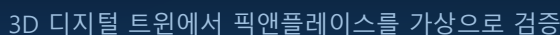




USER MANUAL · 사용 설명서

3D 비전으로 보고 → 모델링하고 → 찾아서 → 로봇이 집어 놓기까지.
측정·검출·로봇 시뮬레이션을 하나로 잇는 통합 도구입니다.



3D Vision · Digital Twin · Pick & Place

차례

00	시작하기 전에 — 이 제품은 무엇인가요?	4
01	화면 구성 한눈에 보기	6
02	카메라 탭 — 연결·라이브·촬영·3D 뷰어	7
03	설정 탭 — 프리셋·노출·3D 품질	11
04	모델 탭 — 매칭용 3D 모델 11단계 제작	14
05	AI 학습 (YOLO) — 수집 → 학습 → 적용	19
06	연동 탭 — 핸드아이 보정·서버·scan	21
07	로봇제어 탭 — 3D 디지털 트윈 픽애플레이스	24
08	핵심 개념 · 용어	29
09	문제 해결 (FAQ)	30
10	따라하기 — 첫 픽애플레이스 (실전)	31
11	부록 — 조작 · 안전 · 자주 쓰는 흐름	33

안전 · 사용 전 안내



본 설명서의 범위

이 설명서는 **가상 시뮬레이션(디지털 트윈)**까지를 다룹니다. 화면(UI)을 따라 단계별로 따라하실 수 있도록 작성되었습니다. 실제 로봇 연동(실 로봇 미러·구동)은 별도 안내를 따릅니다.



네트워크 연결

카메라는 PC와 **같은 네트워크 대역**(예: 192.168.20.x)에 유선으로 연결되어야 합니다. 연결 배지가 빨간불이면 IP-케이블과 유선 NIC 대역을 먼저 확인하세요.



충돌정지 · 작업 범위

충돌정지는 가급적 켜 두세요. 작업 위치(카메라영역·플레이스)는 로봇 **도달 범위(반경 약 600 mm)** 안에 두어야 정확합니다.



자동 저장

모든 설정은 변경 시 **자동 저장**되어 다음 실행에 복원됩니다. 프로그램을 닫았다 열어도 그대로 유지됩니다.

참고

디지털 트윈 - Pick & Place는 3D 비전 카메라로 물체를 측정하고, AI/매칭으로 위치·자세를 찾아, 로봇이 집어 정해진 곳에 놓는(Pick & Place) 과정을 3D 가상 로봇으로 검증하는 통합 도구입니다.

0.1 제품 개요 — 한 줄 흐름

아래 4단계가 전체 흐름입니다. 어떤 물체·작업환경이든 동일합니다.

단계	기능	왜 필요한가
① 촬영	카메라로 작업 영역을 3D 점 구름 으로 측정	로봇이 "물체가 어디 있는지" 알려면 입체 좌표가 필요
② 모델링	물체 하나만 깨끗이 남기고 집을 지점 까지 저장	"이 물체는 이렇게 생겼다"를 컴퓨터에 가르침(한 번만)
③ 매칭/AI	장면에서 저장한 물체를 찾아 위치·자세 산출	실제 작업 중 각 물체가 어디·어떤 자세인지 파악
④ 로봇 시물	3D 디지털 트윈 으로 집고 놓기를 가상 재생	실제 로봇 전에 좌표·동선을 안전하게 검증

TIP

한 줄 요약: 촬영(3D 점) → 모델링(물체만+집을 곳) → 매칭/AI(장면에서 찾기) → **로봇제어 탭에서 픽앤플레이스 가상 검증**.

0.2 작동 원리 — 왜 이렇게 하나요?

- 1. 카메라 = 3D 점 구름** — 빛 무늬로 표면을 수백만 개의 3D 점으로 측정합니다(사진이 아닌 입체 좌표). 단, 바닥·작업대·배경·노이즈가 섞여 있어 그대로는 못 씁니다.
- 2. 그래서 모델링** — 촬영본에서 바닥·배경을 걷어내고 물체 하나만 남긴 뒤 **집을 지점(그래스프)**까지 표시해 저장합니다. 물체 종류마다 **한 번만** 만들면 계속 재사용합니다.
- 3. 매칭 / AI 검출** — 작업 중엔 영역을 촬영하고 저장한 모델을 장면에서 찾습니다. 방법은 **템플릿(PPF)**: 같은 모양 대조 / **딥러닝(YOLO)**: 사진을 학습해 스스로 판단.
- 4. 보정 · 로봇 시물** — 카메라 좌표를 로봇 좌표로 변환(핸드아이 보정, 한 번 설정)한 뒤, 디지털 트윈에서 집고 놓기를 검증합니다.

0.3 빠른 시작 6단계

#	단계	요약
1	카메라 연결	IP 입력 또는 검색 → 통신 배지 초록
2	라이브·촬영	라이브로 구도 확인 → 촬영으로 3D 캡처
3	모델 제작	모델 탭 단계 실행 → 그래스프 → 저장
4	검출 준비	템플릿(PPF) 또는 AI 학습(YOLO)

5	연동 scan	보정 → 서버 → scan → 로봇 픽 작표
6	로봇 시뮬	로봇제어 → RB5-850E 기본 →  픽애플레이스 → ▶ 재생

01 화면 구성 한눈에 보기

프로그램 상단에는 6개의 탭이 있습니다. 작업 순서대로 왼쪽→오른쪽으로 진행하면 됩니다.  **카메라** ·

 **모델** ·  **연동** ·  **로봇제어** ·  **설정** ·  **도움말**

탭	역할	본 설명서
 카메라	카메라 연결·라이브·3D 촬영·점군 뷰어	2장
 모델	촬영본으로 매칭용 3D 모델 + 그래스프 제작	4장
 연동	핸드아이 보정·비전 서버·scan 검출	6장
 로봇제어	3D 디지털 트윈 픽애플레이스 가상 시뮬레이션	7장
 설정	촬영 프리셋·노출·3D 품질·네트워크	3장
 도움말	요약 사용설명·카메라 정보·버전	—

참고

모든 설정은 변경 시 **자동 저장**되어 다음 실행에 복원됩니다. 프로그램을 닫았다 열어도 그대로입니다.

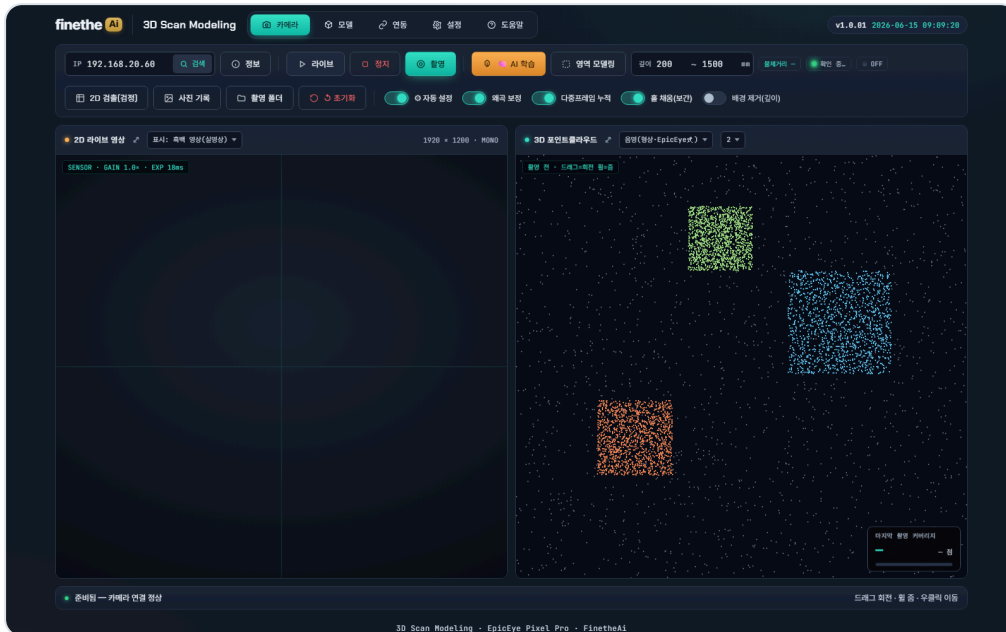


그림 2-1. 카메라 탭 — 좌: 2D 라이브 영상 · 우: 3D 포인트클라우드 뷰어 · 상단: 연결·라이브·촬영

1. **IP·검색·연결** — 카메라 IP를 입력하거나 검색으로 LAN을 자동 탐색해 연결
2. **라이브** — 2D 영상을 실시간 표시(구도 확인)
3. **촬영** — 3D 포인트클라우드 캡처(우측 뷰어에 표시)
4. **3D 뷰어** — 촬영한 점군을 회전·확대해 확인

2.1 카메라 연결

1. 상단 **IP(기본 192.168.20.60)**를 입력하거나 **검색**으로 같은 네트워크의 카메라를 자동으로 찾아 클릭해 연결합니다.
2. 연결되면 **통신 연결** 배지가 **초록**으로 바뀝니다(5초마다 자동 점검). **정보**로 모델·펌웨어·해상도를 확인합니다.

주의

주의: 배지가 **빨간불**이면 IP-케이블을 확인하고, PC의 유선 네트워크가 카메라와 **같은 대역**(예 192.168.20.x)인지 확인하세요. (설정 탭 → 🌐 네트워크 참고)

2.2 라이브 & 자동 최적화

1. **라이브**를 누르면 2D 영상이 실시간 표시됩니다. 표시 모드는 **흑백** / **의사색채(깊이)** / **혼합** 중 선택.
2. ⚙ **자동 설정**이 켜져 있으면 라이브 시작 시 **자동 최적화 진행**바가 흐릅니다(노출 → 깊이 커버리지 → 전경 깊이밴드 순).
3. **|| 정지**=최적화 일시정지, 다시 **라이브**=그 지점부터 이어서 진행.

흑백 (2D)	일반 영상 — 구도·초점 확인에 기본으로 사용
의사색채 (깊이)	가까움=빨강 ~ 멀리=파랑. 물체가 작업거리 안에 들어왔는지 색으로 바로 확인
혼합	2D 영상 위에 깊이색을 겹쳐 표시 — 형상과 거리를 동시에

자동 최적화 3단계 순서: ① **노출**(적정 밝기) → ② **깊이 커버리지**(유효 3D 점 최대) → ③ **전경 깊이밴드**(작업 평면 앞쪽만 남김). 진행바가 끝나면 바로 촬영하면 됩니다.

2.3 촬영 (3D 캡처)

1. **촬영**을 누르면 여러 프레임을 누적해 3D 포인트클라우드를 캡처합니다(커버리지가 수렴하면 조기 종료).
2. 우측 **3D 뷰어**에 점군과 **마지막 촬영 커버리지 %**가 표시됩니다.

촬영 옵션	효과 · 언제 켜나
홀 채움	점이 빠진 빈 구멍을 주변 점으로 메움 — 표면에 구멍이 많을 때
다중프레임	여러 장을 누적해 노이즈 ↓·커버리지 ↑ — 정밀이 필요할 때(촬영은 느려짐)
왜곡보정	렌즈 왜곡을 보정 — 치수 정확도가 중요할 때
Z범위 크롭	지정한 거리 밖(먼 배경)을 잘라냄 — 배경 점을 촬영 단계에서 미리 제거

TIP

팁: 촬영본은 자동으로 **PNG·깊이PNG·PLY·메타(JSON)**로 저장됩니다(모델·연동에서 재사용). 점이 일부만 잡히면 설정 탭의 **깊이 커버리지 최대화**를 먼저 시도하세요.

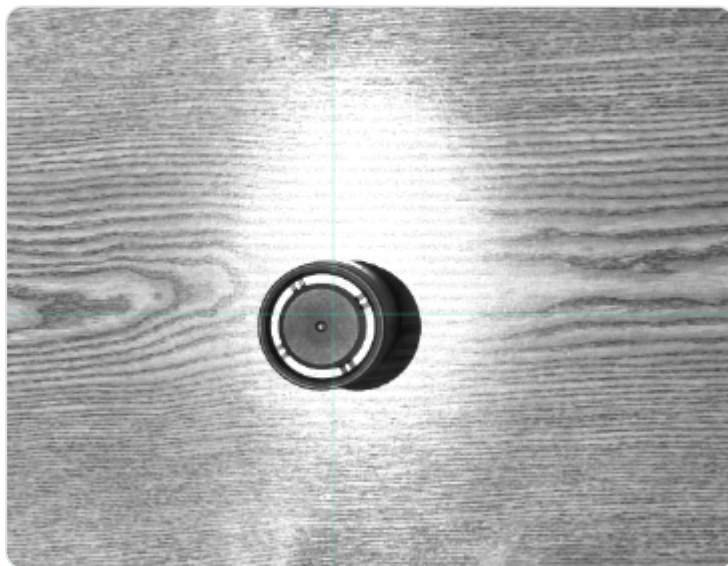


그림 2-2. 라이브 — 2D 영상으로 구도·초점·노출 실시간 점검

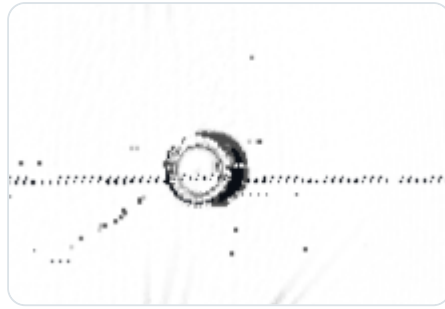


그림 2-3. 촬영 — 누적된 3D 포인트클라우드(우측 3D 뷰어)

▲ 라이브로 구도를 잡고(2-2) → **촬영**하면 우측 3D 뷰어에 점군이 쌓입니다(2-3). 이 점군이 이후 **모델 제작과 연동 검출**의 입력이 됩니다.

2.4 3D 뷰어 조작

조작	동작
드래그	회전
휠	줌(확대/축소)
우클릭 드래그	화면 이동(팬)
더블클릭	구도 초기화 / 확대보기

색상 모드: 음영(형상·기본) · 텍스처맵(사진색) · 의사색채(가까움=빨강~멀리=파랑) · 흰색/단색.

2.5 카메라 탭 — 전체 버튼·입력·설정

이 탭의 모든 컨트롤입니다(상단 도구 → 옵션 토글 → 표시 셀렉트 순).

컨트롤	기능	값 · 기본
IP (입력)	연결할 카메라 IP 주소	192.168.20.60
🔍 검색	같은 네트워크의 카메라를 자동 탐색하는 모달 열기	—
ℹ 정보	연결된 카메라 모델·펌웨어·해상도 조회	—
▶ 라이브	2D 실시간 영상 ON/OFF(자동설정 시 노출·깊이 자동 최적화 시작)	토글
■ 정지	라이브를 강제로 정지	—
📷 촬영	3D 포인트클라우드 1회 캡처(PNG·깊이·PLY·JSON 자동 저장)	—
🧠 AI 학습	현재 촬영본으로 YOLO 라벨 보정 모달 열기(→ 5장)	—
영역 모델링 (영역설정)	작업 영역(ROI)을 사각형 드래그·다각형 클릭으로 지정. 재클릭=해제(전체 촬영)	사각/다각
깊이 zmin / zmax (입력)	배경 제거 ON일 때 남길 거리 범위(범위 밖 배경 제거)	mm · 200 / 1500

2D 검출(검정)	검정색 물체를 2D로 검출(검출 수·결과 표시)	—
사진 기록	최근 촬영 이력 목록·미리보기·불러오기(최대 80건)	—
촬영 폴더 /  폴더 열기	촬영 자동 저장 폴더(debug/captures)를 탐색기로 열기	—
 초기화	촬영·모델·템플릿·검출을 전부 비우고 재시작(보정·설정·학습은 유지)	확인창
 자동 설정 (토글)	ON=라이브/촬영 시 노출·깊이 자동 최적화, OFF=수동	기본 ON
왜곡 보정 (토글)	렌즈 왜곡 보정 적용	기본 ON
다중프레임 누적 (토글)	여러 프레임 누적으로 노이즈 저감	기본 ON
홀 채움(보간) (토글)	깊이 빈 구멍을 주변 점으로 보간	기본 ON
배경 제거(깊이) (토글)	ON=zmin~zmax 밖 배경 제거, OFF=전체 색상화	기본 OFF
표시 모드(2D) (선택)	2D 라이브: 흑백 / 깊이 회색 / 의사색채 / 혼합	흑백 기본
색상 모드(3D) (선택)	점군 색상: 음영 / 사진색 / 흰색 / 깊이(Z) / Y / X / 단색	음영 기본
점 크기 (선택)	3D 점 크기	1~4 · 기본 2
이름 + 이름 저장 (입력)	방금 촬영본 파일명 변경(정합 시 각도 식별용)	—

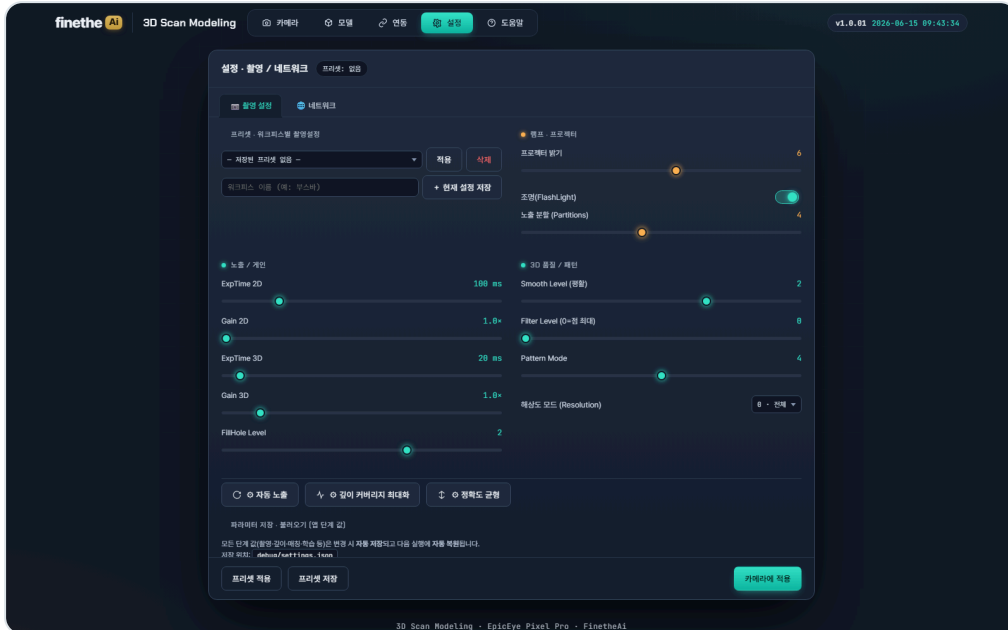


그림 3-1. 설정 탭 — 촬영 프리셋, 노출/램프, 3D 품질, 자동 최적화 버튼

설정 탭은 하위탭 [📷 촬영 설정] / [🌐 네트워크] 로 나뉩니다.

3.1 프리셋 (워크피스별 촬영설정)

현재 카메라 설정을 이름(예: 부스바)으로 저장해 두면, 제품이 바뀔 때 골라서 적용만 하면 됩니다. 노출·패턴·평활을 매번 다시 잡을 필요가 없습니다.

3.2 램프 · 노출 · 3D 품질

3D 측정 품질은 빛의 양(노출·밝기)과 노이즈 억제(Smooth)의 균형으로 결정됩니다. 값을 조금씩 바꿔 가며 촬영 커버리지 %와 표면의 매끈함을 보면서 맞춥니다.

항목	기능	조정 가이드
프로젝터 밝기	물체에 쓰는 구조광 무늬의 세기 — 깊이 측정의 기본 광원	어두운/빛을 먹는 물체는 ↑, 밝은/반사 물체는 ↓. 너무 높으면 과노출로 점이 오히려 사라짐
노출분할	다중 노출을 합성 — 밝은 곳·어두운 곳이 한 장면에 섞일 때(정반사·금속) 대응	정반사·명암차가 큰 물체에서 ↑. 값이 클수록 촬영이 느려짐
ExpTime 3D / Gain 3D	3D 측정용 노출시간·증폭 — 받아들이는 빛의 총량	점이 적으면 ExpTime ↑ → 그래도 부족하면 Gain ↑ (단, Gain은 노이즈도 함께 ↑)
ExpTime 2D / Gain 2D	2D 영상(라이브·AI 학습용) 밝기	3D와 별개. 화면이 너무 어둡/밝을 때만 조정
Smooth Level ★	표면 노이즈를 지배하는 핵심값 — 높일수록 점군이 매끈해짐	표면이 우글거리면 ↑(3D 정밀 ↑). 과하면 모서리·디테일이 뭉개짐 → 한두 단계씩
FillHole / Filter	빈 구멍 보간 / 잡점 필터	구멍이 많으면 FillHole, 튀는 점이 많으면 Filter ↑

해상도	출력 점군의 밀도	정밀 필요 ↑ (느려짐) · 속도 필요 ↓
-----	-----------	-------------------------

TIP

팁 — 실전 순서(대부분 이 3가지로 충분): ① 작업거리를 약 1.1m(최적)로 맞추고 → ② 깊이 커버리지 최대화로 노출을 자동으로 잡은 뒤 → ③ 표면이 거칠면 Smooth Level만 한두 단계 올립니다.

주의

주의 — 과노출: 밝기·노출을 너무 올리면 표면이 하얗게 날아가 점이 더 사라집니다. 거울 같은 정반사면은 물리적 한계라, 카메라/물체 각도를 살짝 틀거나 노출분할로 완화하세요.

3.3 자동 최적화 버튼

자동 노출 · 깊이 커버리지 최대화 · 정확도 균형

- 자동 노출 — 노출을 자동으로 잡음
- 깊이 커버리지 최대화 — 유효 3D 점을 가장 많이
- 정확도 균형 — 점 + 낮은 노이즈의 균형

참고

모든 값은 변경 시 자동 저장·다음 실행에 자동 복원됩니다.

3.4 설정 탭 — 전체 슬라이더·버튼·입력

[📷 촬영 설정]

컨트롤	기능 (실제 카메라 파라미터)	범위 · 기본
프리셋 (선택트)	워크피스별 저장 설정 선택	—
적용 / 삭제	선택 프리셋을 카메라에 적용 / 삭제	—
워크피스 이름 + +저장	현재 설정을 이름으로 프리셋 저장	—
프로젝터 밝기 (슬라이더)	구조광 세기 (ProjectorBrightness)	1~10 · 기본 6
조명(FlashLight) (토글)	LED 보조조명 (FlashLightOn)	기본 ON
노출 분할 (슬라이더)	다중 노출 합성 수 (ExposurePartitions)	1~8 · 기본 4
ExpTime 2D / Gain 2D	2D 영상 노출시간 / 게인	2~500ms·100 / ×1.0~8.0
ExpTime 3D / Gain 3D	3D 측정 노출시간 / 게인	5~300ms·20 / ×0~8.0
FillHole Level (슬라이더)	깊이 구멍 메우기 강도	0~3 · 기본 2
Smooth Level (슬라이더) ★	깊이 평활(노이즈 억제) — 노이즈 지배값	0~3 · 기본 2
Filter Level (슬라이더)	포인트 필터(0=점 최대)	0~3 · 기본 0
Pattern Mode (슬라이더)	구조광 패턴 모드	0~8 · 기본 4
해상도 모드 (선택트)	출력 해상도 (ResolutionMode)	전체 / 12 / 14
자동 노출	카메라 자동 노출 튜닝	—

⚙ 깊이 커버리지 최대화	유효 3D 점이 가장 많은 설정 탐색	—
⚙ 정확도 균형	점 충분 + 노이즈 낮은 설정 탐색	—
카메라에 적용	위 모든 값을 카메라에 전송(cam_set_config)	—
💾 저장 / 📁 불러오기 / 📁 폴더 / ⚙ 기본값	설정(settings.json) 저장·재적용·폴더 열기·기본값 초기화	—

[🌐 네트워크]

컨트롤	기능	기본
⊕ 연결용 IP 자동 추가	PC 유선 IP 추가 안내 표시	—
로봇 IP (입력)	실 로봇 연동 대상 IP(다른 탭과 동기화)	192.168.20.50
Modbus TCP 포트 (입력)	로봇 Modbus 포트(레인보우 RB=502)	502

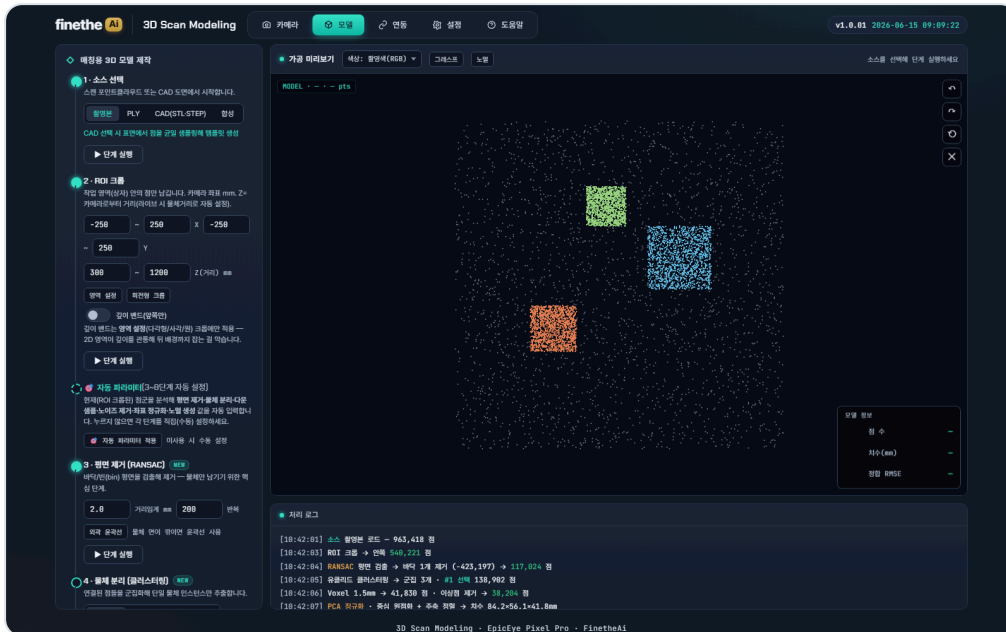


그림 4-1. 모델 탭 — 좌: 11단계 파이프라인 · 우: 처리 중인 3D 모델 미리보기

4.1 11단계 파이프라인

촬영본/PLY/CAD를 소스로 단계를 차례로 실행해, **단일 물체 모델 + 그래스프(집을 지점)**를 만듭니다. 물체 종류마다 한 번만 만들면 됩니다.

#	단계	설명
1	소스 선택	촬영본 / PLY / CAD(STL-STEP) / 합성
2	ROI 크롭	영역 설정(사각/다각/원) · 깊이 밴드 (앞쪽만·뒤 배경 제외)
3	평면 제거	바닥/배경 평면(RANSAC) 삭제
4	물체 분리	군집화로 물체만 남김
5	다운샘플	점 수 축소(매칭 속도 ↑)
6	노이즈 제거	통계 이상점 제거
7	좌표계 정규화	중심 원점화 + 정렬(회전없음 기본 / 기준면 / 주축)
8	노멀 생성	표면 법선 추정
9	멀티뷰 정합	여러 각도 뷰 추가 → 전체 정합
10	그래스프	흡착(윗면)·평행(좁은축) 잡는 지점 자동 산출
11	저장	모델 저장(매칭 템플릿 자동 등록)

주의

주의: 7단계는 **회전없음**이 기본입니다 — 형상을 돌리지 않아 그래스프가 보존됩니다. 똑바로 세우려면 **기준면 정렬**을 사용하세요.

TIP

자동 파라미터 버튼으로 3~8단계 값을 한 번에 적정값으로 채울 수 있습니다. 우선 자동으로 채운 뒤, 결과를 보며 아래 값만 미세조정하세요.

주요 단계 더 자세히

단계 · 핵심값	의미와 조정 요령
2 ROI — 깊이 밴드	화면 영역뿐 아니라 거리(Z) 범위 로도 자릅니다. 앞쪽 물체만 남기고 뒤 배경·바닥을 한 번에 제외 — 가장 효과적인 1차 정리
3 평면 제거 — 거리 임계	바닥으로 인정할 두께(mm). 너무 크면 물체 밑단까지 깎이고, 너무 작으면 바닥이 남음
4 물체 분리 — 군집 거리	이 거리 안의 점을 한 덩어리로 묶음. 물체끼리 닿아 있으면 값을 줄여 분리
5 다운샘플 — 복셀 크기	점 간격(mm). 클수록 가볍고 빠르지만 디테일 ↓ — 매칭 속도와 정밀의 균형점
7 정규화 — 정렬 방식	회전없음 (권장·그래스프 보존) / 기준면 (바닥을 수평으로) / 주축 (가장 긴 축 정렬)
10 그래스프 — 방식	흡착 (윗면 중심, 접근 -Z) / 평행 (가장 좁은 축을 양쪽에서 집기). 방향제처럼 윗면이 평평하면 흡착이 안정적

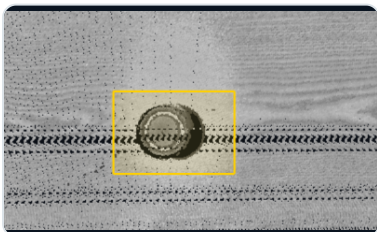
4.2 단계별 처리 결과 — 실제 화면

방향제 한 개를 실제로 처리한 화면입니다. 번호는 위 11단계 표와 같으며, 점군이 **깔끔한 단일 물체 + 그래스프 지점**으로 정제되는 과정을 보여줍니다.



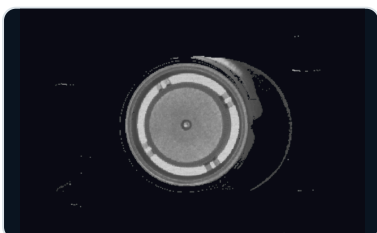
1 소스 선택

촬영본·PLY·CAD에서 대상을 불러옵니다 — 이후 모든 처리의 출발점이 됩니다.



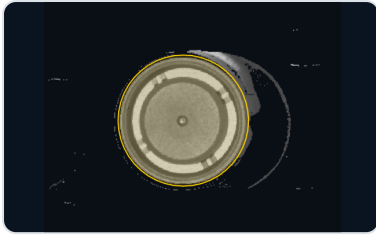
2 ROI 크롭

노란 박스로 대상 영역만 남기고 주변·배경을 잘라냅니다(깊이 밴드로 앞쪽만).



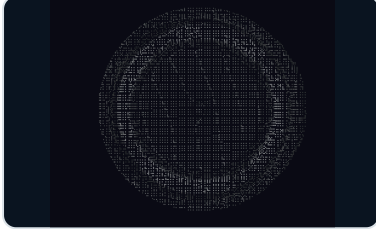
3 평면 제거

바닥·컨베이어 평면(RANSAC)을 찾아 삭제 → 물체만 떠오르게 남깁니다.



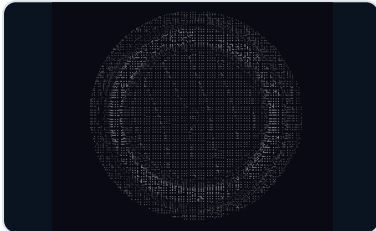
4 물체 분리

군집화로 방향제 본체만 분리합니다(닿거나 쌓인 물체를 구분).



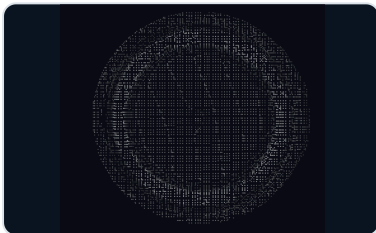
5 다운샘플

점 간격을 균일하게 줄여 매칭 속도를 높입니다(형상은 유지).



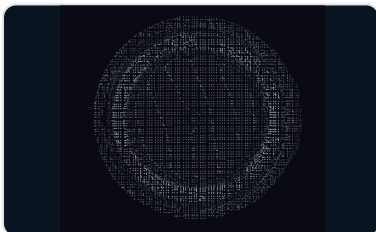
6 노이즈 제거

통계적으로 튀는 이상점(flying pixel)을 제거해 표면을 깔끔하게 정리합니다.



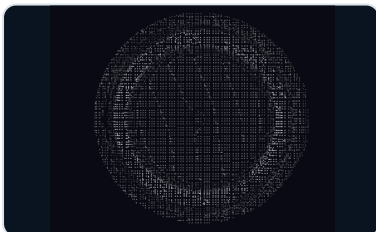
7 좌표계 정규화

중심을 원점으로 이동·정렬합니다(회전없음이 기본 — 그래프 보존).



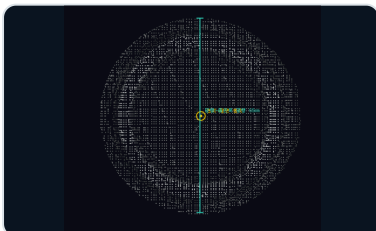
8 노멀 생성

각 점의 표면 법선(방향)을 추정해 매칭 품질을 높입니다.



9 멀티뷰 정합

여러 각도의 뷰를 ICP로 하나의 완전한 모델로 합칩니다.



10 그래프 포인트

집을 지점(노란 십자·축)을 자동 산출 → 로봇이 흡착할 위치입니다.

참고

그림의 단계 번호는 위 11단계 표와 같습니다. 마지막 11 저장을 누르면 이 모델이 매칭 템플릿으로 등록되어 연동 탭 scan에서 곧바로 사용됩니다.

4.3 모델 탭 — 전체 컨트롤(단계별)

11단계 각 단계의 입력값·옵션·버튼 전체입니다. 각 단계는 값을 정하고 ▶ 단계 실행으로 적용합니다.

단계	컨트롤	기능 · 값
1 소스	촬영본 / PLY / CAD(STL) / 합성	모델 원본 선택(촬영본 기본). CAD는 STL을 균일 샘플링(mm 가정)
	작업거리 확인	물체거리를 카메라 사양(최적 1.1m·600~1500mm)과 대조 진단
2 ROI	X·Y·Z 범위 (입력 6칸)	크롭 박스 범위. 기본 X/Y $\pm 250\text{mm}$, Z 300~1200mm(라이브 시 자동)
	영역 설정 (영역설정)	사각형/다각형/원으로 영역 지정해 그 모양대로 크롭
	회전형 크롭	선택 영역의 기울어진 박스(OBB)로 정밀 크롭
	깊이 밴드(앞쪽만) + 두께	앞쪽 슬랩만 남기고 뒤 배경 제외. 두께 기본 150mm
자동	자동 파라미터 적용	3~8단계 값을 점군 분석으로 자동 채움(실행은 사용자)
3 평면	거리임계 / 반복	RANSAC 평면 두께(기본 2.0mm) / 반복(기본 200)
	외곽 윤곽선	평면 제거 대신 외형 윤곽선 추출(면 깎임 대안)
4 분리	유클리드 / DBSCAN / Region	군집 방식: 거리연결 / 밀도 / 법선면. 기본 유클리드
	허용거리 / 최소점수	연결 거리(기본 3.0mm) / 군집 최소 점수(기본 300)
	경계 정리(ROR) (토글)	반경 내 이웃 부족한 고립 잡점 제거
	깊이 밴드(전면만) + 두께	앞면 슬랩만 유지(사이드면 제거). 두께 기본 40mm
	영역 설정 (영역설정)	지정 영역 안에서만 분리(미선택=전체)
5 다운샘플	Voxel / FPS + 값	격자 1점(기본 1.5mm) / 최원점 목표수(기본 40000)
6 노이즈	k / σ	이웃 수 k(기본 16) / σ 배수(기본 2.0, 작을수록 강함)
7 정규화	중심 원점화 (토글)	중심을 원점으로 이동. 기본 ON
	회전없음 / 기준면 / 주축	정렬: 그대로(권장) / 바닥 수평 / 주축. 기준면 임계 기본 2.0mm
8 노멀	반경 / k이웃 + 값	법선 추정: 반경(기본 4.0mm) / k개(기본 16)
	방향 일관화 (토글)	법선을 뷰포인트 향하도록 정렬. 기본 ON
9 정합	+ 현재 뷰 / 촬영 불러와 정리	현재 작업본·촬영 PLY를 정합 큐에 뷰로 등록
	전체 정합 실행 / 뷰 비우기	모든 뷰를 ICP로 합쳐 완전 모델 생성(RMSE) / 큐 비움
10 그래프	+ 지점 추가(클릭) (토글)	미리보기에서 클릭한 지점에 흡착 그래프 추가
	비우기 / 표시(토글) / 명칭×	전체 삭제 / 오버레이 표시(기본 ON) / 개별 이름변경·삭제
11 저장	저장 포맷 (선택)	PLY / PCD / 모델팩(json+ply)
	미리보기 / 모델 저장	저장 전 정렬 미리보기·요약 / 선택 포맷으로 저장
공통	▶ 단계 실행	각 단계(1~8,10) 하단 버튼 — 그 단계를 실제 적용

미리보기	색상 / 그래프 / 노멀 (토글)	점군 색상(촬영색·높이·깊이·단색) / 그래프·노멀 오버레이
	↶ ~ ↷ ×	실행취소 / 다시실행 / 현재 단계 초기화 / 소스부터 전체 초기화

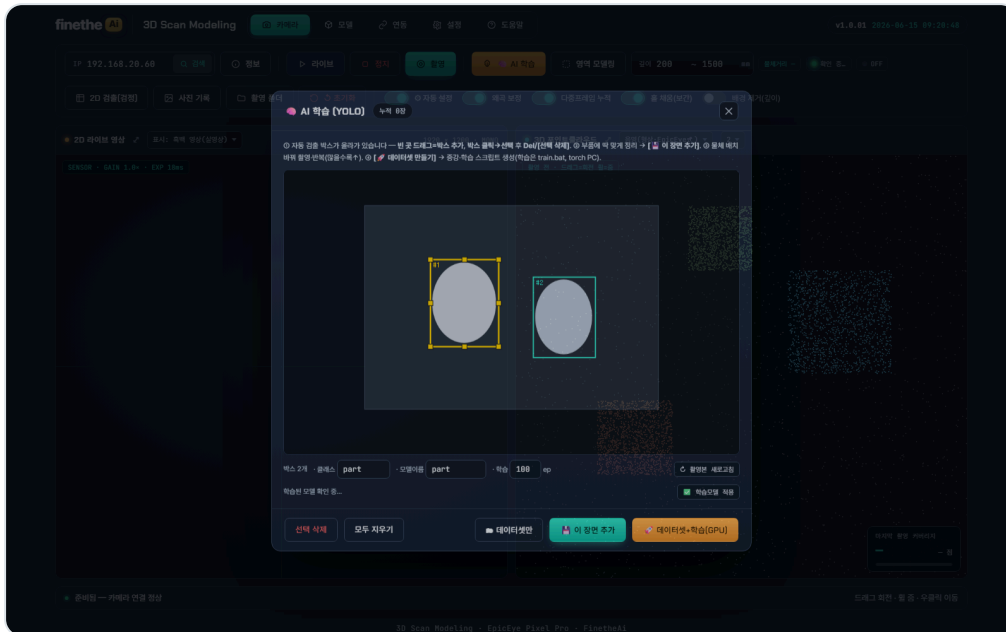


그림 5-1. AI 학습 — 깊이 기반 자동 박스를 정리해 정답 데이터를 모음

카메라 탭 [🧠 AI 학습]으로 들어갑니다. **깊이 기반** 자동 검출 박스(색·광택과 무관하게 지지면 위로 솟은 물체)를 정리해 데이터를 모읍니다.

- 박스 위 **손모양**=클릭 선택 · **Del**/[선택 삭제] · 빈 곳 드래그=박스 추가

버튼	기능
이 장면 추가	현재 이미지+박스를 정답 1장으로 저장(반복할수록 정확 ↑)
데이터셋만	증강·분할·스크립트만 생성(학습은 다른 GPU PC)
데이터셋+학습	데이터셋 생성 → 이 PC GPU 학습 → 모델 자동 적용까지 한 번에
학습모델 적용	최근 학습 모델 활성화(재시작 후에도 유지)

TIP

팁: GPU·학습환경이 있으면 이 장면 추가 → 데이터셋+학습 두 단계면 충분합니다. 학습 후 연동 scan에 바로 사용됩니다.

5.1 학습 흐름 한눈에

1. 수집 — 여러 구도·배치로 촬영하며 이 장면 추가를 반복합니다(장면이 다양할수록 정확). 박스가 틀리면 손모양으로 옮기거나 지우고, 빠진 물체는 드래그로 추가합니다.
2. 학습 — 데이터셋+학습이면 증강·분할·학습·적용까지 자동. GPU가 다른 PC면 데이터셋만으로 내보내 그쪽에서 학습합니다.
3. 적용 — 학습모델 적용으로 활성화(재시작 후에도 유지). 이후 연동 scan에서 **딥러닝(YOLO)** 방식으로 검출됩니다.

템플릿(PPF) vs AI(YOLO) — 어느 것을 쓰나? PPF는 모델만 있으면 바로 쓰고 자세(6D)까지 정확 — 형상이 뚜렷한 물체에 적합. YOLO는 학습이 필요하지만 **겹침·복잡한 배경·형상 변형**에 강함. 둘 다 만들어 두고 장면에 맞게 골라 쓸 수 있습니다.

5.2 AI 학습 모달 — 전체 컨트롤

컨트롤	기능	값 · 기본
클래스 (입력)	학습할 물체 클래스명	part
모델이름 (입력)	학습 결과 저장 이름(runs/이름/best.onnx)	part
학습 ep (입력)	학습 epoch 수(클수록 정확.느림)	100
🔄 촬영본 새로고침	현재 카메라 촬영본 다시 불러오기	—
선택 삭제 / 모두 지우기	선택 박스 1개 / 모든 박스 삭제	—
💾 이 장면 추가	현재 박스들을 정답 1장으로 저장(반복할수록 정확 ↑)	—
📁 데이터셋만	학습 없이 데이터셋·스크립트만 생성(증강 ×8)	—
🚀 데이터셋+학습(GPU)	데이터셋→GPU 학습→모델 자동 적용까지 일괄	—
■ 중단	진행 중 학습 중단	—
✅ 학습모델 적용	최근 학습 모델 활성화(재시작 후 유지)	—

캔버스 조작: 빈 곳 드래그=박스 추가 · 박스 클릭=선택 · 모서리 핸들=크기조절 · Del =선택 삭제.

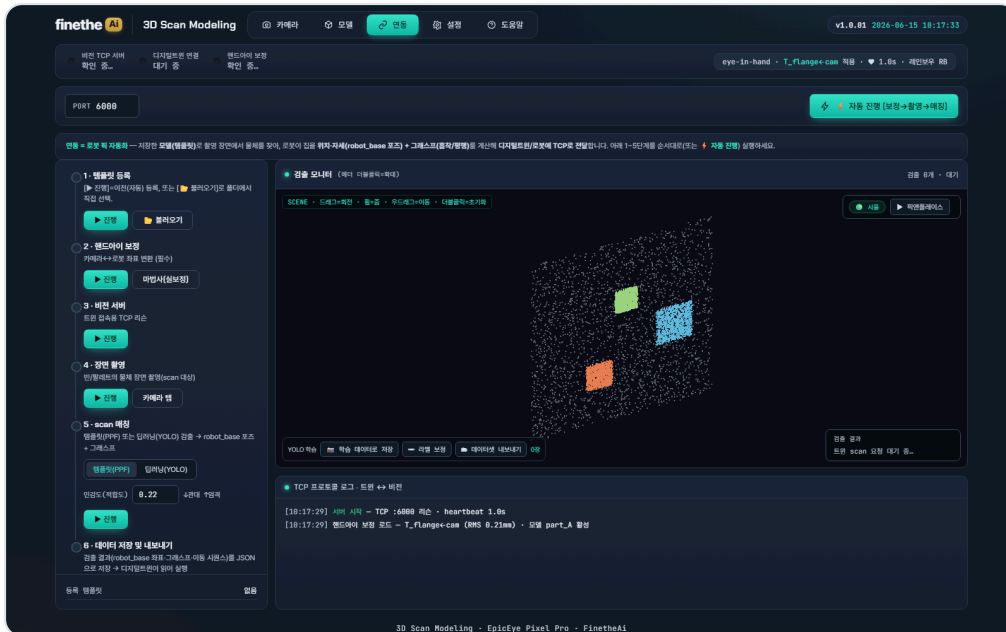


그림 6-1. 연동 탭 — 좌: 보정·서버·scan 단계 · 우: 검출 장면(포즈·그래스프)

저장한 모델로 촬영 장면에서 물체를 찾아 **로봇 베이스 좌표 + 그래스프**를 산출합니다.

- 1. 핸드아이 보정** — 카메라↔로봇 좌표를 정렬합니다(eye-to-hand / eye-in-hand 둘 다 지원). 한 번 해두면 유지됩니다.
- 2. 서버 시작** — 디지털 트윈/로봇이 붙는 TCP 비전 서버를 리슨합니다.
- 3. scan 매칭** — 템플릿(PPF) 또는 딥러닝(YOLO)으로 검출 → 포즈·그래스프 표시(X로 허위검출 삭제).

6.1 핸드아이 보정 — 두 방식

카메라가 본 좌표(cam)를 **로봇 베이스 좌표(robot_base)**로 바꾸는 변환을 한 번 구해 둡니다. 설치 형태에 따라 두 방식을 지원합니다.

방식	설치 형태 · 특징
eye-to-hand (실운동 권장)	카메라를 고정 해 작업영역을 내려다봄. 변환이 상수 라 매 촬영마다 로봇 자세가 필요 없음 — 빈피킹에 일반적
eye-in-hand	카메라를 로봇 팔 끝 에 장착. 로봇이 움직이며 보므로 촬영 시 로봇 자세 를 함께 기록

TIP

보정은 **한 번만** 정확히 해두면 계속 유지됩니다. 카메라·로봇의 상대 위치가 바뀌면(이동·재설치) 다시 보정하세요.

6.2 서버 · scan 검출

- 1. 서버 시작** — 디지털 트윈/로봇이 붙는 **TCP 비전 서버**를 엽니다. 외부 로봇 컨트롤러도 이 서버로 좌표를 받아갈 수 있습니다.

2. **scan** — 장면을 촬영하고 모델로 검출합니다. 결과는 각 물체의 **위치·자세(6D) + 그래스프 + 신뢰도**. 노란 십자는 중심·접근축입니다.
3. 허위검출은 X로 지우고, 필요하면 **신뢰도 임계**를 올려 약한 검출을 걸러냅니다.

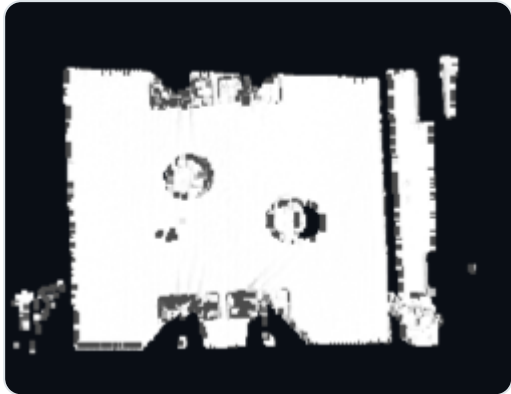


그림 6-2. 장면 촬영 — 작업대 위 여러 방향제를 한 번에 캡처



그림 6-3. scan 매칭 — 방향제 2개를 검출(노란 십자=중심·축)

▲ 한 장면에서 여러 물체를 동시에 검출합니다(6-3의 노란 십자 = 각 물체의 위치·자세). 이 좌표들이 그대로 로봇제어 탭의 방향제 위치가 됩니다.

로봇

검출 결과(robot_base 좌표·그래스프)는 7장 로봇제어 탭으로 전달되어, 3D 디지털 트윈에서 픽애플레이스를 검증할 수 있습니다.

6.3 연동 탭 — 전체 컨트롤

컨트롤	기능	값 · 기본
▶ 진행 (1~6단계)	각 단계 실행: ①템플릿 등록 ②핸드아이 보정 ③서버 시작 ④장면 촬영 ⑤scan 매칭 ⑥결과 내보내기	—

 불러오기	템플릿(debug/models)을 파일창으로 직접 선택	—
마법사	체커보드/마커리스 보정 모달(eye-in-hand·eye-to-hand)	—
 TCP 포인트(실시간)	eye-to-hand로 TCP 구를 실시간 보며 보정	—
기하 / 템플릿(PPF) / 딥러닝 (YOLO) (칩)	검출 방식: 기하(무템플릿) / PPF 6DOF / YOLO. 기본 PPF	PPF 기본
민감도(적합도) (입력)	PPF 매칭 적합도 임계(낮을수록 관대)	0.05~0.7 · 0.60
정밀 매칭 (토글)	고해상도 PPF+2단 ICP로 포즈 정확도 ↑ (느림)	기본 ON
일치 임계 (입력)	기하 모드 형상 일치율 임계	% · 기본 80
 YOLO 모델 불러오기(.onnx)	학습된 ONNX 검출 모델 로드	—
작업 z범위 (하한·상한) (입력)	scan 작업 깊이 범위(비우면 자동 검출)	mm · 자동
지름 /  배경 /  자동읽기 /  촬영	TCP 포인트 보정: 구 지름(기본 12mm)·배경 촬영·로봇좌표 자동읽기·촬영 검출	—
 풀기·저장 / 초기화 / ✕ 종료	보정 계산·저장(RMS) / 샘플 초기화 / 모드 종료	—

참고

검출 결과를 3D 가상 로봇(디지털 트윈)으로 가져와, 로봇이 각 물체(방향제)를 접근→파지→들기→이동→놓기 하는 과정을 가상으로 재생·검증합니다. 이 탭의 모든 동작은 시뮬레이션이며 실제 로봇은 움직이지 않습니다.

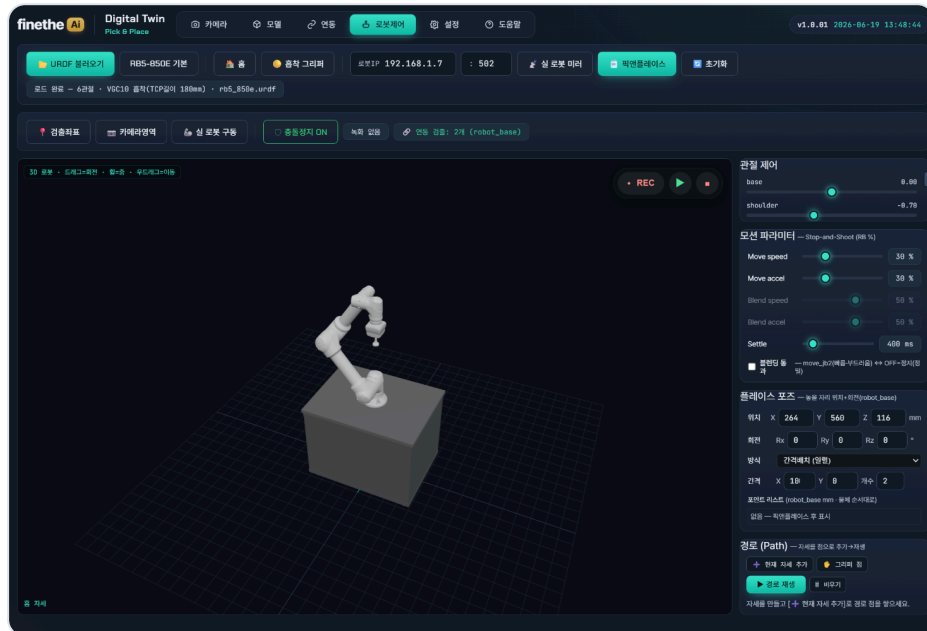


그림 7-1. 로봇제어 탭 — RB5-850E 디지털 트윈(좌: 3D 작업창 · 우: 관절/모션/플레이스 패널)

화면 구성

▶ 첫째 줄(도구): URDF 불러오기 · RB5-850E 기본 · 홈 · 흡착 그리퍼 · 픽애플레이스 · 초기화 ▶ 둘째 줄(표시 토글): 검출좌표 · 카메라영역 · 충돌방지 ON ▶ 3D 작업창 우측 상단: 재생 · 일시정지 · 정지 ▶ 우측 패널: 관절 제어 · 모션 파라미터 · 플레이스 포즈 · 경로(Path)

7.1 로봇 불러오기 · 3D 화면

1. RB5-850E 기본을 누르면 내장 로봇이 바로 표시됩니다(다른 로봇은 URDF 불러오기).
2. 홈=홈 자세 · 흡착 그리퍼=진공 그리퍼 표시/숨김. 우측 **관절 제어** 슬라이더로 각 관절을 직접 움직일 수 있습니다.

3D 화면 조작: 드래그 =회전 · 휠 =줌 · 우드래그 =이동.

7.2 픽애플레이스 만들기 · 재생

1. 픽애플레이스 — 연동 scan 검출 좌표에 **방향제(작업물)**를 생성합니다(검출이 없으면 데모 좌표). 누르는 순간 로봇은 아직 움직이지 않습니다.
2. 3D 작업창 우측 상단 ▶를 누르면 각 방향제에 **접근 → 파지(흡착) → 들기 → 이동 → 놓기**를 순서대로 가상 수행합니다. =일시정지, =정지.
3. 초기화 — 방향제·카메라영역을 제거하고 로봇을 홈 자세로 되돌립니다.

컵(흡착)은 항상 **중력 방향(직하)**을 유지하고 TCP는 **최단거리(직선)**로 움직이며, 흡착(픽)-놓기(플레이스) 지점에서만 정지하고 그 외(들기·이동·복귀)는 멈춤 없이 이어집니다.

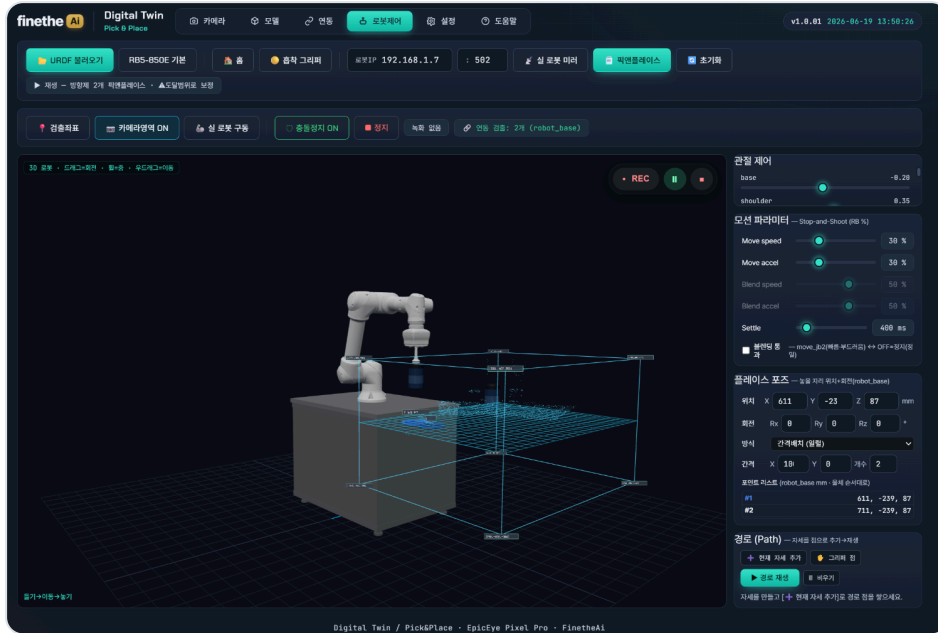


그림 7-2. 픽애플레이스 — 검출 좌표에 생성된 방향제(파란 카메라영역 격자)와 놓을 자리(반투명 원판)

1. 방향제(작업물) — 연동 검출 좌표에 생성된 픽 대상
2. 카메라영역 — 파란 점군 + 50mm 격자(📷 토글로 표시/숨김)
3. 플레이스 원판 — 물체를 놓을 자리(끌어서 이동 가능)
4. ▶ 재생 — 접근→흡착→이동→놓기를 순서대로 가상 수행

7.3 표시 토글 · 충돌정지

버튼	기능
📍 검출좌표	검출 위치를 마커·좌표축·라벨로 표시/숨김
📷 카메라영역	카메라가 본 영역(점군 + 시야 50mm 격자 + 코너좌표) 표시/숨김
🛑 충돌정지	팔(팔꿈치~컵)이 작업대 안으로 들어가기 직전 정지(관통 방지)

7.4 물체·카메라영역 이동 — 좌표축 기즈모

3D 화면에서 방향제 / 플레이스 원판 / 카메라영역을 좌클릭하면 좌표축 화살표가 나타납니다. **X 빨강** · **Y 초록** · **Z 파랑(높이)**

- 축 화살표를 끌면 그 축 방향으로만 직선 이동합니다(다른 축은 고정 — 대각선으로 안 튼).
- 본체를 직접 끌면 기본=수평 이동, **Shift** +드래그=높이(Z) 이동.
- 빈 곳을 클릭하면 선택 해제(좌표축 사라짐). 좌클릭만 선택됩니다.

7.5 플레이스 포즈 — 놓을 자리

우측 플레이스 포즈 패널에서 물체를 놓을 위치·자세·배치 방식을 정합니다(robot_base 기준).

항목	설명
위치 X / Y / Z	놓을 자리 좌표(mm)
회전 Rx / Ry / Rz	놓을 자세(°) — Rz=수직축 회전(yaw) 위주
방식	단일(한 자리) · 간격배치(일렬) · 격자(행×열)
간격배치	X·Y 간격(mm) + 개수 — 일정 간격으로 일렬 배치
격자	열×행 + X×Y 피치(mm) — 격자 모양 배치
포인트 리스트	계산된 놓을 좌표를 물체 순서대로 표시

주의

주의: 놓을 자리가 팔 도달 범위(반경 약 600mm 권장)를 벗어나면 자동 보정되어 위치가 틀어지거나 표면 위로 뜰 수 있습니다. 작업 위치는 로봇 가까이 두세요.

7.6 모션 파라미터 · 경로(Path)

재생 동작의 속도감과 부드러움을 정합니다. 값은 가상 재생에 즉시 반영되어 실제 로봇 전에 동선을 미리 다듬을 수 있습니다.

항목	기능	권장 / 요령
Move speed	이동 속도(%)	검증은 낮게(동선 확인 쉬움), 빠른 미리보기는 높게
Move accel	가·감속(%)	낮추면 더 부드럽지만 코너에서 느려짐. 기본값 권장
Settle	도착 후 정착 대기(ms) — 흔들림이 멎을 시간	흡착·놓기 직전 안정이 필요하면 ↑
블렌딩 통과	경유점을 멈추지 않고 부드럽게 통과할지 정도	크게=빠름·부드러움 / 작게=각 점에서 정지·정밀

로봇

흡착(픽)·놓기(플레이스) 지점에서만 정지하고 들기·이동·복귀는 멈춤 없이 이어지도록 자동 처리됩니다(블렌딩). 컵은 항상 중력 방향(직하)을 유지합니다.

경로(Path) — 임의 동선 만들기

- ✚ 현재 자세 — 지금 로봇 자세를 경유점으로 추가
- 👉 그리퍼 점 — 그 점에서 흡착/해제 동작을 지정
- 추가한 점들을 순서대로 ▶ 재생해 임의 경로를 검증합니다(픽애플레이스 외 커스텀 동선).

7.7 로봇제어 탭 — 전체 컨트롤

도구바 · 표시 토글 · 재생

컨트롤	기능	값 · 기본
 URDF 불러오기	URDF(+메시) 로봇 로드(관절 슬라이더·흡착 그리퍼 생성)	—
RB5-850E 기본	내장 RB5-850E 로봇 로드	—
 홈	자연 reach-down 홈 자세로 이동	—
 흡착 그리퍼 (토글)	진공 그리퍼 표시/숨김	기본 표시
 픽업플레이스	검출좌표(또는 데모)에 방향제 생성(로봇은 정지)	—
 초기화	방향제·카메라영역·검출좌표 제거, 홈 복귀	—
 검출좌표 (토글)	검출 위치를 마커·축·라벨로 표시/숨김	—
 카메라영역 (토글)	점군+50mm 격자+경계박스+코너좌표 표시/숨김(클릭=기즈모 이동)	격자 50mm
 충돌정지 (토글)	팔이 작업대 관통/자기충돌 직전 정지	기본 ON
	픽업플레이스(또는 녹화) 재생 / 일시정지 / 정지	—

관절 제어 · 모션 파라미터

컨트롤	기능	범위 · 기본
J1~J6 (슬라이더)	각 관절을 직접 회전(URDF 가동관절마다 생성)	관절 limit · step 0.01rad
Move speed / accel	정지 모드 이동 속도 / 가속	% · 5~100 · 기본 30
Blend speed / accel	통과(블렌딩) 모드 속도 / 가속	% · 5~100 · 기본 50
Settle	도착 후 정착 대기(흔들림 가라앉힘)	ms · 0~2000 · 기본 400
블렌딩 통과 (토글)	ON=멈춤 없이 통과(빠름·부드러움) / OFF=각 점 정지(정밀)	기본 OFF

플레이스 포즈 · 경로(Path)

컨트롤	기능	범위 · 기본
위치 X / Y / Z	놓을 자리 좌표(robot_base)	mm · step 5
회전 Rx / Ry / Rz	놓을 자세(Rz=수직 yaw 위주)	° · step 5 · 기본 0
방식 (선택트)	단일 / 간격배치(일렬) / 격자(행×열)	기본 단일
간격 X/Y · 개수	간격배치: 물체 간격·개수	mm / 1~50 · 기본 80,4
격자 열·행 · 피치 X×Y	격자: 열×행·피치	1~20 / mm · 기본 2×2,80
 현재 자세 /  그리퍼 점	경로에 현재 자세점·흡착점 추가	—
 경로 재생 /  비우기	경로 순서대로 재생 / 전체 삭제	—

조 작

3D 상호작용: 방향제·플레이스 원판·카메라영역을 **좌클릭**하면 X(빨강)·Y(초록)·Z(파랑) 화살표가 생기고, 축을 끌면 그 축으로만 직선 이동합니다. 본체 드래그=수평 이동, **Shift**+드래그=높이(Z).

주 의

주의 — 실 로봇 연동 컨트롤( 실 로봇 미러 ·  실 로봇 구동 · ● REC 녹화)은 실제 로봇·안전 절차가 필요한 **별도 안내** 항목으로, 본 가상 시뮬레이션 범위에서는 다루지 않습니다.

용어	의미
작업거리	Pixel Pro 600~1500mm, 최적 약 1.1m. 물체거리 배지가 최적(초록)/범위내(주황)/밖(빨강)으로 표시
깊이 커버리지	유효 3D 점의 비율. 촬영 시에만 측정(라이브는 2D 미리보기)
그래스프	집을 지점 — 흡착(윗면 중심·접근 -Z) / 평행(좁은 축으로 집기)
핸드아이 보정	카메라 좌표를 로봇 좌표로 바꾸는 변환표(한 번 설정)
디지털 트윈	실제 로봇과 같은 3D 가상 로봇 — 동작을 미리 시뮬레이션·검증
Pick & Place	물체를 집어(pick) 정해진 곳에 놓는(place) 자동화 작업
구조광 한계	어둡거나 반사·그림자·범위 밖은 깊이가 안 잡힘

촬영 · 카메라

- 포인트클라우드가 일부만 잡혀요 → 설정 → 깊이 커버리지 최대화 먼저, 부족하면 **홀 채움**. 어두운/반사 물체는 노출·프로젝터 밝기 조정.
- 연결 배지가 빨간불 → IP·케이블 확인, PC 유선 NIC가 카메라와 같은 대역(192.168.20.x)인지 확인.
- 커버리지가 라이브에서 안 변해요 → 커버리지는 **촬영(또는 자동 최적화)** 시에만 측정. 라이브는 2D 미리보기.

AI 학습

- 박스가 안 잡혀요 → 깊이 기반 검출이라 점군 필요 → 먼저 **촬영**. 물체가 지지면 위로 충분히 솟아 있어야 함.

로봇제어 (디지털 트윈)

- 로봇이 안 보여요 → **RB5-850E 기본**(또는 📁 URDF 불러오기)을 먼저 누르세요.
- ▶ 재생이 안 돼요 → 먼저 🖼️ **픽애플레이스**로 방향제를 생성해야 합니다.
- 카메라영역을 옮기면 방향제가 따라오다 멈춰요 / 자리가 안 맞아요 → 작업 위치가 팔 도달 범위(반경 약 600mm 권장)를 벗어나면 자동 보정되어 들어옵니다. 로봇 가까이 두세요.
- 좌표축을 끄는데 대각선으로 가요 → 빈 곳 클릭으로 선택을 해제한 뒤 다시 축 화살표만 끌어 보세요.

참고

처음 사용하시는 분이 프로그램 실행부터 로봇 가상 픽애플레이스까지 그대로 따라 할 수 있도록 정리했습니다. 막히면 각 장의 상세 설명과 9장 FAQ를 참고하세요.

준비물 체크

- EpicEye Pixel Pro 카메라가 PC와 같은 네트워크 대역(예 192.168.20.x)에 유선 연결
- 작업물(예: 방향제)이 카메라 시야 안, 작업거리 약 1.1m 부근에 놓여 있음

1단계 · 카메라 연결 (📷 카메라 탭)

1. 상단 IP에 카메라 주소를 넣거나 검색으로 찾아 연결합니다.
2. 통신 연결 배지가 초록이 되면 성공. (빨강이면 9장 FAQ의 네트워크 항목 참고)

2단계 · 라이브로 구도 확인 → 촬영

1. 라이브로 물체가 화면 가운데, 너무 가깝거나 멀지 않게(거리 배지 초록) 놓였는지 확인합니다.
2. 촬영을 누르면 3D 점군이 잡히고, 우측 뷰어에 표시되며 커버리지 %가 나옵니다.

주의

주의: 점이 음성등성하면 설정 탭 → ⚙️ 깊이 커버리지 최대화를 누른 뒤 다시 촬영하세요. 반사/어두운 물체는 노출·프로젝터 밝기를 조정합니다.

3단계 · 물체 모델 만들기 (📦 모델 탭) — 물체당 한 번

1. 소스=촬영본 선택 → ROI 크롭으로 물체 주변만 남기고 → 평면 제거·물체 분리로 물체 하나만 깨끗이 남깁니다.
2. 그래프(10단계)에서 집을 지점을 확인하고 → 저장(11단계)합니다. 이제 이 물체는 매칭 템플릿으로 등록됩니다.

TIP

3~8단계는 자동 파라미터 버튼으로 한 번에 채울 수 있습니다. 같은 물체는 한 번만 만들면 계속 재사용됩니다.

4단계 · 카메라↔로봇 좌표 맞추기 (🔗 연동 탭) — 한 번만

1. 핸드아이 보정으로 카메라 좌표를 로봇 좌표로 변환하는 표를 만듭니다(한 번 해두면 유지).
2. 서버 시작 → scan으로 장면에서 물체를 찾으면, 각 물체의 로봇 좌표 + 그래프가 표시됩니다(X로 허위 검출 삭제).

5단계 · 디지털 트윈으로 가져오기 (🤖 로봇제어 탭)

1. RB5-850E 기본을 눌러 3D 로봇을 띄웁니다.

2.  픽애플레이스를 누르면 연동에서 찾은 위치에 **방향제가 생성됩니다**(로봇은 아직 정지).

6단계 · 놓을 자리 정하기 (플레이스 포즈)

1. 우측 **플레이스 포즈**에서 위치 **X/Y/Z** 회전 **Rz**를 입력하거나, 3D에서 **파란 원판**을 클릭해 좌표축 화살표로 끌어 옮깁니다.
2. 여러 개를 줄/격자로 놓으려면 **방식=간격배치** 또는 **격자**를 고릅니다. **포인트 리스트**에 놓을 자리가 차례로 표시됩니다.

주의

주의: 놓을 자리는 로봇 **도달 범위(반경 약 600mm)** 안에 두세요. 너무 멀면 물체가 표면 위로 뜨거나 위치가 틀어집니다.

7단계 · 가상 재생으로 검증

1. 3D 작업창 **우측 상단 ▶**를 누르면 로봇이 각 물체에 **접근→파지→들기→이동→놓기**를 가상으로 수행합니다.
2. 동선·집는 지점·놓을 자리가 맞는지 확인합니다. 다시 하려면  **초기화** 후 처음부터.

완료

여기까지가 한 사이클입니다. 좌표·동선이 만족스러우면 실제 로봇 연동(별도 안내)으로 넘어갑니다.

11.1 마우스 · 키보드 조작 요약

화면	조작	동작
3D 뷰어 (카메라·로봇)	왼쪽 드래그	회전
	휠	줌(확대/축소)
	오른쪽 드래그	화면 이동(팬)
	더블클릭	구도 초기화 / 확대보기
로봇제어 물체·플레이스	좌클릭	선택(좌표축 화살표 표시)
	화살표 드래그	그 축 방향으로만 직선 이동
	Shift + 드래그	본체를 높이(Z)로 이동

11.2 안전 · 주의

- 이 설명서 범위의 **로봇제어**는 **가상 시뮬레이션**입니다 — 실제 로봇은 움직이지 않습니다.
- ♡ **충돌정지**는 팔이 작업대를 관통하기 직전 멈춰 줍니다. 가급적 켜 두세요.
- 작업 위치(카메라영역·플레이스)는 로봇 **도달 범위 안에** 있어야 정확합니다.
- 실제 로봇 연동은 안전 점검과 별도 절차가 필요합니다(이 문서 범위 밖).

11.3 자주 쓰는 흐름

하고 싶은 것	흐름
새 물체 등록	카메라 촬영 → 모델 탭 11단계 → 저장(템플릿 자동 등록)
장면에서 찾기	연동 탭 → 서버 → scan (템플릿 또는 YOLO)
픽애플레이스 검증	로봇제어 → RB5 기본 →  픽애플레이스 → 플레이스 포즈 → ▶ 재생
여러 개 줄/격자로 놓기	플레이스 포즈 → 방식=간격배치/격자 → 간격·개수 입력
처음으로 되돌리기	로봇제어 →  초기화 (방향제·카메라영역 제거·홈)

© finetheAi · 디지털 트윈 - Pick & Place · 본 설명서는 제품 업데이트에 따라 변경될 수 있습니다. 정확한 버전·이력은 프로그램  도움말 탭에서 확인하세요.