

iAHRS V2 (RB-SDA-v2) — PC 프로그램(UI) 사용 가이드

Copyright © 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. — 주식회사 로버

이 문서는 고객용 모니터 프로그램 **AHRS_Monitor.exe (UI 1.21.0)** 에 **iAHRS V2** 장치를 연결했을 때 화면에 보이는 버튼·체크박스·선택 상자·팝업 창을 **보이는 순서 그대로** 설명합니다. "이 버튼을 누르면 무슨 일이 생기나"에 집중하며, 제품 설치·보정 절차·문제 해결의 자세한 내용은 「iAHRS V2 사용설명서」, 콘솔 명령과 CAN 규격은 「iAHRS V2 통신 프로토콜 설명서」를 함께 보세요.

기준 펌웨어는 **V2 FW 2.1.21**(현재 배포본, 2026-10-20)입니다. 더 낮은 펌웨어에서 다르게 보이는 곳은 그 자리에 적었습니다.

화면 그림은 모두 프로그램의 **데모 화면**입니다(UI 1.20.0, 2026-10-10 촬영 — 기능 카드·CAN 카드 그림은 UI 1.21.0, 2026-10-20 다시 촬영). 장치 이름·버전 줄만 V2 장치 응답에 맞췄고, **숫자는 실제 측정값이 아닙니다**.

공장에서 쓰는 양산용 프로그램에만 있는 보정·공장값·센서 설정 항목은 이 문서에서 다루지 않습니다(→ 14 장).

목차

iAHRS V2 (RB-SDA-v2) — PC 프로그램(UI) 사용 가이드	1
1. 프로그램과 화면 배치	3
2. ① 상단바 — 연결과 장치 정보	5
3. ② 저장 안내 바	8
4. ③ 3D 자세 카드	8
5. ④ 계기 카드	10
6. ⑤ 콘솔 · 기록 카드	11
7. ⑥ 그래프 카드	13
8. ⑦ 오른쪽 도크 ① — 캘리브레이션 (CALIBRATION) 카드	14
9. ⑦ 오른쪽 도크 ② — 기능 (FEATURES) 카드	14
10. ⑦ 오른쪽 도크 ③ — CAN / CANopen 카드 (V2 장치)	19
11. ⑧ 팝업 창	22
12. 하단 안내줄 · 영문판	27
13. 문제 해결 — 화면에서 바로 확인하기	29
14. 양산용 프로그램에만 있는 항목	30

1. 프로그램과 화면 배치

1.1 프로그램 파일

파일	화면	용도
AHRS_Monitor.exe	한국어	고객용 모니터 프로그램. 이 문서의 기준
AHRS_Monitor_EN.exe	영어	고객용 영문판. 버튼 배치가 같고 글자만 영어(→ 12 장)

- 설치 없이 더블클릭으로 실행합니다. 같은 프로그램이 V2·V3 장치에 모두 쓰이며, 장치를 연결하면 제품을 알아보고 화면을 맞춥니다.
- 파일을 저장하는 버튼(CSV·그래프 그림·진단 파일)은 저장 창 없이 **exe 옆 CAL_REPORTS** 폴더에 바로 저장합니다. 그 폴더에 쓸 수 없으면 윈도우 '다운로드' 폴더에 저장합니다. 저장한 경로는 콘솔에 [저장됨] ... 으로 찍힙니다. 파일 이름의 날짜·시각은 **이 PC 의** 시각입니다.
- **창 제목줄**(작업 표시줄 이름)은 연결 전 **iAHRS V2 / V3 모니터**, V2 장치를 알아보면 **iAHRS V2 모니터**, 연결을 끊으면 다시 **iAHRS V2 / V3 모니터** 입니다.

1.2 화면 배치

화면은 위에서부터 아래 순서로 놓여 있고, 이 문서도 같은 순서로 설명합니다.

1. ① **상단바** — 연결 버튼, 장치 이름, 수신 상태(2 장)
2. ② **저장 안내 바** — 저장하지 않은 변경이 있을 때만 상단바 아래에 나타나는 줄(3 장)
3. ③ **3D 자세** — 왼쪽 큰 카드. 위쪽에 영점·보정·저장 버튼(4 장)
4. ④ **계기** — 오른쪽 위. 인공수평의·나침반·롤/피치/요 숫자(5 장)
5. ⑤ **콘솔 · 기록** — 오른쪽 가운데. 장치와 주고받은 글, 기록, 명령 입력줄(6 장)
6. ⑥ **그래프** — 맨 아래 전체 폭(7 장)
7. ⑦ **오른쪽 도크** — 오른쪽 끝의 세로 탭 **캘리브레이션 (CALIBRATION) · 기능 (FEATURES) · CAN / CANOPEN**(V2 장치가 확인되면 나타남). 탭의 **[펼치기 <]** 를 누르면 옆으로 열립니다(8~10 장)
8. ⑧ **팝업 창** — 버튼을 누르면 뜨는 창들(11 장)

- 도크 카드는 프로그램을 켤 때마다 **접힌 상태**로 시작합니다(펼친 상태를 기억하지 않음).
펼치면 도크가 넓어지고 왼쪽 화면이 그만큼 좁아집니다. 여러 카드를 함께 펼칠 수 있고,
[접기 ▶] 로 닫습니다.
- 창 폭이 1100 px 이하이면 카드가 위아래로 쌓입니다(3D → 계기 → 콘솔 → 그래프 → 도크
카드). 이때는 화면을 아래로 내려 봅니다.

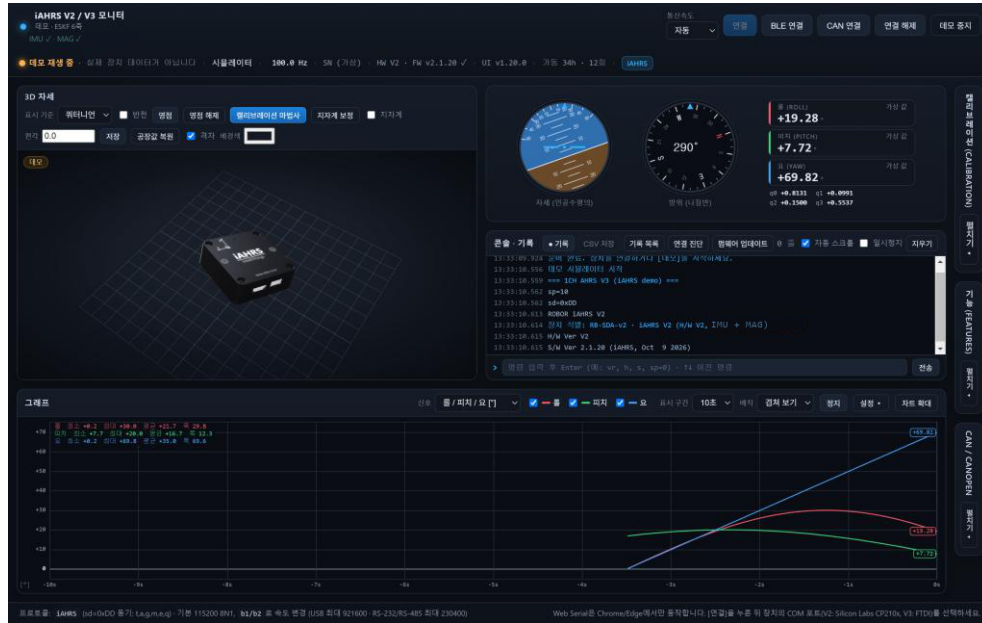


그림 1. 고객용 프로그램 전체 화면 — 데모 화면(UI 1.20.0, 2026-10-10 촬영). 오른쪽 끝 세로 탭이 도크이고, 숫자는 실제 측정값이 아닙니다.

1.3 이 문서의 표기

- [버튼 이름] 은 화면 글자 그대로입니다. "체크" 는 체크박스, "선택 상자" 는 목록에서 고르는 칸입니다.
- **za**, **fw** 처럼 고정폭 글자는 버튼이 장치로 보내는 **콘솔 명령** 또는 장치가 돌려주는 **콘솔 문구**입니다. 예: [영점] = **za**, [저장] = **fw**.
- 버튼 위에 마우스를 올리면 짧은 설명(툴팁)이 나옵니다. 이 문서의 설명은 그 툴팁과 프로그램 소스를 대조해 썼습니다.

2. ① 상단바 — 연결과 장치 정보

2.1 제목과 장치 표시 (왼쪽)

항목	설명
iAHRS V2 / V3 모니터	프로그램 제목입니다.
iAHRS V1 배지	구형 iAHRS V1 장치를 연결했을 때만 보입니다. 이때 V2/V3 전용 항목(지자기·편각·펌웨어 업데이트·도크 카드 등)은 숨겨집니다.
부제목 (예: RB-SDA-v2 · IMU + MAG · ESKF 6 축)	연결된 제품·센서와 지금 융합 방식입니다. 기능 카드의 ESKF 융합(끄면 Madgwick)과 3D 카드의 지자기(켜면 9 축, 끄면 6 축)를 바꾸면 바로 따라 바뀝니다. 연결 전에는 장치 연결 전, 연결 직후 장치를 알아보는 동안에는 장치 확인 중 · ..., 데모 중에는 데모 · ...로 보입니다. V2 장치를 알아보면 콘솔에 장치 식별: RB-SDA-v2 · iAHRS V2 (H/W V2, IMU + MAG) 가 찍힙니다.
칩 상태 (예: IMU ✓ · MAG ✓)	센서 칩별 상태입니다. 문제가 있으면 빨간 ⚠ + 사유 가 나오고 콘솔에도 ⚠ 센서 이상: ... 이 찍힙니다. 사유 예: 인식 실패 (WHO_AM_I=...), 응답 없음 (ID ...), 읽기 오류 N, 샘플 끊김 (mfresh:0)(FW 2.1.12 이상 — 지자계가 응답은 하는데 새 값이 멈춤), IMU 통신 오류 (상태워드), 지자기 미인식 (상태워드), 셀프테스트 실패: ..., 데이터 없음 (스트림 커짐인데 샘플 없음). 복구되면 센서 복구: ... 가 찍힙니다.
⚠ 읽기보호 없음 (RDP 0xAA) - 출하 전 잠금 필요	플래시 읽기보호가 걸리지 않은 보드에서만 나타나는 표시입니다(FW 2.1.2 이상). 정식 출하 제품에서는 보이지 않아야 하므로, 고객 화면에 보이면 판매처(기술지원)에 문의하세요.

2.2 연결 버튼 (가운데)

항목	설명
통신속도 (선택 상자: 자동 / 9600 / 57600 / 115200 / 230400 / 460800 / 921600)	기본 자동 그대로 두세요. 자동은 115200 → 230400 → 460800 → 921600 → 57600 → 38400 → 19200 → 9600 순으로 찾아 연결하고, 한 바퀴 실패하면 (속도 확인 실패 - 2 초 후 한 번 더 시도합니다) 뒤 한 번 더 찾습니다(장치가 켜지는 중에 눌러도 불도록). 연결된 상태에서 숫자를 고르면 지금 연결된 포트의 속도만 장치와 함께 바꿉니다. 전원을 꺼도 유지하려면 [저장]. RS-232-RS-485 는 230400 까지입니다. BLE 연결 중에는 바꿀 수 없습니다.
[연결]	USB-RS-232-RS-485 시리얼로 연결합니다. 포트 선택 창에서 보드의 USB-C 포트 또는 어댑터 포트(예 COM3)를 고르세요(11.7). 센서 포트는 매번 선택 창이 뜨며 , 지난번에 쓴 포트가 ★ 이전 사용 표시로 맨 위에 옵니다. 연결에 실패하면 [연결 진단] 창이 저절로 열립니다(포트 선택을 취소한 경우는 제외, 11.5).
[BLE 연결]	BLE 인터페이스 보드(BoT-nLE523)를 달았을 때 무선으로 연결합니다. 무선 대역폭에 맞춰 측정값은 약 10 Hz(sp=100) 로 시작합니다. BLE 연결에서는 통신속도 변경과 펌웨어 업데이트를 쓸 수 없습니다.
[CAN 연결]	USB 대신 CAN 버스 로 센서값을 받습니다(V2 장치 전용). PC 에 PCAN-USB 어댑터가 꽂혀 있어야 하고, 프로그램 안의 CAN 브리지가 자동으로 켜집니다. 연결되면 NMT Start 를 보내 PDO 50 Hz 를 받고 CAN 카드가 저절로 펼쳐집니다. 장치의 CAN 노드 번호·속도를 바꿨다면(FW 2.1.21+) 먼저 CAN 카드의 브리지 노드·속도를 같은 값으로 맞추세요(10.2). 3D·계기·그래프·기록과 [영점]·[영점 해제]·[저장]은 CAN 으로도 됩니다(FW 2.0.6 이상). 설정 변경·보정·펌웨어 업데이트·명령 입력줄은 USB 연결에서만 됩니다(→ 10 장).
[연결 해제]	연결을 끊습니다(시리얼·BLE·CAN·데모 모두).
[데모] / [데모 중지]	장치 없이 가상 데이터로 화면을 움직여 봅니다. 장치가 연결돼 있으면 먼저 [연결 해제]를 하라는 안내가 나옵니다. 데모 중에는 펌웨어 업데이트와 명령 입력줄을 쓸 수 없습니다.

- 연결되면 프로그램이 약 3 초 뒤부터 장치 설정을 차례로 읽어 와 화면의 체크박스·숫자를 **장치의 실제 값**으로 맞춥니다(콘솔 장치 설정을 동기화하는 중 ...).
- 장치에 자이로 바이어스 추적(정지해 있을 때 자이로 영점을 자동으로 맞추는 기능)이 꺼진 채 저장돼 있으면, 연결할 때 프로그램이 한 번 자동으로 켵니다: (자동) 자이로 바이어스 추적 켜 (bt=1) – yaw 드리프트 방지. 정상 동작이며 따로 할 일은 없습니다.

2.3 상태줄 (오른쪽)

항목	설명
● 점 + 수신 상태 문구	측정값이 잘 들어오는지 알려 줍니다. 점 색: 초록 정상, 파랑 대기·보정·저장·업데이트 중, 주황 수신 중단·데모·기록 재생, 회색 연결 안 됨. 문구는 아래 표를 보세요.
통신 종류 · 속도	연결 직후에는 포트 종류(USB (CP2102 10c4:ea60) @ 115200 bps, CH9102 칩 보드는 USB (CH9102 ...))로 보이다가, 장치가 hp 로 알려 주면 USB @ 115200 bps / RS-232 @ 115200 bps / RS-485 @ ... 로 바뀝니다. 이때 콘솔에 통신 방식: USB @ 115200 bps (CP2102) 가 찍힙니다(RS-232·RS-485 는 칩 이름 없음). CAN 이면 CAN 500 kbit/s · PCAN-USB · Node 1, 데모면 시뮬레이터.
Hz	1 초에 받은 측정값 수. 평소 50 Hz(BLE 약 10 Hz). 0 이면 측정값 전송이 꺼져 있거나 끊긴 것입니다.
SN	시리얼번호. 길면 앞 4 자리 ... 뒤 4 자리로 줄여 보이고, 마우스를 올리면 전체가 보입니다. 데모는 SN (가상).
HW · FW	연결 전에는 프로그램이 아는 최신 펌웨어(최신 FW V2 2.1.20 · V3 3.0.15 — 프로그램을 만든 때의 최신이라 프로그램 버전에 따라 다름)를 보여 줍니다. 연결 후 HW V2 · FW v2.1.20 ✓. 장치 펌웨어가 낮으면 최신 v2.1.20 ▲ 처럼 최신 번호가 붙고 [펌웨어 업데이트] 버튼이 주황색 [펌웨어 업데이트 ↑] 로 바뀝니다. 하드웨어와 펌웨어 세대가 다른면 계열 불일치 ▲.
UI (예: UI v1.20.0 (b20261010))	이 프로그램의 버전과 빌드일입니다. 문의할 때 알려 주세요.
가동 (예: 가동 132h · 87 회)	장치에 영구 기록된 누적 가동시간과 부팅 횟수입니다(블랙박스 기록 기준, 1 시간 단위).
iAHRS 배지	사용 중인 통신 규약 이름입니다(항상 같은 글자).

수신 상태 문구

문구	뜻
연결 안 됨	장치가 연결되지 않았습니다.
연결됨 · 수신 대기 / 첫 측정값을 기다리는 중	포트는 열렸고 첫 측정값을 기다립니다.
정상 수신 / 마지막 수신 0.02 초 전	정상입니다.
수신 중단 / 마지막 수신 N 초 전	측정값이 2 초 넘게 안 들어옵니다. 케이블·전원을 확인하세요.
수신 없음 / 연결 후 측정값을 받지 못했습니다	연결 후 5 초 동안 측정값이 한 번도 없었습니다. 측정값 전송이 꺼졌거나(sp=0) 배선 문제입니다. [연결 진단]을 보세요.
보정 진행 중	보정 중에는 측정값 전송이 잠시 멈춥니다(정상).

문구	뜻
장치에 저장 중 / 펌웨어 업데이트 중	저장·업데이트하는 동안 전송이 멈춥니다(정상). 업데이트 중에는 진행률이 함께 나옵니다.
데모 재생 중 / 실제 장치 데이터가 아닙니다	데모 모드입니다.
기록 재생 중 / 저장된 기록입니다	[기록 목록]에서 재생 중입니다.

3. ② 저장 안내 바

설정·영점·보정 결과는 장치에 **바로 적용되지만 장치 메모리(RAM)에만** 있습니다. 전원을 꺼도 남기려면 [저장]을 눌러야 합니다. 이 줄은 그 상태를 알려 주며, 할 말이 있을 때만 상단바 아래에 나타납니다.

항목	설명
안내 문구	변경 N 건이 장치에 적용됐지만 저장되지 않았습니다. + 전원을 끄면 이전 값으로 돌아갑니다: 지자기 · 편각 · 영점 ... 처럼 바뀐 항목 이름이 나옵니다. 영점([영점][영점 해제])과 보정 결과도 '영점'·'보정 결과'로 함께 셉니다. 저장이 끝나면 6 초 동안 저장됨 HH:MM:SS 가 보입니다.
저장 실패 문구	장치가 fw FAILED 를 보내면 빨간 저장 실패: ..., 5 초 안에 응답이 없으면 저장 응답이 없습니다. 저장됐는지 확인하지 못했습니다. 다시 저장해 보세요. 가 남습니다.
[되돌리기]	이번 연결에서 바꾼 설정을 바꾸기 전 값으로 되돌립니다(통신속도 b1/b2 와 영점·보정 결과는 되돌리지 않음). 되돌릴 것이 없으면 회색입니다.
[저장]	3D 카드의 [저장]과 같습니다(fw).

- 설정 이름 옆 작은 표시: ●(주황) 바꿨지만 저장 안 함, ✓(초록) 저장됨, ○(회색) 저장되지 않는 설정(예: 바이너리스트림).
- 3D 카드 [저장] 버튼 옆 숫자는 저장하지 않은 변경 건수입니다.

4. ③ 3D 자세 카드

장치 모형이 실제 자세대로 움직이는 왼쪽의 큰 카드입니다. 위쪽 도구줄의 항목을 화면 순서대로 설명합니다.

4.1 보기 설정 · 영점

항목	설명
표시 기준 (쿼터니언 / 오일러각)	3D 모형을 돌리는 계산 방식. 기본 쿼터니언(짐벌락 없음) 그대로 두세요.
반전 (체크)	모형이 거울처럼 반대로 돌면 체크합니다. 화면 표시만 바뀝니다.
[영점]	지금 자세를 0° 로 잡습니다(za). 장치가 처리하므로 출력값 자체가 0 기준으로 바뀝니다. CAN 연결에서도 됩니다(FW 2.0.6 이상). 전원을 꺼도 유지하려면 [저장].
[영점 해제]	영점을 지우고 원래 기준으로 되돌립니다(ra). CAN 연결에서도 됩니다.

4.2 캘리브레이션 버튼

버튼	설명
[캘리브레이션 마법사]	화면 안내대로 정지 → 자세 1~6(가속도 6 면) → 자이로 360° 스케일 을 차례로 합니다(11.1). 가속도·자이로를 다시 보정해야 할 때 씁니다. 지자계는 포함되지 않습니다.
[지자계 보정]	지자계(나침반) 보정 창을 엽니다(cm). 실제 설치 장소에서 약 30 초 동안 모든 방향으로 천천히 돌립니다(8 자). 창의 3D 점구름이 공처럼 고르게 채워지는지 보면서 하세요(11.2). 설치 장소를 옮겨 주변 자기 환경이 바뀌면 다시 해주세요.

이 제품은 출고할 때 보정을 마친 상태입니다. 평소에는 [지자계 보정]만 필요하고, 마법사는 자세가 분명히 틀어졌을 때만 쓰세요(「사용설명서」 6 장).

4.3 지자계 · 편각

항목	설명
지자계 (체크, 기본 꺼짐)	방위(요) 계산에 나침반을 쓰지 정합니다(mag). 끄면 6 축(자이로 기준 방위, 자석·금속 영향 없음), 켜면 9 축(자북 기준 절대 방위). 켜기 전에 깨끗한 곳에서 [지자계 보정]을 먼저 하세요. 바꾸면 1.5 초 뒤 영점이 자동으로 다시 잡힙니다((자동) 영점 재설정 - 지자계 전환 반영). 부제목이 9 축/6 축으로 바뀝니다.
편각 (숫자, -90~90, 기본 0.0)	자북과 진북의 차이(dec, 도). 0 이면 자북 기준, 한국은 약 -8.7. 기능 카드의 [편각 자동]을 쓰면 계산된 값이 이 칸에 바로 들어옵니다(9.6).

- 지자계를 끈 상태에서는 장치가 정지해 있는 구간에서만 자이로 영점을 자동으로 맞춥니다.
그래서 아주 느린(초당 0.4° 미만) 일정한 회전은 영점 변화와 구분되지 않아 화면에 덜 나타날 수 있습니다. 방향이 중요한 용도는 지자계 보정 뒤 지자계를 켜세요.

4.4 저장 · 공장값 복원 · 화면

항목	설명
[저장] (+ 숫자)	보정·영점·설정을 장치 플래시에 저장합니다(fw). 안 누르면 전원을 끌 때 사라집니다. 저장하는 약 1 초 동안 측정값이 멈춥니다. 결과는 저장 안내 바와 콘솔 <code>fw done. settings saved ...</code> 로 확인합니다. CAN 연결에서는 CAN 제어 코드로 저장하며 측정값이 1~2 초 멈췄다가 다시 나옵니다. 버튼 옆 숫자는 저장하지 않은 변경 건수입니다.
[공장값 복원]	확인 창 뒤 공장 출하 때 저장된 보정·설정으로 되돌립니다(fd). 지금 사용자 보정·영점·기능 설정을 덮어씁니다. 장치 응답은 <code>fd done. factory defaults restored.</code> (공장값이 없으면 <code>fd FAILED. no factory record stored.</code>)이고, 약 2.5 초 뒤 화면의 설정을 다시 읽어 옵니다.
격자 (체크)	3D 바닥 격자. 기본 켜. 보기용.
배경색	3D 배경색. 보기용.

4.5 3D 화면 위 표시

항목	설명
왼쪽 위 배지	미리보기(연결 안 됨) · 수신 대기 · 실측(초록, 정상) · 마지막 값(수신 중단) · 보정 중 · 저장 중 · 업데이트 중 · 데모 · 재생 · 일시정지.
가운데 안내	연결 전 측정 대기 / 3D 모형은 미리보기입니다. 수신이 끊기면 수신 중단 / 표시값은 N 초 전 측정입니다. 케이블과 전원을 확인하세요, 한 번도 못 받으면 수신 없음 / ... [연결 진단]을 확인하세요.

5. ④ 계기 카드

항목	설명
자세 (인공수평의)	비행기 계기처럼 하늘색/갈색으로 기울기를 보여 줍니다.
방위 (나침반)	지금 향한 방위를 바늘과 가운데 숫자로 보여 줍니다.

항목	설명
롤 (ROLL) / 피치 (PITCH) / 요 (YAW)	좌우 기울기 / 앞뒤 기울기 / 방위각(°). 이름 오른쪽에 상태 문구가 붙습니다: 실측, 정확도 $\pm 0.05^\circ$ (1 σ)(롤·피치, ESKF 융합일 때 장치의 필터가 계산한 추정치 — 보증 정확도가 아님, 아래 참고), 요는 자이로 기준 (지자계 꺼짐) / 자북 기준 / 진북 기준(편각 $\neq 0$). 그 밖에 측정 대기, N 초 전 값(수신 중단, 숫자가 흐려짐), 잠시 멈춤(보정·저장 중), 화면 멈춤(콘솔 일시정지), 가상 값(데모), 기록 값(재생). 연결 전에는 숫자 대신 -.
q0 ~ q3	쿼터니언 값. 개발·점검용입니다.

정확도 $\pm 0.05^\circ$ (1 σ) 표시 읽는 법 — 이 숫자는 장치의 ESKF 융합 필터가 자기 추정의 불확실성을 1 σ (표준편차)로 계산한 **필터 추정치**입니다. 화면 문구가 '정확도'이지만, 정밀 회전대 같은 **외부 기준기와 비교해 확인한 실제 정확도나 제품 보증값이 아닙니다**. 데모 화면·그림의 숫자는 예시이며, 실제 장치에서도 값은 상황(정지·움직임·진동·자기 환경)에 따라 변합니다. 성능 수치의 구분은 「iAHRS V2 사용설명서」 1.5 · 부록 B 와 「iAHRS 성능 데이터시트」를 보세요.

6. ⑤ 콘솔 · 기록 카드

항목	설명
[● 기록] / [■ 중지]	누르면 측정값 기록을 시작하고 버튼이 파란 [■ 중지] 로 바뀝니다. 다시 누르면 멈추고 그 기록이 [기록 목록]에 쌓입니다. 옆의 N 줄 이 쌓인 줄 수입니다.
[CSV 저장]	방금 기록을 CSV(8 열: 시간·롤·피치·요·쿼터니언 4 개)로 저장합니다. 파일 이름 <code>ahrs_YYYY-MM-DDTHH-MM-SS.csv</code> (이 PC 시각). 기록이 있어야 켜집니다. 가속도·자이로·지자계·온도까지 담으려면 [기록 목록]에서 저장하세요.
[기록 목록] (+ 개수)	이번 실행에서 기록한 목록 창을 엽니다(11.6).
[재생 중지] (i / N)	기록을 재생하는 동안만 보입니다. 누르면 재생을 멈춥니다.
[연결 진단]	연결 단계·실패 사유·응답 지연을 보고 진단 파일을 저장하는 창을 엽니다(11.5).
[펌웨어 업데이트]	장치 펌웨어를 새 버전으로 바꿉니다(아래 순서). 구버전 장치면 [펌웨어 업데이트 ↑] 로 강조됩니다.
자동 스크롤 (체크, 기본 켜)	새 글이 오면 콘솔을 맨 아래로 내립니다. 위쪽 기록을 천천히 읽을 때는 끄세요.
일시정지 (체크)	화면 갱신(3D·계기·그래프)만 멈춥니다. 기록은 계속됩니다.
[지우기]	콘솔 글을 모두 지웁니다(기록에는 영향 없음).
콘솔 창	장치와 주고받은 글이 시간순으로 쌓입니다(최근 500 줄). 보낸 명령(-> ...)과 프로그램 안내는 파랑, 경고는 주황, 오류는 빨강. 보정 결과(<code>cm done.</code> 등)도 여기 나옵니다. 뭔가 안 될 때는 여기부터 보세요.

항목	설명
명령 입력줄 + [전송]	<code>vr, h, s, hp, can, sp=0, imf</code> (FW 2.1.14 이상: 칩 필터 상태 확인) 같은 명령을 직접 보냅니다. Enter 로도 보내고, ↑ ↓ 로 이전 명령을 불러옵니다. 측정값이 흐르면 응답이 묻히니 먼저 <code>sp=0</code> 을 보내고, 끝나면 <code>sp=20</code> 으로 되돌리세요. 시리얼(USB-RS-232-RS-485-BLE) 연결에서만 됩니다. 명령 전체는 「통신 프로토콜 설명서」를 보세요.

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



그림 2. 콘솔 · 기록 카드 — 입력줄로 `vr` 을 보내 응답을 받은 모습(데모 화면).

[펌웨어 업데이트] 진행

- 버튼을 누르면 `.bin` 파일 선택 창이 뜹니다. V2 용 파일 `AHRS_V2_v2.x.y<날짜>_App_signed.bin`(현재 배포본 2.1.21)을 고르세요.
 - 파일 이름이 다른 계열(예: `AHRS_V3_...`)이면 거부합니다. 이름으로 계열을 알 수 없으면 계속할지 묻습니다.
 - 확인 창(파일 이름·크기 표시, "업데이트 중 전원을 끄지 마세요")에서 확인 → 기록(약 15 초, 진행률이 상태줄에 표시) → 장치 재부팅·자이로 보정 대기(최대 20 초) → 다시 연결·설정 동기화.
 - 끝나면 펌웨어 업데이트 완료 – 장치가 재시작됐습니다 (설정값 유지). 가 짝합니다. 설정·보정값은 유지됩니다.
- **USB 케이블 연결에서 하세요.** BLE·CAN·데모에서는 안 됩니다.
 - 실패해서 장치가 부트로더에 남으면(LED 계속 켜짐) [펌웨어 업데이트]를 다시 하거나 전원을 껐다 켕니다. 자세한 내용은 「사용설명서」 11 장.

7. ⑥ 그래프 카드

맨 아래 전체 폭 카드입니다. 그래프 설정은 이 PC 에 기억되어 다음 실행 때도 같습니다.

항목	설명
신호 (선택 상자)	그릴 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]. 받지 않는 신호를 고르면 이 신호는 현재 수신하지 않습니다 - 기능 카드의 [동기 데이터 선택]에서 켜세요. 가 나옵니다(속도·위치는 기본으로 꺼져 있음).
선 표시 체크 3 개 (롤·피치·요 또는 X·Y·Z)	선 하나하나를 그리거나 숨깁니다.
수신 중단 — 새 데이터 없음	수신이 끊겼을 때만 나타나는 표시입니다.
표시 구간	2 초 / 5 초 / 10 초 (기본) / 30 초 / 60 초 / 2 분 / 5 분.
배치	겹쳐 보기 (세 선이 한 눈금) / 나뉘 보기 (선마다 칸·눈금 따로 — 작은 변화가 크게 보임).
[정지] / [다시 시작]	그래프만 멈춰 놓고 살펴봅니다. 멈춘 동안 들어온 값은 그려지지 않습니다(기록에는 영향 없음).
[설정 ▼] / [설정 ▲]	아래 설정 패널을 열고 닫습니다.
[차트 확대]	큰 그래프 창을 엽니다(11.4).

[설정 ▼] 패널

묶음	항목	설명
세로 범위	방식 (자동 / 수동), 최소, 최대	자동은 보이는 값에 맞춰 눈금을 정합니다. 수동은 최소·최대로 고정합니다(신호마다 따로 기억). 최대가 최소보다 작으면 최대가 최소보다 커야 합니다. 지금은 자동 범위로 그림니다.
세로 범위	값에 맞춰 확대 (체크)	0 주변 ±30° 를 남기지 않고 값에 딱 맞게 확대합니다. 정지 상태의 작은 흔들림을 볼 때 좋습니다.
표시	선 굵기, 보조 눈금, 측정점, 통계, 커서 값, 크기	굵기(가늘게/보통/굵게), 열린 보조 눈금, 측정점 찍기(점 사이가 4 픽셀 이상일 때), 최소·최대·평균·폭 표시(기본 켜), 마우스 위치 값(기본 켜), 그래프 높이(보통/크게/아주 크게).
저장 · 관리	[이미지 저장], [보이는 구간 CSV], [그래프 지우기], [설정 초기화]	지금 그래프를 <code>ahrs_chart_YYYYMMDD_HHMMSS.png</code> 로, 보이는 구간 값을 <code>ahrs_chart_<신호>_YYYYMMDD_HHMMSS.csv</code> 로 저장합니다(이 PC 시각). 그래프를 비우거나 설정을 처음 상태로 되돌립니다.

- 롤/피치/요 그래프에서 피치가 ±90° 근처이면 **피치 ±90° 근처** – 롤·요 불확정 (짐벌락) 표시가 나옵니다. 이 자세에서 롤·요 숫자가 크게 튀는 것은 정상입니다.

8. ⑦ 오른쪽 도크 ① — 캘리브레이션 (CALIBRATION) 카드

오른쪽 끝 세로 탭의 첫 카드입니다. 접힌 상태의 부제목은 **지자기 보정 품질 점검** 이고, 고객용 프로그램에서는 **보정 품질 점검 (check)** 칸 하나만 있습니다.

항목	설명
[펼치기 ◀] / [접기 ▶]	카드를 앞으로 펼치고 접습니다.
[지자기 점검 3D]	지자기 보정이 잘 됐는지 3D 점구름으로 확인하는 창을 엽니다(11.3). 장치를 바꾸지 않는 점검 기능이라 언제든지 눌러도 됩니다.

9. ⑦ 오른쪽 도크 ② — 기능 (FEATURES) 카드

펼치면 맨 위에 **전 기능 사용여부**를 체크박스로 선택 · 장치와 자동 동기화 · [저장]으로 플래시 저장 이 보입니다. 체크하면 장치에 **바로 적용**되고, 연결할 때 장치의 실제 상태로 맞춰집니다. 전원을 꺼도 유지하려면 저장. 각 항목에 마우스를 올리면 짧은 설명이 뜹니다. 펼친 카드 안의 순서는 아래 절 순서와 같습니다.



그림 3. 고객용 프로그램의 기능 카드 전체(데모 화면). 라이브 칸의 값은 장치를 연결해야 채워집니다.

9.1 융합/강건성 (fusion)

항목	설명
ESKF 융합 (성능 표시, 기본 컴)	자세 계산을 칼만필터(ESKF)로 합니다(algo). 자이로 오차를 실시간으로 추정해 더 정확합니다. 고면 Madgwick 방식입니다. 켜 두세요. 켜져 있을 때만 라이브 칸의 '정확도 1σ'와 계기의 정확도 ±...°가 나옵니다(둘 다 필터 추정치이며 보증 정확도가 아닙니다 → 5 장).
자기외란제거	주변 철 구조물로 나침반이 흔들릴 때 이상치를 걸러냅니다(mr).
적응형 게인	ESKF 를 끈 경우(Madgwick)에만 의미. 급하게 움직이면 반응을 자동으로 빠르게 합니다(ad).

항목	설명
실험 기능 사용 (주의 표시)	양산 검증이 끝나지 않은 기능의 잠금을 이 실행 동안만 풀니다. 저장되지 않으며 다음 실행·재연결 때 다시 잠깁니다. 커면 콘솔에 주의 문구가 나옵니다.
GuardedVQF 융합 (실험 표시)	실험 융합 방식(algo=2, 공개 VQF + 외란 보호). '실험 기능 사용'이 켜져 있고 펌웨어가 V2 2.1.20 이상(V3 는 3.0.15 이상)일 때만 체크할 수 있습니다(아니면 흐리게 비활성). 커면 라이브 칸의 GuardedVQF 상태 행(gv: 상태·가속 품질·헤딩 품질, 0~1 경험값)이 채워지고 부제목이 GuardedVQF(실험) 로 바뀝니다. 끄면 ESKF 로 돌아갑니다. 기본은 꺼짐이며 양산 기본값이 아닙니다. 정지 떨림이 ESKF 보다 크므로 실제 용도에는 ESKF 를 쓰세요. 켜 채 [저장]하면 다음 부팅에도 적용됩니다.

문제 해결 — 정지해 있는데 롤·피치가 1 초마다 툭툭 뛴: 'ESKF 융합'이 꺼져(Madgwick) 있는지 확인하고, 켜 뒤 [저장]하세요. Madgwick 은 정지 상태에서도 보정 걸음이 일정 크기라 롤·피치가 0.1~0.4° 썩 흔들릴 수 있습니다. ESKF 의 떨림 0.01° 이하는 기존 문서의 정지 관찰값입니다. 시험 조건이 충분히 기재되지 않아 제품 보증 성능이나 외부 기준각 대비 정확도로 해석하지 마세요.

9.2 파생 출력 (telemetry)

항목	설명
선형가속	중력을 뺀 순수 운동 가속도.
진동 RMS	축별 진동 세기.
FFT 주파수	가장 강한 진동 주파수(256 점 FFT).
진동 노치	찾은 진동 주파수를 자세 계산 입력에서 자동으로 걸러냅니다(드론·회전기계).
충격/낙하	충격·자유낙하 감지와 피크 G.
속도 <i>*드리프트</i>	속도 계산. GPS 가 없어 시간이 지나면 틀어집니다(참고용).
위치 <i>*드리프트</i>	위치 계산. 속도보다 더 빨리 틀어집니다(참고용).
만보계	걸음 수.

- 커야 라이브 칸(9.7)에 값이 나옵니다. 그래프로 보려면 9.4 의 [동기 데이터 선택]에서 해당 항목도 켜세요.

9.3 진단 (diagnostics)

항목	설명
진동진단	진동 모양(파고울·침도)으로 베어링 이상 같은 징후를 봅니다.
이상감지 AI	평소 패턴을 학습해 벗어나면 점수로 알려 줍니다.

9.4 동기 데이터 선택 (sd)

항목	설명
체크 12 개	장치가 보낼 측정값 묶음: 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). 바꾸면 바로 적용됩니다.
마스크 표시 (예: 0x00DD)	지금 선택을 숫자로 보여 줍니다.
[기본값]	기본(시간·가속도·자이로·지자계·오일러각·쿼터니언 = 0x00DD)으로 되돌립니다.
경고 줄	화면에 필요한 항목을 끄면 수신하지 않는 항목이 있어 다음이 표시되지 않습니다 - ...(예: 오일러각을 끄면 자세 숫자·계기·롤/피치/요 그래프, 자이로를 끄면 마법사의 정지 판정).

- 이 선택은 장치에 저장되지 않습니다. 프로그램을 다시 켜면 0x00DD 로 시작하고, 연결할 때마다 프로그램이 지금 선택을 장치에 보냅니다. 많이 고를수록 한 줄이 길어져 115200 bps 에서는 Hz 가 떨어질 수 있습니다.

9.5 시스템 (system)

항목	설명
위치독	펌웨어가 멈추면 약 4 초 뒤 자동 재시작. [저장] 후 다음 부팅부터 동작합니다.
부팅 자동스트림	전원만 넣어도 데이터를 보냅니다(RS-232/485·CAN 없이 직결할 때). [저장] 필요.
스트림 체크섬	스트림 줄 끝에 *HH 검사값을 붙입니다. 프로그램은 검사값이 틀린 줄을 버립니다.
블랙박스 기본 ON	부팅·충격·이상 이벤트와 가동시간을 플래시에 기록합니다(A/S 근거).
NMEA 출력	스트림을 NMEA 0183 문장(\$HEHDT/\$PASHR)으로 바꿉니다. 해당 장비와 연동할 때만 켜세요.
바이너리스트림	28 바이트 이진 프레임(고속 로깅용). 이 프로그램은 글자(ASCII) 형식 기준이라 평소 끄세요. 저장되지 않는 항목입니다(○).
RS-232 속도 (b1)	RS-232(RS-485) 포트 속도(읽기 전용, 최대 230400). 바꾸려면 상단 통신속도를 쓰세요.
USB 속도 (b2)	USB 포트 속도(읽기 전용). RS-232 속도와 따로입니다.
[속도 읽기]	두 포트 속도와 CAN 노드 ID·속도(cn·cb)를 장치에서 다시 읽습니다. 연결 직후에도 한 번 자동으로 읽습니다.

항목	설명
CAN 노드 ID (cn) · CAN 속도 (cb)	장치에 설정된 CANopen 노드 번호(1~127)와 CAN 속도(kbit/s). 펌웨어 2.1.21 이상에서만 값이 나오고, 이전 펌웨어는 - 입니다.
CAN ID · CAN 속도 · [CAN 적용]	보낼 노드 번호(1~127)와 속도(125/250/500/1000)를 정해 <code>cn=cb=</code> 를 보냅니다(펌웨어 2.1.21 이상). 장치는 CAN 을 바로 다시 시작하고(콘솔 <code>can: restarted - node N, R kbit/s</code>), [저장] 을 눌러야 다음 부팅에도 유지됩니다. 범위 밖 값은 프로그램이 막습니다. 한 버스에 여러 대를 달 때 대마다 다른 번호를 주세요. PCAN-USB 로 받는 쪽은 CAN 카드의 브리지 노드·속도도 같은 값으로 맞춥니다(10.2).

9.6 고급 (advanced)

항목	설명
HI 자동추적	사용 중 지자기 오프셋을 서서히 자동 보정합니다([지자기 보정]을 대신하지는 않음).
히브(해양)	배의 상하 출렁임 추정(해양용). 아주 느린 파도에는 한계가 있습니다.
장착 r,p,y + [적용]	비스듬히 단 각도(예: 0,0,90)를 넣으면 차체 기준으로 출력합니다(rm). 형식이 틀리면 장착각 형식: r,p,y (예: 0,0,90). [저장]으로 유지.
위도,경도 + [편각 자동]	위치(예: 37.5,127.0)를 넣으면 장치가 WMM2025 모델로 편각을 계산해 적용합니다(geo=...). 응답 <code>geo=37.500,127.000 dec=-8.70 ...</code> 의 편각 값이 3D 카드의 편각 칸에 바로 들어오고, 요 표시가 진북 기준으로 바뀝니다. 형식이 틀리면 좌표 형식: 위도,경도 (예: 37.5,127.0). 전원을 꺼도 유지하려면 [저장].
[로그 조회]	블랙박스 이벤트 기록을 콘솔에 보여 줍니다(1g). 낙하·충격이 있었는지 확인할 때 씁니다.
[시리얼번호]	장치 고유 번호(MCU UID)를 콘솔에 시리얼번호: ... 로 보여 줍니다(sn).

9.7 라이브 (live) — 읽기 전용 값

체크박스가 아니라 지금 값을 보여 주는 칸입니다. 프로그램이 장치에 짧게 번갈아 물어 채웁니다.

항목	언제 나오나 · 뜻
선형가속 g · 진동 RMS g · FFT Hz · 속도 m/s · 위치 m · 걸음	9.2 의 해당 항목을 꺾을 때. 꺼져 있으면 -.
피크 G	충격/낙하를 꺾을 때. 최근 최대 충격.

항목	언제 나오나 · 뜻
입력전원 V	항상. 입력 전원 전압. 5 V 전용 입력 입니다(정격 4.75~5.25 V, 5.5 V 이하로만 사용 — 12 V 등을 넣으면 입력 보호 회로가 손상됩니다). 외부 전원은 실제보다 약 0.2 V 높게 읽힙니다. 읽힌 값이 5.45 V 초과 주황 , 5.7 V 초과 빨강 , 4.1 V 미만 주황(전원 부족) , 3.7 V 미만 빨강 입니다.
MCU °C	항상. 내부 칩 온도.
진동 crest/kurt	진동진단을 컷을 때. 파고율 / 첨도.
이상 score	이상감지를 컷을 때. 높으면 △.
정확도 1σ°	ESKF 융합이 켜져 있을 때. 롤·피치·요에 대해 필터가 계산한 추정치(1σ, 작을수록 좋음). 외부 기준으로 확인한 실제 정확도나 보증값이 아니며, 화면의 숫자는 예시입니다(→ 5 장).
GuardedVQF 상태	GuardedVQF 융합(실험)을 컷을 때. 상태워드 · 가속 품질 · 헤딩 품질.
히브 m	히브(해양)를 컷을 때.
가동 (부팅/h)	연결할 때. 부팅 횟수 / 가동시간 / 이벤트 수.
상태 s	항상. 상태 코드와 이름(예: <code>STILL</code> , <code>MAGDIST</code>). <code>CALFAIL·IMUERR·NOMAG·FLASHERR</code> 는 빨강. 보정 중(cm)에는 <code>CAL-T</code> 로 보입니다.

10. ⑦ 오른쪽 도크 ③ — CAN / CANopen 카드 (V2 장치)

V2 장치가 확인되면 도크에 탭이 나타납니다. [펼치기 ◀] 를 눌러야 갱신을 시작하고(장치 상태 2 초마다, 브리지 0.5 초마다), [CAN 연결] 때는 저절로 펼쳐집니다. 카드 맨 위 안내: 장치 CAN 상태는 USB 로 조회 · CANopen 제어는 PCAN-USB 필요 (앱이 CAN 브리지를 자동 실행). CAN 배선·CANopen 규격은 「통신 프로토콜 설명서」 3 장을 보세요.



그림 4. CAN / CANopen 카드(데모 화면 — 장치 CAN 상태와 CANopen 마스터 값은 모의 값이며, 그림의 전압 값도 모의 값입니다. V2 전원은 5 V 전용).

10.1 장치 CAN 상태 (USB 'can' 명령, 2 초마다)

항목	설명
컨트롤러	CAN 하드웨어 동작 / 정지.
자가진단	부팅 때 내부 루프백 검사 PASS / FAIL.
NMT 상태	Pre-operational(마스터의 Start 대기) / Operational(데이터 송신 중) / Stopped.
송신 · 드롭 · 버스오프	보낸 프레임 수, 버린 수, 버스오프 횟수(중단저항·상대 노드 확인).
마지막 오류	ACK 없음(상대 노드 없음) 은 버스에 다른 노드가 없을 때 정상입니다.
수신 오류	수신 유실·형식 오류 수.

10.2 CANopen 마스터 (브리지)

항목	설명
상태 문구	브리지 확인 중이면 CAN 브리지 확인 중... PCAN-USB 가 연결되지 않았습니다. 꺾으면 자동으로 켜집니다. 면 어댑터를 꺾으세요(몇 초 안에 켜짐). CAN 브리지가 아직 시작되지 않았습니다 ... 가 계속 보이면 프로그램을 다시 실행하세요.
노드 상태 / 하트비트	장치가 1 초마다 보내는 하트비트로 판단합니다. 3 초 넘게 없으면 빨강.
PDO 속도	0x181 · 0x281 · 0x381 · 0x481 · 0x681 각각의 Hz(Operational 에서 50, 노드 1 기준).
브리지 노드 · 속도 · [브리지 설정]	PCAN 브리지가 듣는 노드 번호와 채널 속도(UI 1.21.0 이상). 장치의 cn·cb 를 바꿨으면 같은 값으로 고르고 [브리지 설정] → 브리지가 채널을 닫고 다시 엽니다(CAN 연결 중이었다면 끊기므로 [CAN 연결] 을 다시). 옆에 지금 값이 노드 2 · 250 kbit/s 처럼 보입니다. PDO 속도 행의 ID 표시도 노드에 맞춰 바뀝니다(노드 N 이면 0x180+N ...). 속도를 바꾼 뒤에는 PCAN-USB 를 한 번 뽑았다 꺾으세요 — 그냥 두면 어댑터가 오류 회복 상태라 한동안 PDO 속도가 10 Hz 안팎으로 보이고 하트비트를 놓칩니다(센서는 정상).
[▶ Start] [Pre-op] [Stop] [통신 리셋]	NMT 명령. Start 를 눌러야 PDO 가 나옵니다. Pre-op 에서는 PDO 가 멈추고 SDO-제어가 됩니다.
롤 / 피치 / 요 [°] · 쿼터니언 · 가속도 [g] · 자이로 [°/s]	PDO 로 받은 실시간 값.
지자기 [μT]	X·Y·Z 값과 자기장 크기, 9 축/6 축, 교란 표시(FW 2.0.1 이상).
온도 · VIN · 상태	온도, 입력 전압, 상태워드.
비상 메시지	장치가 보낸 EMCY 코드. 보통 없음 .

10.3 SDO 읽기 · 보정 제어 (브리지)

항목	설명
인덱스(hex) · 서브 · 형식 · [읽기]	객체 사전 값을 읽습니다. 형식: float32 / unsigned / signed / 문자열. 화면 예: 2100:1 가속도 X float, 2104:0 VIN float, 2200:1 IMU 샘플 수, 1008:0 장치명 문자열, 2400:0 상태워드.
제어 (0x2300) + [실행]	1 자이로/가속도 보정(ca, 정지 약 2~2.5 초) · 2 지자계 보정 시작(cm, 30 초 회전) · 4 지자계 보정 중단 · 5 설정 플래시 저장(fw) · 6 공장값 복원(fd) · 7 보정값 초기화(rc) · 8/9 지자계 융합 켜/끔 · 10 영점(za) · 11 영점 해제(ra). 1~9 는 Pre-operational 에서만, 10-11 은 Operational 에서도 됩니다(FW 2.0.6 이상). 결과는 아래 줄에 제어 N 접수 · 결과 진행 중/성공/실패 로 나옵니다.

△ 제어 7 (보정값 초기화)은 출고 보정을 지웁니다. 고객 환경에서는 쓰지 마세요. 제어 1 은 장치를 완전히 정지시킨 뒤에만 실행하세요.

11. ⑧ 팝업 창

11.1 캘리브레이션 마법사

[캘리브레이션 마법사]로 엽니다. 위쪽 점은 진행 단계, 아래 버튼은 [이전] [실행 버튼] [닫기] 입니다.

단계	화면과 버튼
시작	할 일 3 가지(정지 측정 · 자세 1~6 · 자이로 360° 스케일)와 '지자계는 [지자계 보정]으로 따로' 안내. [시작].
1. 정지	평평한 곳에 손을 떼고 둡니다. 움직임 감지 줄이 정지 확인됨 (측정 가능) 이면 [측정 (자이로 기준값)].
2~7. 자세 1/6 ~ 6/6	목표 자세 3D 그림대로 놓습니다(순서 +Z, -Z, +Y, -Y, +X, -X). 현재 자세 코드, 목표와 일치(일치 ✓ / 아직 다름), 움직임 감지를 보며 놓고 [이 자세 측정]. 장치가 알려 준 면이 목표와 다르면 목표 면(+z) 대신 -z 면이 측정되었습니다 ..., 기울어 등록되지 않으면 면이 등록되지 않았습니다 ... 로 다시 재게 합니다. 같은 면을 또 놓으면 경고합니다. 6 번째 면 뒤 accel 3x3 matrix solved 를 확인하고 넘어갑니다.
8. 자이로 스케일	[① 기준점 측정 (정지)] → 한 축만 정확히 360° 천천히 돌리고(바닥에 놓고 제자리 한 바퀴가 쉬움) 멈춘 뒤 [② 360° 후 측정](기준점 뒤 60 초 안). 인식되면 완료 ✓ (360° 스케일 인식됨: z 축), 아니면 다시 돌리고 같은 버튼을 누릅니다.
완료	'전원이 꺼지면 사라지니 저장하라'는 안내, '나머지 축(X/Y) 자이로 스케일은 이 마법사에 포함되지 않는다'는 것, '지자계 보정은 설치 장소에서 [지자계 보정]으로' 안내가 나옵니다. 버튼은 [저장하고 닫기 (fw)].

- 각 측정은 버튼을 누른 순간의 데이터를 씁니다. 자세를 잡은 뒤 누르세요.
- 저장 단계는 장치가 6 면을 모두 등록했는지 확인하고(아니면 장치에 등록된 면이 N/6 입니다 ... 로 막음), 행렬 확인줄을 못 받았으면 장치에 직접 묻습니다(버튼 글자 행렬 확인 중... (cr), FW 2.1.11 이상). 행렬이 없으면 저장을 멈춥니다. 저장은 fw done. 응답을 확인한 뒤 창을 닫고, 확인이 안 되면 창을 유지합니다.
- 6 번째 면에서 장치가 ca FAILED. accel 3x3 matrix solve (degenerate faces) ... 를 보내면(FW 2.1.13 이상) 행렬이 적용되지 않은 것입니다. 한 면을 위로 놓고 다시 재면 됩니다.
- 측정 중에 [닫기]를 누르면 닫을지 묻습니다.

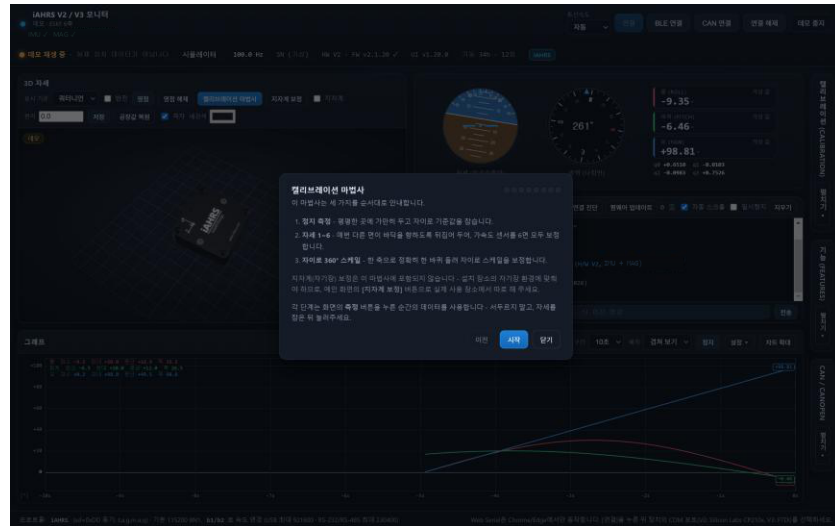


그림 5. 캘리브레이션 마법사 시작 화면(데모 화면).

11.2 지자계 보정 창

[지자계 보정]으로 엽니다. 제목 **지자계 캘리브레이션 (cm)**. 안내문, 3D 점구름과 통계, 진행 막대, 상태·결과 줄, 버튼 **[시작]**, 성공 때만 나타나는 **[저장하고 닫기 (fw)]**, **[닫기]** 로 되어 있습니다.

항목	설명
[시작]	cm 을 보냅니다. 30 초 동안 8 자를 그리며 모든 면이 한 번씩 하늘을 향하게 돌립니다. 점구름이 공 모양으로 고르게 채워지는지 보며 돌리세요. 통계(점 수·방향 커버리지·반경·중심 오프셋·구형 오차 → 양호 ✓)가 실시간으로 나옵니다.
상태 · 결과 줄	결과 줄에는 장치가 보낸 결과 문구(cm done. ..., cm FAILED. ...)가 그대로 나옵니다. 상태 줄은 성공이면 완료 ✓ - ..., 장치가 거부하면 장치가 이 캘리브레이션을 거부했습니다 (위 사유 참고) - 기존 보정값은 그대로 유지됩니다. 장소/자세를 바꿔 다시 시도하세요., 응답이 없으면 장치 응답 없음 - 콘솔을 확인하세요 ... 입니다.
[저장하고 닫기 (fw)]	성공하면 나타납니다. 장치의 fw done. 응답을 확인한 뒤 창을 닫습니다. 확인이 안 되면 창을 그대로 두고 콘솔에 ▲ 저장(fw)이 확인되지 않았습니다 ... 를 씁니다.
[닫기]	창을 닫습니다.

지자계 보정이 거부될 때 — 장치가 cm FAILED. <사유>; previous calibration kept. 를 보내면 기존 보정값은 그대로 남습니다(FW 2.1.11 이상, 2.1.12 에서 한쪽 회전 거절 추가).

콘솔 사유(요약)	뜻 · 할 일
too few samples	점이 모자랍니다. 30 초 동안 계속 돌리세요.
insufficient 3-axis coverage / rotation too planar	한 축으로만 돌렸습니다. 모든 방향으로 돌리세요.

콘솔 사유(요약)	뜻 · 할 일
coverage too one-sided / coverage concentrated on one side	한쪽만 돌렸습니다. 8자로 모든 면이 하늘을 한 번씩 보게 하세요.
data does not form an ellipsoid / fit singular / poor ellipsoid fit	점이 공 모양이 안 됩니다. 천천히, 금속에서 떨어져 다시 하세요.
implausible soft-iron shape / field magnitude out of range	큰 금속·자석 근처입니다. 장소를 옮기세요.
aborted	진행 중 cm 을 다시 보내 중단됐습니다.

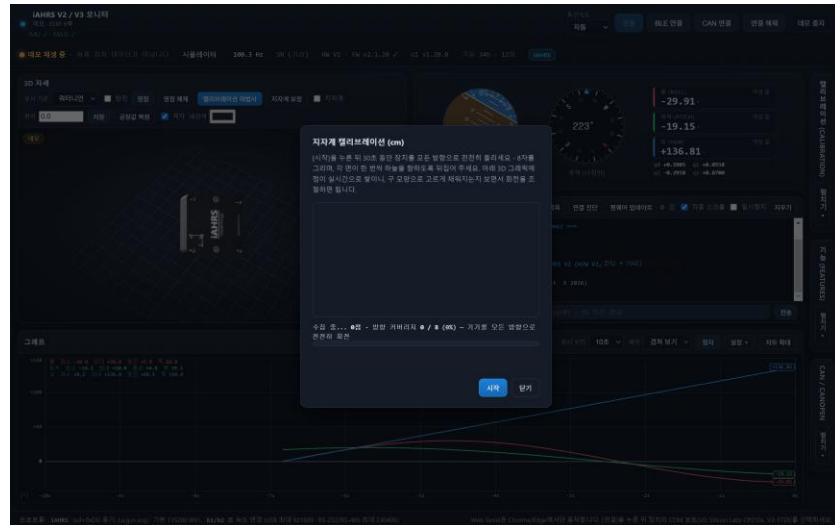


그림 6. 지자기 보정(cm) 창 — 점구름이 공 모양으로 채워진 예(데모 화면, 점구름은 설명용 합성 데이터).

11.3 지자기 점검 3D

캘리브레이션 카드의 [지자기 점검 3D]로 엽니다. 제목 지자기 캘리브레이션 품질 점검. 기기를 모든 방향으로 천천히 돌리면 자기 벡터가 점으로 쌓입니다. **점이 구 표면에 고르게 붙고 구의 중심이 원점(+)**에 맞으면 양호합니다. 마우스로 끌어 시점을 돌립니다.

항목	설명
통계 줄	800 점 · 방향 커버리지 8/8 (100%) · 반경 48.0 μT · 중심 오프셋 1.1 μT (2.4%) · 구형 오차 RMS 0.6% – 양호 ✓ (캘리브 상태 좋음) 형식. 점이 모자라면 수집 중... N 점 ·
판정	중심 오프셋이 반경의 10% 미만이고 구형 오차가 5% 미만이면 양호 ✓ , 아니면 보정 권장 ([지자기 보정] 후 [저장]).
방향 커버리지	8 방향(8 분면) 중 몇 곳을 지났는지. 8/8 이 되도록 돌리세요.
[다시 수집] · [닫기]	점을 지우고 새로 모읍니다 / 창을 닫습니다.

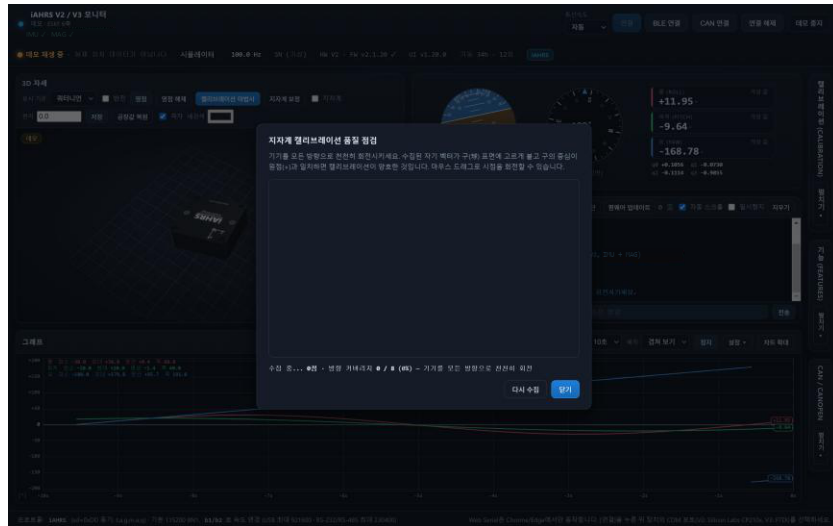


그림 7. 지자체 점검 3D 창(데모 화면, 점구름은 설명용 합성 데이터).

11.4 차트 확대

그래프 카드의 [차트 확대]로 엽니다. 큰 그래프 하나에 **신호**(그래프 카드와 같은 6 가지)와 **표시 구간**(2 초~5 분)을 따로 고를 수 있고, 열 때 그래프 카드에서 보던 신호로 시작합니다. 그래프 카드의 [설정 ▾] 옵션(선 굵기·통계 등)이 그대로 적용됩니다. 받지 않는 신호는 안내 문구가 나옵니다. [닫기] 로 닫습니다.



그림 8. 차트 확대 창(데모 화면).

11.5 연결 진단

콘솔 카드의 [연결 진단]으로 열거나, 연결에 실패하면 저절로 열립니다(포트 선택 취소는 제외). Esc 로도 닫힙니다.

항목	설명
연결 단계 5 개	포트 열기 → 속도 탐색 → 장치 식별 → 설정 동기화 → 수신 확인. 표시: ✓ 완료, ... 진행 중, ! 실패, · 대기. 단계마다 내용(예: 115200 응답 확인, ROBOR iAHRS V2 · FW 2.1.20 · 연결 포트 USB (hp), N 개 항목 읽음, 측정값 50.0 Hz 수신 중)이 붙습니다.
실패 사유	예: 포트를 선택하지 않았습니다, 연결 실패: 포트를 열 수 없음(다른 프로그램이 같은 포트를 쓰는지 확인), 연결 실패: 장치 응답 없음(전원-TX/RX 교차-GND-속도 확인). 점검 순서가 함께 나옵니다.
응답 지연 평균 · 해석 실패 줄 · 수신 간격	통신 품질 숫자입니다. 해석 실패 줄은 깨진 줄 수입니다.
[진단 파일 저장]	연결 단계·장치 정보·설정 값·최근 송수신을 iAHRS_diag_<일시>.txt 한 파일로 저장합니다. 문의할 때 이 파일을 보내 주세요.
[닫기]	창을 닫습니다.

11.6 기록 목록

[기록 목록]으로 엽니다. 이번 실행에서 기록한 것이 최대 8 개까지 쌓이며, **프로그램을 닫으면 사라집니다.** 필요한 것은 CSV 로 저장하세요.

항목	설명
표 (시작 · 장치 · 길이 · 줄)	기록마다 [재생] [CSV 저장] [삭제] 버튼이 있습니다. 기록이 없으면 아직 기록이 없습니다.
[CSV 불러오기]	저장해 둔 CSV 를 목록에 불러와 다시 재생합니다(t_ms, roll_deg, pitch_deg, yaw_deg 열 필요).
가속 · 자이로 · 지자계 · 온도 포함 (체크, 기본 켜)	여기의 [CSV 저장]에 이 값들을 함께 담습니다. 장치가 보내지 않은 값[동기 데이터 선택]에서 끈 항목의 열은 비어 있습니다.
장치 정보 포함 (체크, 기본 켜)	파일 앞에 # 장치·펌웨어·연결·설정 줄을 붙입니다. 다른 프로그램이 # 줄을 못 읽으면 끄세요.
재생 속도	0.25 배 / 0.5 배 / 1 배 / 2 배 / 4 배.
[닫기]	창을 닫습니다(Esc 도 됨).

- 재생은 장치 없이 3D-계기·그래프를 다시 돌려 봅니다. **연결(또는 데모)을 해제한 상태에서만** 되고, 기록 중에는 안 됩니다.

- 콘솔 카드의 [CSV 저장]은 8 열이고, 이 창의 [CSV 저장]은 위 선택대로 저장합니다. 파일 이름은 둘 다 `ahrs_YYYY-MM-DDTHH-MM-SS.csv`(이 PC 시각)입니다.

11.7 COM 포트 선택 창

[연결]을 누르면 뜹니다. 지난번 포트가 ★ 이전 사용 으로 맨 위에 있습니다. 목록에는 COM3 같은 포트 이름이 나오며, FTDI 포트에는 (유선 FTDI), 블루투스 포트에는 (블루투스 SPP) 가 붙고, V2 보드의 USB-C 포트는 표시 없이 번호만 나옵니다. 어느 번호인지 모르면 윈도우 장치 관리자의 '포트(COM & LPT)'에서 Silicon Labs CP210x ...(CH9102 칩 보드는 CH9102 가 들어간 이름) 항목의 번호를 보세요. [취소] 를 누르면 연결하지 않습니다. [BLE 연결]은 BLE 장치가 여러 개면 고르는 창이 뜹니다.

11.8 확인 창 모음

되돌리기 어려운 동작은 확인 창이 먼저 뜹니다. 취소 를 누르면 아무것도 보내지 않습니다.

버튼	확인 창 내용(요약)
[공장값 복원]	공장 출하 보정·설정으로 덮어쓸지(약 1 초)
[펌웨어 업데이트]	다른 제품용 파일 경고, 업데이트할지(파일 이름·크기 표시, "업데이트 중 전원을 끄지 마세요")
마법사 [닫기]	측정 중이면 닫을지
[데모]	장치가 연결돼 있으면 먼저 연결을 해제하라는 안내

12. 하단 안내줄 · 영문판

12.1 하단 안내줄

- 왼쪽: 프로토콜: iAHRs (sd=0xDD 동기: t,a,g,m,e,q) · 기본 115200 8N1, b1/b2 로 속도 변경 (USB 최대 921600 · RS-232/RS-485 최대 230400).
- 오른쪽: ... [연결]을 누른 뒤 장치의 COM 포트(V2: Silicon Labs CP210x, V3: FTDI)를 선택하세요. V2 는 CP210x(또는 CH9102) 포트를 고르면 됩니다.

12.2 영문판 (AHRs_Monitor_EN.exe)

고객용과 버튼 배치가 같고 글자만 영어입니다. 버튼·안내·확인 창·보정 창 문구와 프로그램이 콘솔에 쓰는 안내(장치 식별 줄 포함)까지 모두 영어로 나옵니다. 장치가 보내는 콘솔 응답(cm done. 등)은

원래 영어라 두 판이 같습니다. 다만 윈도우 대화상자로 뜨는 COM 포트 선택 창(11.7)과 파일 저장 알림 [저장됨] ... 은 한국어로 나옵니다.

한글판	영문판
통신속도 · 자동 · 연결 · BLE 연결 · CAN 연결 · 연결 해제 · 데모	Baud · Auto · Connect · BLE Connect · CAN Connect · Disconnect · Demo
3D 자세 · 표시 기준 · 반전 · 영점 · 영점 해제	3D Attitude · Source · Flip · Tare · Reset
캘리브레이션 마법사 · 지자계 보정 · 지자계 · 편각	Calibration Wizard · Cal Mag · Mag · Decl.
저장 · 공장값 복원 · 격자 · 배경색 · 되돌리기	Save · Factory Restore · Grid · BG · Revert
자세 (인공수평의) · 방위 (나침반)	Attitude · Heading
콘솔 · 기록 · ● 기록 · CSV 저장 · 기록 목록 · 연결 진단	Console & Recorder · ● Record · Download CSV · Recordings · Diagnostics
펌웨어 업데이트 · 자동 스크롤 · 일시정지 · 지우기 · 전송	FW Update · Autoscroll · Pause · Clear · Send
그래프 · 신호 · 표시 구간 · 배치 · 정지 · 설정 ▾ · 차트 확대	Chart · Signal · Window · Layout · Freeze · Settings ▾ · Chart
캘리브레이션 (Calibration) · 기능 (Features) · CAN / CANopen · 펼치기 ◀ / 접기 ▶	Calibration · Features · CAN / CANopen · Expand ◀ / Collapse ▶
지자계 점검 3D · 다시 수집 · 닫기 · 시작 · 저장하고 닫기 (fw)	Mag check 3D · Collect again · Close · Start · Save and close (fw)
진단 파일 저장 · 재생 중지 · CSV 불러오기	Save diagnostics · Stop replay · Load CSV
로그 조회 · 시리얼번호 · 편각 자동 · 적용 · 속도 읽기 · 기본값	View log · Serial number · Auto declination · Apply · Read rates · Default
정상 수신 · 수신 중단 · 데모 재생 중	Receiving · Stream stopped · Demo running

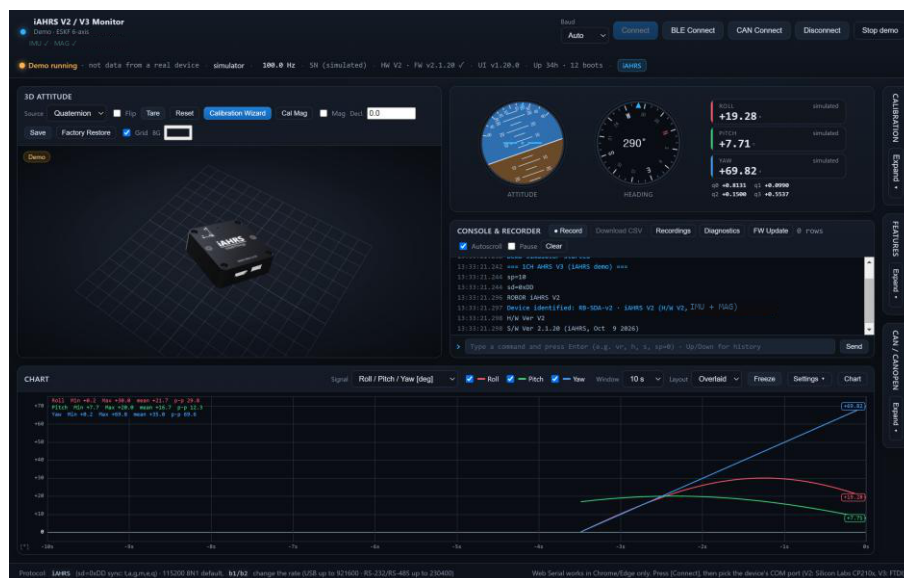


그림 9. 영문판 모니터 프로그램 메인 화면(데모 화면).

13. 문제 해결 — 화면에서 바로 확인하기

증상	확인할 곳 · 할 일
[연결]을 눌러도 붙지 않음	저절로 열리는 연결 진단에서 어느 단계에서 멈췄는지 보세요. 포트를 열 수 없음 이면 같은 포트를 쓰는 다른 프로그램을 닫고, 장치 응답 없음 이면 전원(5 V)·케이블·TX/RX 교차를 확인합니다. 통신속도는 자동 으로 두세요.
상태줄이 수신 없음 / 수신 중단	케이블·전원을 확인합니다. 콘솔에서 sp=20 을 보내 측정값 전송을 켜 보세요. 그래도 안 되면 [연결 진단] → [진단 파일 저장] 후 문의.
그래프에 이 신호는 현재 수신하지 않습니다	기능 카드 9.4 [동기 데이터 선택]에서 그 항목을 켭니다(속도·위치는 9.2 의 체크도 필요).
정지해 있는데 롤·피치가 툭툭 튼	기능 카드 9.1 의 ESKF 융합 이 꺼져 있지 않은지 확인하고 켜 뒤 [저장].
방위(요)가 천천히 돌아감	지자계를 끈 상태(6 축)의 정상 특성입니다. 설치 장소에서 [지자계 보정] → 지자계 체크 → [저장].
방위가 지도와 몇 도 다름	편각이 0 입니다. 편각 칸에 지역 값을 넣거나 편각 자동 후 [저장].
지자계 보정이 계속 거부됨	11.2 의 사유 표를 보고 장소(금속·자석에서 멀리)와 돌리는 방법(8 자, 모든 면)을 바꿉니다. 결과는 [지자계 점검 3D]로 확인.
꺾다 켜면 설정·영점이 사라짐	[저장]을 누르지 않은 것입니다. 저장 안내 바의 ● 항목을 확인하고 [저장].
자세가 분명히 틀어짐	캘리브레이션 마법사로 가속도·자이로를 다시 보정하고 [저장]. 그래도 안 되면 [공장값 복원].
펌웨어 업데이트가 실패함	USB 케이블로 다시 연결해 [펌웨어 업데이트]를 다시 하거나 전원을 꺾다 켭니다(6 장).
낙하·충격이 있었는지 알고 싶음	기능 카드 로그 조회로 블랙박스 기록을 봅니다.
[CAN 연결]은 되는데 Hz 가 10 안팎이고 하트비트가 몇 초에 한 번	CAN 속도(cb)를 바꾼 직후 PCAN 어댑터가 오류 회복 중인 상태입니다. PCAN-USB 를 뽑았다 꽂고 다시 [CAN 연결] 하세요(10.2). 센서 문제가 아닙니다.
제목 옆에 ▲ 읽기보호 없음 이 보임	정식 출하 제품에서는 보이지 않는 표시입니다. 판매처에 문의하세요.

더 자세한 문제 해결은 「iAHRs V2 사용설명서」 13 장, 명령·응답 문구는 「iAHRs V2 통신 프로토콜 설명서」를 보세요.

14. 양산용 프로그램에만 있는 항목

공장에서 쓰는 양산용 프로그램에는 3D 자세 카드에 [자이로 보정]·[온도 보정]·[보정 초기화]·[보정값 보기]·[보정값 내보내기]·[보정값 가져오기]·[온도계수 주입]·[공장값 저장]과 융합 옵션(외란 게이트· β -바이어스 추적), 기능 카드에 **센서 설정**(측정 범위·출력속도·내장 필터·[셀프테스트])과 [로그 삭제]·[가동시간 초기화]·[딥슬립], 캘리브레이션 카드에 짐벌 지그 자동 캘리브레이션 칸이 더 있습니다. 고객용 프로그램에서는 출고 보정과 A/S 기록을 실수로 바꾸지 않도록 이 항목들을 숨겼습니다. 바뀌어야 할 일이 있으면 공급사에 문의하세요.

작성 기준: UI 1.21.0 화면(AHRS_Monitor.exe, 2026-10-20 빌드)과 V2 펌웨어 2.1.21 의 응답 문구.
화면 그림은 모두 데모 화면(UI 1.20.0 · 2026-10-10 촬영, 기능 카드·CAN 카드는 UI 1.21.0 · 2026-10-20 촬영)이며 실제 측정값이 아닙니다. 제품 사양·성능은 「iAHRS V2 사용설명서」 부록 B 를 기준으로 하며, 이 문서는 새로운 성능 수치를 제시하지 않습니다.

Copyright © 2026 ROBOR Co., Ltd. All rights reserved. — 주식회사 로버