

SV로보틱스 AMR 로봇암을 이용한 피지컬AI 교육

AMR로봇암 — 스스로 이동하는 바퀴 로봇(AMR)에 5축 로봇암(그리퍼 포함)과 덤스캠(깊이 카메라)을 얹은 교육용 로봇. 모방학습 → 강화학습·Sim-to-Real → VLA 순서로, 학생이 GPU PC의 「AI 강화학습 훈련장」에서 직접 AI를 훈련하고 실물 로봇에 옮깁니다.



AMR로봇암 — 5축 로봇암·그리퍼·덤스캠·전방향 바퀴

대학 과정의 중심 — 강화학습·Sim-to-Real

가상 세계에서 훈련한 AI를 실물 로봇으로 옮기는 전 과정을 학생이 직접 해 봅니다. 사람이 짠 방식(규칙·계산)과 AI 방식을 같은 과제로 비교하고, 가상과 실물의 차이를 찾아 맞추는 것이 핵심입니다.

해외 주요 대학 로봇학습 강좌(Stanford·Berkeley·ETH 등)처럼 모방학습 → 강화학습·Sim-to-Real → VLA 순서로 배웁니다.

강화학습 회차는 훈련장에서 직접 훈련하고, 함께 드리는 비교 기준 모델과 성능을 비교합니다.

가상 세계에서 실물 로봇까지 — 학생이 거치는 여섯 단계

- 1 디지털 트윈 만들기**
 실물 로봇의 모델(URDF)과 카메라 위치, 블록을 가상 세계(Isaac Sim)에 똑같이 옮깁니다.
- 2 과제와 보상 설계**
 AI가 무엇을 보고(입력) 무엇을 정할지(출력), 무엇을 잘하면 점수를 줄지 학생이 직접 설계합니다.
- 3 수천 대 동시 훈련**
 Isaac Lab에서 수천 대의 가상 로봇이 동시에 연습합니다. 학습 곡선으로 경과를 읽고, 잘 안 되면 사람이 짠 방식을 먼저 따라 하게 한 뒤 다듬는 등 방법을 바꿔 봅니다.
- 4 AI에 맡길 구간 정하기**
 “계산으로 풀리는 곳은 계산으로, 목표가 서로 부딪치는 곳은 학습으로” — 빨리 가면서도 블록을 놓치지 않아야 하는 다가가기 구간을 AI에 맡기고, 탐색·집기는 계산 방식과 있습니다.
- 5 실물에 넣고 차이 맞추기**
 훈련한 AI를 로봇 안에서 인터넷 없이 실행합니다. 카메라를 숙이는 동안의 움직임, 도착 판정 기준처럼 가상과 실물이 다른 점을 찾아 기록하고 맞춥니다.
- 6 같은 조건에서 비교**
 같은 배치에서 판단 방식만 바꿔 사람이 짠 방식과 AI 방식을 비교하고, 실패한 회차도 원인과 고친 점을 기록해 발표합니다.



Isaac Sim으로 만든 가상 세계(디지털 트윈)



Isaac Lab에서 수천 대가 동시에 훈련

대학 과정 — 20회차 커리큘럼

로봇의 몸·눈과 라이다 자율주행을 익힌 뒤, 로봇암과 바퀴를 시범(모방학습)·보상(강화학습)·말(VLA)로 가르치고 가상에서 배운 시를 실제 로봇으로 옮깁니다.

해외 주요 대학 로봇학습 강좌(Stanford·Berkeley·ETH 등)처럼 모방학습 → 강화학습·Sim-to-Real → VLA 순서로 배웁니다.

회차	과정	배우는 내용	실습
1	기초 과정 1~10회차	피지컬이란? 최종 미션 시연부터 피지컬AI 기술 흐름(강화학습·모방학습·VLA)	기술 흐름 개관, 안전 수칙
2		로봇 구조와 ROS 2 ROS 2 노드·토픽	노드·토픽 직접 작성
3		로봇암 좌표와 움직임 순·역기구학, 좌표계	순·역기구학 계산 구현
4		덱스캠으로 거리 재기 RGB-D, 픽셀 → 3D 좌표	픽셀 → 3D 좌표 변환 구현
5		라이다로 지도 만들기(SLAM) 라이다 SLAM 지도 작성	SLAM 지도 작성·설정 조정
6		라이다 자율주행: 목적지 찾아가기 내비게이션(위치 추정·경로 계획)	경로 계획 설정 조정, 주행 기록 분석
7		가상 세계 입문(Isaac Sim, 디지털 트윈) 디지털 트윈, 로봇 모델(URDF)	로봇 모델·환경 수정
8		모방학습 첫걸음: 시범을 보고 따라 배우는 로봇암 모방학습(행동 복제) 개념	행동 복제 원리, 시범 데이터 구조 훈련장·비교 기준 모델
9		강화학습 첫걸음: 로봇암 뺑기를 스스로 배우기(가상 → 실물) 강화학습(상태·행동·보상), 로봇암 뺑기 Sim-to-Real	보상 설계·학습 실험, 실물 오차 측정 훈련장·비교 기준 모델
10		AI 눈: 물체 찾고 3D 위치 알기 사전학습 물체 검출 + 덱스캠 3D 위치	소량 추가 학습, 정확도 측정
11	심화 과정 AI 활용 + Sim-to-Real	말로 대상 지정하기(보고 이해하는 AI) 개방어휘 인식·VLM	실패 사례 분석, 프롬프트 설계
12		모방학습①: 손으로 로봇암을 움직여 시범 모으기 시범 데이터 수집(직접 교시)	시범 데이터 수집·정리 훈련장·비교 기준 모델
13		모방학습②: 시범으로 학습해 스스로 집기 행동 복제·ACT 정책 학습	시범 수에 따른 결과 비교 실험 훈련장·비교 기준 모델
14		Sim-to-Real①: 가상 세계를 흔들어 튼튼하게 배우기 도메인 랜덤화(블록에 다가가기)	랜덤화 설정·학습 훈련장·비교 기준 모델
15		Sim-to-Real②: 강화학습으로 라이다 장애물 피하기(가상 → 실물) 라이다 기반 장애물 회피 정책	회피 정책 학습·실물 적용·선택: 덱스캠을 더해 낮은·높은 장애물까지 피하기 훈련장·비교 기준 모델
16		Sim-to-Real③: 로봇암 블록 집기 실물 평가 + 모방학습 vs 강화학습 실물 배포·평가, 방식 비교	실패 유형 분류 보고 훈련장·비교 기준 모델
17		언어 모델로 작업 계획 세우기 LLM 작업 계획·도구 호출	기능 설계, 도구 호출 구현
18		VLA①: 말을 알아듣고 바로 움직이는 AI VLA(시각·언어·행동) 모델 추론	추론 서버·클라이언트 구성 훈련장·비교 기준 모델
19		VLA②: 우리 로봇에 맞게 다듬고 세 방식 비교 VLA 파인튜닝, 모방·강화·VLA 비교	자체 시범 데이터로 파인튜닝 훈련장·비교 기준 모델
20		최종 미션: 말로 시키는 AI 정리 로봇 — 발표·평가 LLM 계획 + 인식 + 이동 + 학습 기술 통합, 성과 발표	기술 선택 근거 실험, 학회 발표 형식의 짧은 결과 정리

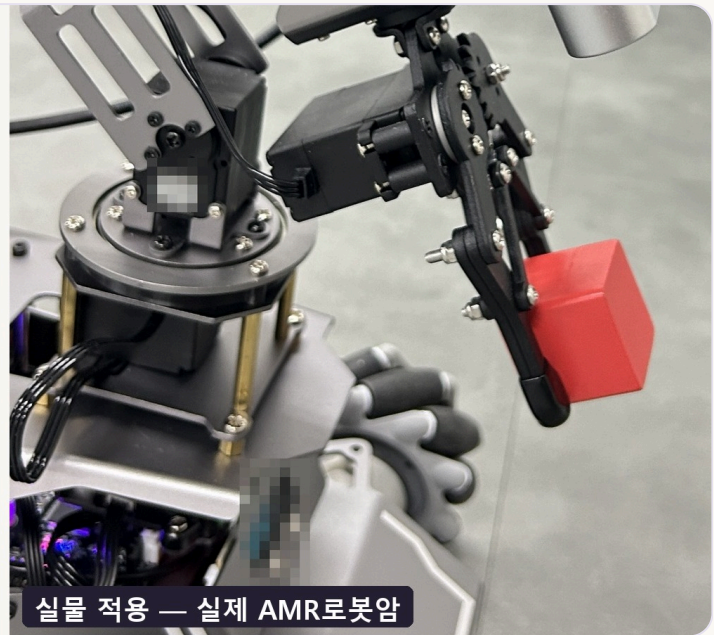
1회차 = 약 3시간, 학교 편성에 맞춰 조정(상담). 강화학습·모방학습·VLA 회차는 GPU PC의 **AI 강화학습 훈련장**에서 학생이 직접 훈련하고, 함께 드리는 **비교 기준 모델**과 성능을 비교합니다. 배우는 내용의 둘째 줄은 기술 용어입니다.

가상 시험에서 실물 적용까지, 기록으로 증명합니다

훈련장에서 직접 훈련한 AI를 실물 로봇에 넣고, 사람이 짤 방식·비교 기준 모델과 같은 조건에서 비교해 결과 정리와 발표로 마무리합니다.



가상 시험 — 가상 세계 속 AMR로봇암



실물 적용 — 실제 AMR로봇암

학생이 남기는 기록 — 가상 시험에서 실물 적용까지

- 1 훈련 기록**
학습 곡선과 훈련 설정을 바꾼 이유를 기록합니다.
- 2 가상·실물 차이**
가상에서 없던 움직임·판정 기준 차이를 찾아 적습니다.
- 3 같은 조건 비교**
한 가지만 바꾼 비교 실험을 3번 이상 반복합니다.
- 4 실패도 기록**
실패한 회차의 원인과 고친 점을 남겨 발표합니다.

학생 실험 비교표 예시 — 사람이 짤 방식 vs AI 방식

구간	사람이 짤 방식 3번 평균(범위)	AI 방식· 강화학습 3번 평균(범위)	해석
찾기	6.0초	6.2초	같은 코드 → 차이 없음
다가가기	19.4초 (18.4~19.9)	13.2초 (13.1~13.3)	AI를 넣은 구간·범위가 겹치지 않음 → 효과 있음
자세 맞추기	11.4초 (9.4~13.6)	10.3초 (9.7~11.1)	범위가 겹침 → 효과라고 말하지 않음
합계	63.3초	56.3초	차이 7.0초 중 약 88%가 다가가기

실제 실험 기록으로 만든 예시입니다(같은 조건 3번씩, 예비 비교).

평가 기준

- 1. 공정한 조건** — 한 가지만 바꿨는가
- 2. 반복 측정** — 3번 이상, 범위를 적었는가
- 3. 해석** — 차이가 범위를 넘는가
- 4. 한계 적기** — 조건이 몇 가지였는가

GPU PC로 학생이 직접 AI를 훈련합니다

강화학습·모방학습·VLA를 「AI 강화학습 훈련장」에서 직접 훈련하고, 비교 기준 모델과 성능을 비교합니다. 설계 → 가상 시험 → 실물 적용 → 데이터 비교.

대학 과정 — 훈련장에서 직접 훈련하고 기준 모델과 비교

AI 강화학습 훈련장 (GPU PC, 대학 과정 필수)

학생이 「AI 강화학습 훈련장」(Isaac Sim·Isaac Lab)에서 수천 대의 가상 로봇으로 AI를 직접 훈련하고, 실제 로봇에 넣어 봅니다.

비교 기준 모델 (회차별 제공)

학생이 직접 만든 모델과 같은 과제로 성능을 비교할 기준 모델입니다. 훈련 설계가 어디서 차이를 만드는지 기록으로 따져 봅니다.

SV로보틱스에서 로봇부터 PC까지 한 번에

AMR로봇암

수업용 로봇 · 로봇 1대당
학생 2명(2인 1조)

Sim-to-Real 실습용 GPU PC — 대학 과정 필수

사양·대수는 상담

교재·지도서(PDF)

20회차 학생용 교재와
교수용 지도서

AI 강화학습 수업 자료

회차별 설명 동영상·PT

AI 강화학습 훈련장

학생이 가상 세계에서 직접
훈련하는 환경(세부 구성은
상담)

비교 기준 모델

학생이 직접 만든 모델과
성능을 비교하는 기준 모델
(회차별)

담당 교수 연수

수업 전에 교수가 로봇과
가상 세계를 먼저 실습

기술 지원·A/S

수업 중 문제 해결과 A/S

로봇·GPU PC 대수는 학생 수와 수업 편성에 맞춰(2인 1조 기준), 세부 내용·일정·비용은 학교 상황에 맞춰 상담으로 정합니다. 일부 AI 실습은 인터넷·외부 AI 서비스가 필요합니다.

최종 미션 — 말로 시키는 AI 정리 로봇

“빨간 블록을 파란 상자에 넣어 줘”

① 알아듣기

말을 AI가 알아듣고
할 일을 정합니다

② 찾아가기

카메라로 블록을
찾아 다가갑니다

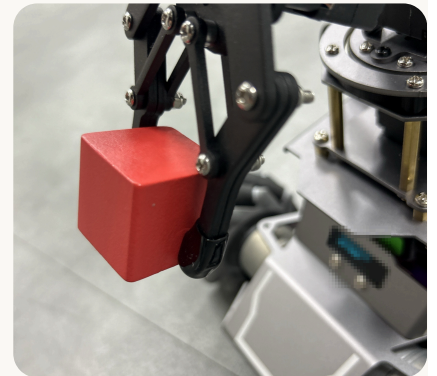
③ AI 로봇암로 집기

모방·강화·VLA 중
고른 방식으로
집습니다

④ 옮겨 놓기

상자까지 옮겨
넣습니다

학기말 팀 챌린지로 설계·시연하고 발표합니다.



한 학기 뒤 학생이 할 수 있게 되는 것

✓ 로봇을 움직이는 AI를 직접 설계

보고·생각하고·움직이는 흐름을 코드로 연결합니다

✓ 가상에서 배운 AI를 실물에 적용

가상과 실물의 차이를 찾아 맞춥니다(Sim-to-Real)

모든 교육 내용은 실제 로봇에서 먼저 검증합니다.

✓ 시범·보상·말로 로봇암 가르치기

모방학습·강화학습·VLA로 같은 과제를 가르치고 비교합니다

✓ 기록으로 비교하고 발표

사람 방식과 AI 방식을 데이터로 비교해 설명합니다

도입 절차

① 상담

학교 상황·목표 듣기

② 편성

회차·수준·대수 정하기

③ 로봇·PC 설치

교실에 설치·점검

④ 담당 교수 연수

교수가 먼저 실습

⑤ 수업 시작

기술 지원과 함께