

2026-1학기 아주대학교 파란학기제 교수제안 프로그램

NO	프로그램명	학점	지도교수	페이지
1	SITL 기반 소형 자율 임무 수행 로봇 개발 연구	6	권용진 (산업공학과)	p2-8

[제안1]

프로그램 명		SITL 기반 소형 자율 임무 수행 로봇 개발 연구
프로그램 목표		자율 임무 수행을 위한 로봇의 AI 모델 개발 및 기능 구현
제안자	성명	권용진
	소속 및 직위	산업공학과/교수
	연락처	- 내선번호 : 031-219-2418 - 이메일 : yk73@ajou.ac.kr

1. 운영개요

운영규모(인원)	4 - 6 명
소요예산	240 - 360 만 원
연계기관	LigNex1 판교 R&D Center
연계사업/ 연구과제	초소형 로봇 동적 임무 수행 시뮬레이터 개발 사업
파란학기제 운영사유	학과에서 배우지 못하는 최신 인공지능(AI), 로봇 융합 연구를 통해 통합적 사고 및 System Integration 능력 배양

2. 주요내용

<ul style="list-style-type: none"> ▪ 본 연구는 인공지능(AI)이 접목된 소형 로봇을 활용하여 변화하는 외부 환경에 스스로 적응하며 임무를 수행할 수 있는 시스템을 개발하는 것을 목표로 함 ▪ 또한 지상 환경의 모의가 가능하며, 다수의 로봇이 군집제어로 협동 임무 수행이 가능하여지도록 하는 인공지능(AI) 기반 시뮬레이터와 연동하는 것이 목표임. 이를 SITL (Simulator in the Loop)이라고 함 ▪ 소형 로봇에는 경로 주행을 위한 모터와 임무컴퓨터 (PixHwak FCC), 센서(초음파, 라이다, 3D Camera), Edge Computer (RaspberryPi, NVIDIA Jetson) 등이 통합되어 스스로 상황을 판단하며 경로 주행이 가능하도록 구성할 예정임 ▪ 다양한 인공지능(AI) 알고리즘을 연구하여 접목하며, 이를 하드웨어(로봇)과 연동하기 이전에 시뮬레이션 SW를 통한 충분한 모의 실험을 거치는 과정을 학습할 예정임 ▪ 인공지능 학습을 위해 Tensorflow, Keras, Torch, RL, CNN, 등의 다양한 AI Package를 연동하는 것을 목표로 함 ▪ 인공지능 모델 개발을 성공적으로 수행 완료 시, LLM (Large Language Model) 모델을 활용한 로봇의 기능 구현 수행 ▪ 이를 위해 제시되는 연구 내용은 기존에 수행된 시뮬레이션에 초점이 맞춰진 연구와 차별성을 가지며, 로봇 HW 시스템이 AI와 결합된 내용을 중점적으로 기술함 [그림 1 참조]

(1) AI 기반 자율 임무 수행을 위한 로봇 시뮬레이션 환경 개발

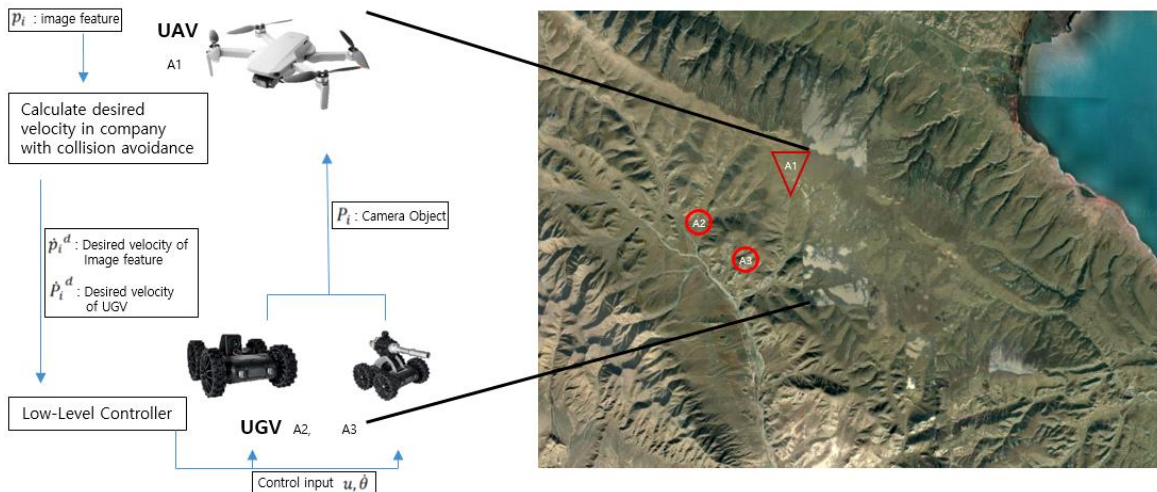


그림 1. 동역학적 반영이 들어간 무인로봇의 임무 환경의 예시

- SITL에서는 (1) Command Terminal, (2) Execution Window, (3) Simulation 가시화 Window, (4) AI-연동 Window 총 4개 부분으로 구성되며, 각각의 I/O Interface를 통해 데이터를 송수신할 수 있는 구조로 설계할 예정임 [그림 2 참조]

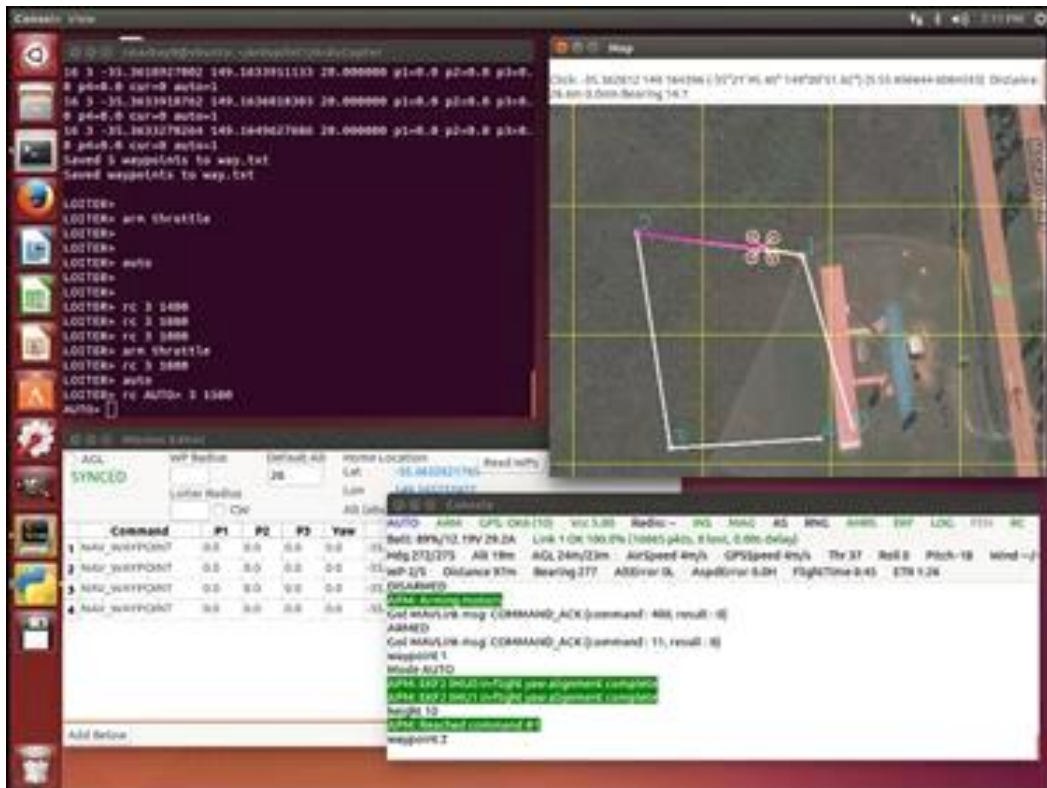


그림 2. 드론 운용을 위한 SITL의 User Interface 예시

- SITL 구동을 위해서 (1) PixHawk Flight Control Computer Firmware, (2) MAV Proxy Developer GCS SW, (3) Python Interface Control SW, (4) AI-Training SW 등 4개 부분으로 구성되며, PixHawk FCC 제어를 위한 Firmware와 가시화 툴인 MAVProxy GCS SW를 연동하여 로봇의 운용 상황을 모의
- 사용자 명령 SW와 경로 생성 및 제어 로직은 데이터 형식, 입출력 인터페이스 등이 최적화되도록 진행하며, 본 연구팀이 보유 중인 Unity3D기반 산출물을 적극 활용함
- 또한 Unity3D에서 제공하는 강화학습 라이브러리인 ML-Agent를 Customize 하여 다양한 AI 학습 모델 및 패키지 연동을 수행할 뿐만 아니라 Tensorflow, Pytorch, Keras 등 여러 딥러닝 프레임워크에 따른 학습할 수 있는 확장형 구조로 설계
- Simulator에서는 실제 환경과 유사한 가상환경에서의 임무 모의를 가시화하는 부분으로, 로봇 제어 컴퓨터와 데이터를 송수신하여 로봇 센서값을 실시간으로 표현함
- 생성된 임무 객체와 환경에 대한 동역학 모델이 포함되어 있어 주변 상황에 대한 센서 데이터나 현재 상태정보를 Control SW로 송신하고 이를 토대로 임무 객체의 입력값을 제어함 [그림 3 참조]

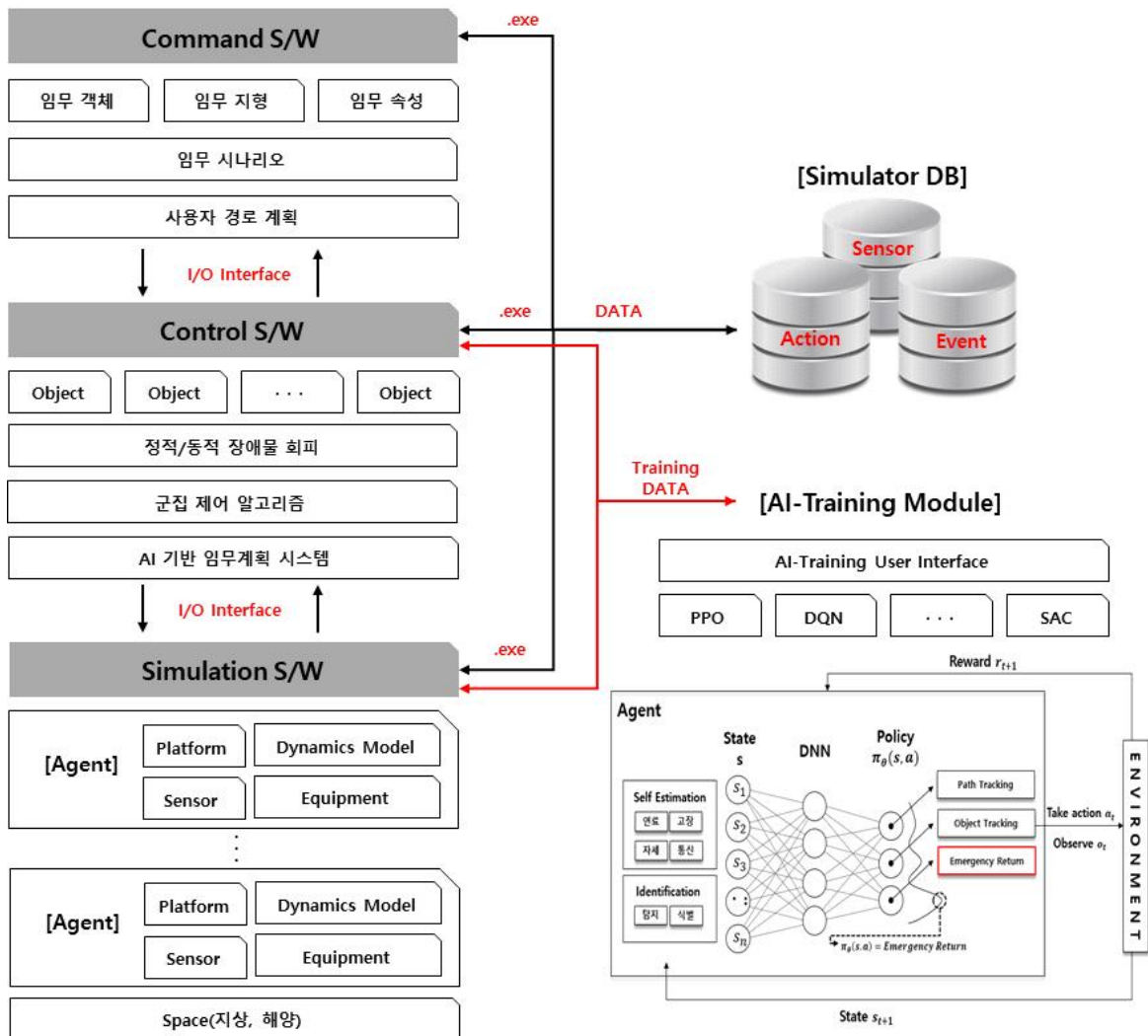


그림 3. 본 연구에서 제안하는 AI기반 시뮬레이터 구조

(2) 소형 로봇 센서 통합 및 AI 제어 SW 개발

- 본 연구팀은 다양한 종류의 소형 로봇 시스템을 보유하고 있으나, 이들 로봇은 FCC(Flight Control Computer), 수신기, 센서, 모터 등이 장착돼 있을 뿐 아직 AI를 실행할 수 있는 장비가 없는 상태임 [그림 4, 5 참조]



그림 4. 본 연구팀이 보유 중인 라이다, 비전 센서가 연동된 드론



그림 5. 본 연구팀이 보유 중인 Autonomous Rover

- 위의 예에서 보듯이 현재 상태의 로봇들이 AI와 연동되기 위해서는 Companion Computer가 추가로 장착되어 센서와 FCC와 함께 구성이 이루어져야 함
- 현재 전 세계적으로 사용되는 대표적인 Companion Computer 중에는 NVIDIA Jetson Kit나 RaspberryPi Computer 등이 있음
- 본 연구팀에서는 대표적인 Companion Computer 들을 활용하여 로봇에 인공지능(AI) 기능을 부여할 수 있도록 개발할 예정임 [그림 6 참조]
- 이를 위해서는 각 로봇에 경로주행을 위한 FCC, 모터 제어 모듈, 배터리를 위한 송수신 모듈, 전방 영상 카메라, 3D Depth Camera, Lidar, Ultrasonic Sensor, Optical Sensor 등의 센서 모듈과 센서 신호를 받아들여 인공지능으로 처리하는 연동 부분이 구현되어야 함
- 그림 7에서는 FCC, 전방 카메라, 송수신기, 모터 제어 모듈, 배터리 등과 통합하여 개발한 4륜 구동 방식의 주행 로봇 예시를 보여줌

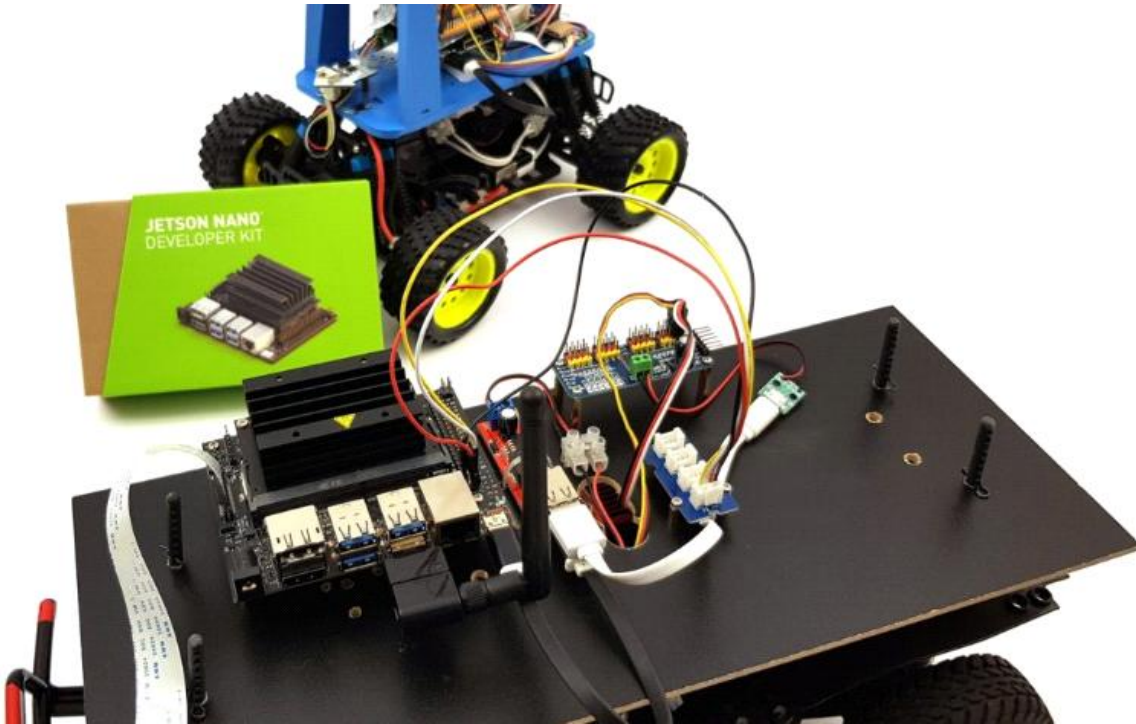


그림 6. Jetson 컴퓨터로 AI 기능이 구현된 로봇 예시



그림 7. FCC와 센서 모듈 등이 통합된 4륜 구동 주행 로봇 예시

3. 학점인정

이수학점	6학점	
예상 투입시간	한 주당 약 15 ~ 18 시간	
학점산정 세부기준		
학점	세부목표 및 활동	주요 평가지표
1	PixHawk Firmware, MAVProxy연동	가상 모의 환경 구축 성공률(%)
2	로봇 제어 컴퓨터와 PixHawk Firmware/MAVProxy 연동	로봇 임무 수행 모의 SITL 성공률 (%)
3	객체인식 및 상황판단 인공지능 구현	AI 기능 정상 작동 여부
4	로봇, 센서, Companion Computer 통합	다양한 시스템 통합 및 정상 작동 여부
5	영상분석 CNN 모델, 상황판단 모델 Companion Computer 연동	인공지능 모델의 Edge Computing 환경 구동 여부
6	전체 시스템 통합 및 구현	전체 시스템 정상 작동 여부
7	LLM 연동 및 기능 구현	언어모델을 활용하여 로봇의 자율적 기능 지각동 여부

4. 기대효과

- 가. 학생들이 인공지능 관련 코딩 및 작동 노하우를 배울 수 있는 기회 제공
- 나. 로봇 모의를 통해 제어의 원리를 익히고 분석할 수 있는 능력 배양
- 다. 향후 큰 성장이 예상되는 LLM 및 무인 로봇 산업 분야에 진출할 수 있는 역량 배양
- 라. 인공지능과 로봇 모의 융합을 통한 SITL 시스템 제작 기회 제공

5. 도전과제 세부일정

주차	도전과제 목표 및 활동	투입시간
1주차	PixHawk FCC Firmware 원리 및 구성 요소 Study	15
2주차	MAVProxy Developer GCS SW 구성 요소 및 내부로직 Study	15
3주차	FCC Firmware와 MAVProxy 연동을 위한 SW 구축 및 Test	15
4주차	GCS(Ground Control Station) SW와 FCC 간 신호 송수신 구축 및 Test	15
5주차	PixHawk FCC를 통한 로봇 경로 계획 생성 및 Test	15
6주차	SITL 개발-(1): 로봇 FCC와 GCS SW, MAVProxy 연동 및 Test	15
7주차	SITL 개발-(2): 로봇 센서 신호와 GCS SW, MAVProxy 연동 및 Test	15
8주차	SITL Simulator 부분 완성 및 Test	15
9주차	로봇 개발을 위한 Preliminary Design & Brainstorming Work	15
10주차	로봇 디자인 상세설계 및 부품 구입	15
11주차	로봇 조립 및 센서, Companion Computer 센서 연동 Test / PT 평가 준비	15
12주차	AI 인공지능 Package 연구 및 Test / PT 평가 준비	15
13주차	로봇 임무계획 수행을 위한 AI Model 개발 및 Test-(1) / PT 평가	15
14주차	로봇 임무계획 수행을 위한 AI Model 개발 및 Test-(2)	15
15주차	로봇, AI Model, SITL 통합 및 연동 Test	15
16주차	최종 완성 및 보완	15