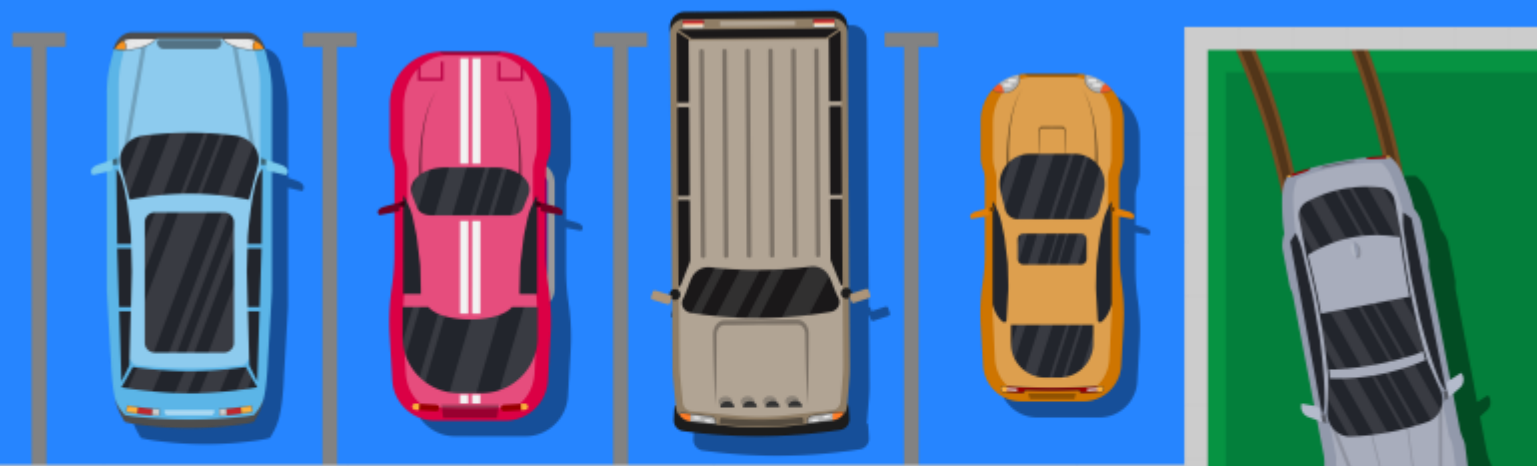


▶ 2022-2 파란학기 기업제안 프로젝트

주차면 관제 영상 AI 시스템 구축

꾸리스탈 팀# 김한솔, 방범하, 방지윤, 이가은

꾸리스탈 X VESTELLALAB



INDEX

PART1. 꾸리스탈 팀 소개

PART2. 파란학기 과제 설명

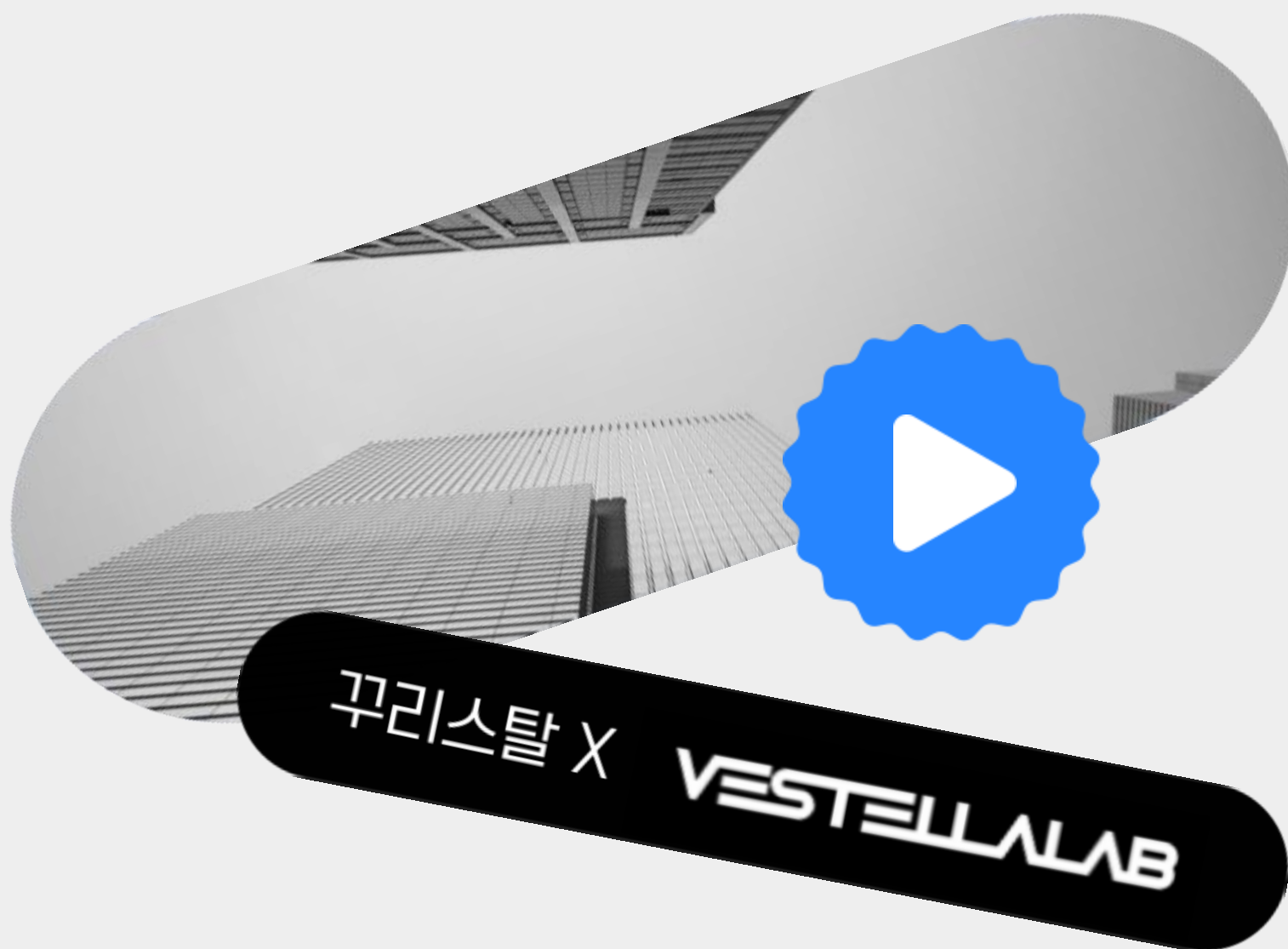
PART3. 기본 알고리즘 설명

PART4. 발생한 문제

PART5. 추가 알고리즘 설명

PART6. 최종 결과

PART7. 기대효과



꾸리스탈 팀원 소개



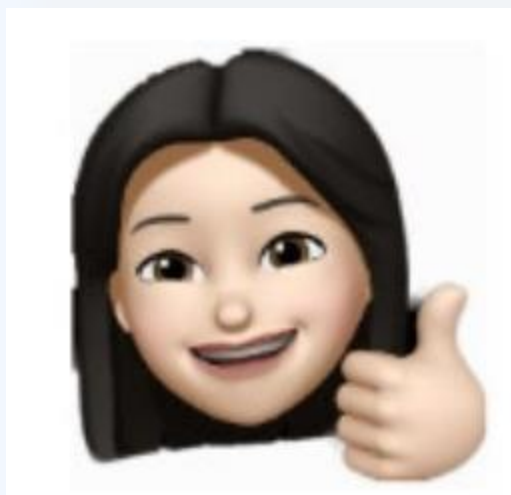
김한솔

전자공학과 17



방범하

전자공학과 18



방지윤

전자공학과 21



이가은

전자공학과 21

" 다른 센서를 사용하지 않고 CCTV 영상만을 이용하여 , 주차면 관제 시스템을 구축하라"

베스텔라랩 기업으로부터 과제를 받아 프로젝트 진행

영상	원격서버로 cctv 실시간 영상 접근
도면	건물 전 층(B3F포함) 주차 도면 제공

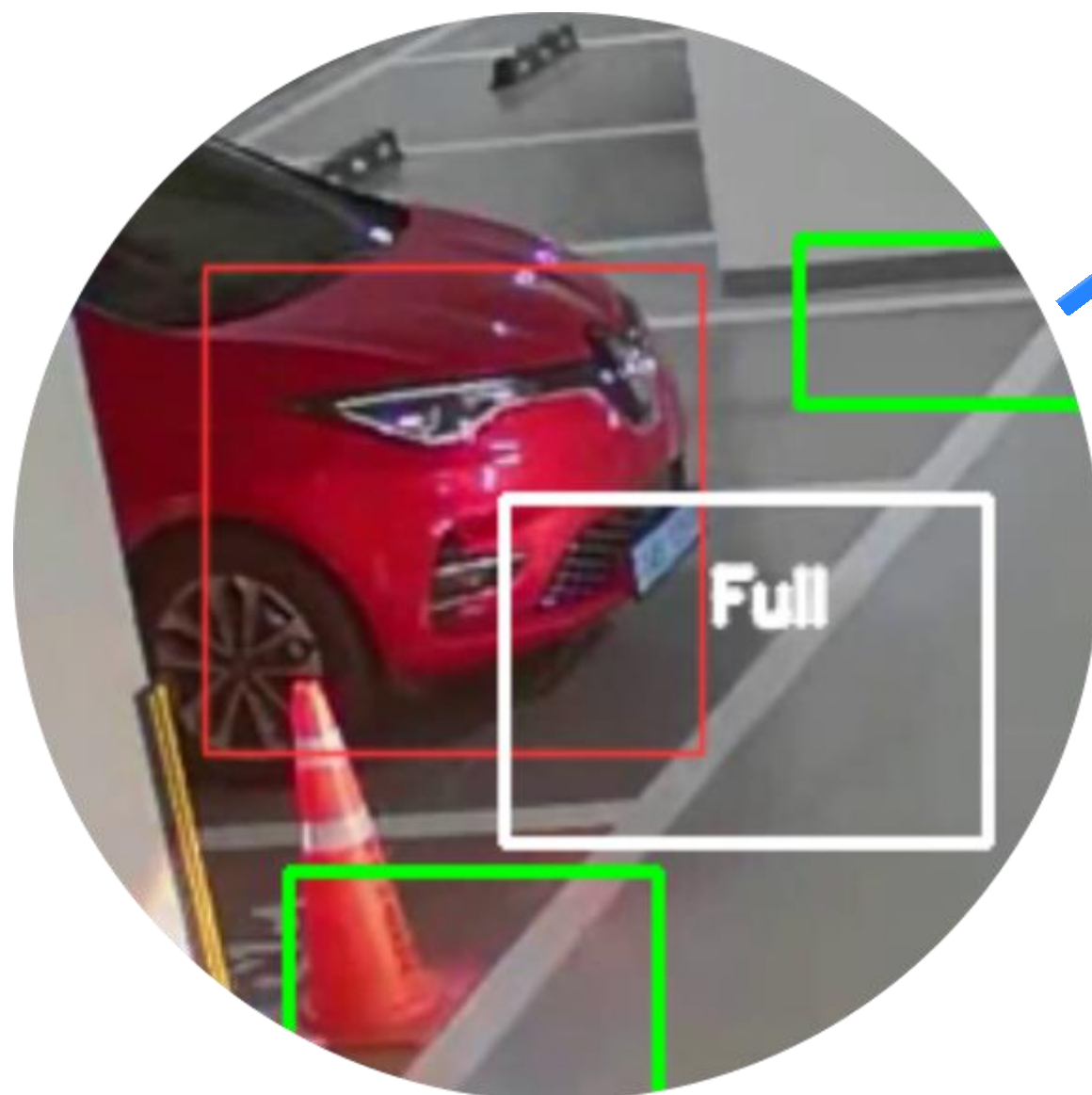
SMART CITY

AUTONOMOUS PARKING

(주) 베스텔라 랩

YOLOV5를 기반으로 주차 판단 알고리즘 개발

: YOLOv5로 차량을 object detection한 결과와 직접 설정한 ROI를 이용한 알고리즘 개발



01

차량의 **bounding box**와 주차면 **ROI**의 IoU 계산

: $\text{IoU} = \text{겹쳐진 면적} / \text{ROI 면적}$

02

계산된 IoU값이 'IN'이고

임계값 이상이면 **full**, 아니면 **empty**로 판단

문제점 발생!

해당 프로젝트에서 고려해야 할 사항

cctv만을 이용하기에 발생하는 상황적인 제약

01

사각지대에 놓여 차와 주차면이 잘 보이지 않는 경우

CCTV상으로 잘 보이지 않는 주차구역에 대한 판단이 요구되며, 정확도 100%를 어렵게 만든 요인이다.



02

지나가는 차에 의해 주차된 차가 가려지는 경우

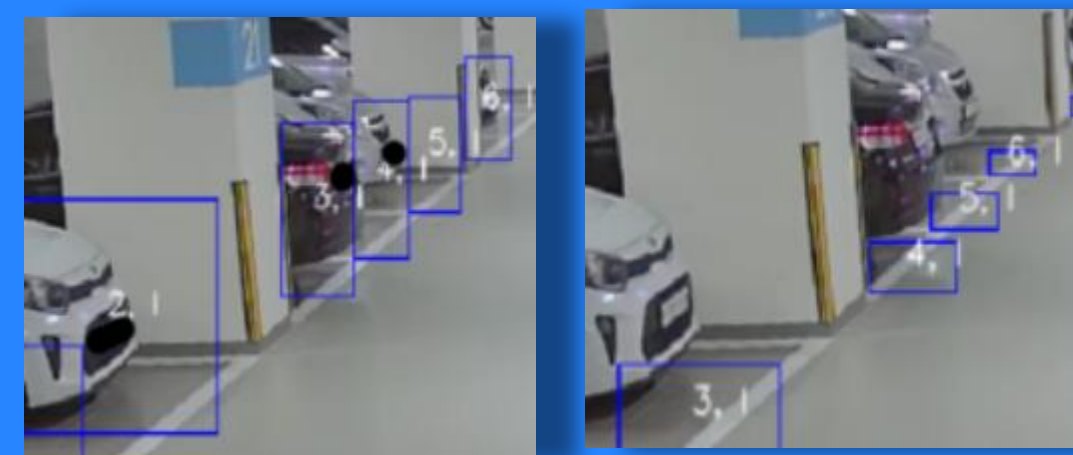
주차된 차가 가려지면 object detection이 불가능해 지므로, 차가 순간적으로 감지되지 않아도 주차 유무를 판단 할 수 있는 알고리즘을 도입해야 한다.



03

주차 구역 (ROI)의 지정 기준

주차구역을 어떻게 지정하느냐에 따라 알고리즘이 달라지기에 더 높은 정확도를 위해 주차 구역의 지정 기준에 대해 고려해봐야 한다.



데이터 분석 및 알고리즘 설계



custom data 학습

- **data 수집**
CCTV 실시간 스트리밍으로 부터 data 를 수집
- **data labelling**
car/person 두개의 class에 대하여 라벨링 진행하였고 차 전체가 아닌 차의 앞면 또는 뒷면을 이미지 크롭.



주차구역 ROI 분석

- **주차구역 설정**
주차 구역을 주차선이 포함된 바닥영역으로 설정
- **주차된 구역 구분**
차가 실제로 주차한 구역의 옆 구역이 Full로 잘못 판단되는 경우를 대비하여 구분 기준 확립



IOU/ 실시간 데이터 분석

- **IOU 발생 데이터 분석**
각 ROI에서 발생하는 IOU 값 분석 및 denoising 실시
- **데이터 분석을 통한 알고리즘 수정**
데이터 분석을 통한 경향성으로, 가려지는 차량에 대한 알고리즘 수정.



Time 알고리즘

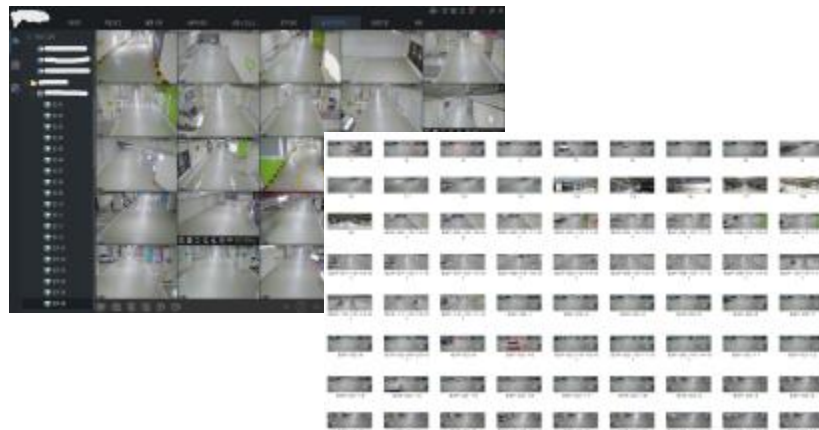
- **full 되기 까지 시간 설정**
full 되기까지 시간 delay를 주어 지나가는 차량에 의해 바로 full되지 않게끔 설계
- **empty 되기 까지 시간 설정**
empty 되기까지 시간 delay를 object detection이 되지 않아도 full로 설계

01 CUSTOM DATA 학습 진행

기존 object detection의 문제점

- 1) 감지하는 class의 개수가 많음, car/person이외의 class에 대한 object detection은 불필요
- 2) 차량 전체 모습에 대해 detection이 이루어지기 때문에 기둥, 주변 차에 가려져지면 감지가 어려움

"주차장 차량 data 수집"



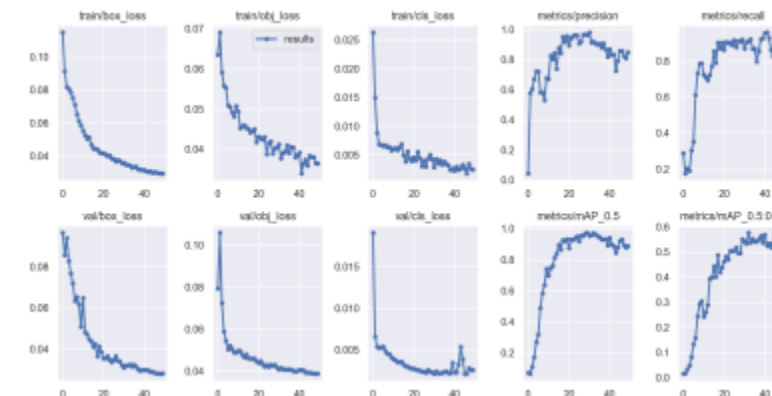
- 베스텔라랩에서 제공해주신 CCTV 실시간 스트리밍 서버에 접속하여 지속적으로 데이터 수집

"data labelling"



- car/person 두 가지의 class에 대하여 labelling 진행
- 차 전체 모습이 아닌, 차의 앞부분과 뒷부분에 대해서만 이미지 크롭
-> 기둥에 가려져도 차의 앞부분은 보이므로 detection 가능

"학습 진행"

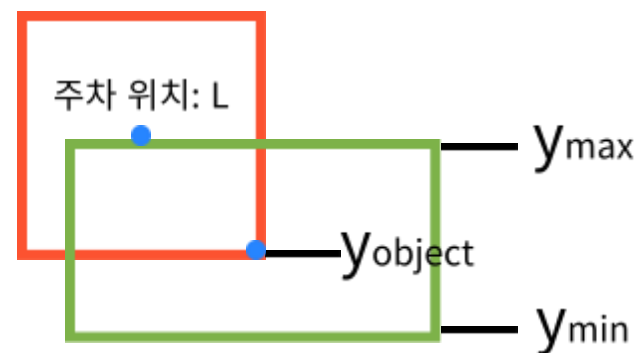


- 여러가지 하이퍼 파라미터를 변경해가며 학습 진행

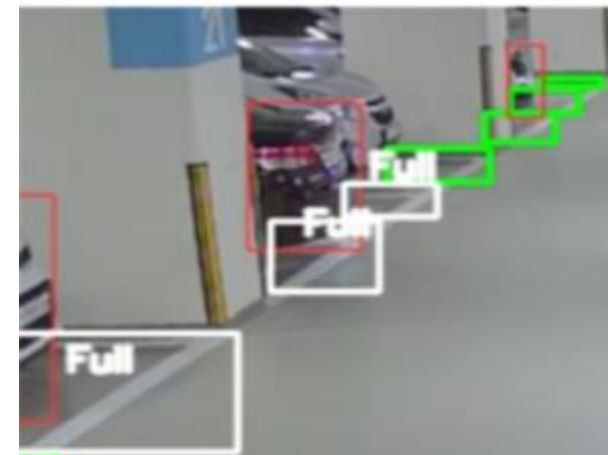
02 ROI를 활용한 실제 주차 구역 판단

면적을 기준으로 판단하다보니, 바로 옆의 주차면에도 판단이 잘못 적용되는 경우가 다수 존재했다.
따라서 실제 주차한 구역을 가려낼 수 있는 장치적인 알고리즘이 필요했다.

ROI 데이터 분석



적용 후



적용 전



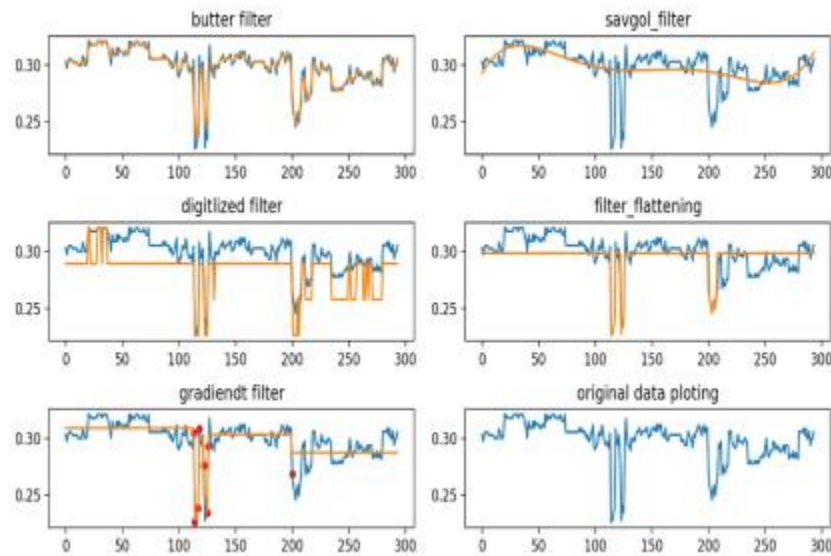
- **detection box**가 항상 $y_{min} < y_{object} < y_{max}$ 를 만족하도록 ROI를 설정할 수 있으며, 위의 관계를 이용하여 멀리 있는 사각지대의 주차 구역에 대한 판단 정확도 또한 향상시킬 수 있다.
- 주차되는 방향을 초기에 입력하여 잘못 판단할 가능성 낮춤
ex) 지정한 주차 구역 왼쪽에 주차되어야 하는데, 오른쪽에서 In 알고리즘 부합? -> 지나가는 차량이므로 판단 X

03 IOU/실시간 데이터 분석

지정된 주차면 ROI에 있는 차량이, 다른 차량에 의해 가려지게 되면 기존의 차량이 object detection 안됨.

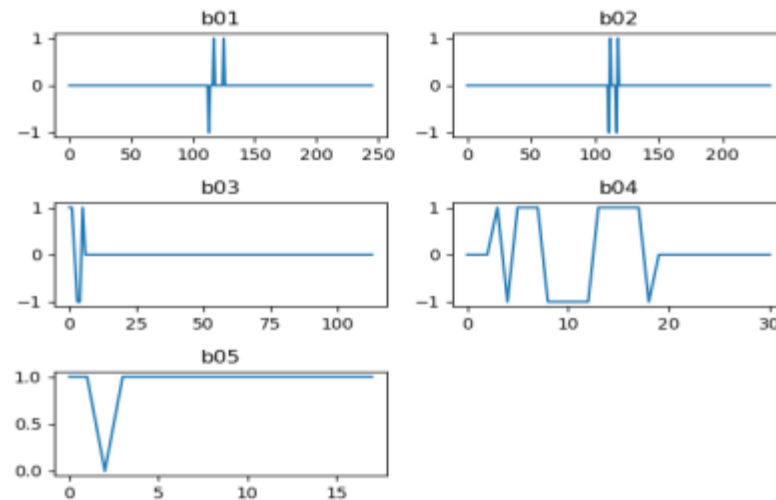
-> 실시간 IOU 데이터를 통한 주차 차량의 출입 인지 및 추적 알고리즘 개발

"IOU 데이터 denoising"



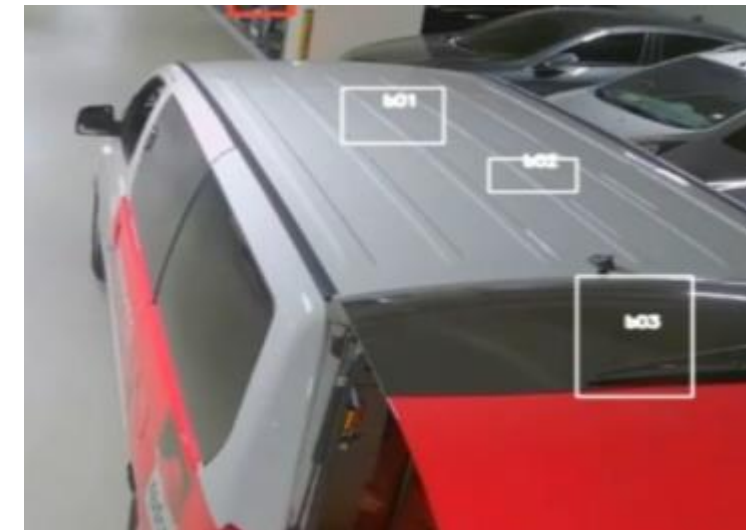
- IOU 데이터에서 발생한 불필요한 데이터를 제거하기 위해서, denoising 기법 사용
 - > butter filter, savgol filter, user define
 - > 최종적으로 differences filter 사용

"실시간 IOU 데이터 적용"



- 실시간 데이터를 통한 경향성 분석 및 적용
 - > 데이터 경향성 분석 및 알고리즘 생성
 - > 차량 진입시 1, 차량이 나갈시 -1 로 표기
 - > 차량이 가려져도 이전 상태 유지

"알고리즘 적용"



- 실시간 영상 적용
 - > 개발된 알고리즘에 적용
 - > 결과적으로 가려지게 되는 상황에서도 정확한 판단이 가능

04 TIME 알고리즘

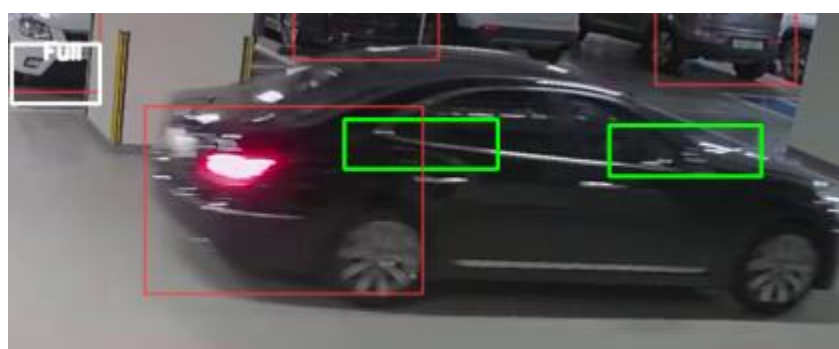
지나가는 차량에 의해 object detection이 달라지는 문제가 발생하였다.

따라서 time delay를 주어 object detection이 변해도 full, empty를 유지하도록 설정하였다.

지나가는 차량에 의해 "사물 인지" 문제 발생



FULL 일 때 지나가는 차량에 의해 OBJECT DETECTION이 되지 않을 시



EMPTY 일 때 지나가는 차량에 의해 OBJECT DETECTION 감지 시



특정 시간 이상으로 연속으로 OBJECT DETECTION 감지가 안될 시 EMPTY



지나가는 차량에 의해서도 정확한 판단 알고리즘 가능!



특정 시간 이상으로 연속으로 OBJECT DETECTION 인지 시 FULL

05 OBJECT DETECTION 방향 설정

ROI 위치와 object detection 위치에 따라 full empty 판단 가능하게 만들었다.

ROI와 object detection box의 center point의 위치를 계산하여 해당 조건을 만족 시 full로 판단한다.

1) left : l

ROI가 오른쪽, object detection이 왼쪽에 있을 시

2) right : r

ROI가 왼쪽, object detection이 오른쪽에 있을 시

3) up : u

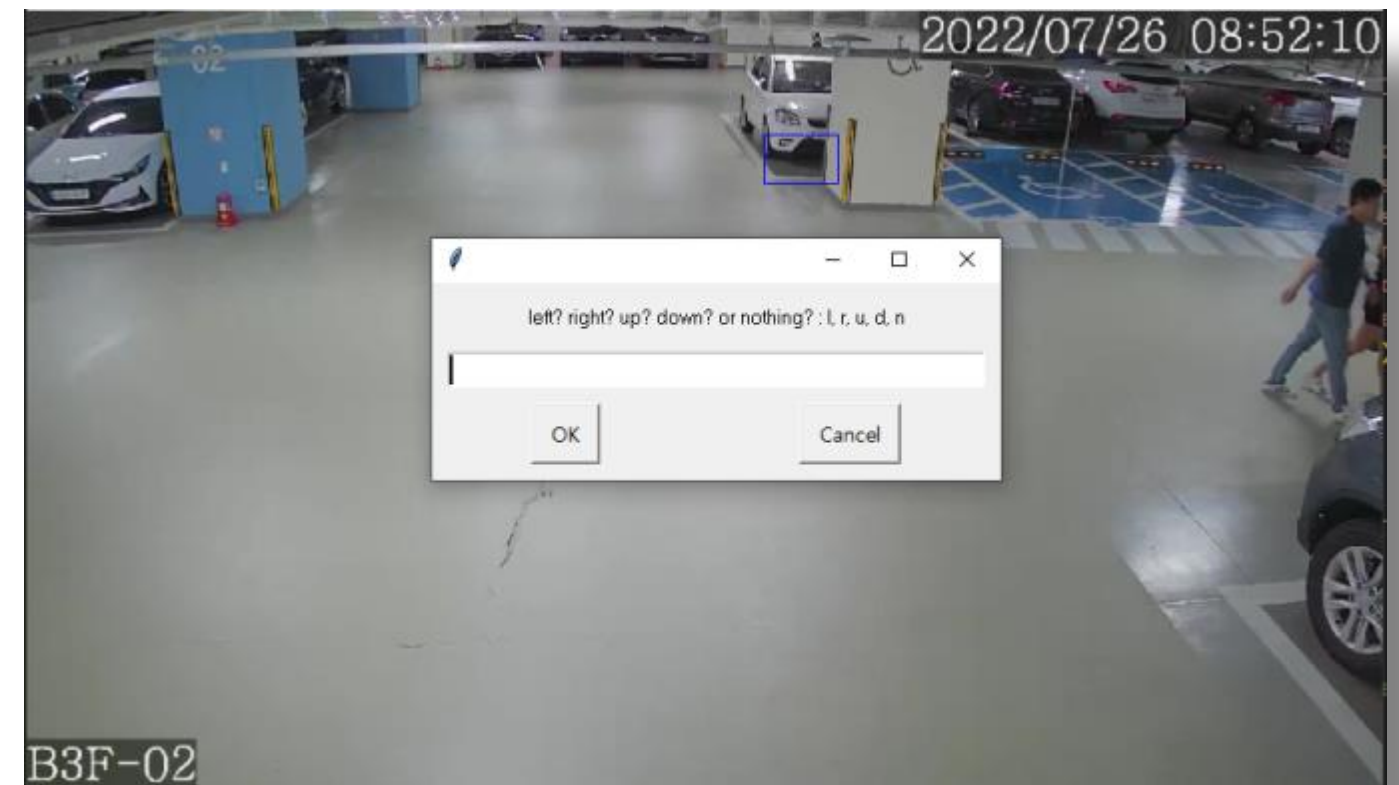
ROI가 아래쪽, object detection이 위쪽에 있을 시

4) down : d

ROI가 위쪽, object detection이 아래쪽에 있을 시

5) nothing : n

ROI, object detection이 위치에 상관없이 full empty를 판단하고 싶을 때



ROI 지정시 방향 설정 가능

05 OBJECT DETECTION 방향 설정



OBJECT DETECTION이 위에 있고 U로 ROI 지정 시

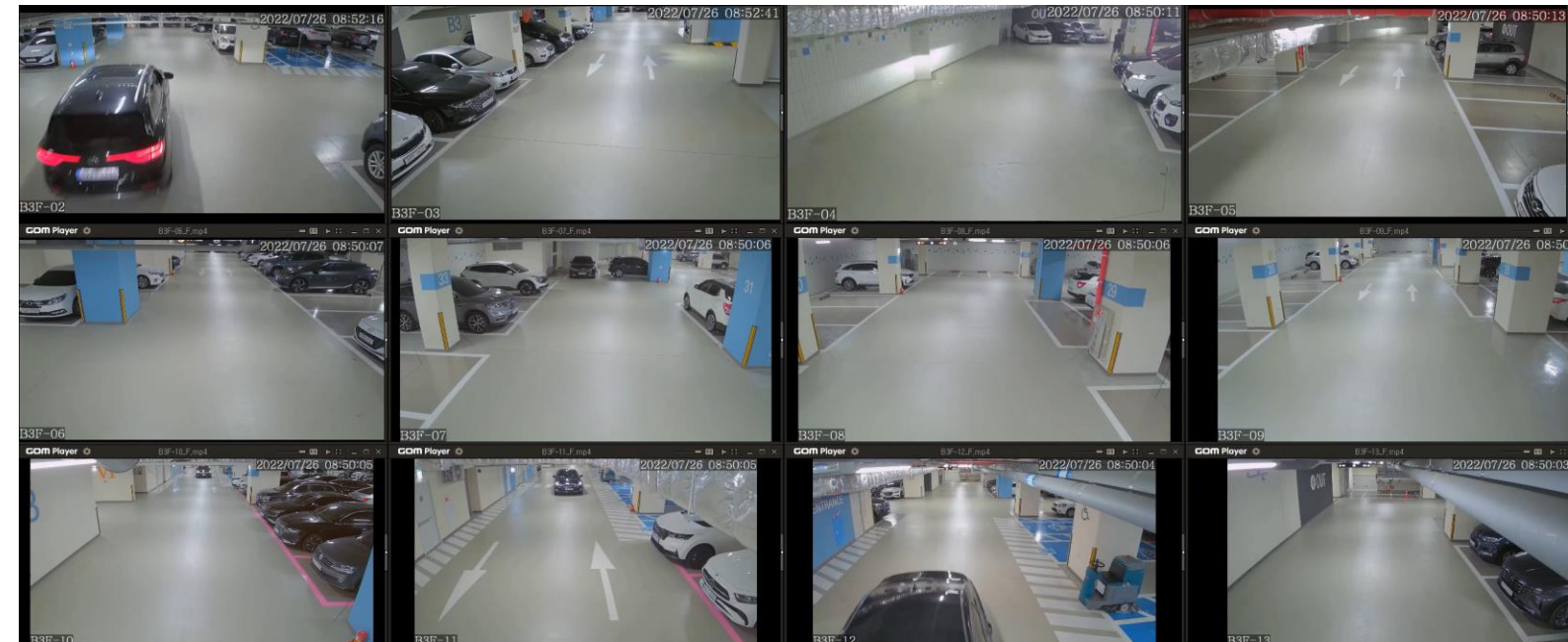
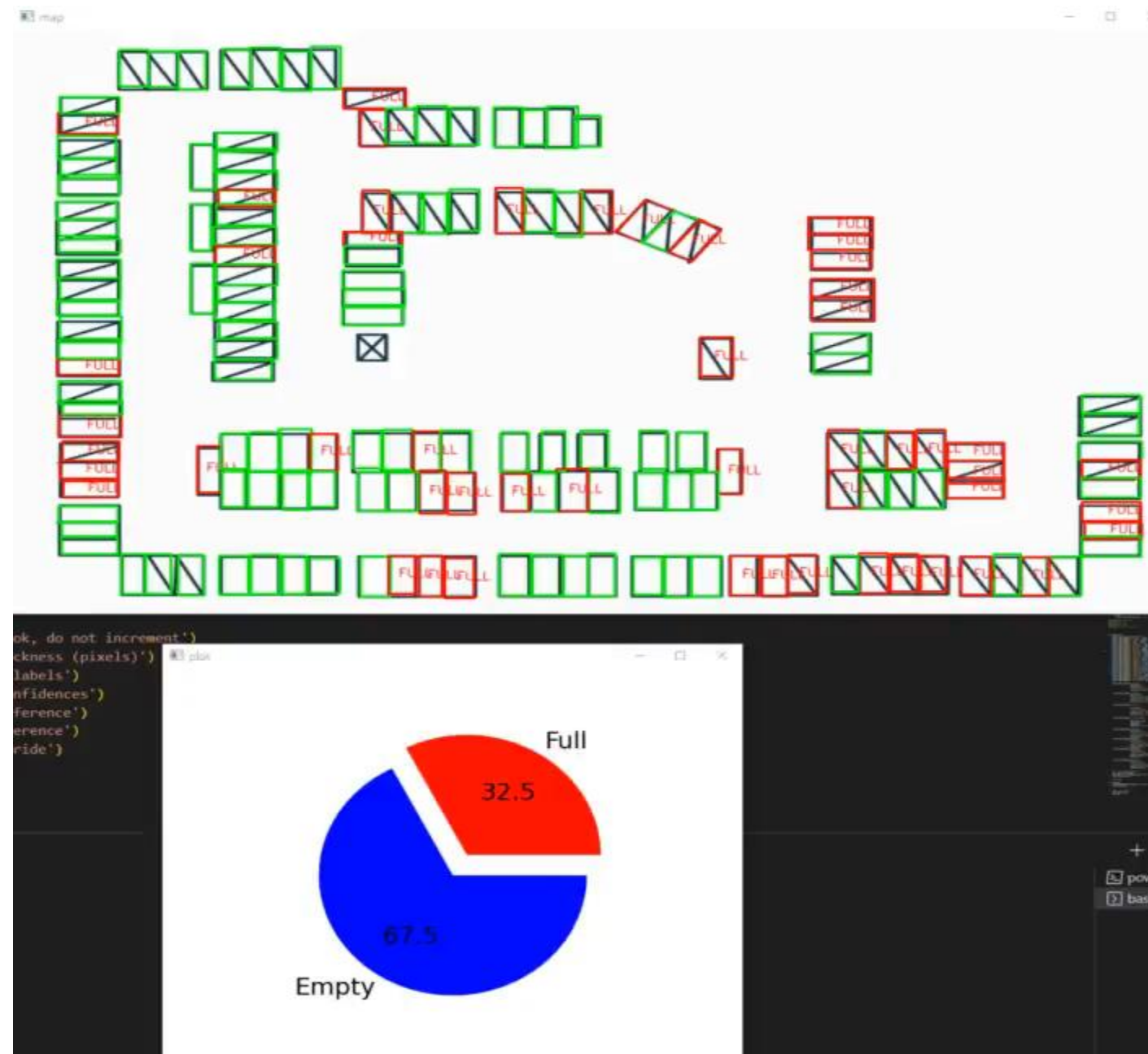


OBJECT DETECTION이 위에 있고 D로 ROI 지정 시



최종 결과물

Multithreading 기법으로 여러 CCTV에 대한 판단을 병렬적으로 처리한 후 이를 도면에 실시간으로 표시하였다.



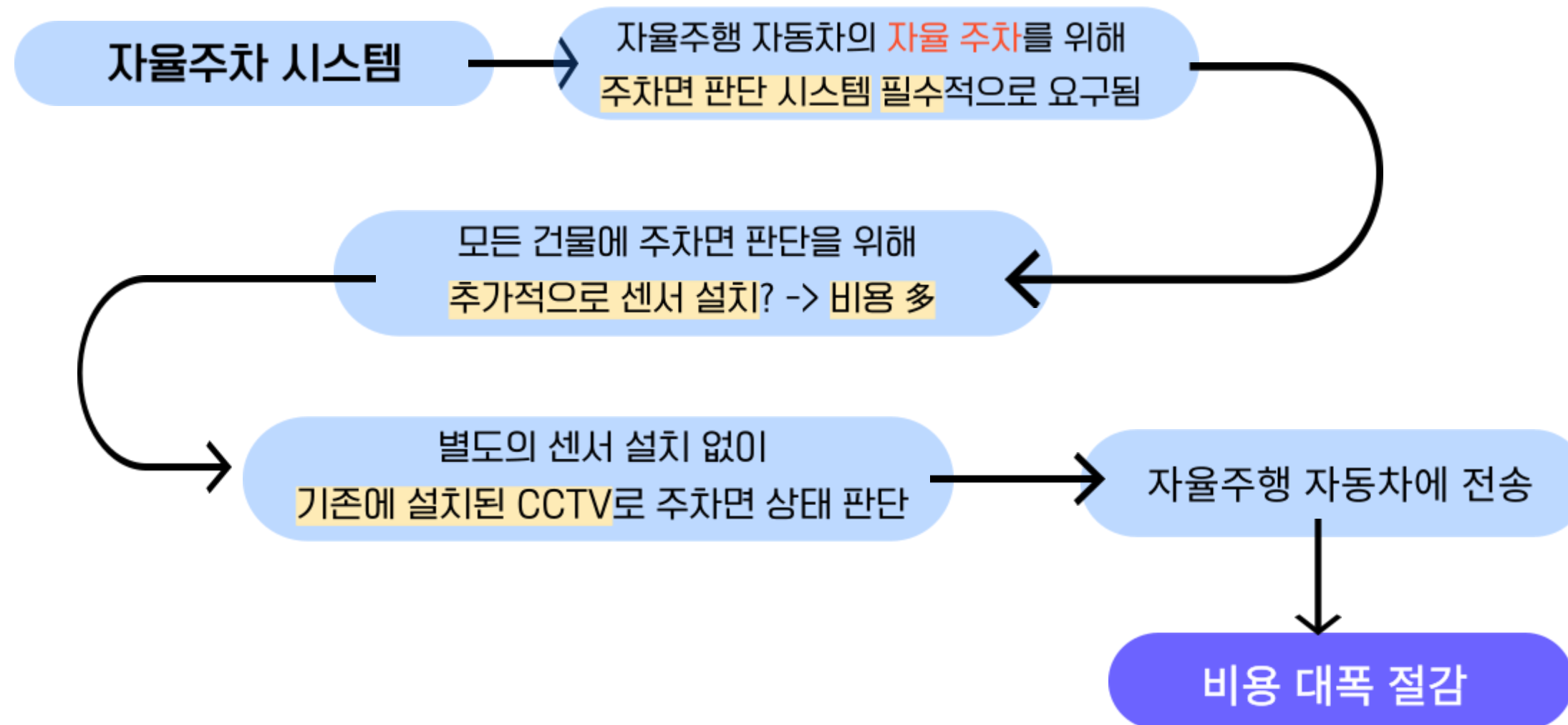
기대 효과 및 활용 방안

앱 연동

주차 유무 판단으로 얻은 데이터를 데이터 베이스에 구축 한 후, 앱과 연동시켜 앱 사용자에게 **개인별 맞춤 서비스** 제공을 할 수 있다는 점에서 기대효과가 높다.

자율 주행

자율주행 자동차가 주차장에 주차하기 위해 비어있는 주차 구역을 전달받아야 한다.
이에 적은 비용으로 해당 시스템을 구축할 수 있다는 점에서 높은 기대효과를 예상할 수 있다.



프로젝트를 마치며,,

김한솔

첫 기업 연계 파란학기인 만큼 기업으로부터 세밀한 멘토링에 너무 감사했습니다. 이런 자리를 마련해주신 혁신공유단과 아주대학교에 감사의 말씀을 드립니다. 또한 AI 주차면 판단 알고리즘을 만들기 위해서는 혼자만으로 어려웠기에 팀원들 각각의 역할을 충실히 이행하기가 필수적이었습니다. 바쁜 와중에도 곳곳이 자기 역할을 다해준 팀원들에게도 감사드립니다. 한학기 동안 고생하셨습니다.

방범하

학업을 통해서 얻은 이론적 지식을 파란학기 기업 연계 프로젝트를 통해서 적용 해볼수 있어 좋았습니다.

이론을 잘 알더라도, 실제 상황에 적용하는 과정에서 혼자서라면 못했을 것도 팀원들과 같이 해서 어려운 상황을 잘 이겨 낼수 있었습니다.

방지윤

파란학기 덕분에 기업으로부터 과제를 받아 프로젝트를 진행하는 기회를 가질 수 있었고, 자율 주차 시스템에 필수적으로 요구되는 AI 주차면 판단 알고리즘을 성공적으로 구현하여 뜻깊었다.
한 학기동안 정말 고생 많이 한 팀원 분들께 감사하다.

이가은

파란학기 기업 연계 프로젝트를 통해 기업과 협업하는 방법을 배울 수 있었고 기술적으로 부족한 부분에 하여 도움을 얻을 수 있어서 좋은 기회였던 것 같습니다. 또, 관심있는 ai 분야의 프로젝트를 파란학기를 통해 수행함으로써 더욱 저의 진로 방향에 대하여 확고해질 수 있는 계기가 된 것 같습니다. 한학기 동안, 프로젝트를 위해 치열하게 고민하시고 수행하신 팀원 분들께 정말 감사드리고 팀원 분들 덕분에 저 또한 많이 성장할 수 있었던 것 같습니다!



감사합니다