이로, 가속도, 지자기센서의 Calibrated raw data 출력

단시간 센서 위치추적(Short-Term Position Tracking)

- x,y,z축 Local, Global 위치/속도 데이터 출력
- Position Tracking Filter

전방위 자세 offset설정 기능

중력성분이 제거된 선형 가속도 출력

데이터 출력 모드

- ASCII출력모드, HEX(binary)출력모드, Polling모드

센서 온도 데이터 출력

사용 환경에 따른 옵션 설정 기능

- Digital Low Pass Filter : 5Hz ~ 250Hz
- 자이로 Sensitivity : 250dps ~ 2000dps
- 가속도 Sensitivity : 2g ~ 16g
- Sensor Filter Factor : 1 ~ 50
- Position Filter Parameters

지자기센서 활성/비활성 모드

사용자 센서 캘리브레이션 기능

간단한 인터페이스 (VCC,GND,TX,RX)

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

초소형 사이즈 (15.6mm x 18.6mm)

저전력 - Normal. 40mA @ 5V , PowerDown. 0.5mA @ 5V

입력전압 : 3.3V ~ 7V

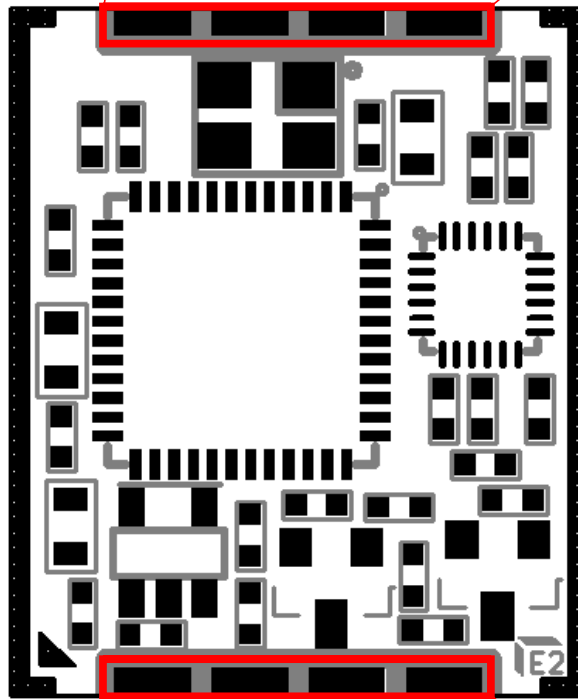
넓은 범위의 통신 속도 지원 : 9600bps ~ 921600bps

모든 설정은 내부 비휘발성 메모리에 저장되어 전원 투입시 캘리브레이션 없이 즉시 사용가능

## 2. HARDWARE INTERFACE

### 2-1. Pinouts

<b>Pin No.</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Description</b>	<b>nPD/nRST</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>



<b>Pin No.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Description</b>	<b>VCC</b>	<b>GND</b>	<b>TX</b>	<b>RX</b>

## 2-2. Pin Description

NAME	TYPE	DESCRIPTION
VCC	PWR	3.3V ~ 7V
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.
nPD/nRST	IN	PowerDown / Reset Low신호 입력시 PowerDown모드로 진입합니다. 내부에 VCC핀으로 10K 풀업저항이 달려 있습니다. 사용하지 않을 경우엔 연결하지 않습니다.
NC	-	연결 하지 않습니다.

## 2-3. UART Protocol

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

**PARITYBIT : No Parity**

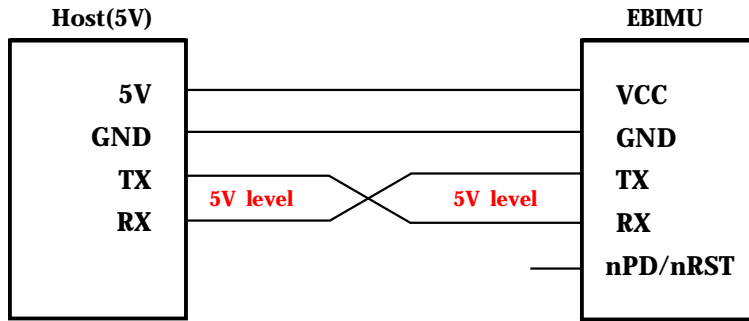
**DATABIT : 8 Data bits**

**STOPBIT : 1 Stop bit**

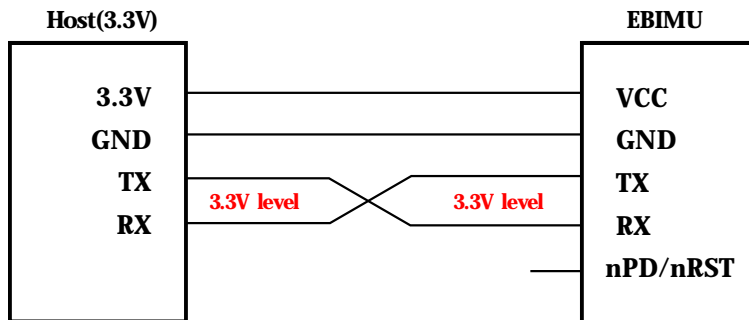
**No H/W flow controls**

2-4. UART Connection

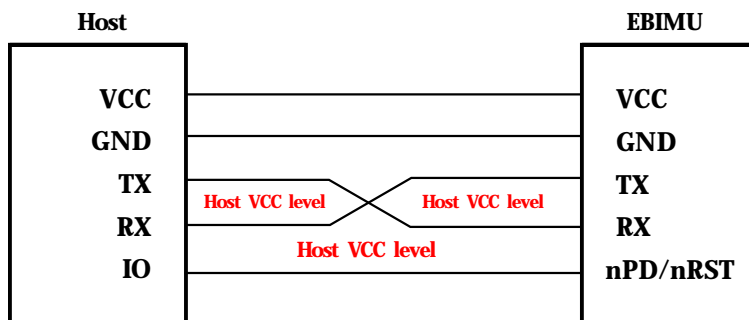
5V interface



3.3V interface



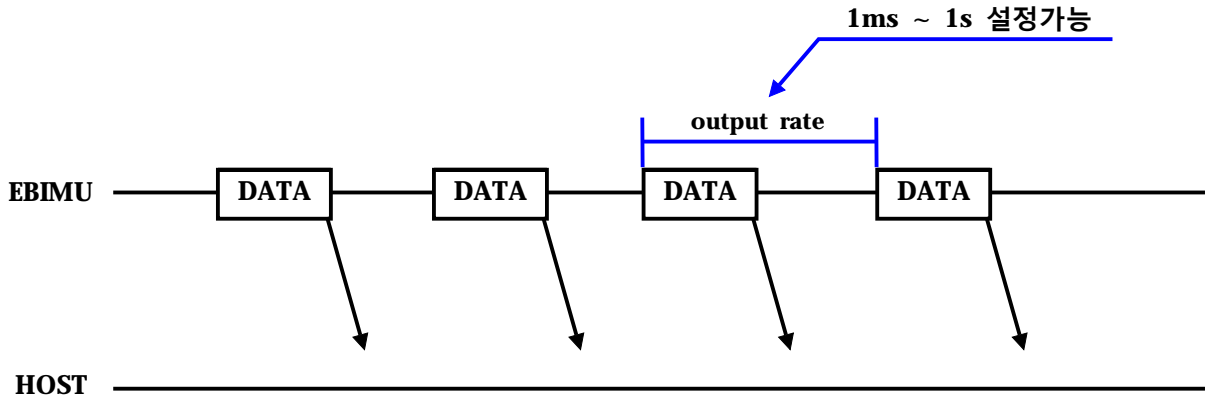
nPD/nRST connection



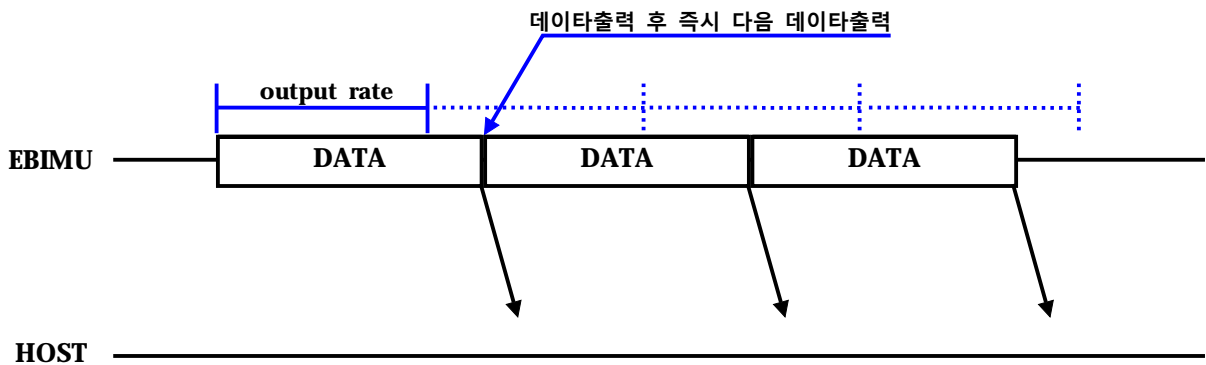
### 3. COMMUNICATION PROTOCOL SEQUENCE

#### 3-1. Data Output

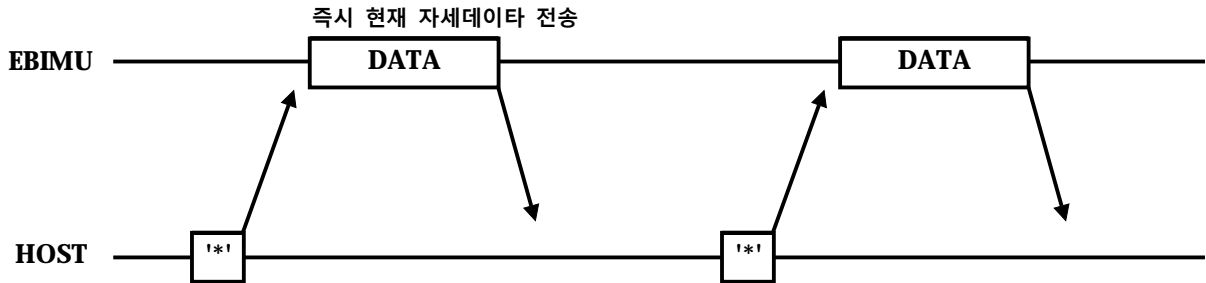
##### 3-1-1. 일반적인 데이터 출력



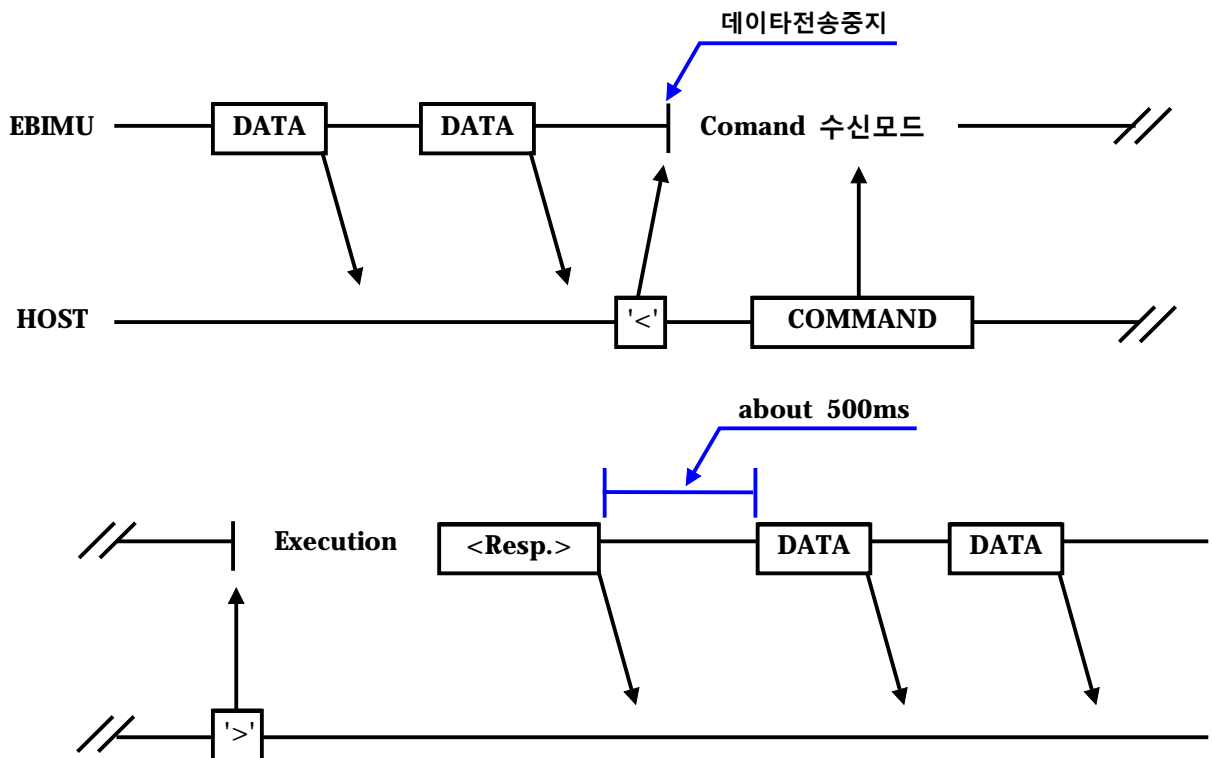
##### 3-1-2. Output Rate를 초과하는 데이터의 출력



3-1-3. Polling 모드 (output rate = 0)



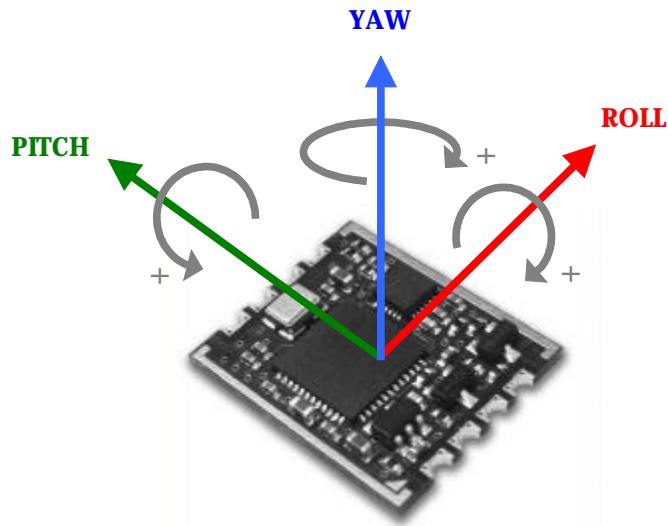
3-2. Command Operations



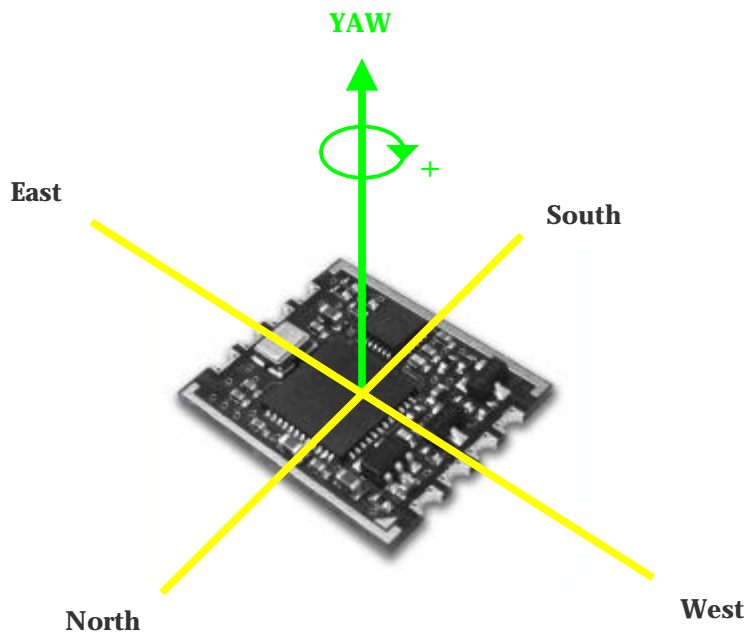


#### 4. AXIS ASSIGNMENT

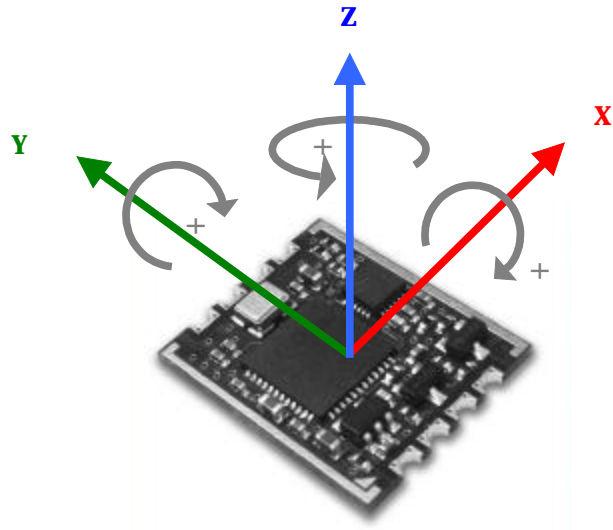
##### 4-1. Euler Angles Axis



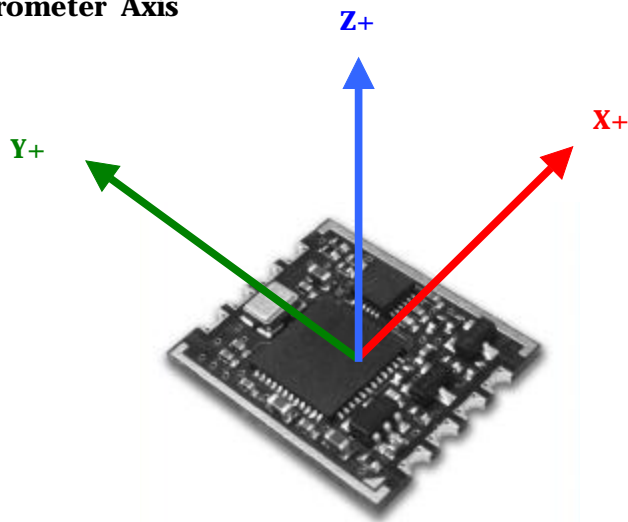
##### 4-2. Compass / Heading(Euler Angle)



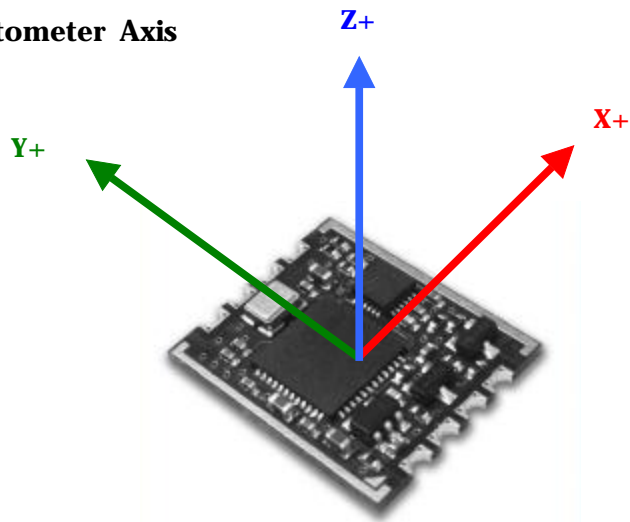
4-3. Gyroscope Axis



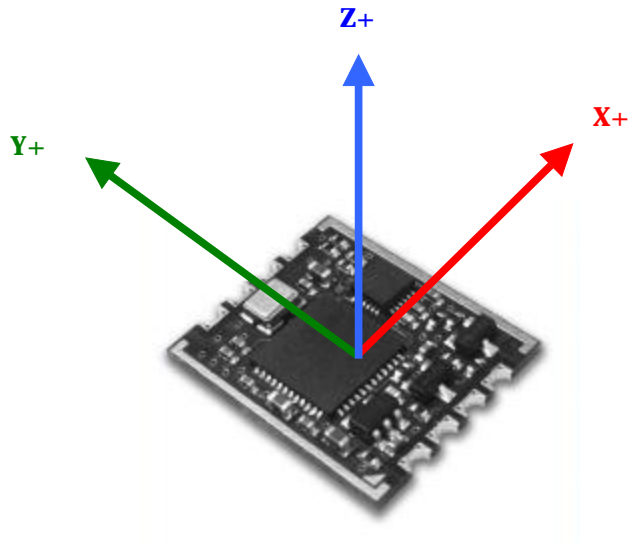
4-4. Accelerometer Axis



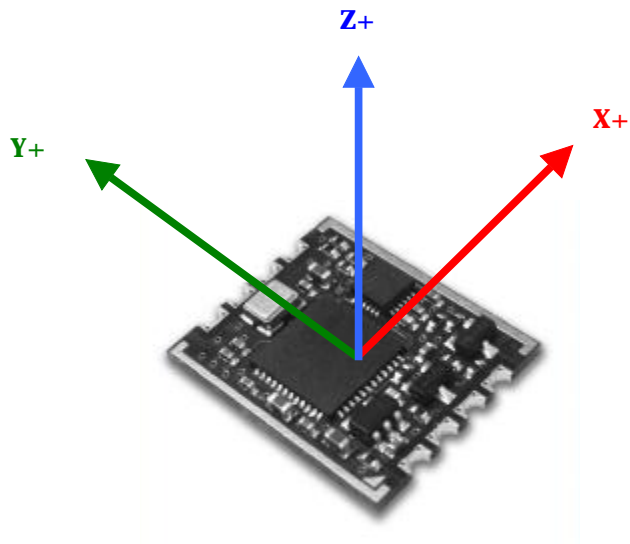
4-5. Magnetometer Axis



**4-6. Velocity Axis (Local)**



**4-7. Distance Axis (Local)**



## 5. COMMUNICATION PROTOCOL DESCRIPTIONS

### 5-1. ASCII OUTPUT DATA FORMAT

(ASCII 출력 모드는 <soc1> 명령으로 설정할 수 있습니다.)

SOL	DATA 1	sp	DATA 2	sp	...	sp	DATA n	EOL
*	ascii data 1	,	ascii data 2	,	...	,	ascii data n	CR LF

SOL : '\*' (2A)hex

DATA n : n 번째 데이터  
DATA 출력순서

명령어	sof	sog	soa	som	sod	sot
DATA	Euler Angle [R][P][Y]	Gyroscope [x][y][z]	Accelerometer [x][y][z]	Magnetometer [x][y][z]	Distance(local) [x][y][z]	Temperature [deg]
	Quaternion [z][y][x][w]		Linear Accelerometer (Local) [x][y][z]		Distance(Global) [x][y][z]	
			Linear Accelerometer (Global) [x][y][z]			
			Velocity(Local) [x][y][z]			
			Velocity(Global) [x][y][z]			

자이로,가속도,지자기,거리,온도센서 값 출력은 설정에 의해 ON/OFF 할 수 있습니다.

sp : separator ',' (2C)hex

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

ex) EulerAngle출력모드 \*-25.46,47.24,-35.77(CR)(LF)  
Roll : -25.46도 , Pitch : 47.24도 , Yaw : -35.77도

5-2. HEX(binary) OUTPUT DATA FORMAT

(Hex 출력 모드는 <soc2> 명령으로 설정할 수 있습니다.)

2byte	2byte	2byte		2byte	2byte
SOP	DATA 1	DATA 2	...	DATA n	CHK

※ 모든항목은 16bit(2byte)이며 2의 보수형식으로 출력됩니다.

2의 보수	HEX	Decimal
0111 1111 1111 1111	7FFF	32767
⋮	⋮	⋮
0000 0000 0000 0001	0001	1
0000 0000 0000 0000	0000	0
1111 1111 1111 1111	FFFF	-1
⋮	⋮	⋮
1000 0000 0000 0000	8000	-32768

SOP : (5555)hex

DATA n : n 번째 데이터  
DATA 출력순서

명령어	sof	sog	soa	som	sod	sot
DATA	Euler Angle [R][P][Y]  Quaternion [z][y][x][w]	Gyroscope [x][y][z]	Accelerometer [x][y][z]	Magnetometer [x][y][z]	Distance(local) [x][y][z]	Temperature [deg]
			Linear Accelerometer (Local) [x][y][z]		Distance(Global) [x][y][z]	
			Linear Accelerometer (Global) [x][y][z]			
			Velocity(Local) [x][y][z]			
			Velocity(Global) [x][y][z]			

자이로,가속도,지자기,거리,온도센서 값 출력은 설정에 의해 ON/OFF 할 수 있습니다.

CHK : checksum, 모든 byte를 더한 값 (SOP포함, overflow 무시)

ex) EulerAngle출력모드 (55)(55)(FD)(31)(EA)(43)(39)(11)(03)(4F)

(55)(55) : SOP

(FD)(31) : -719

(EA)(43) : -5565

(39)(11) : +14609

(03)(4F) : (55)+(55)+(FD)+(31)+(EA)+(43)+(39)+(11) = 34F

Roll : -7.19도 , Pitch : -55.65도 , Yaw : +146.09도 , CHK : 34F

5-3. COMMAND & RESPONSE FORMAT

STX	COMMAND (RESPONSE)	DATA	ETX
<	CMD	DATA	>

STX : '<' (3C)hex

CMD : COMMAND

DATA : DATA

ETX : '>' (3E)hex

DATA 항목은 명령어에 따라 없을 수도 있습니다.

ex) command : <sb1>    통신 baudrate를 9600bps로 변경  
       response : <ok>    정상 처리 완료

**5-4. COMMAND CODE LIST**
**5-4-1. Output Command**

COMMAND		DATA	Description
SET 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)
SET OUTPUT RATE	sor	1~1000 0 : polling 모드	데이터 출력 속도 설정 출력속도 : 1ms * data (default : 10)
SET OUTPUT CODE	soc	1 : ASCII 출력 모드 2 : HEX(binary) 모드	ASCII/HEX 출력모드 설정 (default : 1)
SET OUTPUT FORMAT	sof	1 : Euler Angles 2 : Quaternion	자세 데이터 출력 포맷 설정 (default : 1)
SET OUTPUT GYRO	sog	0 : 자이로(각속도)데이터 출력안함 1 : 자이로(각속도)데이터 출력함	자이로(각속도)데이터 출력 여부 설정 (default : 0)
SET OUTPUT ACCELERO	soa	0 : 가속도데이터 출력안함 1 : 가속도데이터 출력 2 : 중력성분 제거된 가속도 출력(Local) 3 : 중력성분 제거된 가속도 출력(Global) 4 : 속도데이터 출력(Local) 5 : 속도데이터 출력(Global)	가속도데이터 출력 여부 설정 (default : 0)
SET OUTPUT MEGNETO	som	0 : 지자기데이터 출력안함 1 : 지자기데이터 출력함	지자기데이터 출력 여부 설정 (default : 0)
SET OUTPUT DISTANCE	sod	0 : 거리데이터 출력안함 1 : 거리데이터 출력함(Local) 2 : 거리데이터 출력함(Global)	거리데이터 출력 여부 설정 (default : 0)
SET OUTPUT TEMPERATURE	sot	0 : 온도데이터 출력안함 1 : 온도데이터 출력함	온도데이터 출력 여부 설정 (default : 0)

**5-4-2. Sensor Command**

COMMAND		DATA	Description
SET ENABLE MAGNETO	sem	0 : Magnetometer OFF 1 : Magnetometer ON	Magnetometer On/Off 설정 (default : 1)
SET SENS GYRO	ssg	1 : 250dps 2 : 500dps 3 : 1000dps 4 : 2000dps	자이로센서의 감도 설정 (default : 4)
SET SENS ACCELERO	ssa	1 : 2g 2 : 4g 3 : 8g 4 : 16g	가속도센서의 감도 설정 (default : 4)
SET Low Pass Filter	lpf lpfg lpfa	0 : NO LPF 1 : 5Hz 2 : 10Hz 3 : 20Hz 4 : 41Hz 5 : 92Hz 6 : 184Hz 7 : 250Hz	Digital Low Pass Filter 설정 lpf : 자이로센서, 가속도센서 LPF lpfg : 자이로센서 LPF lpfa : 가속도센서 LPF (default : 5)
SET Filter Factor	sff sffa sffm	1 ~ 50	Sensor Filter Factor 설정 sff : 가속도센서, 지자기센서의 Filter Factor설정 sffa : 가속도센서 Filter Factor설정 sffm : 지자기센서 Filter Factor설정 (default : 10)
Robust Attitude Algorithm Parameters	raa_l raa_t	0.00 ~ 100.00 0 ~ 4000000000	RAA Level (default : 0.2) RAA Timeout (default : 10000)
Robust Heading Algorithm Parameters	rha_l rha_t	0.00 ~ 100.00 0 ~ 4000000000	RHA Level (default : 0.1) RHA 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 : 0.5)
Position Filter Parameters	posf_sl posf_st posf_sr posf_ar	0.0000 ~ 1.0000 0 ~ 1000 0.0000 ~ 1.0000 0.0000 ~ 1.0000	(default : 0.01) (default : 50) (default : 0.001) (default : 0.9)
Position Zero	posz	NONE	누적된 속도, 거리를 0으로 설정



**5-4-3. Calibration Command**

COMMAND		DATA	Description
CALIBRATION GYRO	cg	NONE	자이로센서 캘리브레이션
CALIBRATION ACCELERO FREE	caf	NONE	가속도센서의 XYZ축 정밀 캘리브레이션
CALIBRATION ACCELERO SIMPLE	cas	NONE	가속도센서의 XYZ축 캘리브레이션
CALIBRATION MAGNETO FREE	cmf	NONE	지자기센서의 XYZ축 캘리브레이션
CALIBRATION MAGNETO XY	cnxy +cnxy	NONE	지자기센서의 XY축 캘리브레이션 cnxy : 지자기센서 xy축 캘리브레이션 +cnxy : cmf보정값 사용 + cnxy
CALIBRATION MAGNETO Z	cnz +cnz	NONE	지자기센서의 Z축 캘리브레이션 cnz : 지자기센서 z축 캘리브레이션 +cnz : cmf보정값 사용 + cnz
SET MOTION OFFSET	cmo	NONE	자세 OFFSET 설정
CLEAR MOTION OFFSET	cmco	NONE	자세 OFFSET 제거

**5-4-4. ETC Command**

COMMAND		DATA	Description
CONFIGURATION	cfg	NONE	센서 설정 사항 출력
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 설정치 Load
RESET	reset	NONE	센서 reset
VERSION CHECK	ver	NONE	Version 표시

**5-5. RESPONSE CODE LIST**

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

## 6. COMMUNICATION DETAILS

### 6-1. OUTPUT COMMAND

#### 6-1-1. SET 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

#### 6-1-2. SET OUTPUT RATE

데이터 출력 속도를 설정합니다.

출력속도 : 1ms \* data

data 범위는 1(1ms, 1000Hz) ~ 1000(1000ms, 1Hz) 까지 지정할 수 있습니다.

<ok> 응답 이후 설정된 출력 속도로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '1' ~ "1000" (default : '10')

#### 6-1-3. SET OUTPUT CODE

ASCII출력모드와 HEX(binary)출력모드를 설정합니다.

"5-2. HEX(binary) OUTPUT DATA FORMAT"를 참고하십시오.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data :

'1'	ASCII 출력모드 (default)
'2'	HEX(binary) 출력모드

**6-1-4. SET OUTPUT FORMAT**

자세 데이터 출력 포맷을 설정합니다.

각속도센서(gyroscope), 가속도센서, 지자기센서의 데이터를 모두 연산하여 최종 자세 데이터의 출력 포맷을 설정하는 명령어입니다.

EulerAngles출력, Quaternion출력으로 설정 할 수 있습니다.

**<Euler Angles 출력모드>**

EulerAngles 출력모드로 설정시 Roll, Pitch, Yaw 순서로 3개의 항목에 대한 값이 출력이 됩니다. 각 항목에 대한 값의 범위는 아래와 같습니다.

Roll 값의 범위 : -180도 ~ +180도

Pitch 값의 범위 : -90도 ~ +90도

Yaw 값의 범위 : -180도 ~ +180도

소수점이하 2째자리 까지 출력됩니다.

HEX모드의 경우 각 항목에서 100을 나누어야 합니다.

**<Quaternion 출력모드>**

Quaternion 출력모드로 설정시 z,y,x,w 순서로 4개의 항목에 대한 값이 출력이 됩니다.

소수점이하 4째자리 까지 출력됩니다.

HEX모드의 경우 각 항목에서 10000을 나누어야 합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '1' Euler Angles (default)  
 '2' Quaternion

**6-1-5. SET OUTPUT GYRO**

자이로(각속도)데이터의 출력 여부를 설정 합니다.

자이로(각속도)데이터 출력을 설정 하였을 경우 데이터 출력 항목에 자이로(각속도) 데이터 x,y,z 항목이 추가 됩니다.

출력되는 자이로(각속도)데이터의 단위는 DPS(degree per second) 입니다.

소수점이하 2째자리 까지 출력됩니다.

HEX모드의 경우 각 항목에서 10을 나누어야 합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '0' 자이로(각속도)데이터 출력 안함 (default)  
 '1' 자이로(각속도)데이터 출력

6-1-6. SET OUTPUT ACCELERO

가속도, 속도 데이터의 출력 여부를 설정 합니다.

가속도, 속도 데이터의 출력을 설정 하였을 경우 데이터 출력 항목에 데이터 x,y,z 항목이 추가 됩니다.

[가속도출력]

가속도의 단위는 중력가속도 단위 g 입니다. 1g 는 9.81m/s<sup>2</sup> 입니다.

소수점이하 3째자리 까지 출력됩니다.

HEX모드의 경우 각 항목에서 1000을 나누어야 합니다.

soa1 : 중력성분이 포함된 가속도 출력 명령입니다. 센서를 움직이지 않더라도 항상 중력방향으로 1g의 값이 출력이 됩니다.

soa2 : 중력성분이 제거된 Local 가속도 출력 명령입니다. 센서의 각 x,y,z축 기준의 Local 가속도가 출력됩니다.

soa3 : 중력성분이 제거된 Global 가속도 출력 명령입니다. 동,서,남,북,위,아래 기준의 Global 가속도가 출력됩니다.

[속도출력]

속도의 단위는 m/s(meter/second) 입니다.

소수점이하 3째자리 까지 출력됩니다.

HEX모드의 경우 각 항목에서 1000을 나누어야 합니다.

soa4 : Local 속도데이터 출력 명령입니다. 센서의 각 x,y,z축 기준의 Local 속도데이터가 출력됩니다.

soa5 : Global 속도데이터 출력 명령입니다. 동,서,남,북,위,아래 기준의 Global 속도데이터가 출력됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

- data :
- '0' 가속도데이터 출력 안함 (default)
  - '1' 중력성분 포함된 가속도 출력
  - '2' 중력성분 제거된 Local 가속도 출력
  - '3' 중력성분 제거된 Global 가속도 출력
  - '4' Local 속도데이터 출력
  - '5' Global 속도데이터 출력

**6-1-7. SET OUTPUT MAGNETO**

지자기데이터의 출력 여부를 설정 합니다.  
 지자기데이터 출력을 설정 하였을 경우 데이터 출력 항목에 지자기데이터 x,y,z 항목이 추가 됩니다.  
 출력되는 자기장의 단위는 uT(micro-Tesla) 입니다. 1uT는 0.01Gauss입니다.  
 최대측정 범위는 ±4800uT입니다.  
 소수점이하 1째자리 까지 출력됩니다.  
 HEX모드의 경우 각 항목에서 10을 나누어야 합니다.  
 <ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

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

**6-1-8. SET OUTPUT DISTANCE**

거리(위치)데이터의 출력 여부를 설정 합니다.  
 거리(위치)데이터 출력을 설정 하였을 경우 데이터 출력 항목에 거리(위치)데이터 x,y,z 항목이 추가 됩니다.  
 '/'(0x2F) 입력시 누적된 거리가 0으로 reset 됩니다.  
 출력되는 거리(위치)데이터의 단위는 m(meter) 입니다.  
 소수점이하 3째자리 까지 출력됩니다.  
 HEX모드의 경우 각 항목에서 1000을 나누어야 합니다.  
 sod1 : Local 거리데이터 출력 명령입니다. 센서의 각 x,y,z축 기준의 Local 거리데이터가 출력됩니다.  
 sod2 : Global 거리데이터 출력 명령입니다. 동,서,남,북,위,아래 기준의 Global 거리데이터가 출력됩니다.  
 <ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '0' 거리데이터 출력 안함 (default)  
 '1' Local 거리데이터 출력  
 '2' Global 거리데이터 출력

**6-1-9. SET OUTPUT TEMPERATURE**

온도데이터의 출력 여부를 설정 합니다.

온도데이터 출력을 설정 하였을 경우 데이터 출력 항목에 온도센서 항목이 추가 됩니다.

출력되는 단위는 섭씨(°C)입니다.

소수점이하 1째자리 까지 출력됩니다.

HEX모드의 경우 각 항목에서 10을 나누어야 합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

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

## 6-2. SENSOR COMMAND

### 6-2-1. SET ENABLE MAGNETO

지자기센서의 On/Off를 설정 합니다.

지자기센서의 경우 주변환경의 영향을 많이 받습니다.

지자기센서의 오동작이 큰 환경이나 Roll/Pitch만 사용하려는 경우 지자기센서를 OFF 하는 것이 좋습니다.

지자기센서를 OFF로 설정하면 자동으로 3축 자이로센서와 3축 가속도센서만으로 Roll/Pitch/Yaw 자세연산을 합니다. 이때 Yaw축에 대해선 시간이 지남에 따라 누적오차가 발생하게 됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

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

\* 지자기센서 ON시 오차가 크다면 센서가 장착되어 사용되는 환경에서 지자기센서 캘리브레이션을 다시 하는 것이 좋습니다.

### 6-2-2. SET SENS GYRO

자이로센서의 감도를 설정 합니다.

250dps, 500dps, 1000dps, 2000dps 로 설정할 수 있습니다.

단위는 degree/second 입니다.

값이 클수록 빠른 움직임을 놓치지 않고 자세에 반영 할 수 있습니다. 대신 정밀도는 떨어집니다. 반대로 값이 작을수록 정밀도는 좋으나 빠른 움직임 시 drift오차가 발생할 수 있습니다. 사용 환경 및 목적에 맞게 설정 하십시오.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '1' 250dps  
'2' 500dps  
'3' 1000dps  
'4' 2000dps (default)



**6-2-3. SET SENS ACCELERO**

가속도센서의 감도를 설정 합니다.  
 최대로 감지할 수 있는 중력가속도 값을 의미 합니다.  
 단위는 중력가속도 g 입니다.  
 사용 환경 및 목적에 맞게 설정 하십시오.  
 <ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '1' 2g  
 '2' 4g  
 '3' 8g  
 '4' 16g (default)

**6-2-4. SET LOW PASS FILTER**

센서의 Digital Low Pass Filter를 설정합니다.  
 LPF 설정을 통해 진동환경에서도 정밀한 데이터를 출력할 수 있습니다.  
 lpf : 자이로센서, 가속도센서의 LPF를 설정합니다.  
 lpf g : 자이로센서의 LPF를 설정합니다.  
 lpf a : 가속도센서의 LPF를 설정합니다.  
 <ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"lpf" "lpfg" "lpfa:"	data	'>'

data : '0' NO LPF  
 '1' 5Hz  
 '2' 10Hz  
 '3' 20Hz  
 '4' 41Hz  
 '5' 92Hz (default)  
 '6' 184Hz  
 '7' 250Hz

**6-2-5. SET 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.

sff : 가속도센서, 지자기센서의 Filter Factor를 설정합니다.

sffa : 가속도센서의 Filter Factor를 설정합니다.

sffm : 지자기센서의 Filter Factor를 설정합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

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

**6-2-6. Robust Attitude Algorithm Timeout**

RAA는 센서의 가감속에 따른 자세(roll,pitch) 오차를 보정하는 알고리즘입니다.

설정된 시간(RAA Timeout) 이상으로 오차 발생시 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.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '0' ~ "4000000000" (default : '10000' , 10초)

**6-2-7. Robust Heading Algorithm Timeout**

RHA는 센서 사용 환경의 자기장 간섭에 따른 heading(yaw) 오차를 보정하는 알고리즘입니다.

설정된 시간(RHA Timeout) 이상으로 오차 발생시 자세를 재 보정 합니다.

RHA Timeout 설정 단위는 ms(milli-second)입니다.

RHA Timeout은 최대 자기장 간섭 시간보다 크게 설정하는 것이 좋습니다.

RHA Timeout을 0으로 설정할 경우 RHA는 off 됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

data : '0' ~ "4000000000" (default : '10000' , 10초)

### 6-2-8. Auto Gyroscope Calibration Enable

AGC는 실시간으로 자이로센서를 보정하는 기능입니다.

AGC Enable은 AGC의 활성화/비활성을 설정합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

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

### 6-2-9. POSITION FILTER PARAMETERS

센서의 속도, 거리를 연산하는 position filter의 SL,ST,SR,AR parameter를 설정합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"posf_sl" "posf_st" "posf_sr" "posf_ar"	data_sl data_st data_sr data_ar	'>'

data\_sl : "0.0000" ~ "1.0000" (default : "0.01")

0 설정시 position filter 비활성

data\_st : '0' ~ "1000" (default : "50")

0 설정시 기능 비활성

data\_sr : "0.0000" ~ "1.0000" (default : "0.001")

0 설정시 기능 비활성

data\_ar : "0.0000" ~ "1.0000" (default : "0.9")

1 설정시 기능 비활성

### 6-2-10. POSITION ZERO

누적된 속도, 거리(위치)를 0으로 설정합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"posz"	'>'

### 6-3. CALIBRATION COMMAND

#### 6-3-1. CALIBRATION GYRO

자이로센서 x,y,z축 캘리브레이션을 합니다.

**캘리브레이션시 센서는 반드시 움직임이 없는 정지 상태에 있어야 합니다.**

[설정순서]

- (1) 센서를 방향/자세에 상관없이 움직임이 없는 상태로 놓습니다.
  - (2) "<cg>" 명령어 입력 후 <ok>응답까지 (1초정도)대기합니다.
  - <ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.
- 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

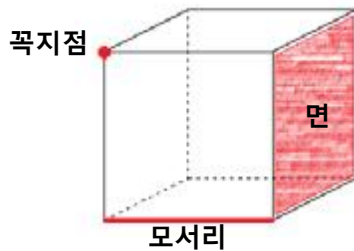
STX	COMMAND	ETX
'<'	"cg"	'>'

#### 6-3-2. CALIBRATION ACCELERO FREE

가속도센서의 XYZ축 캘리브레이션을 정밀하게 할 수 있는 명령입니다.

[설정순서]

- (1) "<caf>"명령어를 입력합니다.
- (2) 센서는 움직임이 없을 경우 '.'를 출력하고 해당 자세에 대해 보정합니다.
- (3) 센서를 조금씩 움직여 여러 회전각도에서 '.'가 출력되게 합니다.
  - \* 센서를 직육면체로 봤을때 6개의 면과 8개의 모서리, 8개의 꼭지점이 각각 바닥 (중력방향)으로 향하도록 하여 '.'가 출력되게 하면 보다 정밀한 보정이 됩니다.



- (4) '>' 를 입력 후 <ok>응답까지 (1초정도)대기합니다.
  - <ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.
- 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

#### 6-3-3. CALIBRATION ACCELERO SIMPLE

가속도센서 XYZ축 캘리브레이션을 간단히 할 수 있는 명령입니다.

**센서를 지표면과 수평이 되도록 유지한 정지 상태에서 명령어를 입력합니다.**

명령어 입력시 센서의 수평을 정확하게 유지할수록 캘리브레이션 정밀도는 높아집니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cas"	'>'

**6-3-4. CALIBRATION MAGNETO FREE**

지자기센서의 XYZ축 캘리브레이션을 한번에 쉽게 할 수 있는 명령입니다.  
 이 명령으로 지자기센서의 캘리브레이션을 할 경우 다른 지자기 캘리브레이션 명령어(cnxy,cnz)는 실행할 필요가 없습니다.

[설정순서]

- (1) 주변에 자기장의 간섭을 일으킬만한 대상이 없어야 합니다. 지자기외란이 없는 정상 사용 환경이어야 합니다.
- (2) "<cmf>"명령 후 센서를 전방위로 자유롭게 회전시킵니다. 회전에 대한 방향이나 시간제약 없이 충분히 회전시킵니다.  
 (회전되는 동안 센서는 주변의 지자기 데이터를 수집하여 가장 적합한 보정계수를 찾아냅니다.)
- (3) '>' 를 입력 후 <ok> 응답까지 (1초정도)대기합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

\* 센서의 오차가 크다면 센서가 장착되어 사용되는 환경에서 지자기센서 캘리브레이션을 다시 하는 것이 좋습니다.

**6-3-5. CALIBRATION MAGNETO XY**

지자기센서의 XY축에 대한 캘리브레이션 합니다.  
 cnxy명령을 사용할 경우 cmf로 설정된 캘리브레이션 데이터는 삭제됩니다.  
 +cnxy명령을 사용할 경우 cmf로 설정된 캘리브레이션 데이터와 함께 적용됩니다.  
 지자기센서의 축방향은 "4-5. Magnetometer Axis"를 참조하시기 바랍니다.

[설정순서]

- (1) 주변에 자기장의 간섭을 일으킬만한 대상이 없어야 합니다. 지자기외란이 없는 정상 사용 환경이어야 합니다.
- (2) 지자기센서의 z(z+z-상관없음)축이 위쪽(하늘)을 향하도록 위치시킵니다.
- (3) "<cnxy>"또는"<+cnxy>" 명령 후 1초정도 대기합니다.
- (4) z축을 고정한 그대로 센서를 가로방향으로 180도 회전 시킵니다.
- (5) '>'전송 후 <ok> 응답이 나올때 까지 기다립니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX	.....	ETX
'<'	"cnxy" "+cnxy"	'>'		'>'

\* 센서의 오차가 크다면 센서가 장착되어 사용되는 환경에서 지자기센서 캘리브레이션을 다시 하는 것이 좋습니다.

**6-3-6. CALIBRATION MAGNETO Z**

지자기센서의 Z축에 대한 캘리브레이션을 합니다.

cnz명령을 사용할 경우 cmf로 설정된 캘리브레이션 데이터는 삭제됩니다.

+cnz명령을 사용할 경우 cmf로 설정된 캘리브레이션 데이터와 함께 적용됩니다.

지자기센서의 축방향은 "4-5. Magnetometer Axis"를 참조하시기 바랍니다.

[설정순서]

(1) 주변에 자기장의 간섭을 일으킬만한 대상이 없어야 합니다. 지자기외란이 없는 정상 사용 환경이어야 합니다.

(2) 지자기센서의 y(y+y-상관없음)축이 위쪽(하늘)을 향하도록 위치시킵니다.

(3) "<cnz>"또는"<+cnz>"명령 후 1초정도 대기합니다.

(4) y축을 고정한 그대로 센서를 가로방향으로 180도 회전 시킵니다.

(5) '>'전송 후 <ok> 응답이 나올때 까지 기다립니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX		ETX
'<'	"cnz" "+cnz"	'>'	.....	'>'

\* 센서의 오차가 크다면 센서가 장착되어 사용되는 환경에서 지자기센서에 대한 캘리브레이션을 다시 하는 것이 좋습니다.

**6-3-7. SET MOTION OFFSET**

센서의 전방위 자세 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.

(Roll,Pitch는 수평이되고 Yaw축은 정동방향을 가리키는 상태입니다.)

(2) 센서의 새로운 원점상태로 만들고 싶은 자세로 회전 시킵니다.

(3) <cmo> 명령을 전송합니다.

('<'입력이 되는 순간의 자세가 원점으로 설정됩니다.)

새로운 offset설정시 <cmco>명령으로 기존offset을 제거한 후 해야 합니다.

ex)원점상태에서 roll을 90도 회전시킨값을 offset으로 설정하면 센서가 세워진 상태가 원점이 됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

**6-3-8. CLEAR MOTION OFFSET**

센서의 전방위 자세 OFFSET을 제거 합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

### 6-4. ETC COMMAND

#### 6-4-1. CONFIGURATION

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

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

#### 6-4-2. POWER ON START

센서의 전원 인가시 작동 여부를 설정합니다.

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

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

#### 6-4-3. START

센서를 작동 상태로 전환합니다.

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

#### 6-4-4. STOP

센서를 작동중지 상태로 전환합니다.

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

#### 6-4-5. LOAD FACTORY SETTINGS

제품 출하시 설정값으로 모두 복원 합니다.  
<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

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

#### 6-4-6. RESET

센서를 reset합니다. 전원을 재인가 한 것과 동일한 동작을 합니다.

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

#### 6-4-7. VERSION CHECK

Version 정보를 표시합니다.  
다른 명령과 달리 <ok> 응답을 하지 않습니다.

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

응답 예) "<imu9dofv400>"

## 7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### 7-1. Absolute Maximum Ratings

Parameter	Maximum Value	Unit
Supply Voltage	-0.3 to +7.5	V
Storage Temperature	-40 to +125	°C
Operation Temperature	-10 to +70	°C
Acceleration (any axis,unpower)	10000 for 0.2ms	g
Input Voltage TX/RX pin	-0.3 to +7.2	V
Input Voltage nPD/nRST pin	-0.3 to +7.2	V

### 7-2. DC Electrical Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Supply voltage	3.3		7.0	V
Operating Current		40		mA
PownDown Current		0.5		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
Input Voltage HIGH(nPD/nRST)	2.5		VCC	V
Input Voltage LOW(nPD/nRST)	0		0.4	V



## 8. SENSOR SPECIFICATIONS

### 8-1. Attitude & Heading

Parameter		Value	Unit
Static accuracy (roll/pitch)		< 0.2	deg
Static accuracy (roll/pitch) * Magnetometer OFF		< 0.02	deg
Static accuracy (yaw)		< 0.5	deg
Dynamic accuracy (RMS)		< 1.5	deg
Dynamic accuracy (RMS) * Magnetometer OFF		< 0.5	deg
Angular resolution		0.01	deg
Output Range	roll	-180 ~ +180	deg
	pitch	-90 ~ +90	
	yaw	-180 ~ +180	
Output data rate		1Hz ~ 1000Hz	Hz

### 8-2. Gyroscope output

Parameter		Value	Unit
Measurement range		-2000 ~ +2000	dps
Sensitivity	250 dps	7.6	mdps
	500 dps	15.3	
	1000 dps	30.5	
	2000 dps	61.0	
Bandwidth		1000	Hz
Sensitivity change vs. Temperature		-0.032 ~ +0.032	%/°C

**8-3. Accelerometer output**

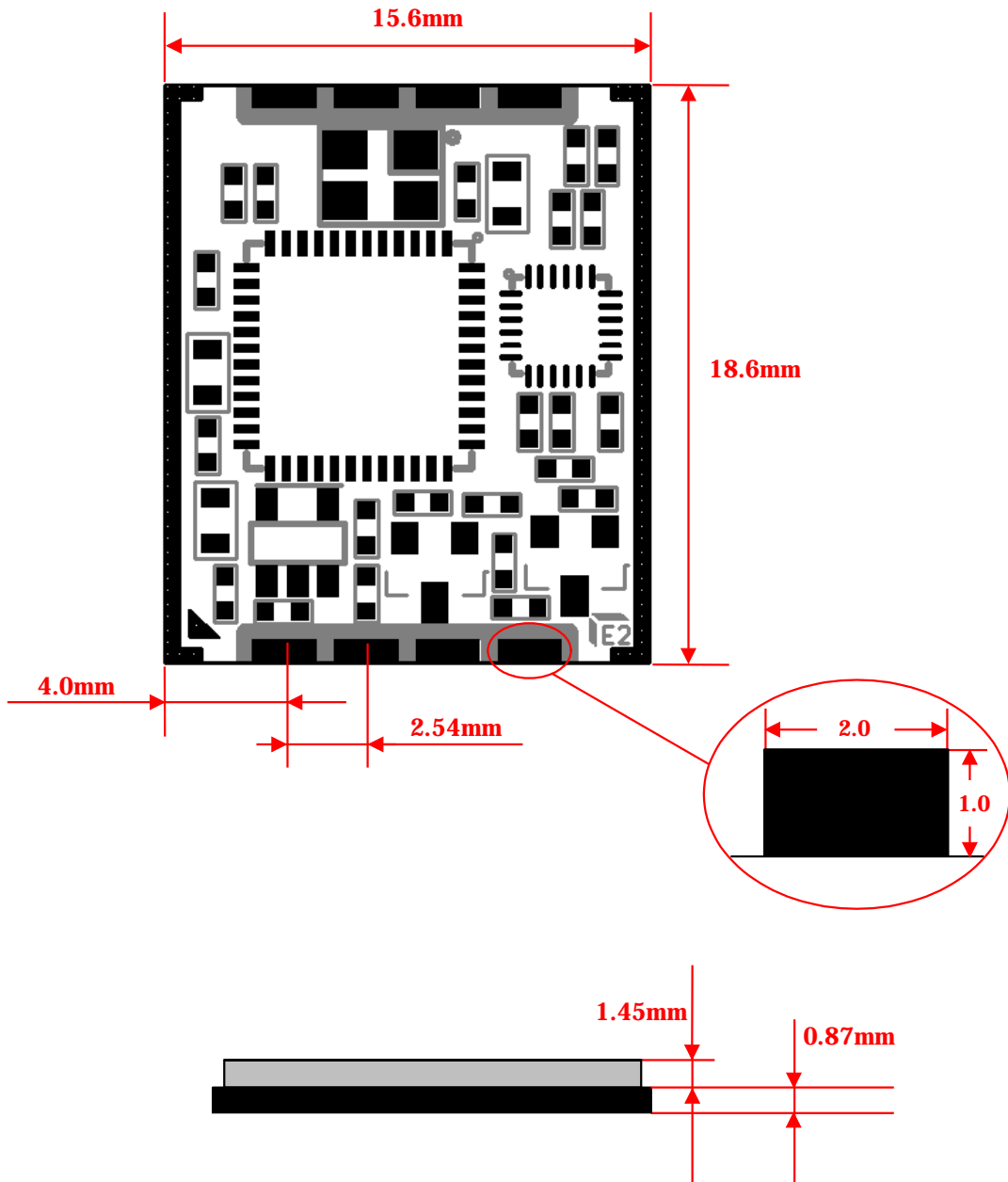
Parameter		Value	Unit
Measurement range		-16 ~ +16	g
Sensitivity	2g	0.06	mg
	4g	0.12	
	8g	0.24	
	16g	0.49	
Bandwidth		1000	Hz
Sensitivity change vs. Temperature		-0.026 ~ +0.026	%/°C

**8-4. Magnetometer output**

Parameter		Value	Unit
Measurement range		-4800 ~ +4800	uT
Sensitivity		0.6	uT
Bandwidth		100	Hz

### 9. DIMENSIONS

15.6(W) \* 18.6(H) \* 2.3(D) mm



## 10. 주의사항

### 10-1. 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.

### 10-2. 센서모듈 취급주의

- 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.

**Revision History**

<b>V1.0</b>	<b>Initial release</b>
<b>V1.1</b>	<b>&lt;cas&gt; &lt;reset&gt; 명령어 추가</b>



이투박스

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

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