iAHRS V3 (RB-SDA-v3) 사용설명서 — 배포용

Copyright © 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved.

iAHRS RB-SDA-v3 (하우징 타입) — iAHRS · IntelliThings 제품 라인 · ㈜로버(ROBOR)

처음 쓰는 분을 위한 설명서입니다. 센서나 프로그램을 다뤄본 적이 없어도 순서대로 따라 하면 됩니다. 어려운 용어는 나올 때마다 풀어서 설명합니다.

ⓘ 이 제품은 **출고 시 가속도·자이로 보정(캘리브레이션)이 끝나 있습니다.** 연결만 하면 기울기(롤·피치)는 바로 쓸 수 있습니다. **방위(나침반)를 쓰려면** 설치한 자리에서 **[지자계 보정]을 한 번** 하고 **지자계**를 켜 주세요(→ 8.2).

이 설명서는 모니터 프로그램 **UI 1.20.0** 과 펌웨어 **3.0.15**(현재 배포본, 2026-10-10) 기준입니다. 이전 펌웨어(3.0.11 등)가 들어 있는 센서는 [펌웨어 업데이트]로 3.0.15 를 넣을 수 있습니다(→ 10 장). 3.0.12 이하 펌웨어에서는 3.0.13 부터 바뀐 표시·응답이 조금 다르게 보일 수 있습니다.

화면 그림은 모두 프로그램의 **데모 화면**입니다(UI 1.20.0 에서 2026-10-10 촬영, 장치 이름·버전 줄은 V3 3.0.15 응답을 넣어 맞춤). 그림 속 숫자는 실제 측정값이 아닙니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

목차

iAHRS V3 (RB-SDA-v3) 사용설명서 — 배포용 **1**

0. 급하면 이것만 — 3 줄 요약 3

1. 이 제품은 무엇인가요? 3

2. 빠른 시작 — 이 순서대로만 하세요 6

3. 화면 구성 — 어디에 무엇이 있나 10

4. 처음이라면 이것부터 해보세요 14

5. 자주 쓰는 기능 15

6. 측정값 기록과 그래프 18

7. 콘솔과 명령 입력 22

8. 보정 — 필요할 때만 24

9. 기능 카드 — 부가 기능 31

10. 펌웨어 업데이트 36

11. LED 표시 — 케이스의 작은 불빛 38

12. 장착(설치) 가이드 39

13. 구형 센서(iAHRS V1) 연결과 영문판 43

14. 문제 해결 44

15. 자주 묻는 질문 (FAQ) 46

부록 A. 용어 사전 47

부록 B. 제품 사양 · 치수 · 구성품 48

부록 C. 프로그램 파일과 저장 위치 51

부록 D. 데이터 형식과 기본 명령 (직접 프로그램을 만드는 분께) 51

부록 E. 안전 · 취급 주의사항 52

부록 F. 보증 및 A/S 안내 53

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

0. 급하면 이것만 — 3 줄 요약

1. **마이크로 USB 케이블**로 센서를 PC 에 꽂습니다.
2. **`AHRS_Monitor.exe`** 를 더블클릭합니다. (설치하지 않아도 됩니다)
3. 오른쪽 위 **[연결]** 을 누르고, 뜨는 창에서 **`COM 번호 (유선 FTDI)`** 버튼을 누릅니다. 끝입니다.

3D 화면 속 케이스가 실물과 똑같이 움직이고, 위쪽 표시줄에 **`정상 수신 · USB @ 115200 bps · HW V3 · FW v3.0.15 ✓`** 가 보이면 정상입니다. 자세한 설명이 필요하면 **2 장 빠른 시작**부터 읽으세요.

---

1. 이 제품은 무엇인가요?

iAHRS 는「지금 이 물건이 어떤 자세로 놓여 있는지」를 재는 센서입니다.

사람으로 치면 **귓속의 평형 감각** 같은 역할입니다. 스스로 움직이지는 않고, 자기가 얼마나 기울었는지 · 어느 방향을 보고 있는지를 1 초에 50 번씩(설정에 따라 최대 100 번) 알려줍니다.

센서 안에는 세 종류의 부품이 들어 있고, 이 셋을 합쳐서 자세를 계산합니다.

부품	하는 일	쉬운 비유	이 제품의 부품
가속도계	중력이 어느 쪽으로 당기는지 감지	「아래쪽이 어디인지」아는 감각	6축 관성센서
자이로	얼마나 빠르게 도는지 감지	「방금 얼마나 돌았는지」아는 감각	6축 관성센서
지자계(나침반)	지구 자기장의 방향 감지	「북쪽이 어디인지」아는 감각	지자계

이 세 가지를 합치는 계산을 **융합(fusion)** 이라고 부릅니다. 셋을 합치면 각각 혼자일 때보다 훨씬 정확해집니다. 이 제품은 **ESKF(칼만필터)** 라는 정밀한 융합 방식이 기본으로 켜져 있어서, 가만히 두었을 때 자세 값의 흔들림이 **약 0.05 도** 수준으로 관찰되었습니다(기존 정지 관찰값 · 시험 조건 미기재 · 보증값 아님, → 1.5, 부록 B.2).

1.1 제품 세대 — V1 · V2 · V3

하드웨어	제품명	센서	펌웨어 버전
V1	RB-SDA-v1	9축 센서	1.x (구형 제품)
V2	RB-SDA-v2	관성센서 + 3축 지자계	2.x.y
V3	**RB-SDA-v3**	**6축 관성센서 + 지자계**	**3.x.y — 이 설명서**

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

- **펌웨어 앞자리는 하드웨어 세대와 같습니다.** V3 제품에는 3.x.y 펌웨어만 올라갑니다. 프로그램은 연결하면 세대를 스스로 알아보고(`HW V3`), 다른 세대의 펌웨어 파일을 고르면 거부합니다.
- 모니터 프로그램 하나로 V2 와 V3 를 모두 씁니다. 그래서 화면 맨 위 제목이 `iAHRS V2 / V3 모니터` 입니다. 창 제목(작업 표시줄에 보이는 이름)은 연결 전에는 `iAHRS V2 / V3 모니터`, 이 제품을 연결해 알아보면 `iAHRS V3 모니터` 로 바뀝니다.
- **이 설명서의 연결 방법·커넥터 그림·핀맵은 V3 기본 모델(USB + RS-232) 기준입니다.** 제품 모델 규칙은 USB 공통, 접미사 없음 = RS-232, `_1` = CAN, `_2` = RS-485 입니다. `_1`·`_2` 모델의 연결·핀맵·펌웨어는 해당 모델용 자료를 기술지원에 요청하세요. 이 설명서의 RS-232 핀맵이나 V2 CAN 설명을 다른 모델에 그대로 적용하지 마세요.

1.2 Roll · Pitch · Yaw — 이 설명서에 계속 나오는 세 단어

센서가 알려주는 자세는 **세 개의 각도**로 표현됩니다. 이 세 단어만 알면 설명서의 대부분이 이해됩니다.

이름	우리말	어떤 움직임인가	예시
Roll	롤 (좌우 기울기)	왼쪽·오른쪽으로 갸우뚱	자동차가 커브에서 기우는 정도
Pitch	피치 (앞뒤 기울기)	앞으로 숙이거나 뒤로 젖힘	오르막·내리막의 경사
Yaw	요 (방위)	제자리에서 좌우로 돌기	나침반이 가리키는 방향

셋 다 단위는 **도(°)** 입니다. 화면에는 `+24.92` 처럼 소수점 둘째 자리까지 나옵니다. 롤과 요는 −180~+180°, 피치는 −90~+90° 범위입니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

> 💡 **q0~q3 (쿼터니언)은 뭔가요?**
> 화면에 같이 보이는 `q0 q1 q2 q3` 는 위의 세 각도를 컴퓨터가 다루기 좋은 방식으로 바꿔 놓은 값입니다. **일반 사용자는 신경 쓰지 않아도 됩니다.**
> 프로그램을 직접 만드는 개발자를 위한 값입니다.

1.3 이 제품으로 할 수 있는 일

- 실시간으로 기울기·방위 보기 (3D 화면 · 계기 · 그래프)
- 지금 자세를 **기준 0 도로 맞추기** (영점)
- 방위를 **지도 기준(진북)으로 맞추기** (편각)
- 설치한 자리에 맞춰 **지자계(나침반) 보정**하기
- 측정값을 **엑셀 파일(CSV)로 저장**하고, 저장한 기록을 **다시 재생**하기
- 진동·충격 감지 같은 **부가 기능 켜고 끄기**
- **펌웨어 업데이트** (USB 케이블만으로)
- PC 없이 **로봇·장비에 RS-232 로 직접 연결**하기

1.4 받은 파일 (고객 배포 폴더)

파일	설명
`AHRS_Monitor.exe`	모니터 프로그램(한국어). 설치 없이 더블클릭해서 씁니다
`AHRS_Monitor_EN.exe`	같은 프로그램의 영어판 (→ 13 장)
`AHRS_V3_v3.x.y_날짜_App_signed.bin`	펌웨어 파일. [펌웨어 업데이트] 에서 고르는 파일입니다 (→ 10 장). 현재 배포 펌웨어는 3.0.15(2026-10-10) 입니다
`README.txt`	폴더 안내

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

1.5 성능 수치 읽는 법 — 관찰값 · 필터 추정치 · 표시 해상도

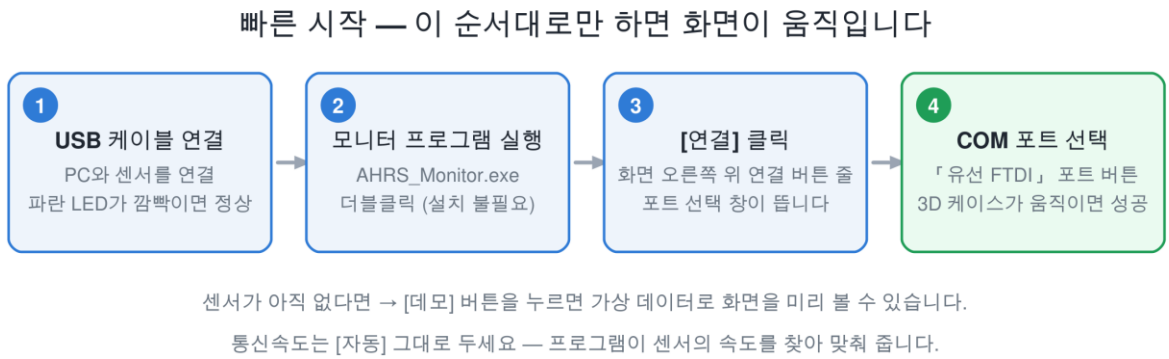
이 설명서와 모니터 프로그램에 나오는 '정확도' 관련 숫자는 아래처럼 종류가 다릅니다. 숫자를 제품의 보증 성능으로 읽지 않도록 구분해 두었습니다.

구분	이 제품의 값	뜻
정지 흔들림 (관찰값)	약 0.05° (롤/피치)	가만히 둔 센서의 자세 값이 흔들리는 폭. 기존 정지 관찰값으로, 시험 조건(기준기 · 온도 · 측정 시간 · 표본 수 · RMS 여부)이 기재되지 않아 **보증값이 아닙니다**
외부 기준각 대비 오차	시험 근거 미확인	정밀 회전대 같은 외부 기준기와 비교한 실제 오차. 검토한 공개 문서에 완전한 시험 근거가 제시되어 있지 않아 **값을 제시하지 않습니다**
필터 추정 1σ	화면 표시 (예: 정확도 ±0.05° (1σ))	장치의 ESKF 융합 필터가 스스로 계산한 추정치. 화면 문구는 '정확도'이지만 **외부 기준기로 확인한 정확도가 아닙니다**
화면 표시 해상도	0.01°	프로그램이 숫자를 찍는 간격. 측정 정확도와 다릅니다

> '시험 근거 미확인'은 검토한 공개 문서에서 완전한 시험 근거를 확인하지 못했다는 뜻이며, 지금 시험이 진행 중이라는 뜻이 아닙니다.
> 자세한 표는 부록 B.2, 모델별(V1·V2·V3) 비교는 「iAHRS 성능 데이터시트」를 참고하세요.

---

2. 빠른 시작 — 이 순서대로만 하세요



© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

① USB 케이블로 PC 에 연결

센서 뒷면의 **마이크로 USB** 단자와 PC 를 USB 케이블로 연결합니다. 연결하면 Windows 가 센서를 **가상 COM 포트**(컴퓨터가 센서와 대화하는 통로)로 인식합니다. USB 케이블로 전원도 함께 들어갑니다.

> ☑ **이렇게 되면 성공**: 케이스의 LED 가 **빨강·파랑으로 번갈아 2~3 초 깜빡**인 뒤(자이로 보정 중 — 이때는 움직이지 마세요)
> **파란불이 2 초 켜졌다가**, 파란불이 **천천히 깜빡**입니다.
> ✕ 빨간불만 2 번씩 또는 3 번씩 반복되면 → 11 장 LED 표시를 보세요.

② 모니터 프로그램 실행

배포받은 **`AHRS_Monitor.exe`** 파일을 **더블클릭**합니다.

- **설치 과정이 없습니다.** 파일 하나만 있으면 바로 실행됩니다.
- 처음 한 번은 실행 준비 때문에 창이 뜨기까지 10 초쯤 걸릴 수 있습니다. **두 번째부터는 약 1 초** 만에 열립니다.
- 처음 실행할 때 파란 경고창(**Windows SmartScreen**)이 뜰 수 있습니다. → **[추가 정보]** 클릭 → **[실행]** 을 누르세요. (아직 코드 서명 인증서를 붙이기 전 단계라 뜨는 정상적인 경고입니다.)

> ☑ **이렇게 되면 성공**: 어두운 배경의 프로그램 창이 열리고, 제목 아래에 장치 연결 전, 3D 화면에 케이스 모형과 측정 대기 글자가 보입니다.

③ [연결] 버튼 클릭

화면 **오른쪽 위**에 연결 관련 버튼이 한 줄로 있습니다.

버튼	하는 일
통신속도 자동	PC 와 센서가 대화하는 속도. **[자동] 그대로 두세요** (→ 아래「통신속도」)
[연결]	USB(또는 RS-232) 케이블로 연결합니다. **평소에는 이것만 누르면 됩니다**
[BLE 연결]	별도의 BLE 인터페이스 보드를 함께 쓸 때만 사용하는 무선 연결입니다. 무선이라 1 초에 약 10 번(10 Hz)만 받고, 통신속도 변경과 펌웨어 업데이트는 할 수 없습니다
[CAN 연결]	이 설명서에서 다루는 **V3 기본 RS-232 모델에는 쓰지 않습니다.** CAN 모델은 해당 모델용 연결 안내를 확인하세요
[연결 해제]	연결을 끊습니다
[데모]	센서 없이 가상 데이터로 화면을 둘러봅니다 (→ 아래「센서 없이 둘러보기」)

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

[연결] 을 누릅니다.

④ COM 포트 고르기

COM 포트 선택 창이 뜨고 센서 연결 포트를 선택하세요 (유선 FTDI / 블루투스 SPP): 라는 안내 아래 연결 가능한 포트가 **버튼**으로 나옵니다.

- USB 로 꽂은 이 센서는 **COM5 (유선 FTDI)** 처럼 보입니다(숫자는 PC 마다 다릅니다). **그 버튼을 누르면 됩니다.**
- 한 번 연결한 포트는 다음부터 **★ 이전 사용** 표시와 함께 **맨 위**에 나옵니다.
- 취소하려면 맨 끝의 **[취소]** 를 누릅니다.

포트를 고르면 프로그램이 **알아서 속도를 찾아** 연결합니다. 115200 부터 차례로 시도하고, 처음에 실패하면 2 초 쉬었다가 한 번 더 시도합니다(콘솔에 (속도 확인 실패 - 2 초 후 한 번 더 시도합니다)). 센서가 막 켜져서 자이로 보정 중일 때 이런 일이 생길 수 있으니 기다리면 됩니다.

⑤ 연결 확인 — 이렇게 되면 성공

연결 직후 몇 초 동안은 장치의 설정을 읽어 옵니다(콘솔에 장치 설정을 동기화하는 중 …). 잠시 기다린 뒤 아래를 확인하세요.

> ☑ **이렇게 되면 성공**
> - 3D 화면의 케이스가 **실제 센서를 움직이는 대로 따라 움직이고**, 3D 화면 왼쪽 위 표시가 **실측** 입니다.
> - 위쪽 표시줄의 동그란 점이 **초록색**이고 정상 수신 · 마지막 수신 0.02 초 전 처럼 나옵니다.
> - 표시줄에 **USB @ 115200 bps** 와 **50.0 Hz** 근처의 숫자가 보입니다.
> - 표시줄에 **HW V3 · FW v3.0.15 ✓** 가 보입니다(✓ = 최신 펌웨어).
> - 제목 아래가 장치 확인 중 · ESKF 6 축 에서 **RB-SDA-v3 · IMU + MAG · ESKF 6 축** 으로 바뀌고, 센서 상태 **IMU ✓ · MAG ✓** 가 보입니다.
> - 콘솔에 ROBOR iAHRS V3 · H/W Ver V3 · S/W Ver 3.0.15 … 줄과 장치 식별: RB-SDA-v3 · iAHRS V3 (H/W V3, IMU + MAG), 통신 방식: USB @ 115200 bps (FTDI FT234XD) 가 나옵니다.

연결에 실패하면 **[연결 진단]** 창이 저절로 열리고, 어느 단계에서 왜 실패했는지 알려줍니다(→ 14.2).

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

센서 없이 둘러보기 — [데모]

[데모] 를 누르면 가상의 데이터가 흘러나옵니다. 실물 없이 화면 구성과 버튼 위치를 미리 익혀볼 수 있습니다.

- 표시줄에 `데모 재생 중 · 실제 장치 데이터가 아닙니다`, `SN (가상)` 이 보이고, 숫자 옆에 `가상 값` 이 붙습니다. 제목 아래는 `데모 · ESKF 6 축` 입니다.
- 끝내려면 같은 자리의 **[데모 중지]** 를 누릅니다.
- 데모 중에는 명령 입력과 펌웨어 업데이트를 할 수 없습니다. 장치에 연결하려면 먼저 데모를 멈추세요.

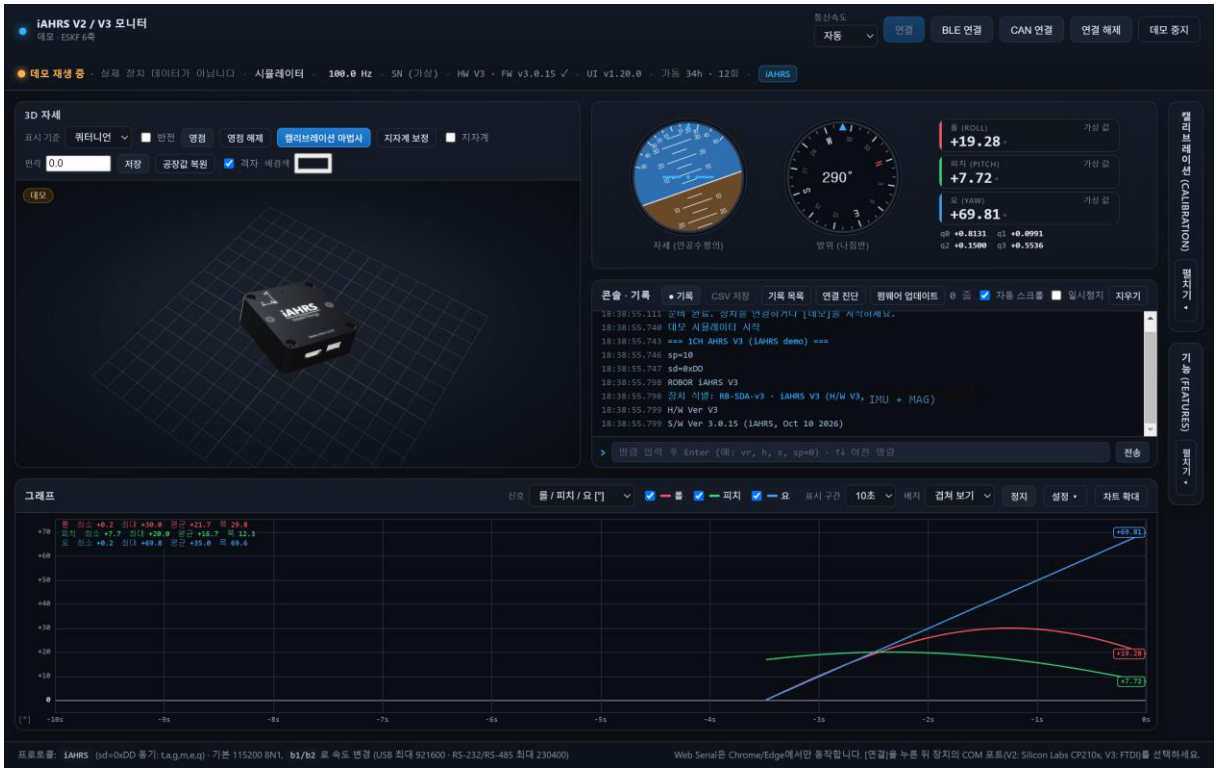
통신속도는 [자동] 그대로 두세요

통신속도는 PC 와 센서가 대화하는 속도입니다. 기본값 **[자동]** 그대로 두면 됩니다.

- [자동]은 센서가 어떤 속도에 있든 **찾아서 연결**하고, 찾은 속도를 그대로 씁니다. 이 센서는 보통 **115200** 입니다.
- 115200 에서는 **1 초에 50 번(50 Hz)** 전체 데이터를 받습니다. 일반 사용에 충분합니다.
- 1 초에 100 번이 꼭 필요하면 연결한 상태에서 **230400** 을 고르세요. 연결된 포트의 속도만 바뀌고, 전원을 꺼도 유지하려면 **[저장]** 을 눌러야 합니다. RS-232 단자는 **230400 이 최대**입니다.
- BLE 로 연결했을 때는 속도를 바꿀 수 없습니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

3. 화면 구성 — 어디에 무엇이 있나



배포용 모니터 프로그램 전체 화면 (UI 1.20.0 · FW 3.0.15 데모 화면 — 숫자는 가상 값이고, 제목 아래 제품 이름과 버전 표시는 실제 장치에 연결했을 때의 예시입니다. 버전 숫자는 촬영 시점 값)

위치	영역	하는 일
맨 위 왼쪽	**제목 줄**	제품 이름·센서 조합·센서 칩 상태 (→ 3.1)
맨 위 오른쪽	**연결 버튼 줄**	통신속도 · [연결] · [BLE 연결] · [CAN 연결] · [연결 해제] · [데모] (→ 2 장)
그 아래 한 줄	**상태 표시줄**	수신 상태 · 연결 경로 · Hz · 시리얼번호 · 펌웨어 버전 · 프로그램 버전 · 가동시간 (→ 3.2)
필요할 때만	**저장 안내 막대**	저장하지 않은 변경이 있을 때 나타남 (→ 3.3)
왼쪽 큰 칸	**3D 자세** 카드	3D 케이스 모형 + 영점·편각·지자계·저장 등 버튼 (→ 3.4)
오른쪽 위	**계기** 카드	인공수평의 · 나침반 · 롤/피치/요 숫자 (→ 3.5)
오른쪽 가운데	**콘솔 · 기록** 카드	장치 메시지 · 명령 입력 · CSV 기록 · 연결 진단 · 펌웨어 업데이트 (→ 6 장, 7 장)
아래 전체 폭	**그래프** 카드	롤/피치/요 등의 시간 그래프 (→ 6.3)
오른쪽 끝	**도크**(세로 탭 2 개)	**캘리브레이션** 카드와 **기능** 카드. [펼치기 ◂] 로 엽니다 (→ 3.6)
맨 아래	안내줄	통신 규약·속도 요약

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

3.1 제목 줄 읽는 법

- **iAHRS V2 / V3 모니터** — 프로그램 이름입니다. 창 제목은 이 제품을 연결해 알아보면 iAHRS V3 모니터 가 됩니다.
- **RB-SDA-v3 · IMU + MAG · ESKF 6 축** — 연결된 제품과 지금 쓰는 융합 방식입니다. ESKF 대신 Madgwick 이 보이면 ESKF 융합이 꺼진 것이고, **지자계**를 켜면 9 축으로 바뀝니다. 연결 전에는 장치 연결 전, 연결 직후 제품을 알아보기 전에는 장치 확인 중 · ESKF 6 축, 데모 중에는 데모 · ESKF 6 축 이 보입니다.
- **IMU ✓ · MAG ✓** — 센서 칩 상태입니다. 연결하고 1~2 초 뒤에 나타납니다. 문제가 생기면 ⚠ 와 함께 사유가 나옵니다(IMU 통신 오류 (상태워드) = 가속도·자이로 칩 응답이 끊김, 지자계 미인식 (상태워드) = 지자계 칩을 찾지 못함).
- 구형 센서를 연결하면 제목 옆에 **iAHRS V1** 배지가 붙습니다(→ 13 장).

3.2 상태 표시줄 읽는 법

표시	의미
● **점 색**	회색 = 연결 안 됨 · **초록 = 정상 수신** · 파랑 = 수신 대기·보정 중·저장 중·업데이트 중 · 주황 = 수신 중단, 또는 데모·기록 재생
수신 상태	정상 수신 · 마지막 수신 0.02 초 전 이면 정상. 그 밖에 연결됨 · 수신 대기, 수신 중단 · 마지막 수신 3.2 초 전, 수신 없음, 보정 진행 중, 장치에 저장 중, 펌웨어 업데이트 중, 데모 재생 중, 기록 재생 중 이 나옵니다
USB @ 115200 bps	지금 연결된 통로와 속도. 장치가 직접 알려준 값입니다. RS-232 로 연결했다면 RS-232 @ 115200 bps. 연결 직후 잠깐 USB-Serial 어댑터 (FTDI …) @ 115200 bps 로 보였다가 바뀝니다
50.0 Hz	1 초에 몇 번 데이터가 들어오는지. **0 에 가깝거나 크게 널뛰면 연결 이상**입니다
SN 3530…004A	이 기기의 시리얼번호(앞뒤 4 자리). 마우스를 올리면 전체 번호가 보입니다
HW V3 · FW v3.0.15 ✓	하드웨어 세대와 펌웨어 버전. ✓ = **최신**, 최신 v3.0.15 ⚠ = 업데이트 필요, 계열 불일치 ⚠ = 다른 세대 펌웨어가 올라가 있음. 연결 전에는 최신 FW V2 2.1.20 · V3 3.0.15 처럼 이 프로그램이 아는 최신 버전이 보입니다(프로그램을 만든 때의 최신이라 프로그램 버전에 따라 다름)
UI v1.20.0 (b 날짜)	이 모니터 프로그램의 버전과 만든 날짜
가동 34h · 12 회	이 센서의 **누적 가동시간과 부팅 횟수**. 장치 안에 영구 기록되어 A/S 때 사용 이력 확인에 씁니다
iAHRS	사용하는 통신 규약 이름

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

3.3 저장 안내 막대와 저장 표시

설정을 바꾸면 장치에 **바로 적용**되지만, **[저장]** 을 누르기 전까지는 전원을 끄면 사라집니다. 그래서 저장하지 않은 변경이 있으면 상태 표시줄 아래에 **저장 안내 막대**가 나타납니다.

- `변경 2 건이 장치에 적용됐지만 저장되지 않았습니다.` 와 함께 `전원을 끄면 이전 값으로 돌아갑니다: 지자계 · 영점` 처럼 무엇이 바뀌었는지 보여줍니다.
- 막대의 **[저장]** 은 3D 자세 카드의 [저장]과 같습니다. 저장이 끝나면 약 6 초 동안 `저장됨 14:05:31` 이 보였다가 막대가 사라집니다.
- 막대의 **[되돌리기]** 는 이번 연결에서 바꾼 설정을 바꾸기 전 값으로 돌려놓습니다(영점·보정 결과·통신속도는 되돌리지 않습니다).
- 저장이 실패하면 막대가 빨갛게 바뀌고 `저장 실패: …` 또는 `저장 응답이 없습니다 …` 가 나옵니다. 다시 저장해 보고, 반복되면 진단 파일을 보내 주세요(→ 14.2).

3D 자세 카드의 **[저장]** 버튼 옆 숫자는 **저장하지 않은 변경 건수**입니다. 또 기능 카드 등의 각 설정 이름 끝에 작은 표시가 붙습니다.

표시	뜻
● (주황)	바꿨지만 아직 저장하지 않음
✓ (초록)	장치에 저장되어 있음
○ (회색)	저장 대상이 아닌 설정 — 전원을 끄면 사라짐 (예: 바이너리스트림)

3.4 3D 자세 카드

카드 위쪽에 버튼이 두 줄로 있습니다.

버튼 / 항목	설명
표시 기준	3D 회전 계산 방식. **쿼터니언(기본) 그대로 두세요.** 오일러각은 비교용입니다
반전	3D 모형이 거울처럼 반대로 보일 때 체크해서 바로잡습니다
[영점] / [영점 해제]	지금 자세를 0 도로 잡기 / 해제 (→ 5.1)
[캘리브레이션 마법사]	가속도·자이로를 화면 안내대로 다시 보정 (→ 8.4)
[지자계 보정]	설치 장소에서 나침반 보정 (→ 8.2)
지자계	방위 계산에 나침반을 쓸지 켬/끔. **기본은 꺼짐** (→ 5.4)
편각	자북·진북 차이 보정값 (→ 5.2)
[저장]	지금 설정을 장치에 영구 저장. 옆 숫자 = 저장 안 한 변경 건수 (→ 5.3)
[공장값 복원]	출고 때의 보정·설정으로 되돌리기 (→ 5.3)
격자 / 배경색	3D 바닥 격자와 배경색 (보기용)

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

3D 화면 안에서는 이렇게 됩니다.

- **마우스 휠**을 굴리면 확대·축소됩니다.
- 왼쪽 위 작은 표시가 지금 상태를 알려줍니다: 실측(정상) · 수신 대기 · 마지막 값(새 데이터 없음) · 보정 중 · 저장 중 · 업데이트 중 · 일시정지 · 데모 · 재생 · 미리보기(연결 전).
- 연결 전에는 모형이 미리보기이며 가운데에 `측정 대기 · 3D 모형은 미리보기입니다` 가 보입니다. 데이터가 끊기면 `수신 중단` 과 함께 `표시값은 3.2 초 전 측정입니다. 케이블과 전원을 확인하세요` 가 나옵니다.

3.5 계기 카드

- **자세 (인공수평의)** — 비행기 계기판과 같습니다. 하늘색이 위, 갈색이 아래(땅)입니다. 갈색이 아래로 많이 내려가 있으면 앞으로 숙여진 것, 좌우로 기울면 옆으로 기운 것입니다.
- **방위 (나침반)** — 지금 향하고 있는 방위를 바늘과 숫자(0~360°)로 보여줍니다. **시계 방향으로 돌면 숫자가 커집니다**(북 0°, 동 90°).
- **롤 / 피치 / 요 숫자** — 계기판이 "느낌"이라면 이 숫자가 **정확한 값**입니다.

> 💡 **나침반 숫자와 요(YAW) 숫자의 부호가 반대로 보여요.**
> 정상입니다. 요(YAW) 숫자는 −180~+180°이고 **왼쪽(반시계 방향)으로 돌면 커집니다.**
> 나침반은 일반 나침반처럼 시계 방향으로 커지는 0~360°입니다. 그래서 예를 들어 요가 `-161.97°` 일 때 나침반은 `162°` 를 가리킵니다.

각 숫자 아래 작은 글씨는 그 값의 상태입니다.

표시	뜻
`정확도 ±0.05° (1σ)`	롤·피치에 대해 ESKF 융합 필터가 계산한 추정치(1σ). 화면 문구는 '정확도'이지만 외부 기준기로 확인한 정확도나 보증값이 아니며, 그림 속 숫자는 예시입니다(→ 1.5)
`자북 기준` / `진북 기준`	요가 나침반 북쪽 기준인지, 편각을 넣은 지도 북쪽 기준인지 (→ 5.2)
`자이로 기준 (지자계 꺼짐)`	지자계를 끈 상태. 요는 자이로로만 계산한 상대 방위입니다 (→ 5.4, 부록 B.2)
`실측` · `측정 대기` · `3.2 초 전 값` · `잠시 멈춤` · `화면 멈춤` · `가상 값` · `기록 값`	정상 · 연결 전 · 수신 끊김 · 보정·저장 중 · 일시정지 · 데모 · 기록 재생

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

3.6 오른쪽 도크 — 캘리브레이션 · 기능 카드

화면 오른쪽 끝에 세로로 쓴 탭 두 개가 있습니다.

- **캘리브레이션 (CALIBRATION)** — 지자계 보정 품질 점검(**[지자계 점검 3D]**)이 들어 있습니다 (→ 8.3).
- **기능 (FEATURES)** — 부가 기능 켜고 끄기, 보낼 데이터 고르기, 실시간 값 표시 (→ 9 장).

탭의 **[펼치기 ◂]** 를 누르면 카드가 옆으로 열리고 가운데 화면이 그만큼 좁아집니다. **[접기 ▸]** 로 닫습니다. 프로그램을 다시 켜면 두 카드 모두 접힌 상태로 시작합니다.

---

4. 처음이라면 이것부터 해보세요

연결이 됐다면, 아래를 순서대로 해보면 제품이 손에 익습니다.

1. **센서를 손에 들고 천천히 기울여 보기** — 3D 케이스가 똑같이 따라오는지 확인
2. **그래프 보기** — 기울일 때 빨강(롤)·초록(피치)·파랑(요) 선이 움직입니다
3. **제자리에서 한 바퀴 돌려 보기** — 나침반 숫자가 0→360°로, 요 숫자가 −180~+180° 사이로 변합니다
4. **[영점] 눌러 보기** — 지금 자세가 0 도가 됩니다 (→ 5.1)
5. **[● 기록] → [■ 중지] → [CSV 저장]** — 측정값을 엑셀 파일로 저장 (→ 6.1)
6. **방위가 필요하면** — 설치할 자리에서 [지자계 보정] → 지자계 켜기 → [저장] (→ 8.2)

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

5. 자주 쓰는 기능

5.1 [영점] — 지금 자세를 「0 도」로 만들기

센서를 장비에 붙이다 보면 **완벽하게 수평으로 붙이기 어렵습니다.** 이때 [영점] 버튼을 누르면 **지금 이 자세를 기준(0 도)** 으로 다시 잡아줍니다.

사용 방법

1. 센서를 장비에 고정하고, **평소 사용하는 자세**로 놓습니다.
2. 3D 자세 카드의 **[영점]** 을 누릅니다.
3. 롤/피치/요 숫자가 **0.00** 근처로 바뀝니다. 저장 안내 막대에 영점 이 나타납니다.
4. **[저장]** 을 누릅니다. ← **이걸 안 누르면 전원을 끄는 순간 사라집니다.**

- **지자계를 켠 상태**에서는 기울기(롤·피치)만 0 으로 잡히고, **방위(요)는 실제 나침반 방향을 그대로 유지**합니다. 방위는 자북이라는 절대 기준이 있기 때문입니다. 지자계가 꺼져 있으면 세 축이 모두 0 으로 잡힙니다.
- 기준을 없애고 원래대로 돌리려면 **[영점 해제]** 를 누르세요(해제도 [저장]해야 유지됩니다).
- ⚠ 센서가 물리적으로 펴지는 게 아니라, **"지금 이 자세를 0 도라고 부르겠다"** 고 기준만 바꾸는 것입니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

5.2 편각 — 방위를 지도 기준으로 맞추기

나침반이 가리키는 북쪽(**자북**)과 지도상의 북쪽(**진북**)은 서로 다릅니다. 한국에서는 약 **9 도** 차이가 납니다. 이 차이를 **편각**이라고 합니다. 편각은 **지자계를 켰을 때** 의미가 있습니다.

편각 — 나침반 북쪽과 지도 북쪽은 다릅니다

※ 그림은 이해를 돕기 위해 각도를 실제보다 크게 그렸습니다.

왜 필요한가요?

- 나침반은 「자북」을, 지도는 「진북」을 가리킵니다.
- 한국에서는 이 둘이 약 9도 어긋나 있습니다.
- 편각을 넣으면 방위가 지도 기준으로 맞춰집니다.
- 넣지 않으면(0) 나침반 기준 그대로 표시됩니다.
- 지자계를 켰을 때(절대 방위)에만 의미가 있습니다.

어떻게 넣나요? (둘 중 하나)

① 쉬운 방법 — 기능 카드의 「고급」 칸에서
위도,경도 입력 → [편각 자동] 클릭 (자동 계산)

② 직접 입력 — 3D 자세 카드의 「편각」 칸에
지역 값 입력 후 Enter (서울 약 -9)

입력 후 [저장]을 눌러야 계속 유지됩니다.

방법 ① 자동 (권장 — 숫자를 몰라도 됩니다)

1. 오른쪽 도크의 **기능** 카드를 펼치고 → **고급** 칸으로 갑니다.
2. **위도,경도** 칸에 현재 위치를 입력합니다. (예: 서울 → `37.5,127.0`)
3. **[편각 자동]** 을 누릅니다. 세계자기모델(WMM2025)로 그 지역 편각이 계산되어 장치에 들어갑니다. 콘솔에 `geo=37.500,127.000 dec=-8.xx …(WMM2025)` 줄이 나오면 됩니다. 이 값은 3D 자세 카드의 **편각** 칸에 바로 들어가고, 요(YAW) 숫자 아래 표시도 진북 기준 으로 바뀝니다.
4. **[저장]** 을 누릅니다.

방법 ② 직접 입력

3D 자세 카드의 **편각** 칸에 지역 값을 직접 넣고 Enter(서울 약 `-8.7`). 이후 **[저장]**.

- 편각을 **0 으로 두면** 방위가 **자북(나침반) 기준**, **넣으면 진북(지도) 기준**입니다.
- 지금 어느 기준인지는 계기 카드의 **요(YAW) 숫자 아래**에 자북 기준 / 진북 기준 으로 나옵니다.
- 편각을 넣은 뒤 [저장]을 누르지 않으면 전원을 끌 때 사라집니다. 저장 안내 막대에 편각 이 보이면 아직 저장 전입니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

5.3 [저장] 과 [공장값 복원]

[저장] — 지금 장치에 적용된 설정을 **장치 안에 영구 저장**합니다. 전원을 꺼도 유지됩니다.

- 저장되는 것: 지자계 보정 결과 · 영점 · 편각 · 지자계 켬/끔 · 기능 카드의 체크박스 · 장착 각도 · 통신속도 등.
- 저장되지 않는 것: 표시 기준 · 반전 · 격자 · 배경색(화면 표시 설정), 그래프 설정(이 PC 에 따로 기억), 바이너리스트림(○ 표시).
- 저장하는 약 1 초 동안 데이터가 잠깐 멈춥니다(3D 표시 `저장 중`). 콘솔에 `fw done. settings saved (kept after power-off).` 가 나오면 완료입니다.

[공장값 복원] — 장치 안에 따로 보관된 **출고 때의 보정·설정**으로 전체를 되돌립니다(약 1 초).

- 누르면 `공장 출하 시 저장된 보정·설정으로 되돌릴까요? … 현재 사용자 보정·영점·기능 설정이 공장값으로 덮어써집니다. (약 1 초 걸립니다)` 확인 창이 나옵니다.
- 완료되면 콘솔에 `fd done. factory defaults restored.` 가 나오고, 2~3 초 뒤 화면의 모든 설정이 장치 값으로 다시 맞춰집니다.
- 보정이 꼬였거나 처음 상태로 돌아가고 싶을 때 쓰세요. 공장값은 사용자 저장 영역과 **다른 곳에 보관**되어 있어, [저장] 이나 보정을 여러 번 해도 지워지지 않습니다.

> **저장 관련 버튼이 헷갈린다면 이렇게 기억하세요:**
> - **[저장]** = 지금 상태를 **내 설정**으로 기억 (평소엔 이것만 쓰면 됩니다)
> - **[공장값 복원]** = 내 설정을 버리고 **출고 상태**로 되돌리기 (문제 생겼을 때)
> - 지자계 보정·마법사 끝의 **[저장하고 닫기 (fw)]** = 보정 결과를 [저장]까지 한 번에 해 주는 버튼

5.4 지자계 켜기 / 끄기

3D 자세 카드의 **지자계** 체크박스는 방위 계산에 나침반을 쓸지 정합니다.

- **기본은 꺼짐**입니다. 지자계는 설치한 곳의 철골·금속·자석 영향을 받기 때문에, 그 자리에서 보정을 마친 뒤에야 믿을 수 있습니다. 그래서 꺼진 상태로 출고합니다.
- **꺼져 있을 때**: 요(방위)는 자이로로만 계산한 **상대 방위**입니다(`자이로 기준 (지자계 꺼짐)`). 기울기(롤·피치)는 정상입니다. 장치는 **가만히 있는 동안에만** 자이로 영점을 자동으로 맞춥니다(`bt=1`, 기본 — 1 초씩 끊어 보아 흔들림과 기울기 변화가 잡음 수준일 때). 움직이는 동안 들어온 값은 확정하기 전까지 되돌릴 수 있게 따로 보관하므로, 부드럽게 멈추거나 흔들린 뒤에도 멈춰 있는 동안 방향(요)이 흐르지 않습니다. 다만 지자계를 끈 상태에서 **아주**

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

느린(초당 0.4° 미만) 일정한 회전은 영점 변화와 구분할 수 없어 화면에 덜 나타날 수 있습니다. **방향이 중요하면 지자계를 켜서 쓰세요**(`mag=1`).

- **켜면**: 요에 나침반이 반영되어 **자북 기준 절대 방위**가 됩니다. 제목 줄이 `9 축` 으로 바뀝니다.
- 켜거나 끄면 방위 기준이 바뀌므로, **약 1.5 초 뒤 영점이 자동으로 다시 잡힙니다**(콘솔에 `(자동) 영점 재설정 – 지자계 전환 반영`). 그러니 **평소 자세로 놓은 상태에서** 켜고 끄세요.
- 켠 상태를 유지하려면 **[저장]**.

5.5 3D 화면 보기 설정

표시 기준 · 반전 · 격자 · 배경색 · 마우스 휠 확대는 화면에만 영향을 주고 장치에는 아무것도 보내지 않습니다. 마음대로 바꿔도 됩니다.

---

6. 측정값 기록과 그래프

6.1 측정값을 파일로 저장하기 (CSV)

콘솔 · 기록 카드 위쪽 버튼으로 합니다.

1. **[● 기록]** 을 누르면 기록이 시작되고 버튼이 **[■ 중지]** 로 바뀝니다. 옆의 `120 줄` 숫자가 올라가면 쌓이는 중입니다.
2. **[■ 중지]** 를 누르면 기록이 멈춥니다.
3. **[CSV 저장]** 을 누르면 파일로 저장됩니다. **엑셀에서 바로 열립니다.**

- 파일 이름은 저장한 순간의 PC 시각으로 붙습니다. 예: `ahrs_2026-10-08T14-05-31.csv`

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

- `AHRS_Monitor.exe` 는 파일을 **프로그램이 있는 폴더 안의 `CAL_REPORTS` 폴더**에 바로 저장합니다(그 폴더에 쓸 수 없으면 Windows 의 다운로드 폴더). 콘솔에 `[저장됨] C:\…\CAL_REPORTS\ahrs_….csv` 처럼 저장 위치가 나옵니다.

이 버튼으로 저장되는 항목(한 줄에 8 개 값):

```
t_ms , roll_deg , pitch_deg , yaw_deg , q0 , q1 , q2 , q3
```

`t_ms` 는 시간(밀리초), 그다음 세 개가 각도(도), 나머지 넷은 쿼터니언입니다. 가속도·자이로·지자계 값까지 저장하려면 아래 **기록 목록**에서 저장하세요.

6.2 기록 목록 — 더 많은 값 저장하고 다시 보기

[기록 목록] 을 누르면 이번 실행에서 기록한 목록 창이 열립니다(버튼 옆 숫자 = 기록 개수).

항목	설명
목록 표	기록마다 **시작** 시각 · **장치**(V3 …시리얼 끝 4 자리) · **길이** · **줄** 수와 **[재생] [CSV 저장] [삭제]** 버튼
가속 · 자이로 · 지자계 · 온도 포함	켜면(기본) CSV 에 `ax_g … mz_uT, temp_C` 열이 더 붙습니다. 온도 열은 기능 카드 동기 데이터 선택에서 **온도 (Temp)** 를 켰을 때만 채워집니다
장치 정보 포함	켜면(기본) 파일 맨 앞에 `# device=…`, `# serial=…`, `# hw_fw=…` 같은 `#` 줄로 장치·펌웨어·연결·설정을 적습니다. 다른 프로그램이 `#` 줄을 못 읽으면 끄세요
재생 속도	0.25 배 · 0.5 배 · 1 배 · 2 배 · 4 배
[CSV 불러오기]	전에 저장한 CSV 파일(이 프로그램이 만든 것)을 목록에 불러옵니다

다시 보기(재생) — 목록의 **[재생]** 을 누르면 장치 없이 3D·계기·그래프가 그때처럼 다시 움직입니다.

- 재생은 **연결을 해제한 상태**(데모도 꺼진 상태)에서만 됩니다. 기록 중에도 재생할 수 없습니다.
- 재생 중에는 콘솔 카드에 **[재생 중지 1200 / 3000]** 버튼이 나타납니다. 상태 표시줄은 `기록 재생 중` 입니다.
- 목록은 **최대 8 개**까지 보관되고, **프로그램을 닫으면 사라집니다.** 남기고 싶은 기록은 CSV 로 저장하세요.
- 목록에서 저장한 CSV 파일 이름은 그 기록을 **시작한 PC 시각**으로 붙습니다(예: `ahrs_2026-10-08T14-05-31.csv`).

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

6.3 그래프 카드

화면 아래 전체 폭의 **그래프** 카드에서 값의 변화를 선 그래프로 봅니다. 카드 위쪽 도구줄:

항목	설명
신호	롤 / 피치 / 요 [°] · 자이로 X/Y/Z [°/s] · 지자계 X/Y/Z [μT] · 가속도 X/Y/Z [g] · 속도 X/Y/Z [m/s] · 위치 X/Y/Z [m]
선 체크박스 3 개	선마다 보이기/숨기기 (빨강·초록·파랑)
표시 구간	2 초 · 5 초 · 10 초(기본) · 30 초 · 60 초 · 2 분 · 5 분
배치	겹쳐 보기(세 선이 한 눈금) / 나눠 보기(선마다 칸을 따로 — 작은 변화도 크게 보임)
[정지]	그래프만 멈춰 놓고 살펴봅니다. 다시 누르면(**[다시 시작]**) 이어집니다. 기록에는 영향 없음
[설정 ▾]	아래 설정 칸을 엽니다
[차트 확대]	큰 차트 창 (→ 6.4)

[설정 ▾] 칸

묶음	항목
세로 범위	방식 자동/수동 · 최소 · 최대(수동일 때, 신호마다 따로 기억) · **값에 맞춰 확대**(정지 상태의 작은 흔들림을 볼 때 켬)
표시	선 굵기 · 보조 눈금 · 측정점 · **통계**(보이는 구간의 최소·최대·평균·폭) · **커서 값**(마우스를 올린 시각의 값) · 크기(보통/크게/아주 크게)
저장 · 관리	**[이미지 저장]**(PNG) · **[보이는 구간 CSV]** · [그래프 지우기] · [설정 초기화]

- 그래프 설정은 이 PC 에 기억되어 다음 실행 때도 그대로입니다.
- 피치가 ±85°를 넘는 구간은 회색으로 칠해지고 `피치 ±90° 근처 – 롤·요 불확정 (짐벌락)` 이 표시됩니다. 피치가 거의 수직이면 롤과 요를 나눠서 정할 수 없기 때문이며, 고장이 아닙니다.
- 데이터가 끊기면 도구줄에 `수신 중단 – 새 데이터 없음` 표시가 나옵니다.
- 속도·위치처럼 **평소 받지 않는 신호를 고르면** `이 신호는 현재 수신하지 않습니다 - 기능 카드의 [동기 데이터 선택]에서 켜세요.` 가 나옵니다(→ 9.4).

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

6.4 차트 확대

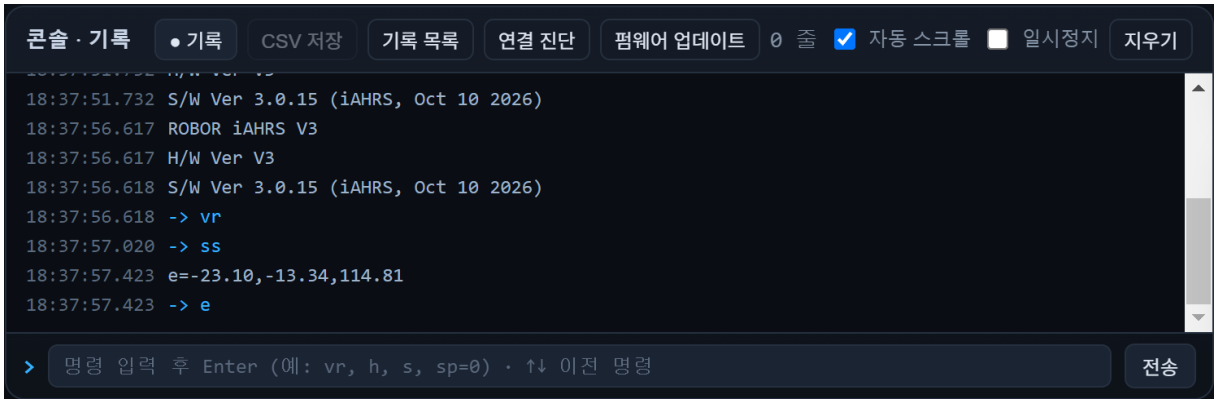
차트 확대 창 (데모 화면)

그래프 카드의 **[차트 확대]** 를 누르면 큰 **차트** 창이 열립니다.

- **신호**와 **표시 구간**을 그래프 카드와 따로 고를 수 있습니다. 예를 들어 아래 카드에는 롤/피치/요를, 확대 창에는 자이로를 띄울 수 있습니다.
- 세로축은 실제 값에 맞춰 자동으로 조절됩니다. 축 눈금은 숫자만 표시되며 단위는 신호 이름에 있습니다.
- 닫으려면 **[닫기]**.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

7. 콘솔과 명령 입력



콘솔 · 기록 카드 — vr 을 보낸 뒤 응답이 나온 모습 (데모 화면, 버전 숫자는 촬영 시점 값)

7.1 콘솔 화면

콘솔 · 기록 카드의 검은 칸은 장치가 보낸 메시지와 프로그램의 안내를 시간 순서대로 보여줍니다.

항목	설명
자동 스크롤	새 줄이 나오면 맨 아래로 따라갑니다
일시정지	화면(3D·계기·그래프) 갱신을 멈춥니다. 기록은 계속됩니다. 3D 표시가 일시정지 로 바뀝니다
[지우기]	콘솔 내용을 모두 지웁니다(최근 500 줄까지 보관)
[연결 진단]	연결 단계와 실패 사유를 보는 창 (→ 14.2)
[펌웨어 업데이트]	→ 10 장

7.2 명령 입력줄 — 장치에 직접 명령 보내기

콘솔 카드 맨 아래 입력줄(>)에 명령을 치고 **Enter**(또는 **[전송]**)를 누르면 장치로 그대로 전송됩니다. 별도 터미널 프로그램이 필요 없습니다.

- 보낸 명령은 콘솔에 `-> vr` 처럼 찍힙니다.
- ↑ / ↓ 키로 이전 명령을 다시 불러옵니다.
- 스트림이 흐르는 중에는 응답이 데이터에 묻혀 보이기 어렵습니다. `sp=0` 으로 잠시 끄고 확인한 뒤 `sp=20`(115200 일 때) 으로 되돌리세요. 다시 연결해도 원래대로 돌아옵니다.
- `s`(상태), `pv`(전원 전압) 같은 일부 응답은 콘솔에 찍히지 않고 기능 카드의 **라이브** 칸에 바로 표시됩니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

명령	하는 일
vr	제품·하드웨어·펌웨어 버전 (ROBOR iAHRS V3 / H/W Ver V3 / S/W Ver 3.0.15 …)
h	명령 목록
sn	시리얼번호 (기능 카드 [시리얼번호] 와 같음)
hp	지금 연결된 통로와 속도 (hp=USB,115200)
e	지금 롤·피치·요 한 번 (e=롤,피치,요)
sp=0 / sp=20	스트림 끄기 / 1 초 50 번으로 켜기 (숫자는 ms 간격)
lg	블랙박스 기록 보기 (기능 카드 [로그 조회] 와 같음)

> ⚠ **설명서에 없는 명령은 함부로 보내지 마세요.** 특히 rc, cw= 이나 fd= 로 시작하는 명령은 보정값이나 공장값을 지우거나 덮어쓸 수 있습니다. 공장값으로 되돌릴 때는 **[공장값 복원]** 버튼을 쓰세요.

7.3 콘솔에 자주 나오는 안내

콘솔 문구	뜻 · 할 일
장치 설정을 동기화하는 중 (gate/beta/mag/bt)...	연결 직후 장치 설정을 읽는 중. 몇 초 기다리세요
장치 식별: RB-SDA-v3 · iAHRS V3 (H/W V3, IMU + MAG)	연결된 제품을 알아봤습니다
통신 방식: USB @ 115200 bps (FTDI FT234XD)	지금 연결된 통로와 속도입니다. RS-232 로 연결했다면 RS-232 @ 115200 bps
BLE 연결됨 — 스트림은 무선 대역폭에 맞춰 10Hz(sp=100)로 시작합니다.	BLE 로 연결했을 때 나옵니다. 1 초에 약 10 번 받습니다
(자동) 자이로 바이어스 추적 켬 (bt=1) — yaw 드리프트 방지	가만히 있는 동안 자이로 영점을 자동으로 맞추는 기능(bt=1, 기본)이 장치에서 꺼져 있어 프로그램이 다시 켰습니다. 정상입니다 (→ 5.4)
(자동) 영점 재설정 — 지자계 전환 반영	지자계를 켜거나 꺼서 영점을 다시 잡았습니다 (→ 5.4)
펌웨어가 구버전입니다 (장치 v3.0.11 < 최신 v3.0.15) — …	펌웨어 업데이트를 권합니다 (→ 10 장)
⚠ 센서 이상: MAG (지자계) - … / 센서 복구: …	센서 칩에 문제가 생겼거나 다시 정상이 됐습니다 (→ 14.4)
fw done. settings saved (kept after power-off).	[저장] 완료
[저장됨] C:\…\CAL_REPORTS\…	파일 저장 위치 (→ 6.1)
[WARN] gyro bias NOT calibrated (device kept moving). …	켤 때 흔들려서 자이로 보정을 못 했습니다. 가만히 둔 채 전원을 다시 넣으세요

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

콘솔 문구	뜻 · 할 일
`[WARN] IMU stopped responding … - reinit pending`	동작 중 가속도·자이로 칩 응답이 끊겼습니다. 이때 센서 상태에 `IMU 통신 오류 (상태워드)` 가 뜨고 LED 는 빨간불 2 번씩 깜빡입니다. 장치가 1 초마다 스스로 다시 시작해 보고, 살아나면 자이로 보정(LED 번갈아 깜빡) 뒤 정상으로 돌아옵니다. 그동안은 **움직이지 마세요.** 자주 나오면 케이블을 확인하고 문의하세요
`[ERR] sensor cfg write failed (0x..); previous setting kept.`	센서 칩에 설정을 쓰지 못해 이전 설정을 그대로 썼습니다. 전원을 다시 넣어 보고, 반복되면 문의하세요
`[OK ] factory block moved to sector 5`	펌웨어 업데이트 뒤 처음 켤 때 한 번 나오는 정상 안내입니다 (→ 10 장)
`[OK ] factory block re-synced to sector 5 from the sector-7 copy`	장치 안의 공장값 사본 두 개를 다시 맞췄다는 정상 안내입니다
`[WARN] factory block move to sector 5 not done - sector-7 copy kept, retry at next boot`	공장값을 새 자리로 옮기지 못했습니다. 기존 공장값은 그대로 남아 있고 다음에 켤 때 다시 시도합니다. 계속 나오면 문의하세요

---

8. 보정 — 필요할 때만

8.1 언제 보정하나요?

보정	언제	어디서
지자계(나침반)	**방위를 쓰려면 설치한 자리에서 한 번.** 설치 장소를 옮겼을 때도 다시	3D 자세 카드 **[지자계 보정]** (→ 8.2)
가속도·자이로	**보통은 필요 없습니다**(출고 시 완료). 큰 충격 뒤 평평한 곳에서 기울기가 뚜렷하게 0 이 아닐 때	3D 자세 카드 **[캘리브레이션 마법사]** (→ 8.4)
온도 보정 · 지그를 쓰는 정밀 보정	고객이 할 필요 없음	공급사에 문의

보정 결과가 이상해졌다면 언제든 **[공장값 복원]** 으로 출고 상태로 되돌릴 수 있습니다(→ 5.3).

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

8.2 지자계 보정 — 설치한 자리에서 나침반 맞추기

지자계는 주변 금속·자석·건물 철골까지 그 장소의 자기장 환경을 함께 느낍니다. 그래서 출고 때의 보정이 새 장소에는 맞지 않을 수 있습니다. **설치할 자리(또는 장비에 붙인 상태)에서** 보정하세요.

cm — 지자계 (30초, 8자를 그리며 모든 방향)

손에 들고 8자를 그리며 각 면이 한 번씩 하늘을 향하게 뒤집어 주세요.
30초 동안 화면의 3D 그래픽에 점이 실시간으로 쌓입니다 — 구(球)가 고르게 채워지면 좋은 상태.

지자계 보정 창 (배포용 프로그램 데모 화면, 예시 자기 데이터. 버전 숫자는 촬영 시점 값)

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

순서

1. 3D 자세 카드의 **[지자계 보정]** 을 누릅니다. **지자계 캘리브레이션 (cm)** 창이 열립니다.
2. **[시작]** 을 누르고 **30 초 동안** 장치를 **모든 방향으로 천천히** 돌립니다. **8 자를 그리며, 각 면이 한 번씩 하늘을 향하도록** 뒤집어 주세요. LED 는 빨강·파랑으로 번갈아 깜빡입니다.
3. 창 안의 3D 그림에 점이 실시간으로 쌓입니다. **공 모양으로 고르게 채워지도록** 회전을 조절하세요. 보정하는 동안에도 데이터는 계속 들어옵니다.
4. 성공하면 창에 `완료 ✓ – 아래 [저장하고 닫기]를 누르면 전원을 꺼도 유지됩니다.` 가 나옵니다. **[저장하고 닫기 (fw)]** 를 누릅니다.
5. 방위를 쓰려면 3D 자세 카드의 **지자계**를 켜고(→ 5.4), 필요하면 편각을 넣은 뒤(→ 5.2) **[저장]**.

결과 읽는 법

- 성공 줄: `cm done. off: … uT  scale: … (radius 48.3 uT, fit residual 1.2%)`
  - **radius(반경)가 25~65 μT** 면 정상입니다(지구 자기장 세기. 한국은 약 50 μT).
  - **fit residual** 은 작을수록 좋습니다.
- 보정 방식이 정밀해져서, 다시 보정하면 전보다 **방위가 몇 도 달라질 수 있습니다.** 새 결과가 더 정확한 값입니다.

실패했을 때 — 펌웨어는 결과가 믿을 만하지 않으면 **성공한 척하지 않고 거부**하며, **이전 보정을 그대로 유지**합니다. 창에는 `장치가 이 캘리브레이션을 거부했습니다 (위 사유 참고) - 기존 보정값은 그대로 유지됩니다. 장소/자세를 바꿔 다시 시도하세요.` 가 나옵니다.

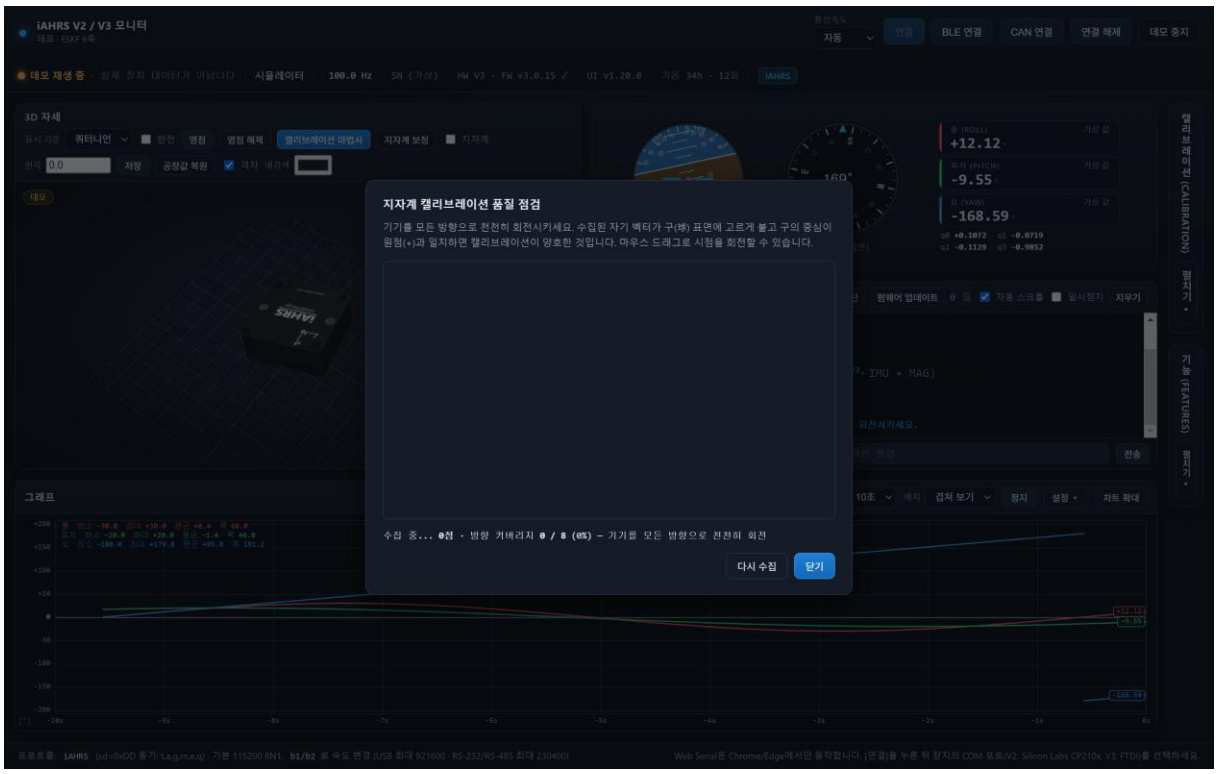
콘솔·창의 사유 (`cm FAILED. …`)	원인	할 일
`rotation too planar (one axis only?)`	한 축으로만 돌렸음	8 자를 그리며 모든 방향으로
`coverage too one-sided` / `coverage concentrated on one side`	한쪽 방향만 돌렸음	위·아래·옆면이 모두 하늘을 향하도록
`insufficient 3-axis coverage`	돌린 폭이 작음	더 크게, 뒤집어 가며
`data does not form an ellipsoid` / `poor ellipsoid fit (residual …%)`	너무 빨리 돌렸거나 주변 금속 영향	천천히, 금속에서 떨어져서
`fit singular`	모은 데이터로는 계산이 되지 않음(돌린 방향이 너무 치우침)	8 자를 그리며 모든 방향으로 다시
`implausible soft-iron shape (move away from large metal)`	큰 금속 가까이에서 보정	금속 구조물에서 떨어진 곳에서
`field magnitude out of range (magnetised surroundings?)`	자석·자화된 물체 가까이	자석·스피커·모터에서 떨어져서
`too few samples`	30 초 동안 지자계 데이터가 모자람	다시 시도. 반복되면 문의

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

콘솔·창의 사유 (`cm FAILED. …`)	원인	할 일
`aborted (cm re-sent while running)`	보정 중에 다시 시작 명령이 들어감	끝날 때까지 기다린 뒤 다시

- 42 초가 지나도 결과가 없으면 `장치 응답 없음 - 콘솔을 확인하세요 (캘리브레이션이 아직 진행 중일 수 있습니다).` 가 나옵니다. 콘솔에 결과 줄이 왔는지 확인하고 다시 해 보세요.
- 결과가 오히려 이상하면 **[공장값 복원]** 으로 출고 때 보정으로 되돌릴 수 있습니다.

8.3 지자계 점검 3D — 보정이 잘 됐는지 확인



지자계 점검 3D 창 (배포용 프로그램 데모 화면, 예시 자기 데이터. 버전 숫자는 촬영 시점 값)

1. 오른쪽 도크의 **캘리브레이션** 탭에서 **[펼치기 ◂]** 를 누릅니다.
2. **보정 품질 점검 (check)** 칸의 **[지자계 점검 3D]** 를 누릅니다. **지자계 캘리브레이션 품질 점검** 창이 열립니다.
3. 장치를 모든 방향으로 천천히 돌리면 점이 쌓입니다. 마우스로 끌면 시점을 돌릴 수 있습니다.
4. 아래 줄을 읽습니다: `800 점 · 방향 커버리지 8 / 8 (100%) · 반경 48.0 μT · 중심 오프셋 1.1 μT (2.4%) · 구형 오차 RMS 0.6%`

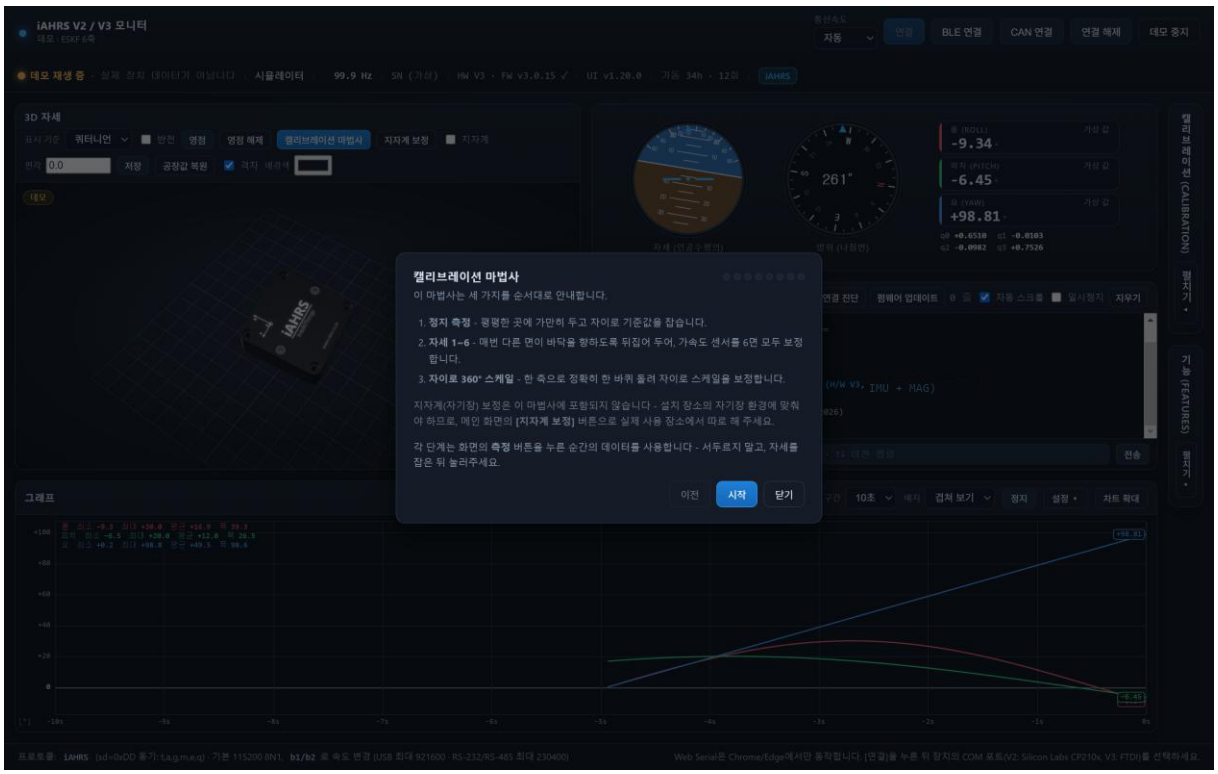
© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

- **양호 ✓ (캘리브 상태 좋음)** — 점들이 공처럼 둥글게 모이고 중심이 십자(+)에 맞은 상태입니다. 중심 오프셋이 반경의 10% 미만이고 구형 오차가 5% 미만이면 양호로 판정합니다.
- **보정 권장 ([지자계 보정] 후 [저장])** — 지자계 보정(→ 8.2)을 다시 하고 [저장]하세요.

5. **[다시 수집]** 으로 처음부터 다시 모으고, **[닫기]** 로 닫습니다.

점이 안 쌓이면 기능 카드의 동기 데이터 선택에서 **지자계 (Magn)** 가 켜져 있는지 확인하세요(→ 9.4).

8.4 캘리브레이션 마법사 — 가속도·자이로 다시 보정



캘리브레이션 마법사 첫 화면 (배포용 프로그램 데모 화면. 버전 숫자는 촬영 시점 값)

출고 때 보정되어 있으므로 **보통은 쓸 일이 없습니다.** 평평한 곳에 두었는데 기울기가 뚜렷하게 0 이 아닌 경우처럼 가속도·자이로를 다시 맞춰야 할 때 씁니다. 지그를 쓰는 정밀 보정이 필요하면 공급사에 문의하세요.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

준비: 평평하고 딱딱한 바닥, 손을 뗄 수 있는 환경. 각 단계는 **측정 버튼을 누른 순간의 데이터**를 쓰므로 자세를 잡은 뒤 누르세요. 측정하는 동안 LED 가 빨강·파랑으로 번갈아 깜빡입니다.

단계	화면 제목	할 일	버튼
시작	캘리브레이션 마법사	안내를 읽습니다	**[시작]**
1	`1. 정지`	평평한 곳에 두고 손을 뗍니다. `움직임 감지` 가 `정지 확인됨 (측정 가능)` 이 되면 누릅니다	**[측정 (자이로 기준값)]**
2~7	`2. 자세 1/6` … `7. 자세 6/6`	화면의 **목표 자세 3D 그림**대로 놓습니다(+Z, −Z, +Y, −Y, +X, −X 순서). `목표와 일치` 가 `일치 ✓` 가 되면 누릅니다	**[이 자세 측정]**
8	`8. 자이로 스케일`	① 정지 상태로 기준점 측정 → ② **한 축만 정확히 360°** 천천히 돌린 뒤 완전히 멈추고 누릅니다. 바닥에 놓은 채 제자리에서 한 바퀴 돌리는 것이 가장 쉽습니다. 기준점 측정 후 **60 초 안에** 눌러야 합니다	**[① 기준점 측정 (정지)]** → **[② 360° 후 측정]**
완료	완료	결과를 장치에 저장합니다	**[저장하고 닫기 (fw)]**

- 단계마다 결과 줄이 보이고, 잘 되면 `완료 ✓` 뒤 다음 단계로 넘어갑니다. **[이전]** 으로 돌아갈 수 있습니다.
- 6 면을 모두 측정하면 장치가 가속도 보정 행렬을 만들고 `accel 3x3 matrix solved` 줄을 보냅니다. 이 줄을 받지 못하면 펌웨어 3.0.13 이상에서는 마법사가 장치에 직접 물어 확인합니다(버튼에 `행렬 확인 중... (cr)` 표시, 최대 몇 초).
- **[저장하고 닫기 (fw)]** 는 장치가 6 면을 모두 받아들였을 때만 저장합니다. 모자라면 `장치에 등록된 면이 5/6 입니다 - [이전]으로 돌아가 …` 가 나옵니다.
- 이 프로그램에서 저장한 결과는 **내 설정**에만 들어가고 공장값은 그대로입니다. 결과가 이상하면 **[공장값 복원]**.
- 지자계는 마법사에 들어 있지 않습니다. 따로 **[지자계 보정]** 을 하세요(→ 8.2).
- 완료 화면에는 `참고: 자이로 1 축(Z) 스케일 보정을 포함했습니다. 다른 축(X/Y)의 스케일 보정은 이 마법사에 포함되지 않습니다.` 가 나옵니다. X/Y 축 스케일 보정이 필요하면 공급사에 문의하세요.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

자주 나오는 안내

안내	할 일
`응답 없음 또는 실패 - …`	측정 중 움직였습니다(콘솔 `ca FAILED. device moved …`). 손을 떼고 다시
`정지 상태가 아니었습니다 - 완전히 멈춘 뒤 다시 눌러주세요.`	360° 회전 뒤 완전히 멈춘 다음 누르세요
`목표 면(+Z) 대신 -Z 면이 측정되었습니다 - …`	그림과 같은 자세로 다시 놓고 측정
`면이 등록되지 않았습니다 (자세가 기울어짐) - …`	수평·수직을 정확히 맞추고 다시
`이미 측정한 자세와 같습니다 - …`	다른 면으로 놓으세요(그래도 측정하려면 버튼을 한 번 더)
`360° 회전이 인식되지 않았습니다 (…)`	한 축으로만, 정확히 한 바퀴, 60 초 안에 다시
`⚠ 3x3 행렬 생성 확인(accel 3x3 matrix solved)을 받지 못했습니다 - 측정을 다시 눌러 주세요.`	6 번째 자세에서 나옵니다. 같은 자세로 **[이 자세 측정]** 을 다시 누르세요. 콘솔에 `ca FAILED. accel 3x3 matrix solve (degenerate faces) - face data kept, re-measure a face.` 가 보이면 6 면 중 어느 면의 자세가 부정확했던 것입니다. 측정한 면 값은 남아 있으니 [이전]으로 돌아가 자세를 정확히 맞춰 면을 다시 측정하세요
`⚠ 장치 확인(cr): 가속 3x3 행렬이 생성되지 않았습니다 (피팅 실패) - …`	[이전]으로 돌아가 6 면을 같은 요령으로 다시 측정

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

9. 기능 카드 — 부가 기능

배포용 프로그램의 기능 카드 (데모 화면, UI 1.20.0 촬영)

여는 법: 오른쪽 도크의 **기능 (FEATURES)** 탭 → **[펼치기 ◂]**. 닫을 때는 **[접기 ▸]**.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

- 체크하면 **즉시 적용**됩니다(재부팅 불필요, 워치독만 예외).
- 연결하면 **장치에 실제로 저장된 설정이 화면에 자동 반영**됩니다.
- 전원을 꺼도 유지하려면 **[저장]** 을 누르세요. 바꾼 항목에는 ● 표시가 붙습니다(→ 3.3).
- 처음 상태에서는 **ESKF 융합**과 **블랙박스** 두 가지만 켜져 있습니다. **나머지는 필요할 때만 켜세요.**
- 각 항목에 마우스를 올리면 짧은 설명(툴팁)이 뜹니다.

9.1 융합/강건성 (FUSION)

기능	설명
ESKF 융합	정밀 칼만필터 융합. **기본 ON, 그대로 두는 것을 권장.** 끄면 더 단순한 Madgwick 방식
실험 기능 사용 · GuardedVQF 융합(실험)	검증 중인 실험 융합(`algo=2`). '실험 기능 사용' 을 켜야 고를 수 있고 실행마다 다시 잠깁니다. 펌웨어 3.0.15 이상에서만 켜지며 출력속도 500 Hz 까지 동작합니다. 일반 사용에서는 **끈 채로(ESKF)** 두세요
자기외란제거	주변 금속·자석 때문에 나침반이 흔들릴 때 그 영향을 걸러냄. 실내·철제 구조물 환경에 유용
적응형 게인	ESKF 를 **끈 경우에만** 동작. 빠르게 움직일 때 자동으로 더 민감하게 반응

9.2 파생 출력 (TELEMETRY)

기능	설명
선형가속	중력을 뺀 **순수하게 움직여서 생긴 가속도**(g). 진동·충격 분석용
진동 RMS	축별 진동 세기를 숫자로
FFT 주파수	지금 가장 강한 진동 주파수(Hz)를 자동으로 찾아냄. 모터·팬 이상 감지에 유용
진동 노치	찾아낸 진동 주파수를 자세 계산에서 **자동으로 걸러냄**. 드론·회전기계에 붙일 때 유용
충격/낙하	충격·자유낙하 감지 + 최대 충격 세기(피크 G) 기록
속도 ⚠	관성만으로 속도 추정. **GPS 가 없어 시간이 지날수록 부정확**(드리프트) — 참고용
위치 ⚠	이동 위치 추정. **속도보다 더 빨리 부정확**해집니다 — 참고용
만보계	걸음 수 카운트

9.3 진단 (DIAGNOSTICS)

기능	설명
진동진단	진동의 "모양"을 분석(파고율·첨도)해 베어링 마모 같은 조기 이상 징후 감지

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

기능	설명
이상감지 (AI)	평소 패턴을 학습해 두고, 거기서 벗어나면 점수로 알려줌

9.4 동기 데이터 선택 (SD) — 어떤 값을 받을지 고르기

장치가 실시간으로 보내는 데이터 묶음(스트림)에 **어떤 값을 넣을지** 체크박스로 고릅니다.

- 고를 수 있는 값: 시간 (Time) · 온도 (Temp) · 가속도 (Accl) · 자이로 (Gyro) · 지자계 (Magn) · 선형가속 (Accl-g) · 오일러각 (Angl) · 쿼터니언 (Quat) · 속도 (Vel) · 위치 (Pos) · 진동 주파수 (Freq) · 진동 (Vibr)
- **기본은** `0x00DD` = 시간 · 가속도 · 자이로 · 지자계 · 오일러각 · 쿼터니언 (17 개 값). 칸 아래에 지금 조합의 번호가 보입니다.
- 쓰지 않는 값을 끄면 통신량이 줄어듭니다. 대신 그 값을 쓰는 화면이 비게 되며, 수신하지 않는 항목이 있어 다음이 표시되지 않습니다 – … 경고로 어떤 화면이 영향을 받는지 알려줍니다 (예: 지자계를 끄면 지자계 점검 3D, 자이로·가속도를 끄면 캘리브레이션 마법사의 판정).
- **[기본값]** 으로 언제든 원래 조합으로 되돌립니다.
- 이 선택은 **장치에 저장되지 않습니다.** 프로그램은 연결할 때마다 지금 화면의 조합을 장치에 보내고, 프로그램을 다시 켜면 기본값(`0x00DD`)으로 시작합니다. 장치 쪽은 전원을 넣으면 늘 기본값으로 시작합니다(→ 12.5).

9.5 시스템 (SYSTEM)

기능	설명
워치독	펌웨어가 멈추면 약 4 초 뒤 자동 재시작. **[저장] 후 다음 부팅부터** 적용됩니다
부팅 자동스트림	전원만 넣으면 프로그램 없이도 데이터 전송 시작. 기록 장비·로봇 직결 시 사용 (→ 12.5). [저장] 필요
스트림 체크섬	데이터 각 줄 끝에 오류 검사 코드(*HH) 부가
블랙박스	부팅·충격·낙하 이벤트를 장치 안에 **영구 기록** (**기본 ON**). A/S·사고 원인 확인용
NMEA 출력	데이터를 선박·항법 장비 표준 형식(NMEA 0183, $HEHDT·$PASHR)으로 전송. 해당 장비 연동 시에만
바이너리스트림	28 바이트 압축 형식으로 전송. 초고속 로깅 전용 — **평소엔 꺼두세요.** 저장되지 않습니다(○)
RS-232 속도 (b1)	장치에 설정된 RS-232 단자 속도(최대 230400)
USB 속도 (b2)	장치에 설정된 USB 단자 속도. RS-232 속도와 따로 움직입니다

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

기능	설명
[속도 읽기]	위 두 속도를 장치에서 다시 읽어 옵니다. 속도를 바꾸려면 맨 위 **통신속도**를 쓰세요

9.6 고급 (ADVANCED)

항목	설명
HI 자동추적	사용 중 생기는 나침반 오차를 서서히 자동 보정
히브(해양)	파도에 의한 상하 출렁임(m) 추정. 선박용
장착 r,p,y → [적용]	센서를 비스듬히 장착했을 때 그 각도(°)를 `0,0,90` 처럼 입력하면 **장비 기준 자세**로 출력. [저장]로 영구화
위도,경도 → [편각 자동]	위치를 넣으면 그 지역 편각을 자동 계산 (→ 5.2)
[로그 조회]	블랙박스에 기록된 부팅·충격·낙하 이력을 콘솔에 표시
[시리얼번호]	이 기기 고유번호(96 비트). 콘솔에 `시리얼번호: …` 로 나옵니다. **문의·A/S 시 이 번호를 알려주세요**

9.7 라이브 (LIVE) — 지금 값 보기

체크박스가 아니라 **현재 값을 실시간으로 보여주는 칸**입니다. 해당 기능을 켜야 값이 나타나고, 꺼져 있으면 – 로 비어 있습니다.

항목	의미	값이 나오려면
선형가속 g	중력을 뺀 가속도 X, Y, Z	선형가속
진동 RMS g	축별 진동 세기	진동 RMS
FFT Hz	가장 강한 진동 주파수	FFT 주파수
속도 m/s	추정 속도 X, Y, Z (참고용)	속도
위치 m	추정 위치 X, Y, Z (참고용)	위치
걸음	걸음 수	만보계
피크 G	최대 충격 세기. 1.5 g 넘으면 주황, 3 g 넘으면 빨강	충격/낙하
입력전원 V	지금 들어오는 전원 전압 (색 기준은 표 아래)	항상
MCU °C	기기 내부 칩 온도(70 °C 넘으면 주황)	항상
진동 crest/kurt	진동 모양 지표(파고율 / 첨도)	진동진단
이상 score	이상 점수. 이상으로 판정되면 ⚠	이상감지 (AI)
정확도 1σ°	롤·피치·요에 대해 ESKF 융합 필터가 계산한 추정치(1σ). **작을수록 좋음**. 외부 기준기로 확인한 정확도가 아닙니다(→ 1.5)	ESKF 융합
히브 m	상하 출렁임	히브(해양)

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

항목	의미	값이 나오려면
가동 (부팅/h)	`12 회 / 34h (56 ev)` = 부팅 횟수 / 누적 가동시간 / 블랙박스 이벤트 수	항상
상태 s	내부 상태 코드(예: `0x2040 STREAM STILL`). 문의할 때 알려주세요	항상

- **입력전원 V**: 이 제품은 **5 V 전용 입력(정격 4.75~5.25 V, 5.5 V 이하로만 사용)** 입니다.
  화면의 숫자 색은 아래와 같습니다. USB 전원 기준으로 맞춰 표시하므로 4 핀 단자로 전원을 넣으면 실제보다 약 0.2 V 높게 보입니다. 색 기준은 이 차이를 감안한 값입니다.

화면에 읽힌 값	색	뜻
4.1 ~ 5.45 V	기본색	정상 범위
5.45 V 초과	주황	정격보다 높음 — 전원을 점검하세요
5.7 V 초과	빨강	최대 허용 전압을 넘었을 수 있음 — **바로 전원을 끄고** 점검하세요
4.1 V 미만	주황	전원 부족 — 케이블·전원 용량을 점검하세요
3.7 V 미만	빨강	전원이 매우 낮음 — 동작이 불안정할 수 있습니다

- **상태 s** 에 자주 보이는 이름: `STILL`(정지) · `MOVE`(움직임) · `STREAM`(전송 중) · `IMPACT`(충격) · `FREEFALL`(낙하) · `MAGDIST`(자기 외란). `IMUERR` · `NOMAG` · `FLASHERR` · `CALFAIL` 이 보이면 빨간색이며 이상 상태입니다.

9.8 양산용 프로그램에만 있는 항목

공장에서 쓰는 양산용 프로그램에는 기능 카드에 **센서 설정**(가속·자이로 측정 범위, 출력속도, 내장 필터, [셀프테스트])과 [로그 삭제] · [가동시간 초기화] · [딥슬립] 이 더 있고, 3D 자세 카드에 자이로·온도 보정, 보정값 보기·내보내기·가져오기 같은 버튼이 더 있습니다. 배포용 프로그램에서는 출고 보정을 실수로 바꾸지 않도록 이 항목들을 숨겼습니다. 바꿔야 할 일이 있으면 공급사에 문의하세요.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

10. 펌웨어 업데이트

펌웨어는 센서 안에서 돌아가는 소프트웨어입니다. 기능이 추가되거나 개선되면 새 펌웨어 파일 `AHRS_V3_v3.x.y_날짜_App_signed.bin` 을 받게 됩니다(현재 배포 펌웨어는 3.0.15, 2026-10-10).

- **USB 케이블로 연결한 상태에서만** 됩니다. 분해하거나 별도 장비를 살 필요가 없습니다. BLE 연결과 데모에서는 할 수 없습니다.
- 업데이트해도 **보정·설정은 그대로 보존**됩니다.
- **구버전 자동 알림** — 연결하면 프로그램이 버전을 확인합니다. 구버전이면 콘솔에 `펌웨어가 구버전입니다 …` 가 뜨고, 표시줄에 `최신 v3.0.15 ⚠` 가 붙으며, 버튼이 **[펌웨어 업데이트 ↑]** 로 바뀌어 **주황색으로 깜빡입니다.**

업데이트 방법

1. USB 로 연결한 상태에서 콘솔 카드의 **[펌웨어 업데이트]** 를 누릅니다.
2. 받은 펌웨어 파일(`AHRS_V3_v3…_App_signed.bin`)을 고릅니다.
   - 프로그램은 **파일 이름으로 제품 세대를 먼저 검사**합니다. V2 용 파일(`AHRS_V2_…`)을 고르면 `이 파일은 V2 제품용 펌웨어입니다` 라며 멈춥니다.
   - 이름에서 세대를 알 수 없는 파일이면 계속할지 한 번 더 묻습니다. 다른 제품용 펌웨어는 장치가 거부합니다.
3. `펌웨어를 업데이트할까요? … 업데이트 중 전원을 끄지 마세요.` 확인 창에서 **확인(OK)** 을 누릅니다.
4. 연결 직후라면 `연결 직후 설정 동기화가 끝날 때까지 잠시 기다립니다...` 가 나온 뒤 시작합니다.
5. 표시줄이 `펌웨어 업데이트 중` 으로 바뀌고 `펌웨어 erase` → `펌웨어 write 25% … 100%` 로 진행됩니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

6. 기록이 끝나면 `펌웨어 기록 완료 - 장치 재부팅.자이로 보정 대기 (최대 20 초)` 가 나옵니다. 이때 **센서를 움직이지 마세요.**
7. `펌웨어 업데이트 완료 — 장치가 재시작됐습니다 (설정값 유지).` 가 나오고 화면이 스스로 다시 연결됩니다. 표시줄이 **`HW V3 · FW v3.0.15 ✓`** 가 되면 끝입니다.

- 3.0.12 이하에서 3.0.13 이상으로 올린 뒤 **처음 켜질 때** 콘솔에 `[OK ] factory block moved to sector 5` 가 한 번 나올 수 있습니다. 공장값을 더 안전한 별도 영역으로 옮겼다는 정상 안내이며, 이때 부팅이 1~2 초 늦어질 수 있습니다. `[WARN] factory block move to sector 5 not done …` 이 나오면 옮기기를 다음 부팅에 다시 시도합니다. 기존 공장값은 그대로 남아 있습니다(→ 7.3).

> ⚠ **업데이트 중에는 USB 를 뽑거나 전원을 끄지 말고, 케이블을 건드리지 마세요.**
> 중간에 끊겼다면 `펌웨어 업데이트 실패: …` 와 `장치가 부트로더 상태일 수 있습니다 …` 가 나옵니다.
> 장치는 **업데이트 대기 상태**(파란 LED 계속 켜짐)로 남습니다. 당황하지 말고 **[펌웨어 업데이트]를 다시 실행**하면 복구됩니다.
> (장치 안에 부트로더가 항상 남아 있어 재시도가 가능합니다.)
> 파일 검사 단계에서 멈춘 경우에는 `장치는 건드리지 않았습니다 …` 가 나옵니다. 올바른 파일로 다시 하면 됩니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

11. LED 표시 — 케이스의 작은 불빛

케이스에는 **파란 LED** 와 **빨간 LED** 가 있습니다. 색과 깜빡이는 방식으로 상태를 알려줍니다.

LED	의미	조치
빨강·파랑 **번갈아** 깜빡	**보정 중.** 켤 때 2~3 초 자이로 보정(흔들리면 더 길어짐), 지자계 보정·마법사 측정 중, 동작 중 센서를 다시 시작할 때	**움직이지 마세요** (지자계 보정 중에는 계속 돌리기)
파란불 **2 초 켜짐**	켤 때 자이로 보정이 끝남	없음
파란불 **천천히** 깜빡 (1 초 주기)	정상 — 대기 중 (아직 데이터 전송 전)	없음
파란불 **빠르게** 깜빡 (0.2 초 주기)	정상 — 데이터 전송 중	없음
파란불 **계속 켜짐**	펌웨어 업데이트 대기 상태(부트로더)	[펌웨어 업데이트] 를 다시 실행 (→ 10 장)
빨간불 **2 번씩** 반복	IMU(가속도·자이로) 인식 실패, 또는 동작 중 IMU 응답이 끊김	장치가 1 초마다 스스로 다시 시도합니다. 잠시 기다려도 계속되면 케이블을 뺐다 다시 연결
빨간불 **3 번씩** 반복	지자계(나침반) 인식 실패	방위(요)만 부정확해짐. 다시 연결해도 같으면 문의

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

빨간불이 계속되면 케이블·연결을 먼저 확인하고, 그래도 같으면 공급사에 문의하세요. 문의할 때는 **[시리얼번호]** 로 확인한 번호와 진단 파일(→ 14.2)을 함께 보내 주시면 빠릅니다.

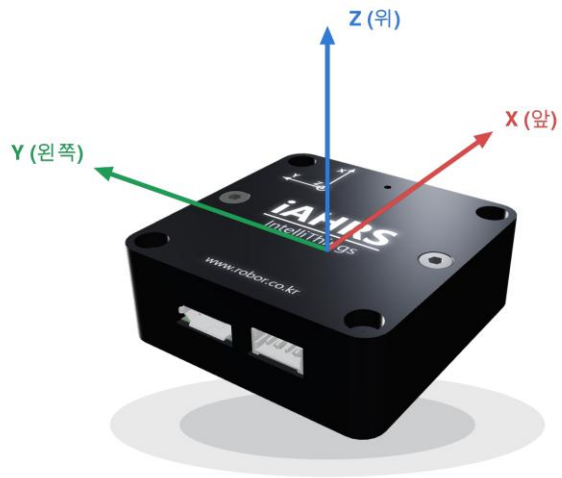
---

12. 장착(설치) 가이드

12.1 축 방향

센서에는 정해진 앞·옆·위 방향이 있습니다. **X = 앞, Y = 좌, Z = 위** 이며, 케이스 위 라벨의 표식과 같습니다. 커넥터가 있는 면이 뒤(–X)입니다.

센서 축 정의 — **X=앞(라벨 화살표), Y=왼쪽, Z=위**



라벨의 X 화살표 방향이 앞(+X) — 커넥터 2개 있는 면이 뒤(–X), 뚜껑(iAHRS 라벨)이 +Z 입니다.
지자계를 켜고 요(Yaw)=0°가 되는 방향이 자북(磁北)입니다.

가능하면 이 방향을 장비의 앞·좌·위와 맞춰서 장착하세요. 그래야 롤/피치/요 값이 직관적으로 나옵니다. 반듯하게 달면 롤·피치가 0 근처로 읽힙니다.

12.2 비스듬히 달 수밖에 없다면

- **기울기만 어긋난 경우** → **[영점]** 으로 영점을 잡으세요 (→ 5.1). 가장 간단합니다.
- **각도를 정확히 아는 경우** → 기능 카드 **고급 → 장착 r,p,y** 에 각도를 입력하고 **[적용]** 을 누르면 장비 기준 자세로 출력됩니다. 이후 [저장].

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

12.3 장착 위치 주의사항

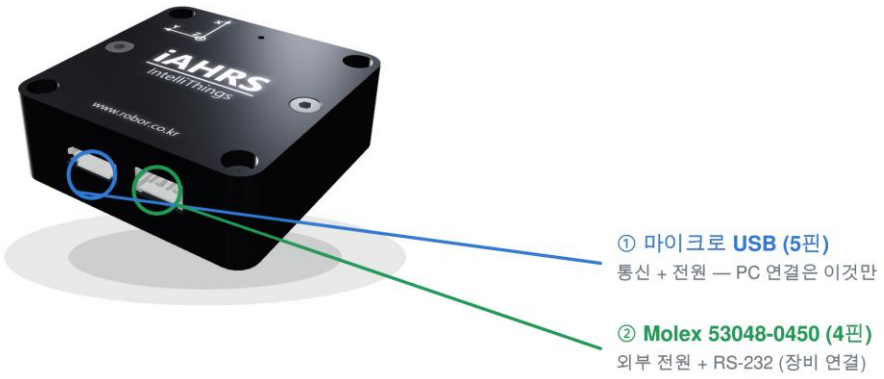
피해야 할 곳	이유
큰 금속 구조물 · 자석 · 스피커 옆	나침반(요)이 흔들리거나 통째로 틀어집니다
모터 · 전원 케이블 바로 옆	자기 간섭이 생깁니다
진동이 심한 곳에 헐겁게 고정	자세 값이 떨리고, 켤 때 자이로 보정이 늦어집니다. 단단히 고정하세요
케이블이 당기는 곳	센서가 흔들려 값이 튀고 커넥터가 상합니다

- **설치 장소를 정한 뒤에는 그 자리에서 [지자계 보정]을 하세요**(→ 8.2). 장소를 옮겼을 때도 다시 하세요.
- 자기 간섭이 의심되면 **[지자계 점검 3D]** 로 상태를 직접 확인할 수 있습니다(→ 8.3).
- 간섭을 피할 수 없다면 **자기외란제거** 기능을 켜 보세요(→ 9.1).
- 진동이 심하면 **FFT 주파수 + 진동 노치** 를 함께 켜면 자세 떨림이 줄어듭니다(→ 9.2).
- 새로 한 보정이 오히려 이상해졌다면 **[공장값 복원]** 으로 언제든 출고 상태로 되돌릴 수 있습니다(→ 5.3).

12.4 커넥터 핀맵

두 커넥터 모두 **뒷면(–X, 라벨 X 화살표 반대쪽)** 에 있습니다.

커넥터 위치 — 뒷면(–X)



두 커넥터 모두 실크 X 화살표 반대쪽인 뒷면(–X)에 있습니다. 핀 번호·기능은 본문 표 참조.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

① **마이크로 USB (5 핀)** — PC 연결과 전원을 겸합니다. 일반 마이크로 USB 데이터 케이블을 그대로 쓰면 됩니다.

핀	기능
1	Vcc (5V)
2	D–
3	D+
4	NC
5	GND

② **Molex 53048-0450 (4 핀, 1.25mm 피치)** — 외부 전원 + RS-232 로 장비에 연결할 때 씁니다. 동봉된 4 핀 케이블의 **빨간 선이 1 번(VIN)** 입니다.

핀	기능
1	VIN — ⚠ **5V 전용 (4.75~5.25V)**. 12V 등 고전압을 넣으면 보호 소자가 손상됩니다
2	TXD (센서 → 장비)
3	RXD (장비 → 센서)
4	GND

- RS-232 기본 통신 설정: **115200 bps, 8 data / no parity / 1 stop**. 최대 **230400 bps**.
- USB 와 RS-232 는 **동시에 사용할 수 있고**, 측정 스트림은 두 단자로 모두 나갑니다. 지금 어느 단자로 연결됐는지는 상태 표시줄(`USB @ …` / `RS-232 @ …`)이나 콘솔 `hp` 로 확인합니다.
- **이 그림은 기본 RS-232 모델의 단자 구성입니다.** CAN(`_1`)·RS-485(`_2`) 모델은 해당 모델용 핀맵을 확인하세요.

12.5 로봇·장비에 RS-232 로 직접 연결하기

PC 없이 **로봇 제어기·PLC 의 RS-232 포트에 3 선(TX/RX/GND)으로 직결**해서 자세값을 받는 방법입니다. 프로토콜은 USB 와 완전히 같고, 전원은 4 핀 케이블 1 번(5V)으로 함께 넣습니다.

배선 (로봇 쪽 DB9 커넥터 기준)

센서 4 핀 케이블	로봇 DB9	비고
1 번 VIN (빨간 선)	—	5V 전원 (로봇의 5V 또는 별도 5V 어댑터)
2 번 TXD (센서→로봇)	**2 번 RXD**	교차 연결
3 번 RXD (로봇→센서)	**3 번 TXD**	교차 연결
4 번 GND	**5 번 GND**	

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

흐름제어 없음, **115200bps 8N1**. 로봇 쪽 포트가 RS-232 규격(±5V 이상)이면 별도 변환기 없이 바로 됩니다.

센서 설정 — PC 에서 한 번만 (전원을 꺼도 유지)

모니터 프로그램에 USB 로 연결한 뒤, 기능 카드에서 체크하고 [저장] 하거나 콘솔 입력줄(→ 7.2)에 아래를 한 줄씩 입력합니다.

```
au=1          ← 전원만 넣으면 자동으로 전송 시작 (10ms 간격 요청) = 기능 카드「부팅 자동스트림」
mag=1         ← 자북 기준 방위가 필요할 때만 (지자계 보정 후) = 3D 자세 카드「지자계」
fw            ← 저장 = [저장] 버튼
```

이후 전원만 넣으면 센서가 한 줄씩 보냅니다. 기본으로는 17 개 값이 나갑니다(→ 부록 D):

```
t, ax, ay, az, gx, gy, gz, mx, my, mz, roll, pitch, yaw, q0, q1, q2, q3
```

보낼 값을 줄이고 싶다면 — 로봇 쪽에서 전원을 켤 때마다 `sd=0x41` 을 한 번 보내면 시간 + 롤/피치/요만 나갑니다 (쿼터니언도 필요하면 `sd=0xC1`). **보낼 값 선택(sd)은 장치에 저장되지 않아** 전원을 끄면 기본 17 개 값으로 돌아갑니다.

```
33718,0.377,-0.309,0.408
 시간 ms | 롤 | 피치 | 요 [°]
```

꼭 알아둘 것

- 기본 17 개 값은 한 줄이 길어서 115200bps 에서는 **실제 50Hz 정도**까지만 나옵니다. 100Hz 가 필요하면 값을 줄이거나, 통신속도를 230400 으로 바꾼 뒤 [저장]하세요(RS-232 속도는 `b1`, USB 속도는 `b2`. 서로 독립이라 한쪽을 바꿔도 다른 쪽은 그대로입니다). RS-232 는 **230400 이 최대**입니다(트랜시버 한계).
- 로봇이 필요할 때만 읽는 방식이면 자동스트림 없이 로봇이 `e` 뒤에 줄바꿈(`\r\n`)을 보내면 `e=롤,피치,요` 한 줄이 돌아옵니다. 명령은 **120ms 이상 간격**으로 보내세요.
- 선박·항법 장비처럼 NMEA 를 받는 장비면 **NMEA 출력**(→ 9.5)을 켜고 [저장]하세요. `$HEHDT`(방위)와 `$PASHR`(롤/피치/요) 문장으로 나갑니다.
- 로봇 프로그램에서는 줄바꿈 단위로 받아 쉼표로 나누면 됩니다. **숫자로 시작하지 않는 줄**(부팅 안내문, 명령 응답)은 버리세요.
- 전원을 넣은 뒤 약 2~3 초간은 자이로 보정 중(LED 번갈아 깜빡)이니 **정지 상태**로 두세요.
- 로봇에 연결한 채로 PC(USB)를 같이 꽂아 모니터·보정을 할 수 있습니다 — 두 단자는 동시에 동작합니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

- 연결이 안 되면 PC 의 RS-232 어댑터로 이 프로그램에 연결해 보세요. 실패하면 [연결 진단] 창이 원인을 알려줍니다(→ 14.2).

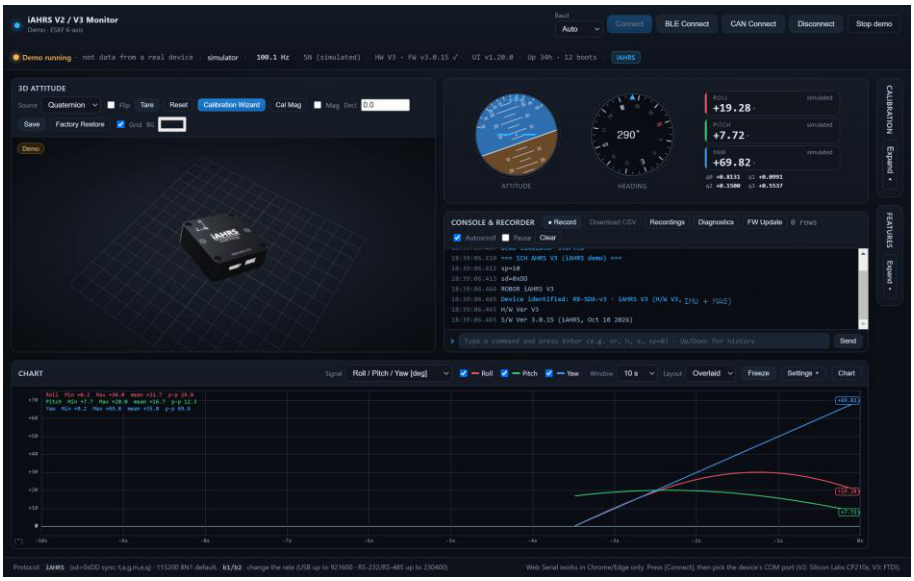
---

13. 구형 센서(iAHRS V1) 연결과 영문판

구형 센서도 이 프로그램으로 볼 수 있습니다. 구형 iAHRS(V1) 센서를 연결하면 프로그램이 자동으로 알아보고 제목 옆에 **`iAHRS V1`** 배지를 띄웁니다. 콘솔에는 `구형 iAHRS 장치로 확인했습니다 - V3 전용 기능은 숨겨집니다. …` 가 나옵니다.

- 3D 자세 · 계기 · 그래프 · CSV 기록 · 영점 · 보정 · 저장은 그대로 동작합니다.
- V3 전용 기능(지자계·편각 칸, 캘리브레이션·기능 카드, 펌웨어 업데이트 등)은 구형 장치가 지원하지 않으므로 화면에서 자동으로 숨겨집니다.
- 구형 장치에 다른 제품의 펌웨어를 올리는 사고를 막기 위해 [펌웨어 업데이트] 버튼도 함께 숨겨집니다.

영문판 — 해외 고객용으로 **`AHRS_Monitor_EN.exe`** 가 함께 제공됩니다. 기능은 같고 화면 언어만 영어입니다. 버튼·안내·확인 창·콘솔 안내까지 모두 영어로 나옵니다. 장치가 보내는 응답(`fw done.` 같은 영어 문구)은 두 판이 같습니다.



영문판 모니터 프로그램 메인 화면 (데모 화면, 버전 숫자는 촬영 시점 값)

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

14. 문제 해결

14.1 연결이 안 될 때

증상	해결 방법
`AHRS_Monitor.exe` 실행 시 SmartScreen 경고	**[추가 정보] → [실행]**. 서명 전 단계라 정상입니다. 백신이 격리하면 예외 등록
[연결] 을 눌러도 포트 버튼이 없음	① USB 케이블 확인(충전 전용 케이블은 안 됩니다) ② 다른 USB 단자에 꽂아보기 ③ 장치 관리자의 「포트(COM & LPT)」에 USB Serial Port 가 보이는지 확인
[연결 진단] 창에 `연결 실패: 포트를 열 수 없음`	같은 포트를 쓰는 다른 프로그램(터미널, 다른 모니터 창)을 닫고, 케이블을 다시 꽂으세요
[연결 진단] 창에 `연결 실패: 장치 응답 없음`	포트는 열렸지만 센서가 대답하지 않습니다. 전원(4 핀으로 연결했다면 1 번 핀 5V), TX/RX 교차 배선, GND 를 확인하세요
연결은 되는데 화면이 안 움직임	표시줄이 `수신 없음` 이거나 Hz 가 0 이면 데이터가 안 오는 상태입니다. 콘솔에 `sp=20` 을 보내 보거나, [연결 해제] 후 다시 [연결]
연결이 자꾸 끊김 · `수신 중단`	케이블 접촉 불량 또는 USB 허브 문제. PC 에 직접 연결해 보세요

14.2 [연결 진단] 창 — 어디서 막혔는지 보기

콘솔 카드의 **[연결 진단]** 을 누르거나, 연결에 실패하면 저절로 열립니다.

칸	내용
연결 단계	① 포트 열기 ② 속도 탐색 ③ 장치 식별 ④ 설정 동기화 ⑤ 수신 확인. 단계마다 ✓(완료) · …(진행 중) · !(실패) 와 설명이 붙습니다
실패 사유	실패하면 사유와 점검 순서가 나옵니다
통계	응답 지연 평균 · 해석 실패 줄 · 수신 간격(평균·최대)
[진단 파일 저장]	연결 단계·장치 정보·설정 값·최근 송수신 내용을 `iAHRS_diag_20261008_140531.txt` 처럼 PC 시각이 붙은 한 파일로 저장합니다. **문의할 때 이 파일을 보내 주세요**

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

14.3 화면 표시 문제

증상	해결 방법
화면이 뚝뚝 끊기며 갱신됨	PC 의 FTDI 드라이버 설정 문제입니다. 장치 관리자 → 포트(COM & LPT) → USB Serial Port 속성 → 포트 설정 → 고급 → **대기 시간(ms) 16 → 1** 로 바꾸고 USB 를 다시 꽂으세요
3D 모형이 거울처럼 반대로 보임	3D 자세 카드의 **반전** 체크박스를 켜 보세요
나침반 숫자와 요 숫자의 부호가 다름	정상입니다 (→ 3.5)
그래프에 회색 칸과 짐벌락 표시	피치가 ±85°를 넘은 구간입니다. 고장이 아닙니다 (→ 6.3)
그래프 신호를 골랐는데 비어 있음	그 값을 받지 않는 상태입니다. 기능 카드 동기 데이터 선택에서 켜세요 (→ 9.4)

14.4 측정값이 이상할 때

증상	해결 방법
방위(나침반)가 흔들리거나 엉뚱함	큰 금속·모터·자석에서 떨어뜨리세요. **[지자계 점검 3D]** 로 상태 확인(→ 8.3). 설치한 자리에서 **[지자계 보정]**(→ 8.2). 간섭이 심하면 **자기외란제거**를 켜거나, **지자계**를 꺼서 비교해 보세요
지자계 보정이 `cm FAILED` 로 거부됨	이전 보정은 그대로입니다. 사유를 보고 8 자를 그리며 다시 하세요 (→ 8.2 표)
방위가 지도와 다름	편각이 안 들어간 상태입니다 → **[편각 자동]** (→ 5.2)
지자계를 끈 상태에서 요가 조금씩 흐름	장치는 가만히 있는 동안에만 자이로 영점을 맞추므로(`bt=1`, 기본) 멈춰 있을 때는 방향이 흐르지 않습니다. 지자계를 끈 상태에서 아주 느린(초당 0.4° 미만) 일정한 회전은 영점 변화와 구분할 수 없어 화면에 덜 나타날 수 있습니다(→ 5.4). 방향이 중요하면 지자계 보정 후 **지자계를 켜세요**(`mag=1`). 펌웨어도 최신으로 유지하세요(→ 10 장)
가만히 뒀는데 롤·피치가 1 초마다 툭툭 튐	기능 카드의 **ESKF 융합**이 꺼져(Madgwick 방식) 있는지 보세요. Madgwick 방식은 프로그램이 장치에 값을 묻는 동안 계산이 잠깐 밀리면 툭툭 튈 수 있습니다. **ESKF 융합을 켜고 [저장]** 하세요(기본 켬)
센서 상태에 `IMU 통신 오류 (상태워드)`	가속도·자이로 칩 응답이 끊겼습니다. 장치가 스스로 다시 시작하니 움직이지 말고 잠시 기다리세요(→ 7.3). 자주 생기면 케이블을 확인하고 진단 파일과 함께 문의
진동이 심한 곳에서 자세가 떨림	**FFT 주파수 + 진동 노치**를 켜세요
가만히 뒀는데 값이 조금씩 변함	약 0.05° 수준이면 정상입니다(기존 정지 관찰값 → 부록 B.2). 크게 변하면 진동·자기 간섭을 의심하세요
속도·위치 값이 계속 커짐	정상입니다. GPS 가 없어 시간이 지나면 오차가 쌓입니다(드리프트) — 참고용 기능입니다

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

증상	해결 방법
제목 줄 센서 상태에 ⚠	콘솔의 ⚠ 센서 이상: … 사유를 확인하고 케이블을 다시 연결하세요. 계속되면 진단 파일과 함께 문의
평평한 곳에서도 기울기가 뚜렷하게 0 이 아님	먼저 [영점 해제] 로 영점 때문이 아닌지 확인하세요. 그래도 같으면 [캘리브레이션 마법사] (→ 8.4) 또는 공급사 문의. 마법사 결과가 이상하면 [공장값 복원]

14.5 설정이 자꾸 사라질 때

[저장]을 누르지 않았기 때문입니다. 저장 안내 막대가 떠 있거나 [저장] 옆에 숫자가 있으면 아직 저장하지 않은 변경이 있다는 뜻입니다(→ 3.3). 영점·편각·지자계·기능 체크박스를 바꾼 뒤에는 반드시 **[저장]** 을 누르세요. 단, **동기 데이터 선택**은 장치에 저장되지 않고 이 프로그램이 연결할 때마다 다시 보냅니다(→ 9.4, 12.5).

14.6 낙하·충격이 있었는지 확인하고 싶을 때

기능 카드 고급 칸의 **[로그 조회]** 를 누르면 블랙박스에 기록된 부팅·충격·낙하 이력이 콘솔에 표시됩니다. (블랙박스는 기본으로 켜져 있습니다.)

---

15. 자주 묻는 질문 (FAQ)

Q. 캘리브레이션(보정)을 해야 하나요? A. 가속도·자이로는 **출고 시 완료**되어 있어 하지 않아도 됩니다. **방위(나침반)를 쓰려면** 설치한 자리에서 [지자계 보정]을 한 번 하세요(→ 8.2). 가속도·자이로를 다시 맞춰야 할 일이 생기면 [캘리브레이션 마법사] (→ 8.4)로 기본 재보정을 할 수 있고, 정밀 보정이 필요하면 공급사에 문의하세요. 어떤 보정이든 [공장값 복원]으로 출고 상태로 되돌릴 수 있습니다.

Q. 프로그램을 설치해야 하나요? A. 아니요. `AHRS_Monitor.exe` 파일 하나를 더블클릭하면 됩니다.

Q. 인터넷 연결이 필요한가요? A. 아니요. 완전히 오프라인으로 동작합니다.

Q. 저장한 CSV·진단 파일은 어디에 있나요? A. `AHRS_Monitor.exe` 가 있는 폴더 안의 `CAL_REPORTS` 폴더입니다(쓸 수 없으면 다운로드 폴더). 저장할 때 콘솔에 `[저장됨] 경로` 가 나옵니다.

Q. 여러 대를 동시에 연결할 수 있나요? A. 프로그램 한 개당 장치 한 대입니다. 여러 대를 보려면 프로그램을 여러 개 실행하고 각각 다른 COM 포트를 선택하세요. 장치 구분은 **시리얼번호**로 합니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

Q. Mac 이나 리눅스에서도 되나요? A. `AHRS_Monitor.exe` 는 Windows 용입니다. 다른 운영체제에서 써야 하면 공급사에 문의하세요(웹 브라우저용 버전은 요청 시 제공).

Q. 데이터를 내 프로그램에서 직접 받고 싶습니다. A. 가능합니다. 장치는 COM 포트로 CSV 한 줄씩 계속 보냅니다. 형식과 기본 명령은 **부록 D** 를 보세요. NMEA 0183 형식이나 바이너리 형식으로 바꿔서 받을 수도 있습니다(기능 카드 시스템 칸).

Q. 값이 얼마나 정확한가요? A. 정지 상태에서 자세 흔들림이 약 **0.05 도** 수준으로 관찰되었습니다(기존 정지 관찰값 · 시험 조건 미기재 · 보증값 아님, → 부록 B.2). 계기 카드 롤·피치 아래의 `정확도 ±0.05° (1σ)` 와 기능 카드 라이브의 **정확도 1σ°** 는 ESKF 융합 필터가 계산한 추정치이며, 외부 기준기로 확인한 정확도나 보증값이 아닙니다(→ 1.5). 외부 기준기 대비 오차는 검토한 공개 문서에서 완전한 시험 근거가 확인되지 않았습니다. 모델별 비교는 「iAHRS 성능 데이터시트」를 참고하세요.

Q. 전원은 어떻게 넣나요? A. USB 로 연결하면 전원도 함께 공급됩니다. 별도 전원을 쓸 경우 **5V(4.75~5.25V)** 여야 하며, 현재 전압은 라이브의 **입력전원 V** 에서 확인할 수 있습니다.

부록 A. 용어 사전

용어	쉬운 뜻
AHRS	자세·방위 기준 장치(Attitude and Heading Reference System). 이 제품의 종류 이름
Roll / Pitch / Yaw	좌우 기울기 / 앞뒤 기울기 / 방위 (→ 1.2)
쿼터니언 (q0~q3)	자세를 컴퓨터가 다루기 좋게 표현한 숫자 4 개. 일반 사용자는 무시해도 됨
캘리브레이션(보정)	센서 오차를 재서 바로잡는 작업. 가속도·자이로는 **출고 시 완료**, 지자계는 설치 장소에서
융합 (Fusion)	가속도·자이로·나침반을 합쳐 자세를 계산하는 방법
ESKF	정밀한 융합 방식(칼만필터의 일종). 기본으로 켜져 있음
6 축 / 9 축	지자계 없이(가속도+자이로) / 지자계까지 써서 계산
영점 (Tare)	지금 자세를 0 도로 다시 잡는 것
편각	나침반 북쪽(자북)과 지도 북쪽(진북)의 각도 차이 (한국 약 −9°)
드리프트	시간이 지나며 오차가 서서히 쌓이는 현상
COM 포트	PC 가 센서와 대화하는 통로 이름 (예: COM5)
통신속도 (bps)	PC 와 센서의 통신 속도. 기본 **자동** — 그냥 두면 됩니다
Hz	1 초에 몇 번인지. 50Hz = 초당 50 번
스트림	장치가 쉬지 않고 보내는 측정값 줄들
펌웨어	센서 안에서 돌아가는 소프트웨어

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

용어	쉬운 뜻
블랙박스	부팅·충격 이력을 장치 안에 영구 기록하는 기능
도크	화면 오른쪽 끝의 접었다 펼치는 카드 자리

부록 B. 제품 사양 · 치수 · 구성품

B.1 일반 사양

항목	값	비고
입력 전원	USB 5V 또는 4 핀 커넥터 VIN **5V 전용** (4.75~5.25V)	두 전원 동시 연결 가능
소비 전류	약 90 mA	5V 기준 실측
동작 온도	–40 ~ +85 °C (최대) · 0 ~ 45 °C (권장)	
MCU	STM32H723 (Cortex-M7, 배정밀도 FPU)	
관성센서 (IMU)	6축 관성센서	자이로 최대 ±2000 dps · 가속도 최대 ±16 g (출고 설정 ±4 g · 2000 dps, 내부 샘플링 500 Hz)
지자계	지자계 (자기유도식)	측정 범위 ±800 µT
융합	**ESKF 칼만필터(기본)** / Madgwick 선택	6 축 기본 · 지자계 켜면 9 축
통신(이 설명서의 기본 모델)	USB(FTDI 가상 COM) · RS-232	기본 115200 8N1 (USB 최대 921600 · RS-232 최대 230400). CAN(_1)·RS-485(_2) 모델은 별도 모델용 사양 확인
데이터 출력	동기 스트림 CSV (115200 에서 약 50 Hz, 230400 이상에서 최대 100 Hz)	NMEA 0183 · 바이너리 선택 가능
기기 식별	96 비트 고유 시리얼번호	기능 카드 [시리얼번호]
펌웨어	3.0.15 (현재 배포본) · USB 로 업데이트	보정·설정 보존
외형 / 재질	35 × 35 × 12.5 mm / 알루미늄(무광 흑색)	장착홀 Φ2 × 4

B.2 성능 — 정지 관찰값 · 필터 추정치 · 표시 해상도

아래 표의 값은 종류가 서로 다릅니다. **관찰값**은 시험 조건(기준기 · 온도 · 측정 시간 · 표본 수 · RMS/최대오차 여부)이 기재되지 않은 기존 정지 관찰값이라 **보증 성능이 아니며**, **필터 추정치**는

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

장치의 ESKF 융합 필터가 스스로 계산한 값이고, **표시 해상도**는 화면에 숫자를 찍는 간격입니다. 외부 기준기(정밀 회전대 등)로 확인한 **외부 기준각 대비 오차는 검토한 공개 문서에서 완전한 시험 근거가 확인되지 않았습니다.**

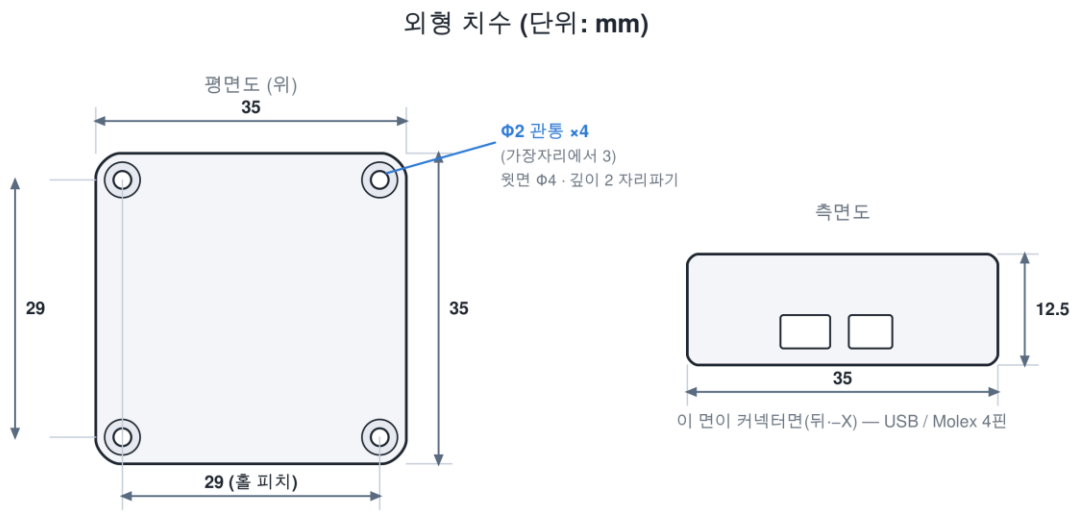
항목	값	구분 · 조건
정지 자세 흔들림 (롤/피치)	약 0.05°	관찰값. 시험 조건 미기재 · 보증값 아님
정지 틸트 (롤/피치)	약 0.04° / 0.03°	관찰값. 기준기 · 시험 조건 미기재 · 외부 검증된 정밀도 보증 아님
외부 기준각 대비 오차 (롤/피치/요)	시험 근거 미확인	검토한 공개 문서에서 기준기 · 시험 조건이 충분한 결과 미확인
자세 정확도(1σ) 표시	예: 0.05~0.09°	필터 추정치. 계기 카드 · 라이브 정확도 1σ° 에 실시간 표시, 외부 기준기 대비 오차 아님
초기 수렴 시간	약 3 초	관찰값. 시험 조건 미기재
각도 범위	롤 ±180° · 피치 ±90° · 요 ±180°	출력 범위
화면 표시 해상도	0.01°	모니터 프로그램의 숫자 표시 간격. 측정 정확도가 아님
방위(요)	지자계를 켜면 자북 기준 절대 방위, 끄면 자이로 기준 상대 방위	아래 참고

- **지자계를 끈 상태의 요**: 자이로만으로 방위를 이어 갑니다. 장치는 가만히 있는 동안에만 자이로 영점을 자동으로 맞추고(`bt=1`, 기본), 움직임에서 온 값은 확정 전까지 되돌릴 수 있게 보관하므로 멈춰 있을 때는 방향이 흐르지 않습니다.
- 다만 지자계를 끈 상태에서 아주 느린(초당 0.4° 미만) 일정한 회전은 영점 변화와 구분할 수 없어 화면에 덜 나타날 수 있습니다. **방향이 중요하면 지자계를 켜서 쓰세요**(`mag=1`, 설치 자리에서 지자계 보정 후 → 8.2, 5.4).
- 공장에서 지그로 보정할 때는 이 자동 맞춤이 자동으로 꺼집니다(`bt=0`).

> 위의 관찰값은 시험 조건이 기재되지 않은 기존 정지 관찰값이며 보증 성능이 아닙니다. 센서마다 편차가 있을 수 있고,
> 운동 상태의 정확도는 진동·자기 환경의 영향을 받으므로 설치 환경(12.3)을 함께 참고하세요.
> '시험 근거 미확인'은 검토한 공개 문서에서 완전한 시험 근거를 확인하지 못했다는 뜻이며 시험이 진행 중이라는 뜻이 아닙니다.
> 모델별 성능 비교와 용어 정의는 「iAHRS 성능 데이터시트」를 참고하세요.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

B.3 외형 치수 (단위 mm)



재질: 알루미늄(무광 흑색) · 장착: Φ2 볼트 4개 · 케이스 윗면(라벨)이 +Z

항목	값
가로 × 세로 × 높이	35 × 35 × 12.5
장착홀	Φ2 관통 × 4, 가장자리에서 3, 홀 간격 29 × 29. 윗면 쪽에 Φ4 · 깊이 2 자리파기(볼트 머리 자리)
커넥터 면	뒷면(–X): 마이크로 USB · Molex 4 핀
기준 면	케이스 윗면(라벨)이 +Z

B.4 제품 구성품

구성품	수량	비고
iAHRS 센서 (RB-SDA-v3)	1	하우징 타입
4 핀 케이블 (Molex 53048-0450, 약 30cm)	1	외부 전원 + RS-232 용 · **빨간 선 = 1 번(VIN)**
마이크로 USB 케이블	1	전원 + 통신용

> 케이블 분실·파손 시 동일 규격 제품을 구매해 사용하시면 됩니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

부록 C. 프로그램 파일과 저장 위치

항목	내용
실행	`AHRS_Monitor.exe`(한국어) / `AHRS_Monitor_EN.exe`(영어) 더블클릭. 설치·인터넷 불필요
저장되는 파일	CSV 기록 · 그래프 이미지 · 진단 파일 → 프로그램 폴더 안 `CAL_REPORTS` 폴더 (쓸 수 없으면 다운로드 폴더)
파일 이름	PC 시각으로 붙습니다. CSV 기록 `ahrs_2026-10-08T14-05-31.csv`, 진단 파일 `iAHRS_diag_20261008_140531.txt`
프로그램이 기억하는 것	마지막에 쓴 COM 포트(★ 이전 사용) · 그래프 설정. 도크 카드의 펼침 상태와 기록 목록은 기억하지 않습니다
웹 브라우저 버전	기본 배포에는 없습니다. 필요하면 공급사에 요청하세요

부록 D. 데이터 형식과 기본 명령 (직접 프로그램을 만드는 분께)

스트림 한 줄 — 쉼표로 나뉜 숫자, 줄 끝은 줄바꿈. 기본(`sd=0xDD`) 17 개 값의 순서와 단위:

순서	값	단위
1	시간 t	ms (켜진 뒤 경과)
2~4	가속도 ax, ay, az	g
5~7	자이로 gx, gy, gz	°/s
8~10	지자계 mx, my, mz	μT
11~13	롤, 피치, 요	°
14~17	쿼터니언 q0, q1, q2, q3	—

sd 비트 — 원하는 값의 숫자를 더해 `sd=0x…` 로 보냅니다(나오는 순서는 아래 표 순서).

비트	값	개수
0x0001	시간	1
0x0002	온도	1
0x0004	가속도	3
0x0008	자이로	3
0x0010	지자계	3
0x0020	선형가속	3
0x0040	오일러각(롤·피치·요)	3
0x0080	쿼터니언	4
0x0100	속도	3
0x0200	위치	3
0x0400	진동 주파수	6

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

비트	값	개수
0x0800	진동	3

기본 명령 — 한 줄에 하나, 끝에 줄바꿈(`\r\n`). 120ms 이상 간격으로 보내세요.

명령	하는 일
`sp=N`	스트림 간격 N ms (`sp=0` 끄기, `sp=20` 50Hz, `sp=10` 100Hz)
`sd=0x…`	보낼 값 고르기 (저장되지 않음)
`e`	롤·피치·요 한 번 (`e=r,p,y`)
`za` / `ra`	영점 / 영점 해제
`mag=0` / `mag=1`	지자계 끄기 / 켜기
`dec=값`	편각(°)
`au=1` · `nmea=1` · `cs=1`	부팅 자동스트림 · NMEA 출력 · 체크섬
`b1=속도` / `b2=속도`	RS-232 / USB 속도 (RS-232 최대 230400)
`fw`	지금 설정 저장 (`fw done.` 응답)
`fd`	공장값 복원 (`fd done.` 응답)
`vr` · `sn` · `hp` · `h`	버전 · 시리얼번호 · 연결 통로 · 명령 목록

부록 E. 안전 · 취급 주의사항

전기

- **정격 전압을 지켜 주세요** — USB 5V, 외부(4 핀) 전원은 **5V 전용**입니다. 12V 등 고전압을 넣으면 보호 소자가 손상되고 제품 파손·화재의 우려가 있습니다.
- 전원은 **USB 또는 4 핀 커넥터 중 필요한 쪽**을 사용하세요. 동시 연결은 가능하지만, 배선 극성(+/–)을 반드시 확인한 뒤 연결하세요.
- 제공된(또는 동일 규격) 통신·전원 케이블 사용을 권장합니다. 커넥터를 비스듬히 꽂거나 잘못 배선하면 측정 성능 저하와 칩셋 손상의 원인이 됩니다.
- 제품 내부로 먼지·배선 찌꺼기가 들어가지 않게 해 주세요.

취급 · 설치

- 떨어뜨리거나 강한 충격을 주지 마세요 — 관성 센서의 특성이 변할 수 있습니다.
- 케이블을 강하게 당기거나, 반복해서 꺾거나, 무거운 물건으로 누르지 마세요(단선 원인).
- 통신 포트에 바늘 등 뾰족한 것을 넣지 마세요.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

- 배선 작업은 **전원을 끊은 상태**에서 하세요.

사용 환경

- **강한 자기장·서지 발생원**(대형 모터, 고주파 용접기, 대용량 SCR 등) 근처를 피하세요 — 방위(나침반) 왜곡과 오동작의 원인입니다.
- 주위 온도가 급격히 변하지 않게 해 주세요 — 온도가 급변하면 정밀도가 일시적으로 떨어집니다.
- 진동이 심한 곳은 방진패드 등으로 진동 전달을 줄여 주세요(진동 측정 용도는 예외).
- 부식성 환경에서 사용하지 마세요.

점검

- 점검은 전원을 차단한 후, 정기적으로 실시해 주세요.

부록 F. 보증 및 A/S 안내

고객센터

구분	내용
문의 메일	robor21@naver.com
전화	031-417-8282 (Fax: 0303-0956-0158)
주소	경기도 안산시 상록구 후곡로 23, 401 호
운영 시간	월~금 10:00 ~ 17:00 (점심 11:00~12:30 · 주말/공휴일 휴무)
웹	www.robor.co.kr

> 문의 시 **[시리얼번호]** 로 확인한 96 비트 고유번호와 **진단 파일**(→ 14.2)을 함께 보내 주시면 처리가 빠릅니다.

보증 요약

- 보증 기간은 **구매일 기준**으로 적용되며, 정상 사용 중 발생한 품질·성능·기능상의 문제는 무상 서비스를 받으실 수 있습니다. (구매 영수증·내역 확인 필요 — 수기영수증은 적용 불가)
- **구입 후 1 주일 이내** 발생한 문제는 **초기불량**으로 새 제품 교환 처리됩니다. (출고 전 검사(TEST) 후 출고되므로 상품은 개봉된 상태로 출고될 수 있습니다)
- 1 주 이후에는 교체가 아닌 **수리** 처리되며, 원인에 따라 소정의 비용이 청구될 수 있습니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr

- 보증 기간 내 단종 등으로 수리·교체가 불가능한 경우 동급 또는 상위 제품으로 교환 처리됩니다.
- 소비자 과실(낙하·과전압·임의 개조 등)로 인한 고장은 보증 기간 내라도 유상 처리됩니다.

택배 접수

- 초기불량(구매 7 일 이내)에 한해 **왕복 배송비를 지원**합니다 — 발송 시 영수증을 동봉해 주세요.
- 그 외 기간·소비자 과실 건은 배송비를 소비자가 부담합니다.
- 발송은 **선불**로 부탁드리며, 지정 택배사(우체국 택배) 이용을 권장합니다.

이 설명서는 1CH AHRS V3(RB-SDA-v3) 배포용 · 펌웨어 3.0.15(현재 배포본, 2026-10-10) · 모니터 프로그램 UI 1.20.0 기준입니다. 제품 세대는 V1(구형)·V2·V3(이 제품)으로 구분하며, V3 펌웨어는 3.0.0 부터 시작합니다. 기능·버튼 배치는 펌웨어와 프로그램 버전에 따라 달라질 수 있습니다.

© 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. | www.robor.co.kr