

# Self-Parking Project



아주대학교 파라학기제  
아주대학교 | 대학교육혁신원

Self-Parking Team

정원준, 김낙규, 김세준, 김현석

지도교수님

권용진 교수님

## 목차

1. Self-Parking 소개
2. 프로젝트 진행 과정
3. 프로젝트 기술 소개
4. S/W & H/W 개선 과정
5. 프로젝트 구현 동영상
6. 참고문헌 및 실습내용
7. 소감 발표



## Self-Parking Team 소개



**정원준** (산업공학과 15학번)

- Project Manager
- 이미지인식 학습 (Yolo V4)
- HW/SW연동
- RC카 주행환경 구성
- 센서 에러분석 및 파라미터 적용
- PPT제작



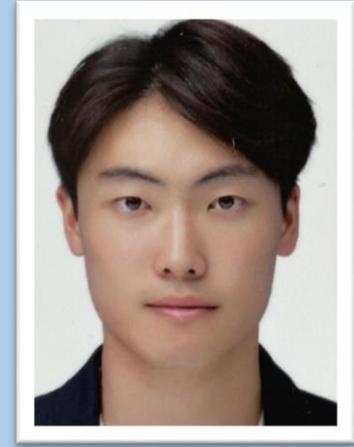
**김낙규** (산업공학과 15학번)

- 학습데이터 수집 및 전 처리
- HW/SW 연동
- RC카 구조 변경 및 재구성
- 초음파 센서 연동
- 영상 제작 및 편집



**김세준** (산업공학과 16학번)

- 이미지인식 학습 (TensorFlow)
- 분류기 모델 네트워크 구축
- RC카 주행 통합 프로그래밍
- 통신 프로그래밍
- HW/SW 연동



**김현석** (산업공학과 16학번)

- 강화학습 (Unity 강화학습)
- HW/SW 연동
- 센서 에러분석 및 파라미터 적용
- 예산 관리
- PPT 발표

## Project's Goal & Scope

### “강화학습과 이미지인식을 이용한 자율주행/주차”



## 도전 목적 & 기대효과

### 1. 인공지능 지식 응용력 확장

Self-Parking은 아주대학교 산업공학과 4인으로 구성된 팀이다. 산업공학은 생산/제조/품질 및 ICT 분야를 포함하여 산업의 전반적이고 다양한 분야에서 최적화를 목적하는 공학이다. 현재는 전통적인 산업공학에 인공지능 기술을 함께 응용하여 최적화를 도모한다. 따라서 산업공학도 학생으로서 인공지능 지식은 필수 소양이라고 생각하기에 그 동안 공부해온 AI지식들을 응용 및 확장 할 수 있는 프로젝트를 생각하게 되었다. 그 중 자율주행자동차는 현대과학의 꽃이라고도 불리우는 첨단기술의 집약체이며 지도학습(이미지인식)/강화 학습/프로그래밍을 모두 실습해볼 수 있는 주제로 적합하였다. 또한 인공지능의 실습과 함께 주차 시스템 최적화 방안도 함께 연구할 수 있는 프로젝트라 생각하였기에 Self-Parking Project가 시작되었다.

### 2. 기술 개발 목적



**'호출주행은 기본'...LGU+ '무인 자율주차' 첫선**  
 미리 설치해 놓은 주차장 내 CCTV에서 빈자리 현황을 읽어내는 '실시간 주차공간 인식 시스템'  
 17일 상암사육서 '5G 자율주차' 기술 시연  
 기술고도화, 카메라 확대설치 등 과제 남아  
 2020.12.17

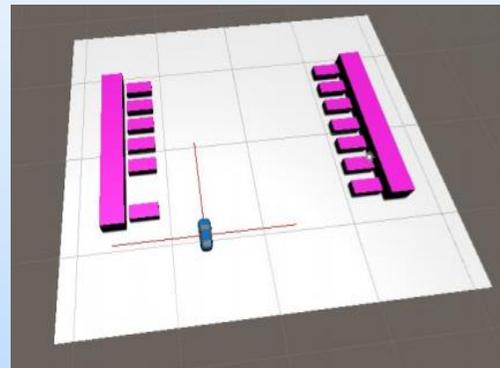
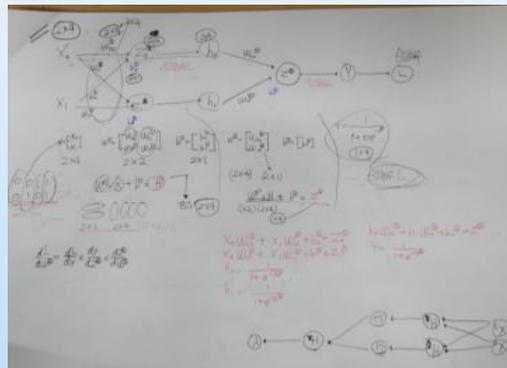
자율주행차량의 시장과 수요는 점차적으로 확대되고 있다. 2021년을 기준으로 자율주행 기술의 성능은 이전보다 크게 향상되었다고 판단된다. 하지만 상대적으로 자율 주차 기술의 발전은 더디다. 비교적 최근인 2020년 12월 LGU+가 무인 자율주차 기술을 선보였다. 고도로 정밀한 주차성능을 보여주었지만, 미리 카메라가 준비된 주차장에서만 작동이 가능하여 현실적으로 주차가 가능한 범위가 적었고, 카메라 확대설치에 따른 경제적 비용의 증가가 해결해야할 과제로 남아있다. **Self-Parking Team은 특정한 주차장환경에 의존하지 않고, (이미지인식+강화학습)기술을 통해 차량 독립적으로 주차공간 인식부터 자율주차까지 가능한 모델을 직접 만들어 실습해보기로 하였다.** 비록 현실 Validation이 부족한 RC카 환경에서 Test하였지만, 기술의 유용성을 확인할 수 있을 것으로 생각하였다. 강화학습을 통한 주차방법이 점차적으로 발전하여 상용화된 주차 기술이 되었으면 한다.



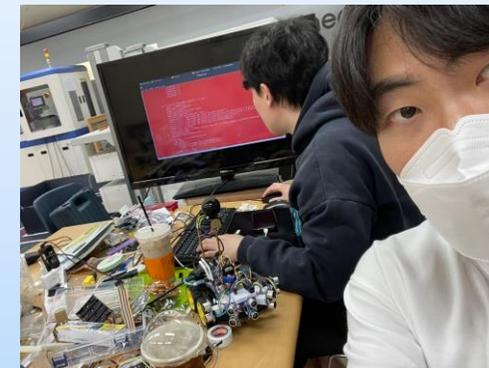
### 활동 사진



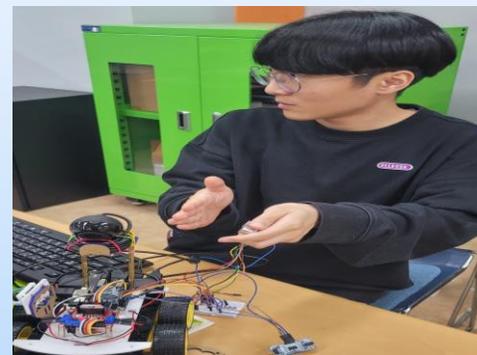
논문 세미나 및 실습



[S/W] AI모델 구축 및 학습



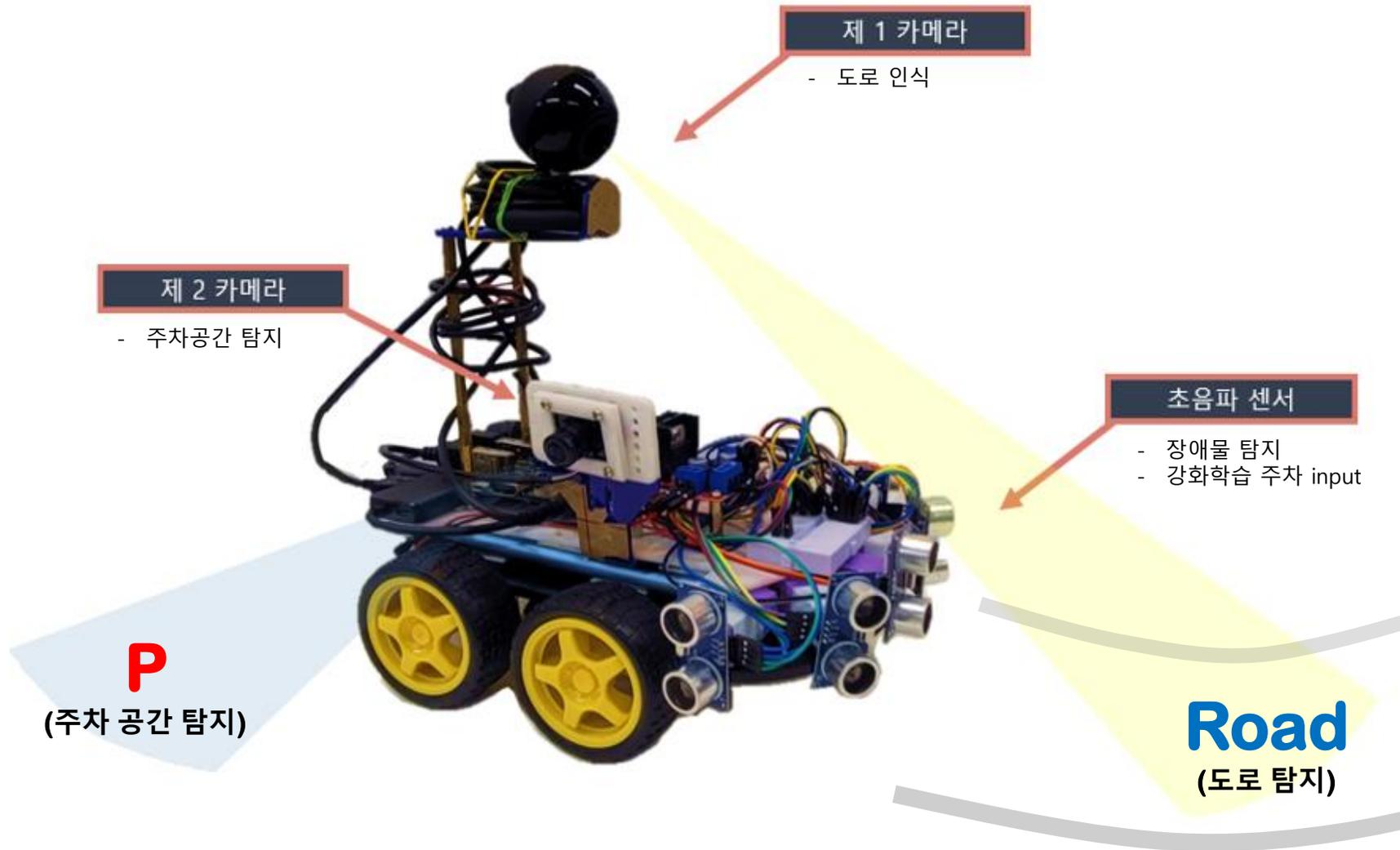
[H/W] RC카 조립, 주행 환경 구성



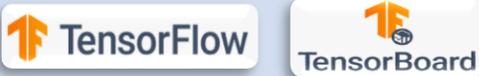
[HW+SW] 연동 및 성능 개선



## RC카 구조



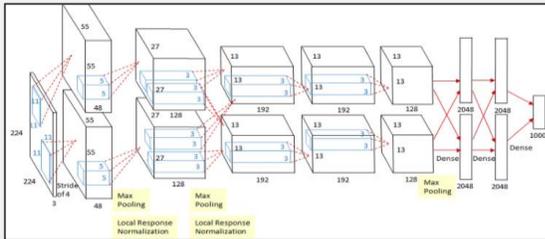
## 구현 플랫폼 소개

Visual studio 2019		- 마이크로소프트의 통합 개발 환경
Cuda_10.0		- GPU에서 수행하는 알고리즘을 C 프로그래밍 언어 등을 사용하여 작성 할 수 있도록 하는 소프트웨어
CuCNN (for Cuda ver. 10)		- CUDA Deep Neural Network의 약자로 딥러닝 연산을 도와주는 라이브러리로 구성된 소프트웨어
Opencv-3.4.12		- 컴퓨터 비전을 목적으로 한 프로그래밍 라이브러리
Darknet-master & Yolo		- 물체 인식 오픈 소스 신경망 - 이미지 인식 프로그램
Linux OS & H/W		- 리눅스 기반 OS와 H/W Board
TensorFlow & board		- 수치 계산과 대규모 머신러닝을 위한 오픈소스 라이브러리 - 시각화 및 도구 플랫폼

## 이미지 인식

### 1. 도로 주행 (제 1 카메라)

- TensorFlow 분류기 모델 이용 특징(feature map)추출
- CNN network model (AlexNet 구조 변형)



- Fully Connected Layer  
→ Final Class #3개로 변형  
[0]:직진, [1]:좌회전,[3]: 우회전
- Layer 단순화 [8층→ 7층]  
(GPU성능, 시간 단축 고려)



[0] 반환 : 직진



[1] 반환 : 좌회전



[2] 반환 : 우회전

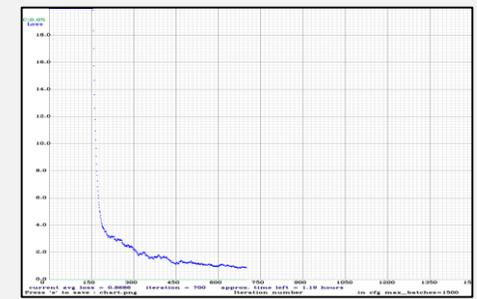
→ 반환 값 RC카 H/W motor와 연동 처리

### 2. 주차 공간 탐색 (제 2 카메라)

- [ Yolo V4 ] → 주차 공간 'P' 문자 Object Detection
- (Yolo Weights) file → (pb) file 변환 후 학습모델 연동
- 데이터 Labeling 작업 및 Yolo V4 Train

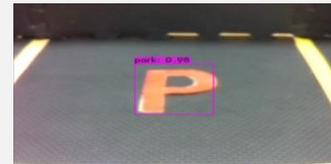


<Labeling 작업>



<Yolo Train Graph>

#### - 학습 결과 Test

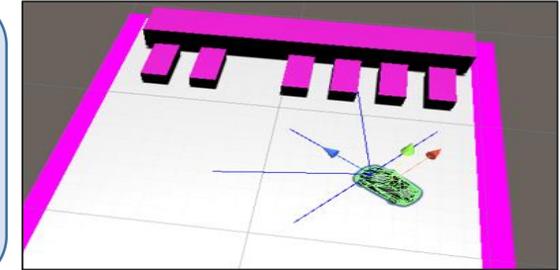


- mAP : 93 % (단일 class로 학습 성능 우수)
- 주행모드에서 주차 공간 인식 시, 주차모드로 변경 (통합 프로그래밍)

## 강화 학습

### 초기 학습법: PPO method

- ✓ 실제 사용하는 주차장 환경을 모델링하고 하드웨어에 적용되는 차량 동역학(Dynamic)을 적용하여 강화학습 모델링
- ✓ PPO의 방법의 경우 Value Function을 Optimize하는 Action이 랜덤으로 설정되어 어떠한 Action이 정답인지 모르고 학습 진행 (무작위 Action) → 학습 속도 저하 및 보상 값 수렴 가능성 저하

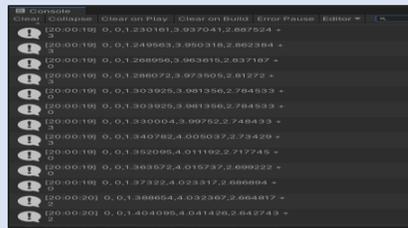


<PPO Train>

### 프로젝트 적용 학습법 : GAIL method



<GAIL Train>



<Distance input>



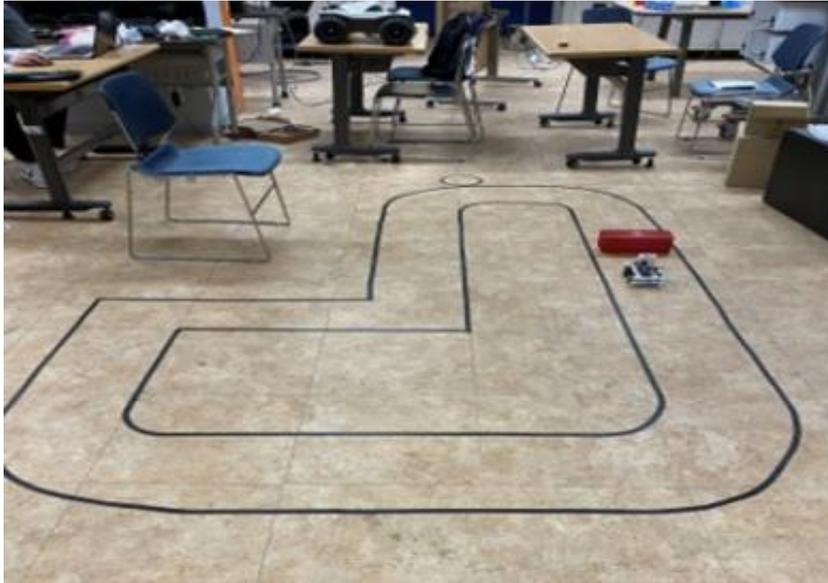
<Reward graph>



<Value Loss>

- ✓ 센서 5개를 이용하여 정해진 주차 자리에 주차하는 모델 학습
- ✓ 강화 학습 gail 방법으로 학습 (학습 속도 증가 및 Value Loss수렴)
- ✓ GAIL의 방법의 경우 PPO와 학습 진행 방법은 같지만, GAIL은 초기 학습 시부터 플레이어의 모범 주차 플레이를 따라하도록(imitation) 학습 (→ 속도 상승 및 보상 값 수렴 가능성 상승)
- ✓ Value에 대한 loss 또한 학습이 진행하면 할수록 줄어들고 수렴
- ✓ **GAIL(inverse RL) method로 학습시킨 결과 원하는 행동을 더욱 잘하고 보상 값을 잘 받는 경향이 있음**
- ✓ H/W와 연동을 위해 초음파센서의 에러 분포 분석 후, 학습 파라미터에 반영

### 주행환경 개선



[초기 주행환경]

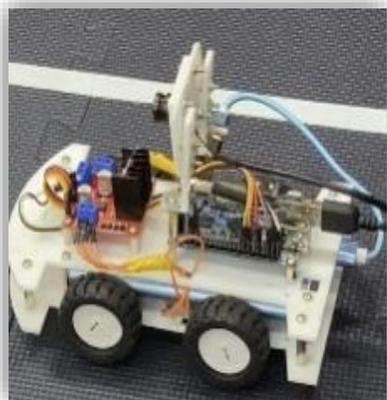


[최종 주행환경]

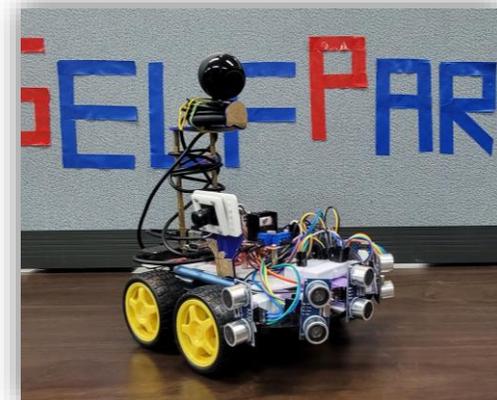
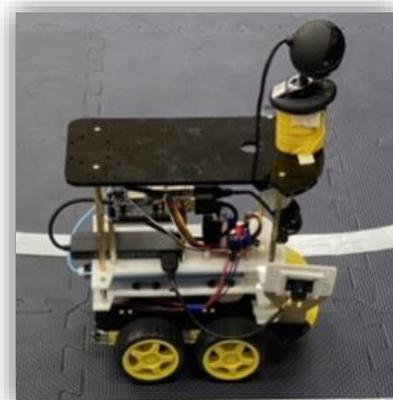
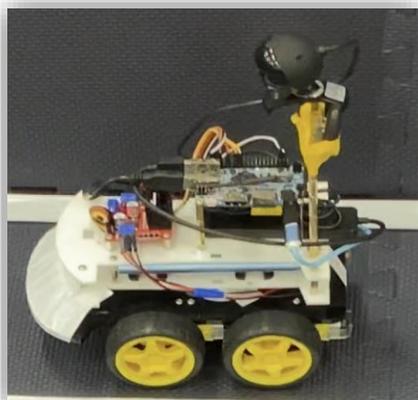
#### 개선 내용 및 효과

- ✓ 주행환경 실제도로와 유사하게 개선 (Validation 정도 향상)
- ✓ 주행환경 개선으로 학습시간 단축효과 (검정 도로와 흰 차선의 대비가 확실하여 명확하게 특징 추출을 하는 것으로 예상)
- ✓ 구현 목적 명확화

## RC카 구조 개선



[ 초기 RC카 모델 ]



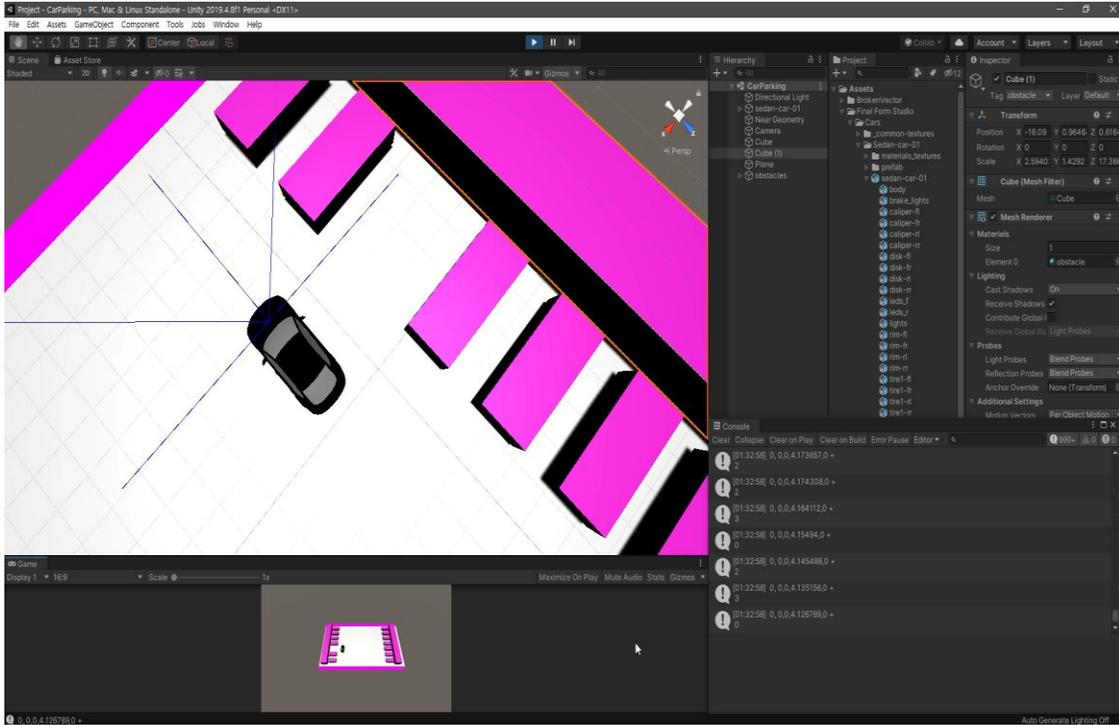
[ 최종 RC카 모델 ]

## 개선 내용 및 효과

- ✓ 제 1 카메라 위치 상향 조정 (학습 데이터 확보에 유리)
- ✓ 제 2 카메라 설치 (주차 공간 인식 가능)
- ✓ RC카 모터/바퀴 변경 (주행 성능 개선)
- ✓ 초음파 설치 (장애물 탐지 및 강화학습 모델 적용 가능)



S/W 구동



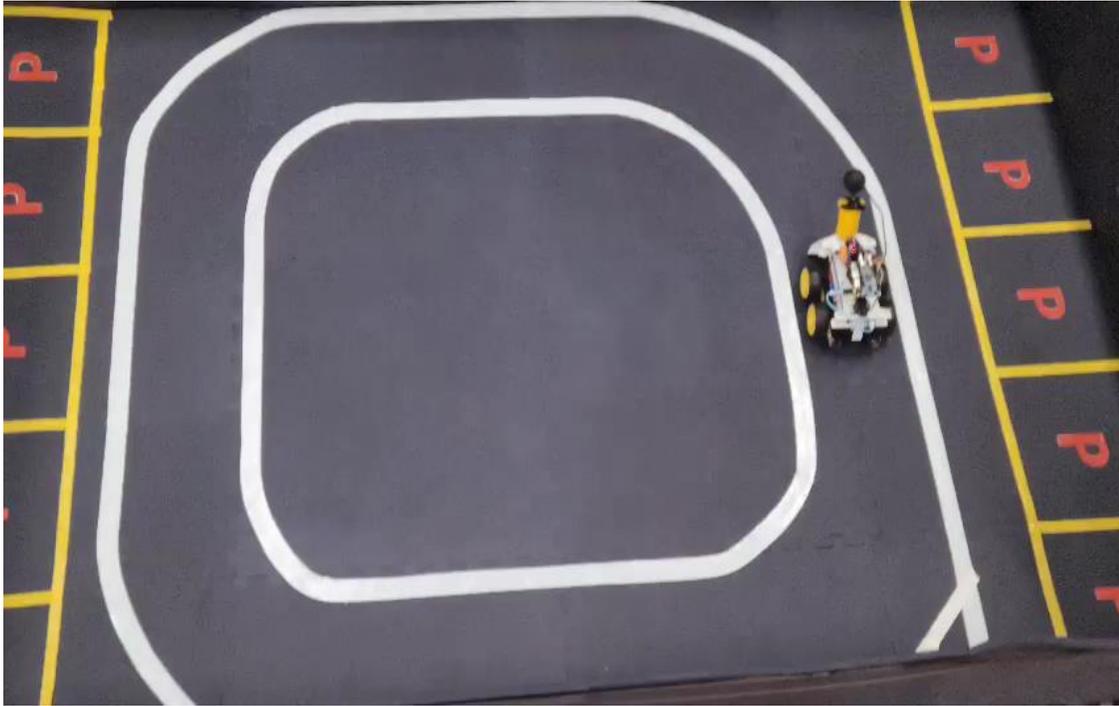
[ 주차 강화 학습 ]

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H) [www.BANDICAM.com](http://www.BANDICAM.com)  
 darknet.exe detector demo ./data/img\_fixed\_0524/self-parking\_yolotest/obj.data ./data/img\_fixed\_0524/self-parking\_yolotest/yolov4-sp.cfg ,



[ 주차 공간 인식 ]

RC카 주행 - [초기 작동]



[ 자율 주행 ]



[ 자율 주차 ]

- RC카 주행 - [최종 결과 1]



- RC카 주행 - [최종 결과 2]



### 1. 인공지능 참고 도서

- 따라 하면서 배우는 유니티 ML-Agents
- 파이썬과 케라스로 배우는 강화학습
- 텐서플로와 유니티 ML-Agents로 배우는 강화학습
- 밑바닥 부터 시작하는 딥러닝 1,2,3

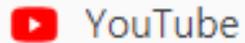


### 2. Object Detection 논문

- R-cnn
- SPPnet
- Fast R-cnn
- Faster R-cnn
- Yolo v1

1. R-cnn\_정원준
2. SPPnet+Fast R-cnn
3. Faster R-cnn + yolo v1

### 3. 강화학습 강의



팡요랩 Pang-Yo Lab

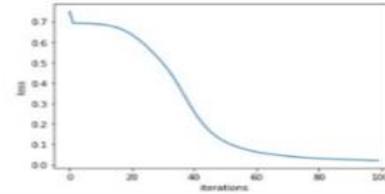
<https://www.youtube.com/channel/UCwkGvF7xKz2E0Lv-fZ9ww2g>



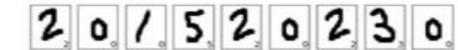
팡요랩 Pang-Yo Lab

### 실습 내용

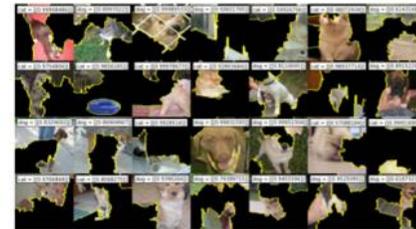
연습장수 : 0.0029543221488917332  
 손실함수 값 : 0.020608144976415506  
 [[0.02124317 0.98161901 0.98161428 0.02211724]]



✓ XOR 실습



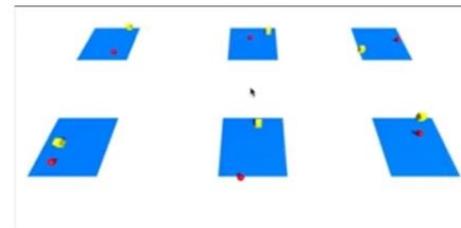
✓ MNIST 실습



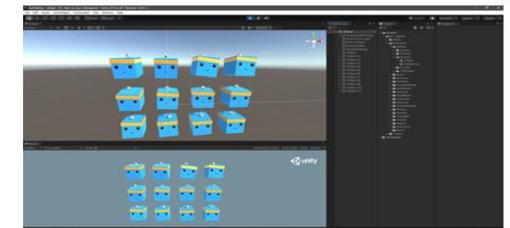
✓ Object Detection 실습



✓ Object Detection 실습



✓ ML-agent 강화 학습 응용 (Target을 찾아 움직이는 모델)



✓ ML-agent 강화 학습 예제 (공 떨어지지 않도록 중심잡기)

## Self Parking Team



정원준

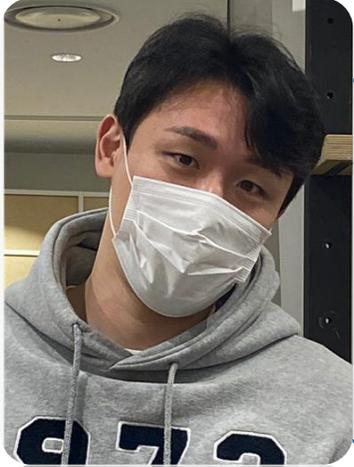
대학교 4년 동안 전통적인 산업공학이론에 집중하였다. 하지만 4차산업혁명이 진행되고 있는 현대에는 AI기술이 산업공학에도 많이 응용되고 있다. 따라서 AI역량을 기르고자 노력하고 있었는데, 파란학기 참여를 통해서 한 학기 동안 AI이론 부터 실습까지 공부할 기회가 생겨서 의미 있는 시간이었다. 또한 직접 Self-Parking 팀을 꾸리고 프로젝트 기획 단계 부터 구현까지 이뤄내어 보람찼으며, 끈기와 소중한 팀워크를 느낄 수 있었다. 매일 새벽까지 함께 공부하며 서로에게 동기부여가 되어준 Self-Parking 팀에게 진심으로 감사한 마음이다. 마지막으로 프로젝트 진행에 있어서 방향성을 제시해 주시고 아낌없는 피드백을 주신 권용진 교수님과 파란학기라는 주도적인 학습의 장을 마련해준 아주대학교, 대학교육혁신원 관계자분들에게 감사의 인사를 전해드립니다.

파란학기를 진행하면서 '과연 주제와 목표에 대해서 도달할 수 있을까'라는 걱정과 고민을 많이 했었다. 이론을 이해해도 코드로 구현하는 단계에서 막혔고, 코드로 구현한다 하더라도 하드웨어와의 연동 또한 쉽지 않았다. 하지만 이러한 어려움을 시간을 투자하여 하나씩 해결해가면서 걱정은 뿌듯함으로 바뀌어 갔다. 차량 구성에서는 하드웨어, 초음파, 카메라 센서 등 최적화를 이루도록 배치했으며, 이렇게 최적화된 환경에서 인공지능을 접목시킨 후 다양한 시도를 통해서 가장 좋은 학습 결과를 볼 수 있었다. 이런 과정을 겪으니 인공지능과 자율주행에 대해서 한걸음 더 가까워진 느낌을 받았고 함께 노력하고 고민해준 팀원들이 너무 고맙고 뿌듯한 프로젝트였다.



김낙규

## Self Parking Team



김세준

파란학기를 진행하면서 전공 지식 관련 단순한 예제를 푸는 것이 아니라 내가 흥미 있는 분야에 문제를 직접 설계하고 풀어가는 과정이 너무나 재밌었다. 물론 파란학기를 진행하는 과정에서 생각치 못한 문제가 발생하곤 했지만, 그 덕분에 의도치 않은 문제를 해결하는 능력까지 공부한 것 같아서 매우 의미 있었다. 그리고 파란학기를 진행하면서 '과연 혼자였으면 가능했을까'라는 생각이 자주 들었다. 팀원들마다 잘하는 분야가 달랐고 내가 잘하는 것도 달랐기 때문이다. 그리고 권용진 교수님의 조언도 파란학기 진행과정에서 매우 값진 피드백이 되었다고 생각한다. 지금까지 함께 열심히 해준 팀원들과 지도 교수님인 권용진 교수님 그리고 이런 기회를 준 파란학기에 감사의 인사를 전한다.

파란학기를 진행하면서 내 자신이 흥미로워 하고 재미있어 하는 분야에 대해 공부하고 실습할 수 있는 시간을 가질 수 있어 굉장한 기회라는 생각이 들었다. 인공지능의 한 분야인 '강화 학습'에 대해 기초부터 공부할 수 있는 시간을 가질 수 있었다. 물론 파란 학기를 진행하면서 마음대로 진행되지 않은 부분이 있어서 좌절도 하고 힘들기도 했지만, 이러한 시련들을 팀원들과 스스로의 힘으로 헤쳐나가는 경험을 통해 많은 지식과 경험을 쌓을 수 있었다. 파란 학기로 진행한 프로젝트는 어디를 가셔도 당당히 발표하고 자랑할 수 있을 것이라는 생각이 든다. Self-Parking 팀을 지도해주신 권용진 교수님 또한 세미나를 통해 피드백과 조언을 아끼지 않아 주셔서 이러한 결과를 낼 수 있었던 것 같다.



김현석

Thank you

