

교과목 개요서

교과목명	(국문) Autonomous Mobility: AI 에이전트 기반 자율주행 모바일 로봇 실무		이수구분	학년	학기	학점-강의-실습
	(영문) Autonomous Mobility: Autonomous Mobile Robots with AI Agents in Practice		타전공(일반) 선택	3	-	2 - 1 - 1
관장학과	창의융합교육원		이수단위	6C 핵심역량		진로트랙
	소프트웨어융합원		300	도전역량		-
수업정보	교강사수	☐ 단독강의 ☒ 2명이상(팀티칭 또는 옴니버스)				
	운영방식	☒ 일반강의(설명중심) ☐ 토론식 또는 세미나식				
	수강규모	30명				

국문개요 (상세하게 기술)	<p>이 교과목은 인공지능 로봇 에이전트 기술과 산업용 자율주행모바일로봇(AMR)을 융합하여 산업 및 서비스 현장의 로봇 자율 이동과 작업 자동화 문제를 해결하는 실무 역량을 함양하는 교과목이다. AI가 환경을 인식하고 판단하여 실물 로봇을 움직이는 피지컬 AI의 관점에서, 교육용 모바일 로봇으로 익힌 AI 에이전트 기술을 산업용 AMR 운용으로 확장한다.</p> <p>먼저 작업 목적별 경로 탐색과 휴리스틱 경로 최적화, Q-Learning 기반 강화학습과 Sim-to-Real 적용을 학습하고, 소켓 통신을 이용한 로봇 간 협업 제어를 구현한다. 또한 비전, 포즈, 음성을 결합한 멀티모달 인식으로 피지컬 AI의 인식, 판단, 행동 파이프라인을 구성하여, 작업자, 장애물, 적재물 객체 탐지와 표식 인식에 따른 안전 정지, 회피와 반송 작업 호출, 제스처, 동작 기반 비접촉 작업 지시, 양손이 자유롭지 않은 작업자를 위한 핸드프리 음성 명령으로 로봇을 제어하는 로봇 에이전트를 구현한다. 예지보전, Digital Twin, AI Vision 검사 등 산업 자동화 기술을 체험하고, AGV에서 AMR로의 전환 배경과 산업용 모바일 로봇의 구성 및 운영 환경을 이해한다. 이를 바탕으로 AMR의 현장 도입 셋업, 지도 작성, 반송 작업과 경로 설계를 실습하고, 자동 충전, 안전 관리, 지도 운영 규칙을 통해 작업자와 로봇이 공존하는 현장의 자율 운영 체계를 구성한다. 또한 다중 로봇 운영을 위한 작업 할당, 교통 제어, 정밀주행 기술을 학습하고 운영 성과를 분석하여 개선 방안을 도출한다. 마지막으로 팀별 산업 현장 과제를 정의하고 설계, 실험, 개선, 발표하는 프로젝트를 통해 로봇 시스템 통합 역량과 실무형 문제 해결 능력을 강화한다.</p>
영문개요	<p>This course develops practical competencies for solving autonomous robot mobility and task automation problems in industrial and service environments by integrating AI robot-agent technologies with industrial Autonomous Mobile Robots(AMR). From the perspective of Physical AI, in which AI perceives its environment, makes decisions, and moves physical robots, students extend AI agent skills learned on educational mobile robots to the operation of industrial AMRs.</p> <p>Students first learn task-specific path search, heuristic route optimization, and Q-Learning-based reinforcement learning with Sim-to-Real transfer, and implement cooperative control between robots using socket communication. They then build a Physical AI perception, decision, action pipeline with multimodal recognition combining vision, pose, and speech, implementing robot agents that perform safety stops, obstacle avoidance, and material-handling task calls based on detection of workers, obstacles, loads, and markers; accept touchless commands through gestures and body motion; and respond to hands-free voice commands for workers whose hands are occupied. Next, students experience industrial automation technologies such as</p>

	<p>predictive maintenance, digital twins, and AI vision inspection, and learn the shift from AGVs to AMRs as well as the configuration and operating environments of industrial mobile robots. Building on this, they practice on-site AMR setup, mapping, and material-handling task and path design, and build autonomous operation systems for sites where workers and robots coexist through automatic charging, safety management, and map operating rules. They also study task allocation, traffic control, and high-precision positioning technologies for multi-robot operation, and analyze operational performance to derive improvements.</p>
--	---

* 교과목 관장학과(부, 전공)에서 작성한다.

<p>수업목표</p>	<p>(1) 작업 목적별 경로 탐색 전략과 휴리스틱 기반 다중 목적지 경로 최적화를 학습하고, 실제 지도, 도로망 데이터를 활용한 라스트마일 경로 최적화를 수행하는 능력을 배양한다.</p> <p>(2) 동적 환경에서 Q-Learning 기반 강화학습의 보상을 설계하고, 시뮬레이션에서 학습한 정책을 모바일 로봇에 적용(Sim-to-Real)하여 학습 성능을 검증하는 역량을 강화한다.</p> <p>(3) TCP/IP 소켓 통신으로 로봇 간 현장 정보를 공유하고, 작업 지시·결과 회신과 리더-팔로워 협업 제어를 구현하여 군집 운영 구조를 설계하는 능력을 배양한다.</p> <p>(4) 객체 탐지, 제스처·동작 인식으로 통합하여 안전 정지·회피와 비접촉 작업 지시가 가능한 피지컬 AI 로봇 에이전트를 구현하는 역량을 습득한다.</p> <p>(5) 예지보전, Digital Twin, AI Vision 검사 등 산업 자동화 기술을 체험하고, 산업용 AMR의 운영 환경·스펙과 HW/SW 구성을 이해하여 도입 전 현장 조건을 검토하는 능력을 배양한다.</p> <p>(6) AMR의 현장 셋업, 지도 작성, Task/Macro 반송 작업 정의와 경로계획을 수행하고, 자동 충전·안전 영역·지도 운영 규칙을 설계하여 작업자와 로봇이 공존하는 현장의 자율 운영 체계를 구축하는 역량을 강화한다.</p> <p>(7) 군집제어 작업 할당, Traffic Control, 정밀주행(HAPS·CAPS)을 학습하고 운영 지표를 분석하며, 산업 문제 해결 프로젝트를 통해 AI 로봇 에이전트와 산업용 AMR을 연동한 실무형 문제 해결 역량을 배양한다.</p>
<p>수업운영방식 (상세하게 기술)</p>	<p>강의와 실습으로 운영(IC-PBL)</p>
<p>평가방식</p>	<p>Pass or Fail</p>

[수강생 권장 도서]

구분	도 서 명	저 자	출판사
1	자체 제작 PPT 자료 제공		
2			
3			

[강의 요목 및 과제]

일차	학습 주제	과제
1	경로 탐색과 지도 기반 경로 최적화, 보상 기반 강화학습 <ul style="list-style-type: none"> 물류창고 AGV, 피킹 로봇과 청소, 방역 로봇 사례로 작업 목적별 탐색 전략 설계 우선 접근 경로 설계와 다중 목적지를 접근 위한 경로 탐색과 휴리스틱 전략의 경로 최적화 하버사인 거리를 이용한 지도 주소, 도로망 데이터를 활용한 라스트마일 경로 최적화 동적 레이아웃 환경에서 강화학습, Q-Learning과 보상 설계와 로봇 행동 분석 시뮬레이션에서 학습한 정책을 모바일 로봇에 Sim-to-Real과 장애물 회피 전략 설계 현장 투입 전 학습 성능 검증 방법 학습 	-
2	군집 운영을 위한 로봇 간 소켓 통신과 협업 동작 제어 <ul style="list-style-type: none"> 다수의 로봇의 정보 교환과 군집 운영 구조와 로봇 간 통신의 역할 이해 TCP/IP 소켓 통신 원리학습과 로봇 간 문자 메시지 송수신을 위한 작업 상태, 위치, 도착 알림 등 현장 정보를 메시지 공유 로봇(관제 PC)과 다른 로봇에 작업을 지시하고 처리 결과(ACK)를 회신 구현 선도 로봇의 동작을 실시간으로 전송해 추종 로봇이 그대로 따라 하는 리더-팔로워 협업 제어 구현 	-
3	멀티모달 인식기반 로봇 에이전트 제어 <ul style="list-style-type: none"> 서비스 로봇, 협동로봇에 적용되는 피지컬 AI 파이프라인 구조 이해 작업자, 장애물, 적재물 객체 탐지와 표식 인식으로 안전 정지, 회피 및 반송 작업 호출 비전, 제스처, 기타 동작으로 로봇에 작업을 지시하는 비접촉 인터페이스 구현 양손이 자유롭지 않은 작업자를 위한 핸드프리 음성 명령으로 로봇 동작, 목적지 지정 	-
4	산업용 모바일 로봇과 오토메이션 <ul style="list-style-type: none"> AI데이터 기반 설비 이상 감지와 예지보전 실습, Digital Twin 설비 시뮬레이션 AI Vision 제품 검사 체험 PLC와 로봇 연계 통합 자동화 실습, AMR 및 Mobile Manipulator 운용 체험 제조, 물류 현장의 AGV에서 AMR로의 전환 배경, 고정 경로 방식과 자율주행 방식의 차이 이해 산업용 모바일 로봇 상품군과 현장별 적용 사례 학습 모바일 로봇 운영 환경 및 스펙(주행 속도, 적재 하중, 배터리, 충전 사양, 바닥, 통로 폭·네트워크 등 도입 전 현장 조건 검토 항목) 이해 모바일 로봇 HW 구성(구동부, 레이저 스캐너(LiDAR), 초음파 등 센서, 안전 장치(비상 정지/범퍼), 배터리, 제어기, 모바일 로봇 SW 구성과 MobilePlanner 구성 이해 	-
5	AMR 현장 도입 셋업과 지도 작성과 반송 작업, 경로 설계 <ul style="list-style-type: none"> IP 셋팅과 무선 네트워크망 연결 등 현장 도입 시 로봇을 운영 네트워크에 등록하는 절차 학습 Scanning/Mapping, 레이저 스캔 데이터로 실습장 지도를 작성, Task/Macro의 이해를 위한 픽업, 드롭, 대기 등 단위 작업(Task)과 이를 묶은 반송 시나리오 정의 	-

	<ul style="list-style-type: none"> • PathPlanning 원리, 장애물과의 안전 거리, 속도, 가감속 등 모션 파라미터 설정 • 좁은 통로/교차로, 작업자 동선 등 현장 조건에 맞는 경로, 모션 파라미터 조정 방법 학습 	
6	AMR 자율 운영 체계 <ul style="list-style-type: none"> • Auto Dock의 충전 스테이션 자동 도킹 원리와 실습, 배터리 잔량에 따른 충전 작업 운영으로 24시간 무중단 운영 방안 이해 • Safety 시스템 이해를 위한 안전 스캐너 기반 감속, 정지 영역 설정, 비상 정지 체계, 산업용 이동로봇 안전 기준의 기본 개념 학습 • MAP 기능으로 금지 구역, 단방향 통로, 속도 제한 구역, 목표 지점 도킹 위치 등 지도 위 운영 규칙 설정 • 작업자와 로봇이 공존하는 현장에서 안전 영역과 지도 규칙을 함께 설계하는 방법 학습 	-
7	다중 로봇 운영과 군집 제어와 정밀주행 <ul style="list-style-type: none"> • 군집 제어 작업 할당의 이해, 작업의 종류(픽업, 드롭, 순회 등)와 다수 로봇에 작업을 배정하는 우선순위 · 대기열 운영 방식 학습 • Traffic Control 파라미터 및 기능, 교차로 · 좁은 통로에서의 충돌, 교착 방지, 양보, 대기 규칙 설정 실습 • 정밀주행 시스템(HAPS & CAPS), 설비, 컨베이어와의 정밀 위치 맞춤 원리와 적용 사례 이해 • 다중 로봇 반송 시나리오에서 처리량(Throughput), 대기 시간, 가동률 등 운영 지표 분석 	-
8	프로젝트 설계 및 주제 탐색 <ul style="list-style-type: none"> • 산업별 적용 과제 주제 탐색 및 문제 정의, 데이터 수집 계획 수립, 프로젝트 설계서 작성 	-
9	프로젝트 결과 분석 및 성능 개선 <ul style="list-style-type: none"> • 산업 현장 문제 적용 실험, 개선안 도출 및 피드백 반영 	-
10	프로젝트 발표 <ul style="list-style-type: none"> • 교수 및 산업체 전문가 공동 평가, 현장 적용 사례와 비교한 현장 적용 가능성과 개선 방향 토의 	-