

자동차 상태 분석을 위한 Sim2Real 딥러닝 기반 자동차 동작 인식 시스템

38조 – 여기에 팀 이름 입력

201524582 – 정희석

201524527 – 이석준

201524473 – 방형진

Contents.

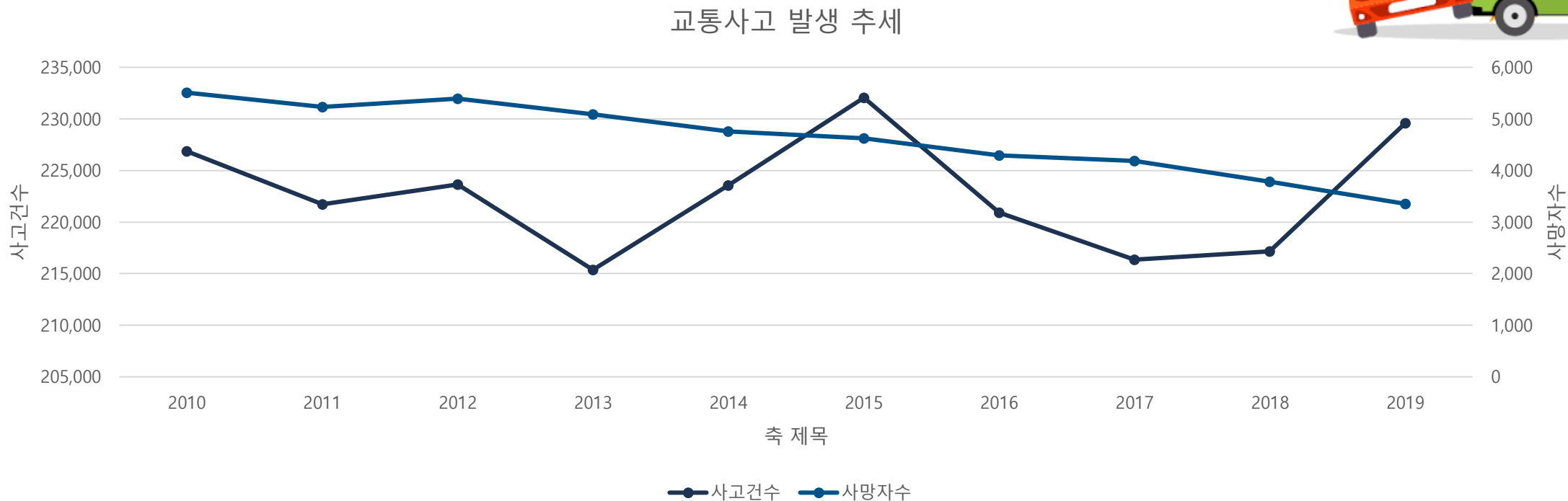
- | | | |
|----------|---------|----------|
| 1 | 프로젝트 개요 | Outline |
| 2 | 프로젝트 진행 | Progress |
| 3 | 프로젝트 결과 | Outcome |

Part 1, 프로젝트 개요

1. 프로젝트 주제 선정 배경
2. 프로젝트 목표
3. 프로젝트 배경 지식
4. 프로젝트 개발 환경



프로젝트 주제 선정 배경



차량 보유 대수 증가

대한민국의 차량보유 대수는 2020년 기준 2409만대가 넘음.

매년 20만 건 이상의 교통사고

2010년 부터 하루 평균 600건 이상의 교통사고가 발생.

시각 정보에 의존하는 사고처리

사고 발생시 주변 차량의 블랙박스 영상, 도로 CCTV등 시각적 데이터에 의존.

Part 1, 프로젝트 개요

Outline

프로젝트 주제 선정 배경

구분	동력제어	안전제어	편의제어	ICT 연동
목적	배기가스 정화 연비 향상	안전향상	편의향상 쾌적함 향상	편리성 향상
시스템	- 연료분사 제어 - 공연비/피드백 제어 - 회박연소 제어 - 자동변속기 제어	- 서스펜션 제어 - ABS/ESP - 주행저지제어 - 충돌방지제어 - 오토크루즈 제어 - 에어백 시스템 - 차선 이탈 제어 - TPMS	- HVAC 제어 - 실내공기정화제어 - 전조등 제어 - 자동주차(MP) - 실내등 제어 - 졸음감시시스템 - 자동 윈도우/선루프	- 차량 인포테인먼트 - 카 네비게이션 - V2X차량통신 - 하이패스 - HMI - 블랙박스
센서	거리	- 레이더센서 - 스테레오카메라센서 - 레이저센서 - 초음파센서	- 초음파센서 - 주차용장거리센서	
가속도	- Knock 센서 - Misfire 센서	- 에어백충격센서 - 사이드충격센서 - 3축가속도센서		
각속도		- 3축 Yaw Rate 센서		- 3축 자이로센서
압력	- 엔진흡기압센서 - 대기압센서 - 연소압력센서 - 탱크압센서 - 배기압력센서 - MAP센서	- 브레이크압센서 - 조향압센서 - 서스펜션압센서 - 변속기압센서 - 타이어압센서	- 에어관압센서	
유량	- 흡기공기량센서	- 실내공기조유량센서		
위치	- 쓰루로 위치센서 - 페달위치센서 - 차량속도센서 - 엔진RPM센서 - 펌프RPM센서 - 모터 RPM센서 - 캠축각도센서 - 변속기속도센서	- 조향각센서 - 토크센서 - 차높이센서 - 차륜속도 - 차량속도	- 조향각센서 - 바퀴각도센서 - 선루프 위치센서 - 윈도우 위치센서	- 3축지자기센서
전류	- 전류센서			
전파		- 스마트키안테나		- 라디오안테나 - GPS - 하이패스안테나 - V2X안테나
광	- 엔진점화시기	- 적외선카메라 - 전방/후방카메라	- 레이저센서 - 조도센서 - 적외선온도센서 - 인체감지센서 - 실내감시카메라 - 합승자감지센서 - 안개센서	- 하이패스적외선송수신 - 블랙박스카메라 - 제스처인식카메라
온도	- 엔진냉각수온도 - 연료온도 - 흡기온도 - 배기가스온도	- 냉기/외기온도센서		



자동차 내장 센서 개수 증가 자동차의 전자식 제어 도입
30여종 200개 이상의 센서가 탑재 * 자동차 내의 거의 모든 동작을
ECU(Electronic Control Unit)을 통해 제어

OBD-II 프로토콜 표준화

표준화된 OBD(On-Board Diagnostics, 온보드 진단기) 장치를 통해
ECU로 부터 실시간 차량 센서데이터에 접근이 가능해 졌다.

프로젝트 목표

졸업 과제 목표:

실제 차량 데이터와 시뮬레이터 차량 데이터에서 모두 동작이 가능한
Sim2Real 딥러닝 기반 자동차 동작 인식 모델 제작

기존 진행 연구:

실시간 운전자 행동 분석을 위한 차량 상태 인식
온-디바이스 딥 러닝 시스템의 설계 및 구현

<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09346417>

위 연구는 학습과 예측 모두 실제 차량 데이터를 사용.

졸업 과제 진행:

- 학습으로 차량 시뮬레이션 프로그램의 차량 센서 데이터를 사용
- **Sim2Real 기술을 적용하여 실제 차량의 센서데이터와 비슷하게 가공**
- 예측 데이터로써 실제 차량 데이터를 사용한다.





Q.

왜? OBD(실제 차)가 아니라 시뮬레이터인가?

왜? OBD가 아니라 시뮬레이터인가?

OBD(실제 차량)

- + 수집한 데이터의 정규화 과정과 같은 전처리가 기본적으로 필요 없음
- + 실제 차량의 센서 데이터 이므로 데이터 간의 차이가 크지 않음
- 데이터를 얻기 위해서 주행 코스, 실제 차량과 같은 물리적인 자원이 필요하다
- 테스트 도중 교통 사고 같은 돌발 상황이 발생할 수 있음

Simulator(시뮬레이터)

- + 사고 데이터 등과 같이 실제 테스트가 힘든 상황의 데이터도 안전하게 수집 가능
- + 물리적인 자원이 차량에 비해서 적게 든다
- 수집한 데이터를 바로 사용할 수 없고 정규화 과정과 같은 전처리가 필요
- 시뮬레이터 내부의 구현에 따라서 실제 데이터와 차이가 많을 수 있다

프로젝트 배경 지식

Q. Sim2Real이란?

A. Simulation to Real world

시뮬레이션 프로그램 등에서 얻어낸 가상의 데이터로
실제 데이터를 대체.

1. System Identification

데이터 추출 프로그램을 개량하여
실제 데이터와 유사한 테스트 데이터를 만들어 냄

Sim2Real

2. Domain Randomization

일정 개수의 데이터를 추출해 낸 뒤
알고리즘을 통해 랜덤하게 조정된 데이터들을 만들어 냄

3. Data Adaptation

시뮬레이션 프로그램에서 데이터를 추출해내고
이를 후처리를 통해 실제 데이터와 비슷하게 만들어 냄.

프로젝트 개발 환경



Hardware:
Logitech G29 racing wheel

Software:
EuroTruck Simulator 2

Simulator Environment



Hyundai Elantra 2017

Simulator Vehicle



Hyundai Kona 2017

Real Vehicle

OS: Windows 10
Language: Python 3.7.5
Framework:
Google Colab with
TensorFlow 2.3.0

OS & Language

Part 2, 프로젝트 진행

1. 진행 과정
2. 데이터 수집 및 분석 (방형진)
3. 데이터 정규화 및 모델링 (정희석)
4. 예측 GUI 프로그램 구현 (이석준)



진행 과정

STEP 1

예측할 동작 종류 결정
시뮬레이션 프로그램에서
가상 데이터 수집 및 분석



STEP 2

실제 차량 데이터와 비교
&
시뮬레이션 데이터 정규화

>>

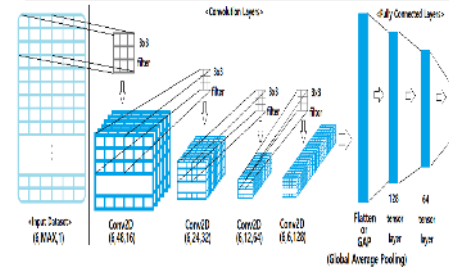
센서종류	Velocity (km/h)	Lateral Acceleration(g)	Yaw Rate (°)	Steering Wheel (°)	Accel Pad (%)	Brake Pad (%)
실제 데이터	[0.255]	[-1.99.2]	[-128.128]	[-540.540]	[0.100]	[0.100]
기본 값	[0.0.255.0]	[-100.0.100.0]	[-1.1]	[-1.0.1.0]	[0.0.1.0]	[0.0.1.0]
1차 정규화(주행)	[0.255]	[-100.0.100.0]	[-1000.1000]	[-450.450]	[0.100]	[0.100]
범위 제한	[0.120]	[-2.0.2.0]	[-45.0.45.0]	[-270.270]	[0.80]	[0.50]
2차 정규화(모델)	[0.120]	[-0.5.0.5]	[-22.5.22.5]	[-270.270]	[0.80]	[0.50]

*Yaw Rate, Steering Wheel: 실제와 시뮬레이터 값의 부호가 반대

>>

STEP 3

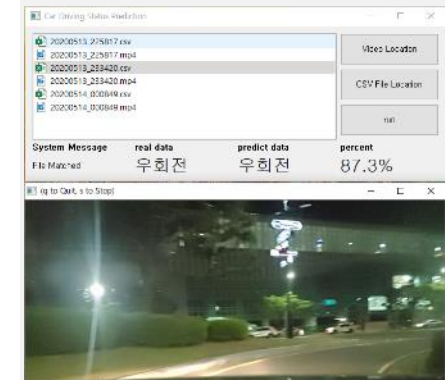
예측 딥러닝 모델 구현
&
모델 개량



STEP 4

예측 결과 출력 용
UI 프로그램 작성

>>



예측 대상 차량의 동작 결정

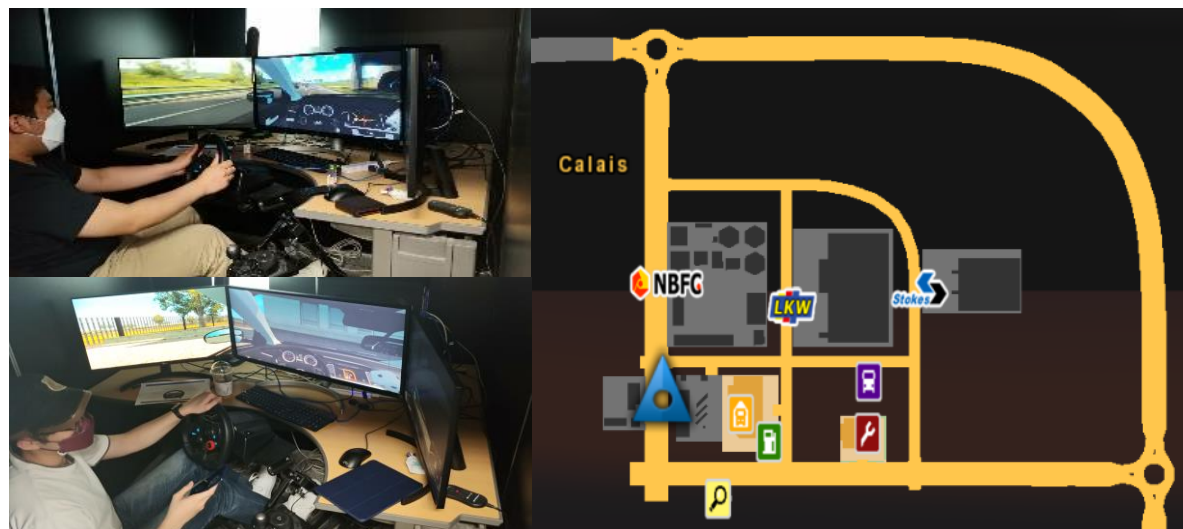
가장 기본이 되는 차량의 동작에는 직진, 정지, 좌/우회전이 있고
추가적으로 커브 주행과 차선 변경이 있다.

		
직진	정지	좌/우회전
		
좌측 커브	우측 커브	차선 변경

학습 데이터 수집



Euro Truck Simulator 2 프로그램 사용



데이터 수집 장면

데이터 수집 코스 맵

Timestamp	Odometer	Gear(dash)	RPM	Fuel_level	Avg_fuel_	Velocity	Accelerati	Accelerati	Accelerati	Coordinat	Coordinat	Coordinat	Rotation_	Rotation_	Rotation_a	Steering_v	Accelerate	Brake	Clutch	Winker(lef	Winker(rig
20200518	132828	0	1008	327.932	0.31435	58.0445	0.32436	-0.06632	0.17868	-30280.4	11.242	-4743.28	0.49895	-0.00178	-1.25E-06	0.00415	0	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1008	327.932	0.31435	58.0117	0.53615	-0.01019	0.18143	-30280.4	11.2419	-4742.48	0.49895	-0.00178	9.27E-05	-0.00133	0	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1014	327.931	0.31435	57.9901	0.58232	-0.03347	0.18113	-30280.4	11.2418	-4741.94	0.49887	-0.00178	0.000117	-0.00722	0.19047	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1020	327.93	0.31435	57.971	0.66911	-0.0283	0.17663	-30280.4	11.2416	-4741.4	0.49869	-0.00178	0.000138	-0.0121	0.38095	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1025	327.93	0.31435	57.9631	0.67436	-0.02752	0.17179	-30280.4	11.2416	-4741.13	0.49856	-0.00178	0.000146	-0.02092	0.60156	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1030	327.928	0.31435	57.956	0.77245	-0.02502	0.1656	-30280.4	11.2415	-4740.87	0.49838	-0.00178	0.000163	-0.02443	0.69922	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1039	327.925	0.31435	57.9478	0.92964	0.02607	0.12493	-30280.4	11.2416	-4740.06	0.49756	-0.00179	0.000243	-0.02992	0.875	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1041	327.923	0.31435	57.9512	0.87691	0.03688	0.10087	-30280.4	11.2416	-4739.79	0.49725	-0.00179	0.000264	-0.03133	0.92969	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1045	327.918	0.31435	57.9785	0.69953	0.03904	0.00268	-30280.5	11.2417	-4738.99	0.49635	-0.0018	0.000283	-0.03142	1	0.00.0	0	0	0

수집된 데이터 분석용 샘플

Part 2, 프로젝트 진행

Progress

데이터 선별 및 라벨링

시뮬레이터 데이터

Timestamp	Odometer	Gear(dash)	RPM	Fuel_level	Avg_fuel	Velocity	Accelerat	Accelerati	Accelerati	Coordinat	Coordinat	Coordinat	Rotation_e	Rotation_e	Rotation_a	Steering_v	Accelerat	Brake	Clutch	Winker(left)	Winker(right)
20200518	132828	0	1008	327.932	0.31435	58.0445	0.32436	-0.06632	0.17868	-30280.4	11.242	-4743.28	0.49895	-0.00178	-1.25E-06	0.00415	0	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1008	327.932	0.31435	58.0117	0.53615	-0.01019	0.18143	-30280.4	11.2419	-4742.48	0.49895	-0.00178	9.27E-05	-0.00133	0	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1014	327.931	0.31435	57.9901	0.58232	-0.03347	0.18113	-30280.4	11.2418	-4741.94	0.49887	-0.00178	0.000117	-0.00722	0.19047	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1020	327.93	0.31435	57.971	0.66911	-0.0283	0.17663	-30280.4	11.2416	-4741.4	0.49869	-0.00178	0.000138	-0.0121	0.38095	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1025	327.93	0.31435	57.9631	0.67436	-0.02752	0.17179	-30280.4	11.2416	-4741.13	0.49856	-0.00178	0.000146	-0.02092	0.60156	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1030	327.928	0.31435	57.956	0.77245	-0.02502	0.1656	-30280.4	11.2415	-4740.87	0.49838	-0.00178	0.000163	-0.02443	0.69922	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1039	327.925	0.31435	57.9478	0.92964	0.02607	0.12493	-30280.4	11.2416	-4740.06	0.49756	-0.00179	0.000243	-0.02992	0.875	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1041	327.923	0.31435	57.9512	0.87691	0.03688	0.10087	-30280.4	11.2416	-4739.79	0.49725	-0.00179	0.000264	-0.03133	0.92969	0.00.0	0	0	0
20200518	132828	0	1045	327.918	0.31435	57.9785	0.69953	0.03904	0.00268	-30280.5	11.2417	-4738.99	0.49635	-0.0018	0.000283	-0.03142	1	0.00.0	0	0	0

공통 부분)

엑셀, 브레이크, 속도, 조향 핸들, 각 속도(회전량), 좌우 가속도, **전후 가속도**
(Accel, Brake, Velocity, Steering, Rotate_Z, Acceleration_X, **Acceleration_Z**)

실제 데이터

ms	s	Steering	Brake	Speed	FL_Speed	FR_Speed	RL_Speed	RR_Speed	Throttle_Pos.	Accel	Long Acc.	Yaw Deg.	Later Acc.
37	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
187	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
287	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
387	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
488	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
588	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
689	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
789	00:00	280	73	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0
890	00:00	280	55	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00167	0
990	00:00	280	55	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00167	0
1090	00:01	280	51	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0.0625
1190	00:01	280	51	0	0	0	0	0	0	3.137255	0	-0.00333	0.0625
1291	00:01	280	52	0	0	0	0	0	0	2.745098	0	-0.00167	-0.0625
1391	00:01	280	52	0	0	0	0	0	0	2.745098	0	-0.00167	-0.0625

선별된 시뮬레이터 데이터

Timestamp	Velocity	Accel_X	Rotate_Z	Steering_w	Accelerato	Brake	Winker(left)	Winker(right)	Label	Timecheck
20200722	0	-4.20E-05	0.0019	-10	0	0	0	0	7	0:00:00
20200722	0	-0.00012	0.0008	-10	0	0	0	0	7	0:00:00
20200722	0	7.10E-05	0.0004	-10	0	0	0	0	7	0:00:00
20200722	0	5.50E-05	0.0011	-10	0	0	0	0	7	0:00:00

선별된 실제 데이터

Velocity	Accel_X	Rotate_Z	Steering_w	Accelerato	Brake	Label
0	0	0	280	0	73	7
0	0	0	280	0	73	7
0	0	0	280	0	73	7
0	0	0	280	0	73	7

학습 및 실제 데이터 분석

시뮬레이터 데이터 (데이터 범위)

센서종류	Velocity (km/h)	Lateral Acceleration(g)	Yaw Rate (°)	Steering Wheel (°)	Accel Pad (%)	Brake Pad (%)
기본 값	[0.0:255.0]	[-100.0:100.0]	[-1:1]	[-1.0:1.0]	[0.0:1.0]	[0.0:1.0]

(데이터 분포)

ALL	Velocity	Accel_X	Rotate_Z	Steering	Accel	Brake
Average	56.07	0.00	-0.07	0.32	18.44	2.08
MAX	115.00	6.85	81.97	365.00	100.00	100.00
95%	93.00	0.52	6.54	79.00	60.00	19.00
90%	86.00	0.28	3.85	24.00	50.00	1.00
85%	82.00	0.16	2.57	15.00	44.00	0.00
Q1(75%)	74.00	0.06	1.19	8.00	33.00	0.00
MEDIAN	58.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00
Q3(25%)	41.00	-0.06	-1.26	-8.00	0.00	0.00
15%	32.00	-0.16	-2.77	-16.00	0.00	0.00
10%	23.00	-0.28	-4.08	-27.00	0.00	0.00
5%	0.00	-0.50	-6.89	-83.00	0.00	0.00
MIN	0.00	-12.04	-82.64	-239.00	0.00	0.00

실제 데이터 (데이터 범위)

센서종류	Velocity (km/h)	Lateral Acceleration(g)	Yaw Rate (°)	Steering Wheel (°)	Accel Pad (%)	Brake Pad (%)
실제 데이터	[0:255]	[-1.99:2]	[-128:128]	[-540:540]	[0:100]	[0:100]

(데이터 분포)

ALL	Velocity	lateral acc	yaw rate	Steering	Accel	Brake
Average	28.35	0.00	0.03	1.23	5.30	5.94
MAX	72.00	0.35	40.38	381.00	54.12	96.00
95%	63.00	0.11	3.25	13.00	23.53	22.00
90%	58.00	0.06	1.56	5.00	19.22	20.00
85%	56.00	0.05	0.56	3.00	16.08	17.00
Q1(75%)	49.00	0.02	0.13	1.00	10.20	13.00
MEDIAN	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3(25%)	0.00	-0.02	-0.19	0.00	0.00	0.00
15%	0.00	-0.02	-0.50	-1.00	0.00	0.00
10%	0.00	-0.03	-1.06	-5.00	0.00	0.00
5%	0.00	-0.14	-2.75	-13.00	0.00	0.00
MIN	0.00	-0.49	-35.44	-380.00	0.00	0.00

시뮬레이션 데이터와 실제 차량 데이터를 분석
해당 자료를 바탕으로
시뮬레이션 데이터 정규화

데이터 정규화

센서종류	Velocity (km/h)	Lateral Acceleration(g)	Yaw Rate (°)	Steering Wheel (°)	Accel Pad (%)	Brake Pad (%)
실제 데이터	[0:255]	[-1.99:2]	[-128:128]	[-540:540]	[0:100]	[0:100]
기본 값	[0.0:255.0]	[-100.0:100.0]	[-1:1]	[-1.0:1.0]	[0.0:1.0]	[0.0:1.0]
1차 정규화(추출)	[0:255]	[-100.0:100.0]	[-1000:1000]	[-450:450]	[0:100]	[0:100]
범위 제한	[0:120]	[-2.0:2.0]	[-45.0:45.0]	[-270:270]	[0:80]	[0:50]
2차 정규화(모델)	[0:120]	[-0.5:0.5]	[-22.5:22.5]	[-270:270]	[0:80]	[0:50]

*Yaw Rate, Steering Wheel: 실제와 시뮬레이터 값의 부호가 반대

1차 정규화

```
dlist[STEERING] = round(float(dlist[STEERING]) * 450, 0) * -1
dlist[ACCEL] = round(float(dlist[ACCEL]) * 100, 0) # accel
dlist[BRAKE] = round(float(dlist[BRAKE]) * 100, 0) # brake
dlist[ACCELY] = round(float(dlist[ACCELY]), 6)
dlist[ROTATEZ] = round(float(dlist[ROTATEZ]) * 10000, 4) * -1
dlist[VELOCITY] = round(float(dlist[VELOCITY]), 0)
```

1) 추출 값을 반올림 & 값 범위 맞추기 진행

범위 제한

```
VELOCITY = 0
ACCEL_X = 1
ROT_Z = 2
STEERING = 3
ACCEL = 4
BRAKE = 5
VELOCITY_MAX = 120
ACCEL_X_MAX = 2.0
ACCEL_X_MIN = -2.0
ROT_Z_MAX = 45
ROT_Z_MIN = -45
STEERING_MAX = 270
STEERING_MIN = -270
ACCEL_MAX = 80
BRAKE_MAX = 50
```

2) 범위를 벗어나는 값을 최대|최소 값으로 고정

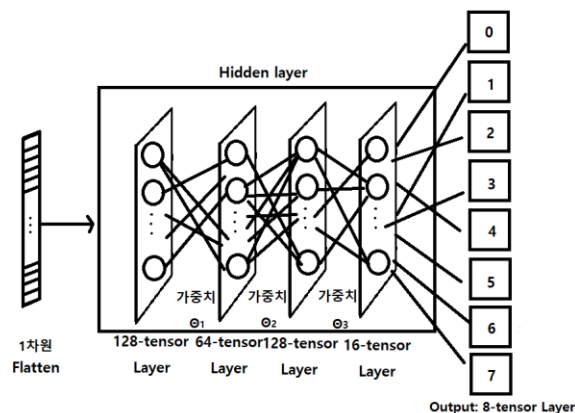
2차 정규화

```
reg = [1, 4, 2, 1, 1, 1]
reg = np.array(reg)
train_array = train_array/reg
test_array = test_array/reg
```

3) 좌우 가속도와 각속도에 대해 범위 맞추기 진행

초기 모델링

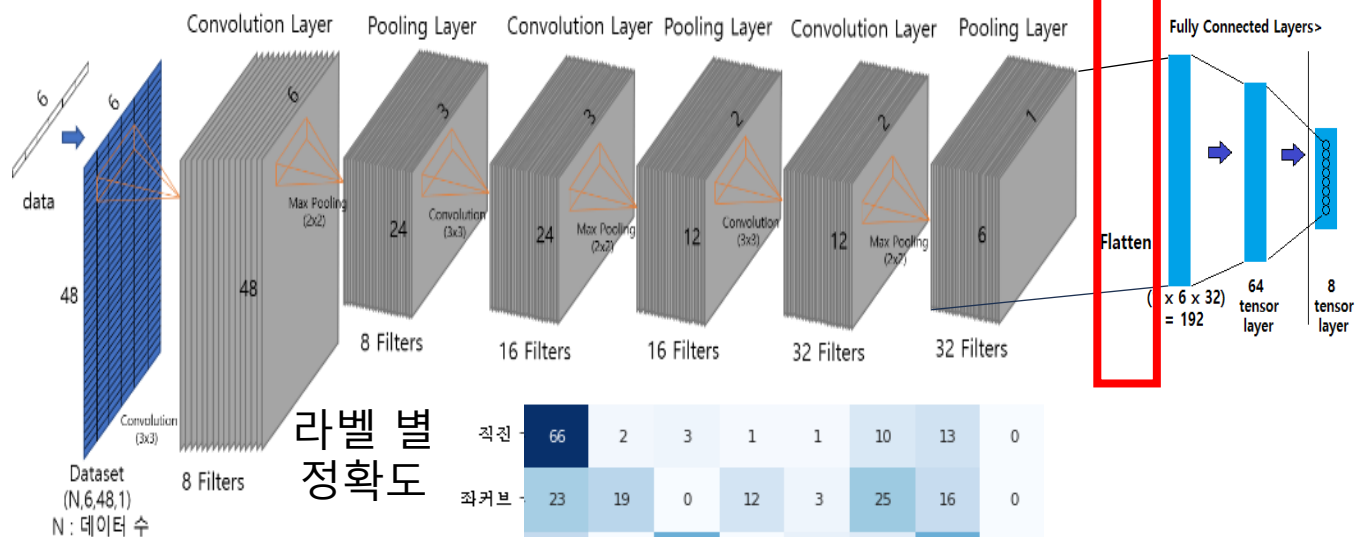
DNN 모델



라벨 별 정확도

직진	66	1	1	0	0	19	9	0
좌커브	30	12	0	5	1	30	18	0
우커브	26	0	24	2	3	14	25	2
좌회전	9	10	0	52	6	12	8	0
우회전	45	0	4	4	22	12	9	0
좌차선	57	2	1	0	6	13	17	0
우차선	58	1	13	0	0	16	9	0
정지	2	0	0	1	0	0	0	93
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

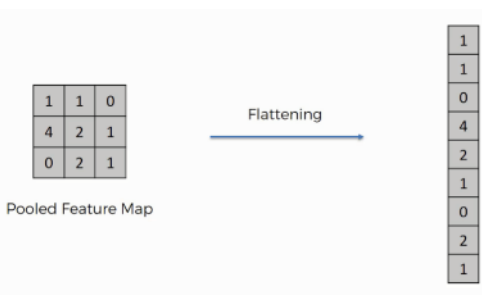
CNN 모델



라벨 별 정확도

직진	66	2	3	1	1	10	13	0
좌커브	23	19	0	12	3	25	16	0
우커브	17	0	33	0	5	8	33	0
좌회전	7	14	1	53	7	3	9	2
우회전	51	0	7	2	23	2	11	0
좌차선	46	4	5	1	4	17	19	0
우차선	57	1	6	0	3	16	15	0
정지	40	0	3	1	1	0	5	47
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

모델 제작



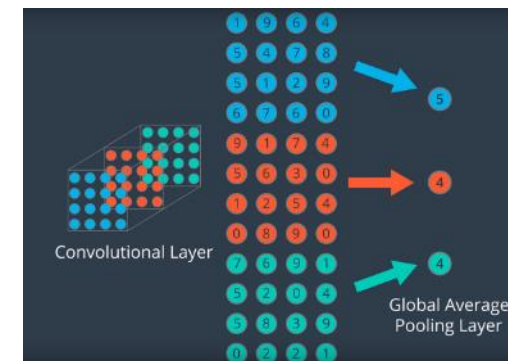
CNN
Flatten

Convolution Layer의
모든 값을 다 가지는
단순한 1차원 Layer

Combined
model

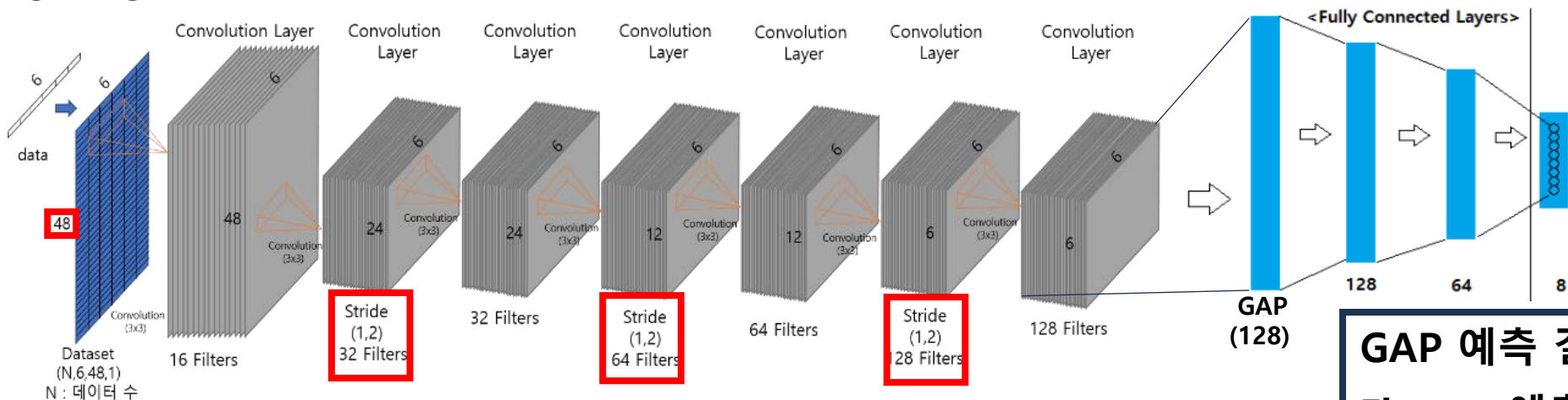
CNN
Global Average Pooling

Convolution Layer의
각 채널별로 평균 값을
구하여 해당 값들을
가지는 1차원 Layer

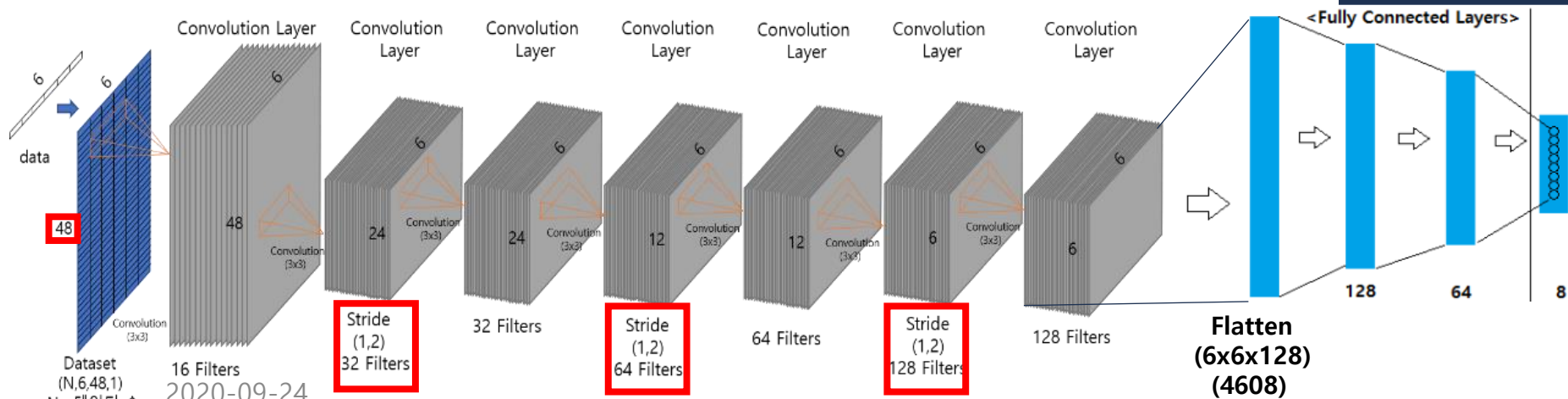


모델 제작

CNN-GAP

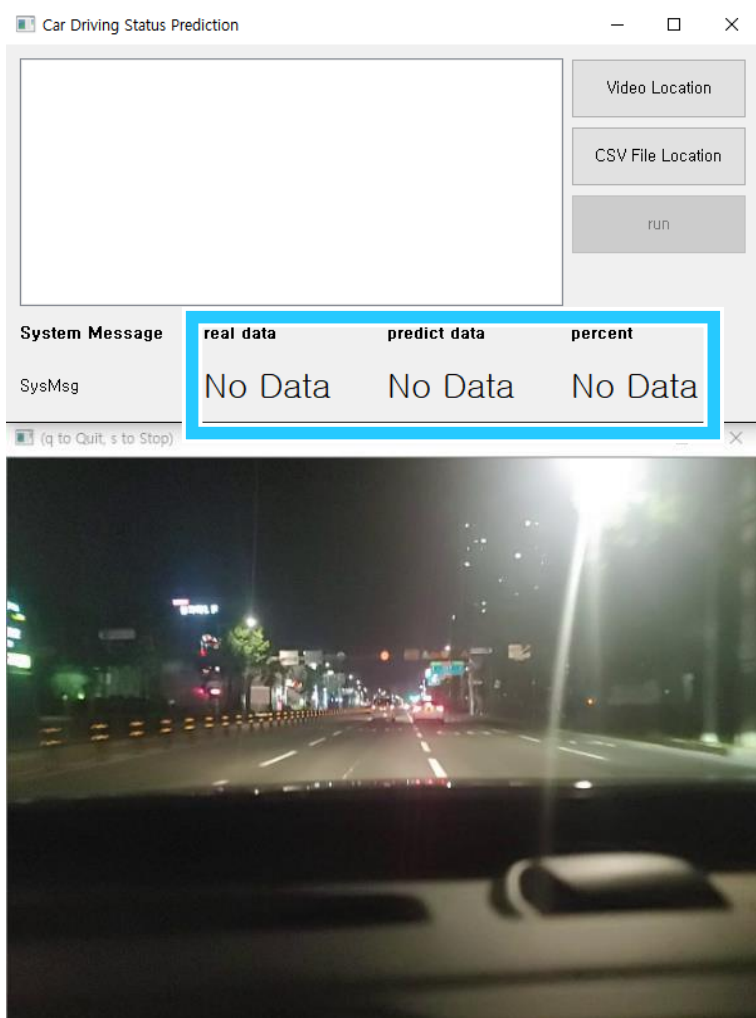


CNN-Flatten



GAP 예측 결과: 직진, 좌/우 차선, 정지
Flatten 예측 결과: 좌/우 커브, 좌/우 회전

데이터 분석 프로그램 UI



- PyQt5
- 기본적인 프로그램 UI
- 파일을 불러오고 실행시키는 전체적인 동작



- OpenCV
- 차량 운전 데이터 재생
- 영상의 frame 정보를 받아서 연속적으로 실행



- Tensorflow, Keras
- 학습된 모델을 이식해서 파일을 분석
- 예측 결과를 UI에 표시

데이터 분석 프로그램 UI



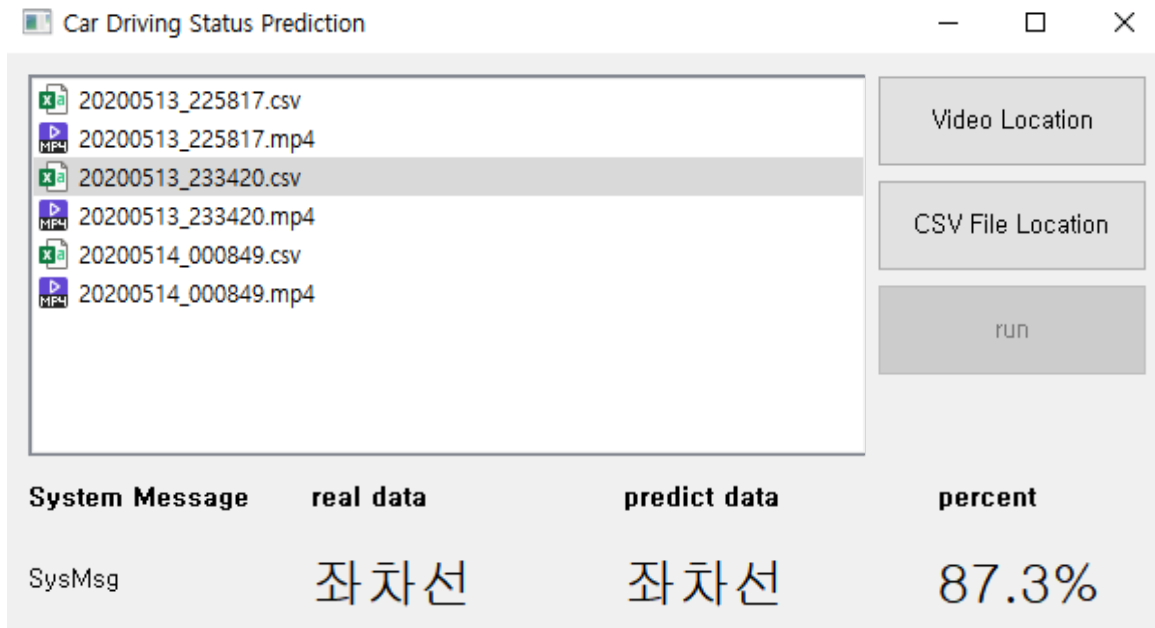
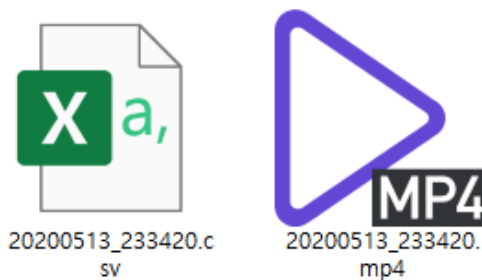
Sim2Real_Model_CNN_FLAT_TEN_Final.h5

- CNN Flatten Model
- 좌/우 커브 데이터
- 좌/우 회전 데이터



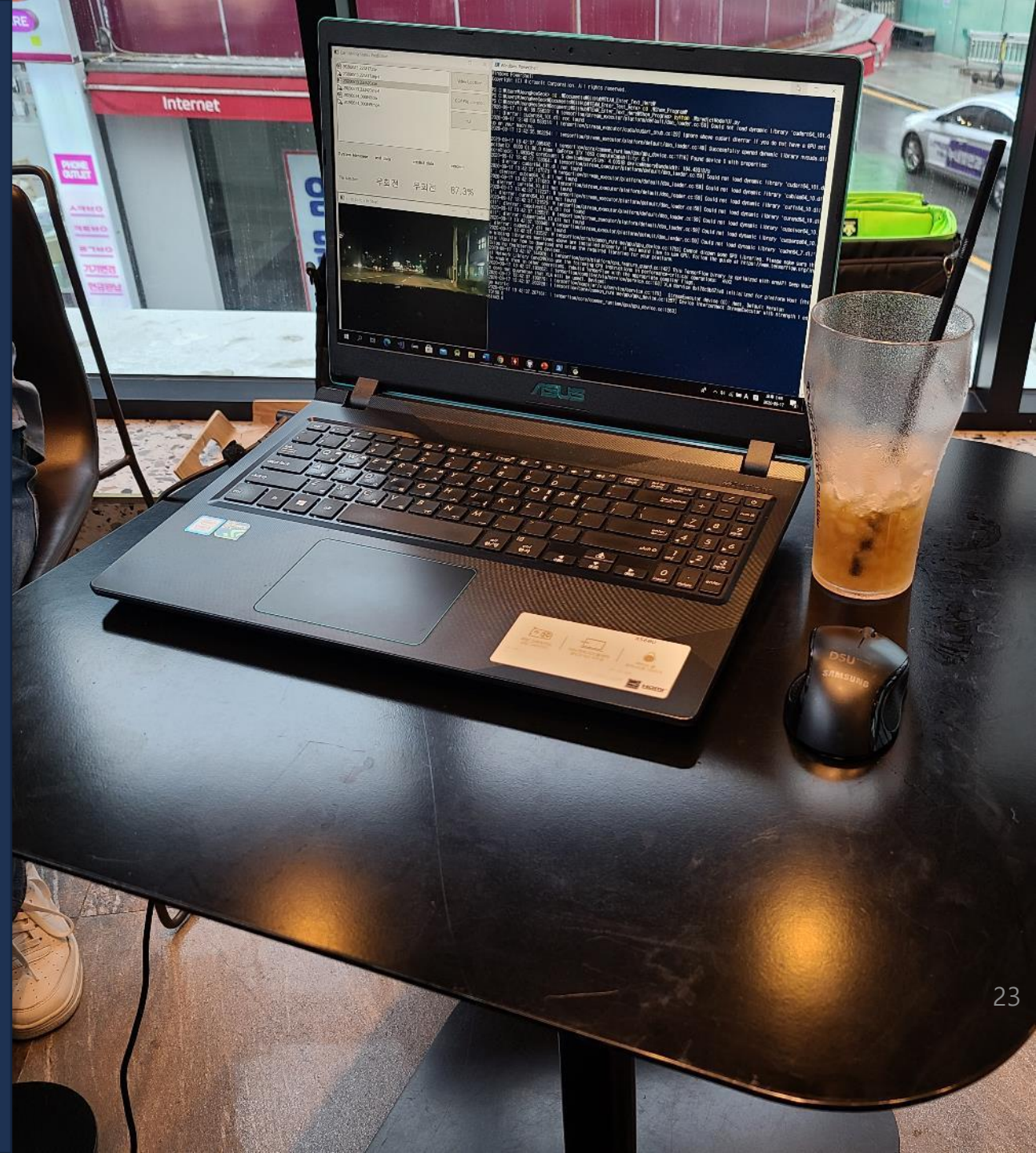
Sim2Real_Model_CNN_GAP_Final.h5

- CNN Gap Model
- 직진 및 정지 데이터
- 좌/우 차선 변경 데이터

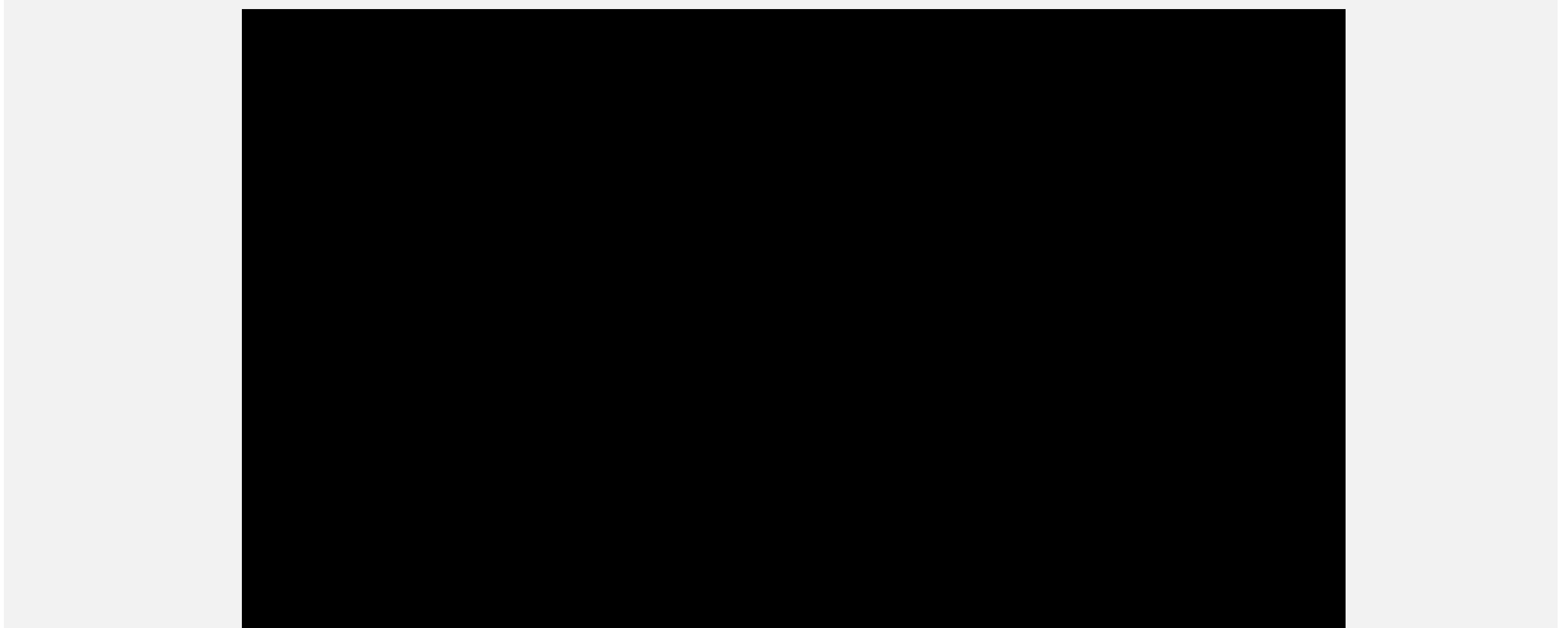


Part 3, 프로젝트 결과

1. GUI 프로그램 시연 영상
2. 모델 예측 정확도
3. 예측 결과 분석
4. 결론
5. 팀원 별 역할 분담
6. 개발 일정



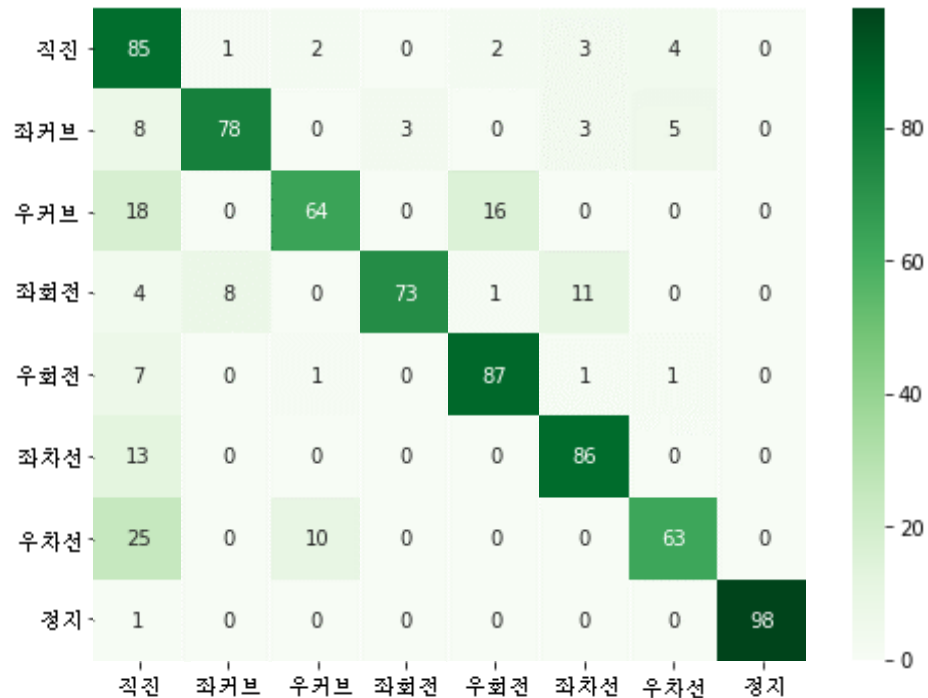
GUI 프로그램 시연 영상



모델 예측 정확도

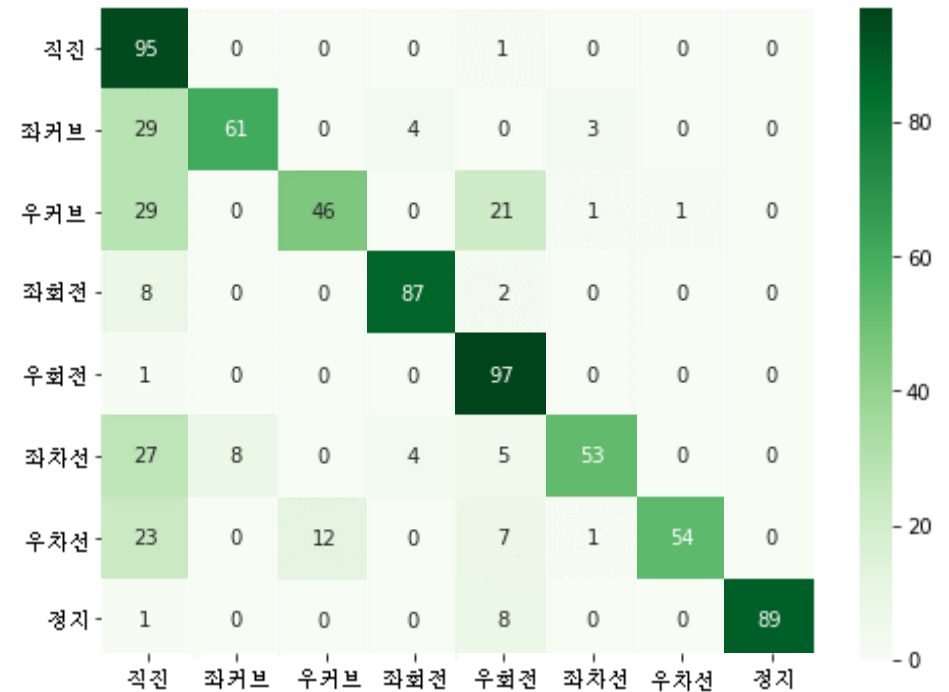
Sim2Sim Accuracy

$2854/3415 \approx 0.8357 = 83.57\%$



Sim2Real Accuracy

$19960/23141 \approx 0.8625 = 86.25\%$

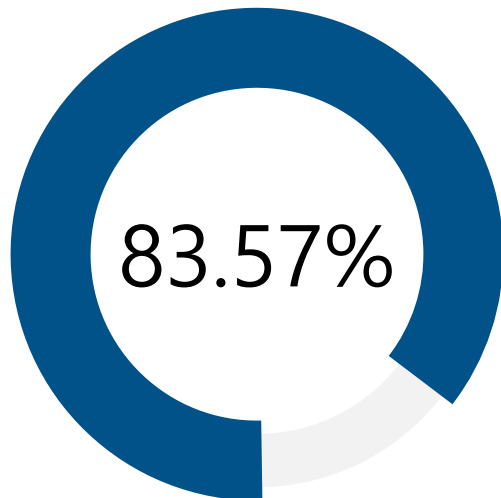


모델 예측 정확도

Sim2Sim Accuracy



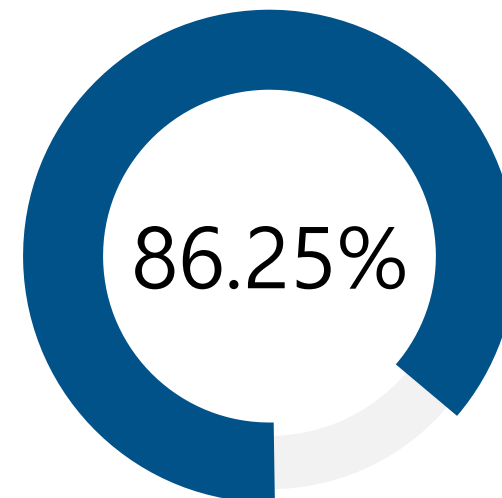
$2854/3415 \approx 0.8357 = 83.57\%$



Sim2Real Accuracy



$19960/23141 \approx 0.8625 = 86.25\%$



예측 결과 분석

유사 동작 예측 오류(좌커브 -> 직진)

Sim2Sim

좌커브	8	78	0	3	0	3	5	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

Sim2Real

좌커브	29	61	0	4	0	3	0	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

1	Pred_Direction	REAL_Direction
1139	0	0
1140	0	0
1141	0	1
1142	0	1
1143	0	1
1144	0	1
1145	0	1
1146	0	1
1147	0	1
1148	0	1
1149	0	1



Part 3, 프로젝트 결과

Outcome

예측 결과 분석

유사 동작 예측 오류(우커브 -> 직진, 우회전)

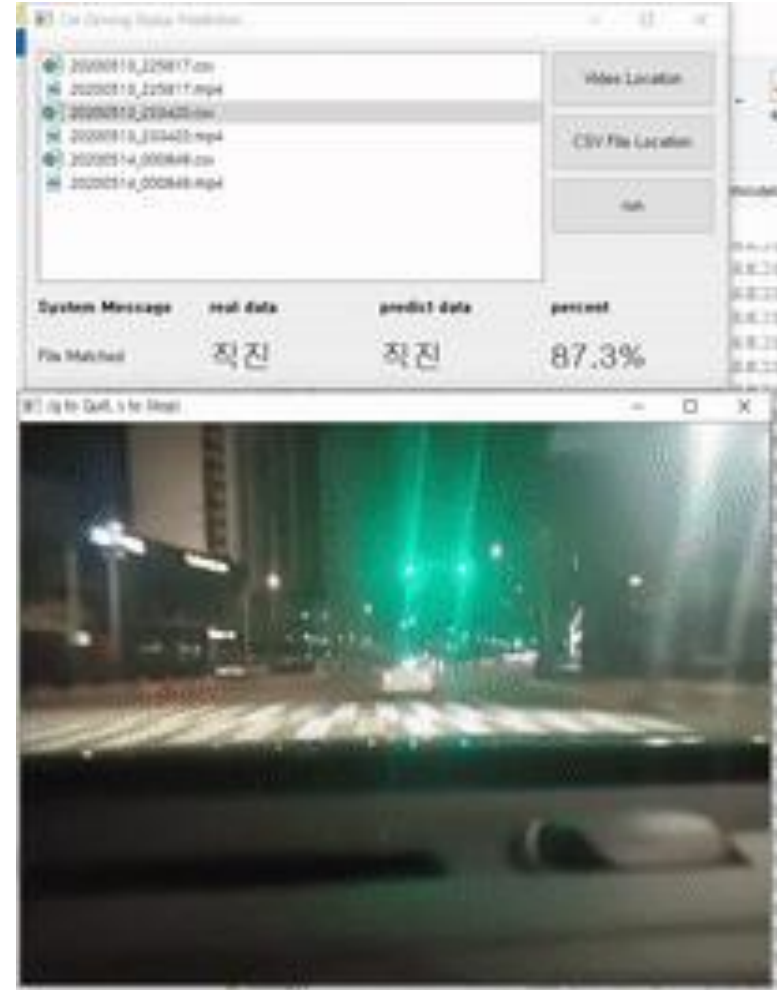
Sim2Sim

우커브	18	0	64	0	16	0	0	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

Sim2Real

우커브	29	0	46	0	21	1	1	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

1	Pred_Direction	REAL_Direction	1	Pred_Direction	REAL_Direction
3414	2	2	1542	4	2
3415	0	2	1543	4	2
3416	0	2	1544	4	2
3417	0	2	1545	4	2
3418	0	2	1546	4	2
3419	0	2	1547	4	2
3420	0	2	1548	4	2
3421	2	2	1549	4	2
3422	2	2	1550	4	2
3423	2	2	1551	4	2
3424	0	2	1552	4	2



예측 결과 분석

유사 동작 예측 오류(좌차선 -> 직진)

Sim2Sim

좌차선	13	0	0	0	0	86	0	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

Sim2Real

좌차선	27	8	0	4	5	53	0	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

1	Pred_Direction	REAL_Direction
1232	0	0
1233	0	0
1234	1	0
1235	1	5
1236	1	5
1237	5	5
1238	1	5
1239	1	5
1240	1	5
1241	1	5
1242	1	5



예측 결과 분석

유사 동작 예측 오류(우차선 -> 직진, 우커브)

Sim2Sim

우차선	25	0	10	0	0	0	63	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

Sim2Real

우차선	23	0	12	0	7	1	54	0
	직진	좌커브	우커브	좌회전	우회전	좌차선	우차선	정지

1	Pred_Direction	REAL_Direction
17023	0	6
17024	0	6
17025	0	6
17026	2	6
17027	2	6
17028	2	6
17029	2	6
17030	0	6
17031	0	6
17032	2	6
17033	2	6



결론

- Sim2Real 기술을 적용한 딥러닝 모델을 사용하여 시뮬레이션 데이터를 사용하여서도 실제 데이터를 사용하였을 때보다는 다소 떨어지지만 충분히 활용 가능하다는 유의미한 결과를 도출할 수 있었음
- 이를 통해 향후 개선을 통해 시뮬레이션 데이터로 실제 데이터를 어느정도 대체 가능할 것으로 예상
- 시뮬레이션으로 데이터를 수집할 경우 실제보다 안전하게 원하는 다양한 데이터를 수집 가능 할 것으로 기대
- 향후 실제 데이터를 얻기 힘든 분야(졸음 운전, 음주 운전 등)에도 적용 가능 예상

팀원 별 역할 분담

팀원	역할	
공통	시뮬레이터를 이용하여 센서 데이터를 수집	
정희석	딥러닝 모델 설계	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 정규화 진행 - Google Colab과 Tensorflow를 사용해서 딥러닝 모델 설계 & 개량
방형진	학습 데이터 처리	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 csv 파일 변환을 위한 데이터 선별 및 동작 라벨링 등 데이터 구축 작업 - 각 동작 별 센서 데이터 특징(값 범위, 분포) 분석
이석준	UI 개발	<ul style="list-style-type: none"> - Python의 PyQt5 모듈을 사용하여 GUI 프로그램 구현 - 시연 프로그램에 프로젝트 예측 모델 이식

개발 일정

	6				7				8				9			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
시뮬레이터 교육																
센서 데이터 수집																
센서 데이터 처리 관련 자료 수집																
Google Colab with Tensorflow 학습																
Sim2Real Transfer 학습																
센서 데이터 처리 및 정규화																
분류 학습 모델 작성																
데이터 학습																
모델 성능 테스트 및 수정																
GUI 프로그램 작성																
GUI 프로그램 디버깅 및 테스트																
발표 준비 및 시연 준비																

Q&A