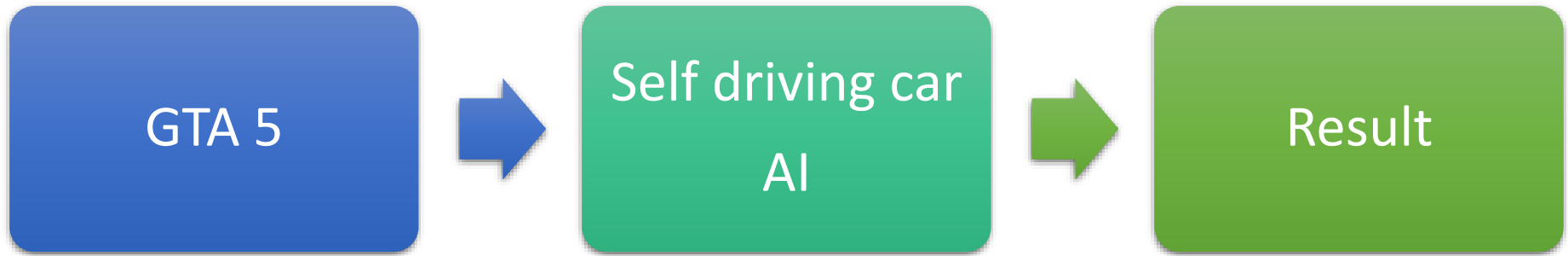


The image is a promotional artwork for Grand Theft Auto V. It features a collage of characters from the game. At the top left, a blonde woman (Christine) makes a peace sign while holding a smartphone. Next to her is a man in a suit (Michael) holding a handgun. In the center, a man in a white tank top (Franklin) holds a baseball bat. To the right, a character in a red jumpsuit and gas mask (Dimitri) is shown. Further right, a character in a black suit and mask (Leon) holds a rifle. At the bottom left, a large Rottweiler dog is shown. In the bottom center, a man in a white shirt (Lester) is visible. On the bottom right, a woman in a green shirt and hat (Tina) is shown. The background shows a cityscape under a blue sky. The title 'grand theft auto' is written in a stylized, white, outlined font, with 'V' in a green and silver emblem below it.

grand
theft
auto

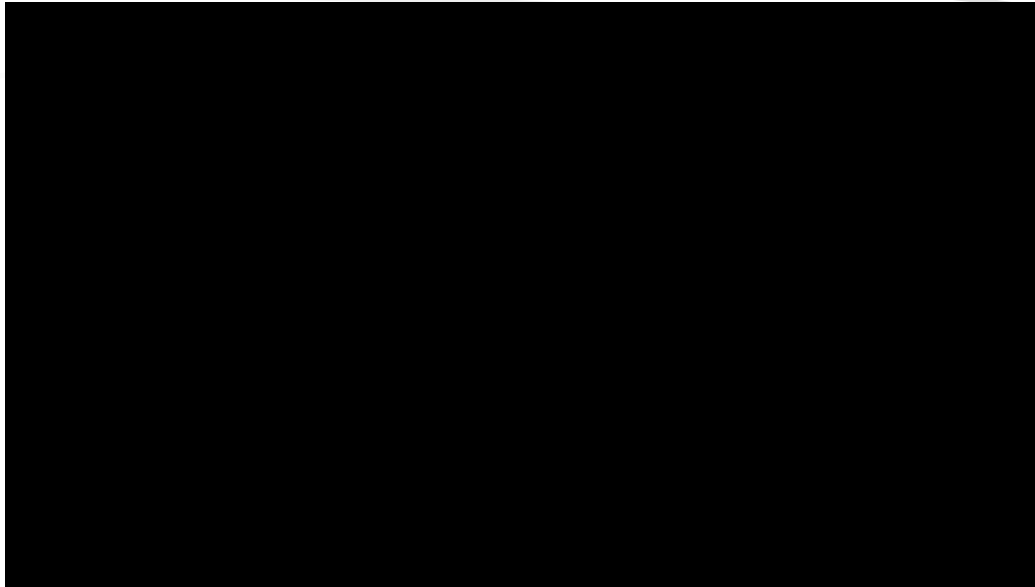
ai

Contents



GTA5

- GTA5란?



- 락스타 노스가 개발하고 락스타 게임즈가 2013년 9월에 발매한 Grand Theft Auto 시리즈의 작품
- 날씨, 시간대, 차량, 배경 등 다양한 환경이 세계관 내에 구현되어 있으며 패치를 통해 조정 가능
- 자율 주행용 데이터 확보를 위해 사용되고 있으며 관련 논문들을 통해 성능이 어느정도 입증됨
- **안전함**

GTA5

- GTA5 실사패치

My GTA AI

- 목표 - CNN을 이용한 자율 주행
 - 1 단계 : 데이터 수집
 - 2 단계 : 네트워크 선정 및 학습
 - 3 단계 : 결과 확인 및 분석 – v0.1
 - 4 단계 : 차량 충돌하지 않기 및 신호 준수 하기 – object detection
 - 5 단계 : 정해진 목적지를 향해 주행하기 – path planning
 - 6 단계 : 스스로 차량 탈취하기 – object detection & path planning

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 1단계 : 데이터 수집



Example of GTA5 FPP



Keyboard input (w, a, s, d)

- 1) GTA 게임에서 이동을 위해 필요한 것은 크게 2가지(영상, 키보드)
- 2) Supervised learning을 위해 영상과 키보드 입력을 확보해야 함

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 1단계 : 데이터 수집

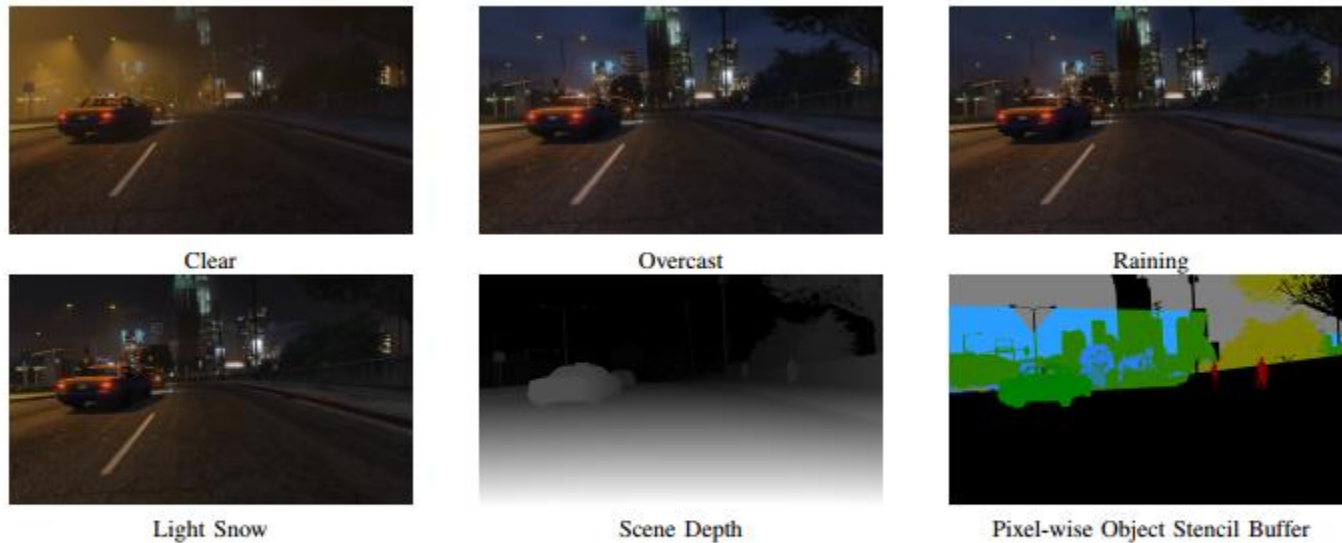


Fig. 2: Four different weather types appear in the training data. The simulation can be paused and the weather condition can be varied. Additionally note the depth buffer and object stencil buffer used for annotation capture. In the depth image, the darker the intensity the farther the objects range from the camera. In the stencil buffer, we have artificially applied colors to the image's discrete values which correspond to different object labels for the game. Note that these values cannot be used directly. The process by which these are interpreted is highlighted in Section III-B.

Driving in the Matrix: Can Virtual Worlds Replace Human-Generated Annotations for Real World Tasks?

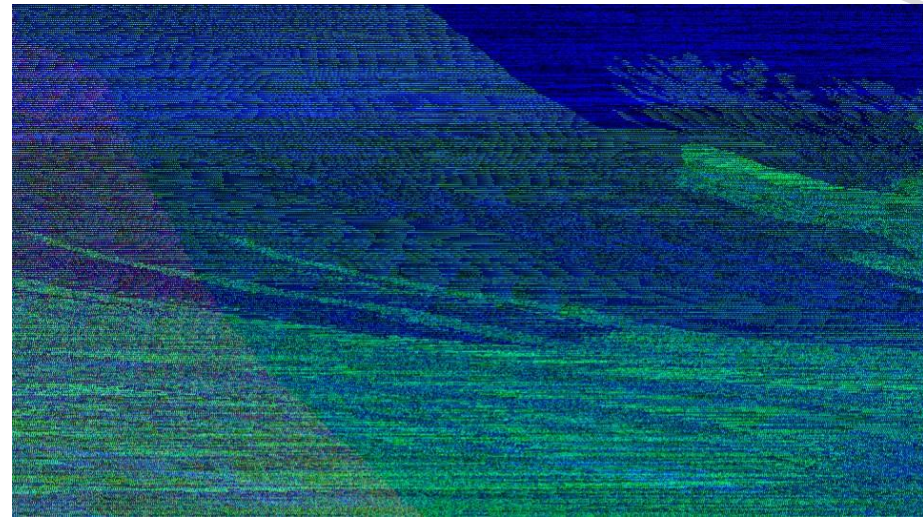
3) 라이브러리를 활용하여 데이터 확보를 시도

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 1단계 : 데이터 수집



Color result



Depth result

4) 사용 불가

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 1단계 : 데이터 수집

```
if not paused:  
    screen = grab_screen(region = (10, 40, 790, 630))  
    last_time = time.time()  
    # resize to something a bit more acceptable for a CNN  
    screen = cv2.resize(screen, (480, 270))  
    # run a color convert:  
    screen = cv2.cvtColor(screen, cv2.COLOR_BGR2RGB)  
    keys = key_check()  
    output = keys_to_output(keys)  
    training_data.append([screen, output])
```

Grab screen & key

training_data-0.npy 500



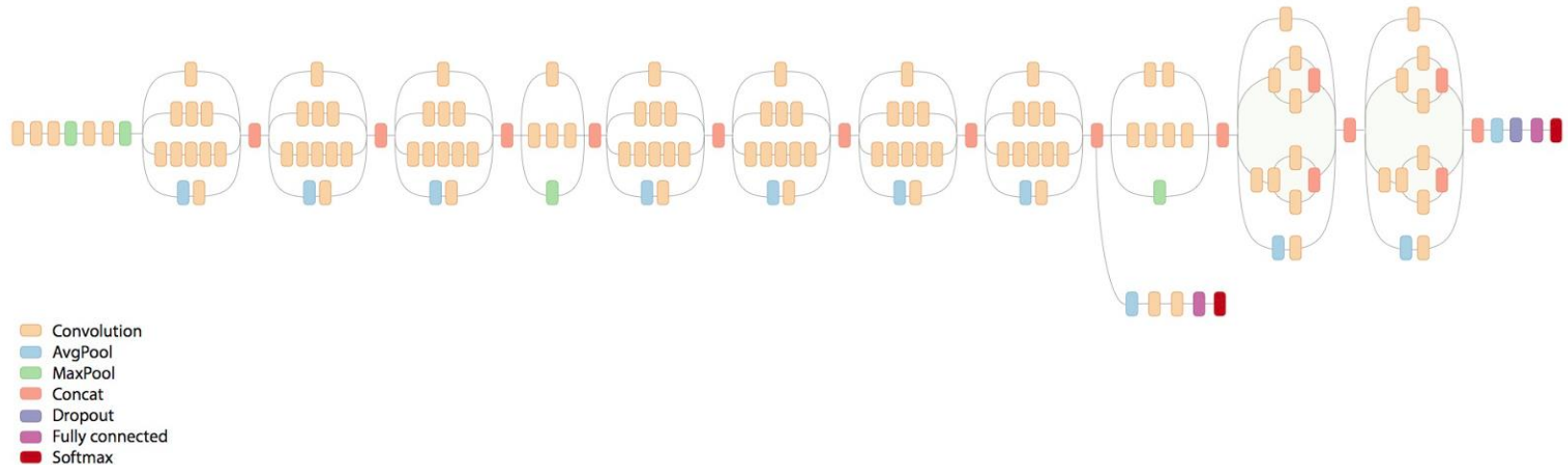
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

Example of training data

5) 9.5 GB 데이터 확보

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 2단계 : 네트워크 선정 및 학습



GoogLeNet : Inception v3

- 1) GoogLeNet : Inception v3 를 네트워크로 선정
- 2) 30 에폭 학습 진행

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 2단계 : 네트워크 선정 및 학습



```
def inception_v3(width, height, frame_count, lr, output=9, model_name = 'sentnet_color.model'):  
    network = input_data(shape=[None, width, height,3], name='input')  
    conv1_7_7 = conv_2d(network, 64, 7, strides=2, activation='relu', name = 'conv1_7_7_s2')  
    pool1_3_3 = max_pool_2d(conv1_7_7, 3, strides=2)  
    pool1_3_3 = local_response_normalization(pool1_3_3)  
    conv2_3_3_reduce = conv_2d(pool1_3_3, 64,1, activation='relu', name = 'conv2_3_3_reduce')  
    conv2_3_3 = conv_2d(conv2_3_3_reduce, 192,3, activation='relu', name='conv2_3_3')  
    conv2_3_3 = local_response_normalization(conv2_3_3)  
    pool2_3_3 = max_pool_2d(conv2_3_3, kernel_size=3, strides=2, name='pool2_3_3_s2')  
    inception_3a_1_1 = conv_2d(pool2_3_3, 64, 1, activation='relu', name='inception_3a_1_1')  
    inception_3a_3_3_reduce = conv_2d(pool2_3_3, 96,1, activation='relu', name='inception_3a_3_3_re')  
    inception_3a_3_3 = conv_2d(inception_3a_3_3_reduce, 128, filter_size=3, activation='relu', name=  
    inception_3a_5_5_reduce = conv_2d(pool2_3_3,16, filter_size=1, activation='relu', name = 'incepti  
    inception_3a_5_5 = conv_2d(inception_3a_5_5_reduce, 32, filter_size=5, activation='relu', name=  
    inception_3a_pool = max_pool_2d(pool2_3_3, kernel_size=3, strides=1, )  
    inception_3a_pool_1_1 = conv_2d(inception_3a_pool, 32, filter_size=1, activation='relu', name='
```

GoogLeNet : Inception v3

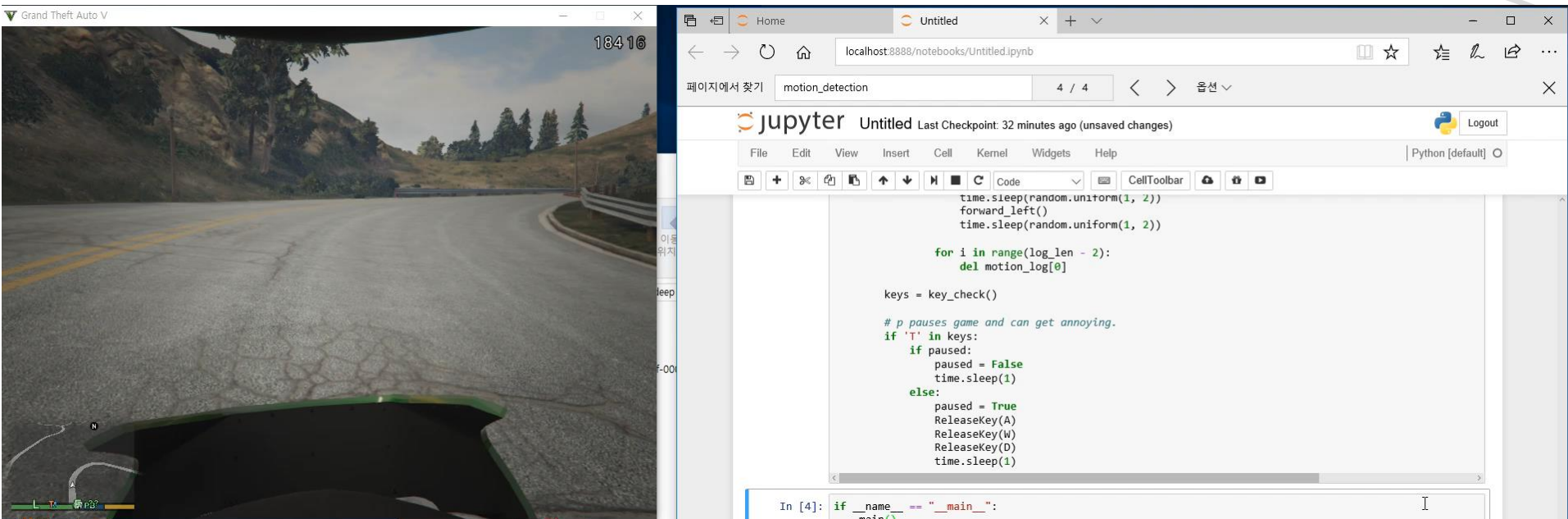
3) 학습 환경

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| - 개인 컴퓨터 & training data (9.5GB) | - 연구실 컴퓨터 |
| CPU : i5-6600 (스카이레이크) | CPU : i7-3700K (아이비브릿지) |
| GPU : GTX 1080 | GPU : GeForce GTX TITAN |

4) 8시간 소요

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 3단계 : 결과 확인 및 분석



My GTA AI result video (8h)

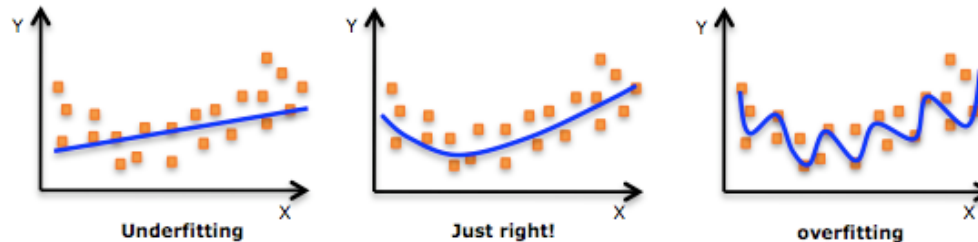
My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행

- 3단계 : 결과 확인 및 분석

- 1) 결과

- 직진만 하고 있음 → 직진에 Overfitting



Overfitting

- 2) 예상 원인

- 학습 데이터가 부족함
- 제공되는 인풋이 부적합
- 네트워크가 부적합

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 3단계 : 결과 확인 및 분석
 - 3) 추가 데이터 확보
 - 총합 40GB의 데이터 확보 및 추가 학습 수행 → 40 시간
 - 여전히 직진만 하는 문제 발생
 - 4) 예상 원인
 - ~~학습 데이터가 부족함~~
 - 제공되는 인풋이 부적합
 - 네트워크가 부적합

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행

- 2차 1단계

- 1) 입력 데이터 분석 및 재생성

- MNIST, Cats vs Dogs, ImageNet 모두 종류별 데이터 분포가 흡사함
- 현재 제공하는 데이터는 직진이 과도하게 많음
- 데이터를 동일한 숫자로 변경하고 새로 저장하여 새로운 데이터 셋을 생성 (2.5GB)

```
training_data-138.npy
training_data-139.npy
training_data-140.npy
training_data-141.npy
training_data-142.npy
training_data-143.npy
training_data-144.npy
training_data-145.npy
training_data-146.npy
training_data-147.npy
training_data-148.npy
training_data-149.npy
training_data-150.npy
training_data-151.npy
training_data-152.npy
training_data-153.npy
training_data-154.npy
```

```
final data len : 333
147 . save!
final data len : 126
151 . save!
final data len : 0
154 . Do not save!
final data len : 306
145 . save!
final data len : 90
149 . save!
final data len : 249
146 . save!
final data len : 3
150 . save!
final data len : 474
148 . save!
final data len : 81
153 . save!
final data len : 21
152 . save!
```

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행

- 2차 2단계

- 2) 학습

```
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-92.npy'  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-90.npy'  
final data len : 8  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-31.npy'  
final data len : 64  
final data len : 103  
final data len : 107  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-71.npy'  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-40.npy'  
final data len : 110  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-45.npy'  
final data len : 146  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-117.npy'  
final data len : 158  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-115.npy'  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-38.npy'  
final data len : 186  
final data len : 207  
[Errno 2] No such file or directory: 'new/new_training_data-97.npy'
```

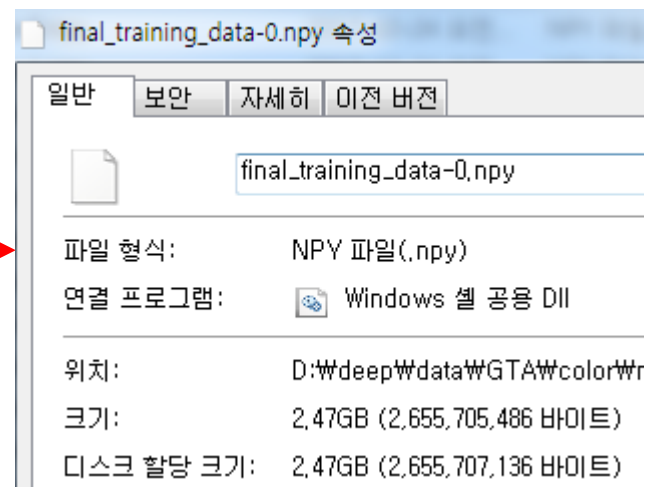
- 문제 : 정확도가 오르지 않는 문제 발생
- 원인 분석 : 데이터가 분할되어 있으며 각각이 매우 작아 정상적인 학습이 진행되지 않을 수 있음

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 2차 2단계

2) 학습

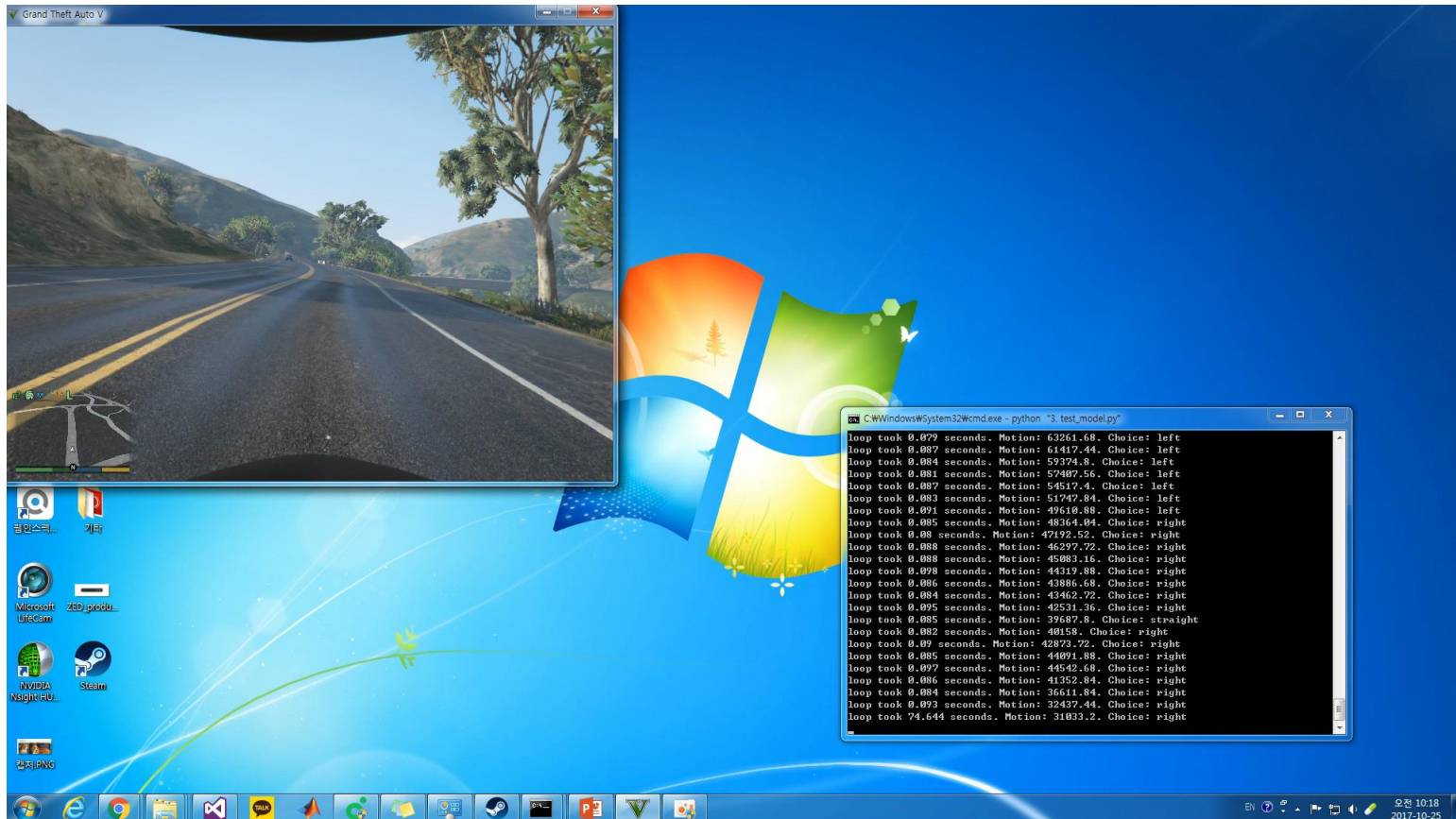
- new_training_data-0.npy
- new_training_data-1.npy
- new_training_data-3.npy
- new_training_data-4.npy
- new_training_data-5.npy
- new_training_data-8.npy
- new_training_data-11.npy
- new_training_data-12.npy
- new_training_data-13.npy
- new_training_data-14.npy
- new_training_data-16.npy
- new_training_data-18.npy
- new_training_data-19.npy
- new_training_data-26.npy
- new_training_data-30.npy
- new_training_data-44.npy
- new_training_data-49.npy
- new_training_data-50.npy
- new_training_data-51.npy
- new_training_data-52.npy
- new_training_data-54.npy
- new_training_data-57.npy



- 해결 방법 : 데이터를 모두 합친 후 다시 학습

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 2차 3단계
 - 결과 확인 및 분석 (에폭 : 30) – val_acc : 0.78

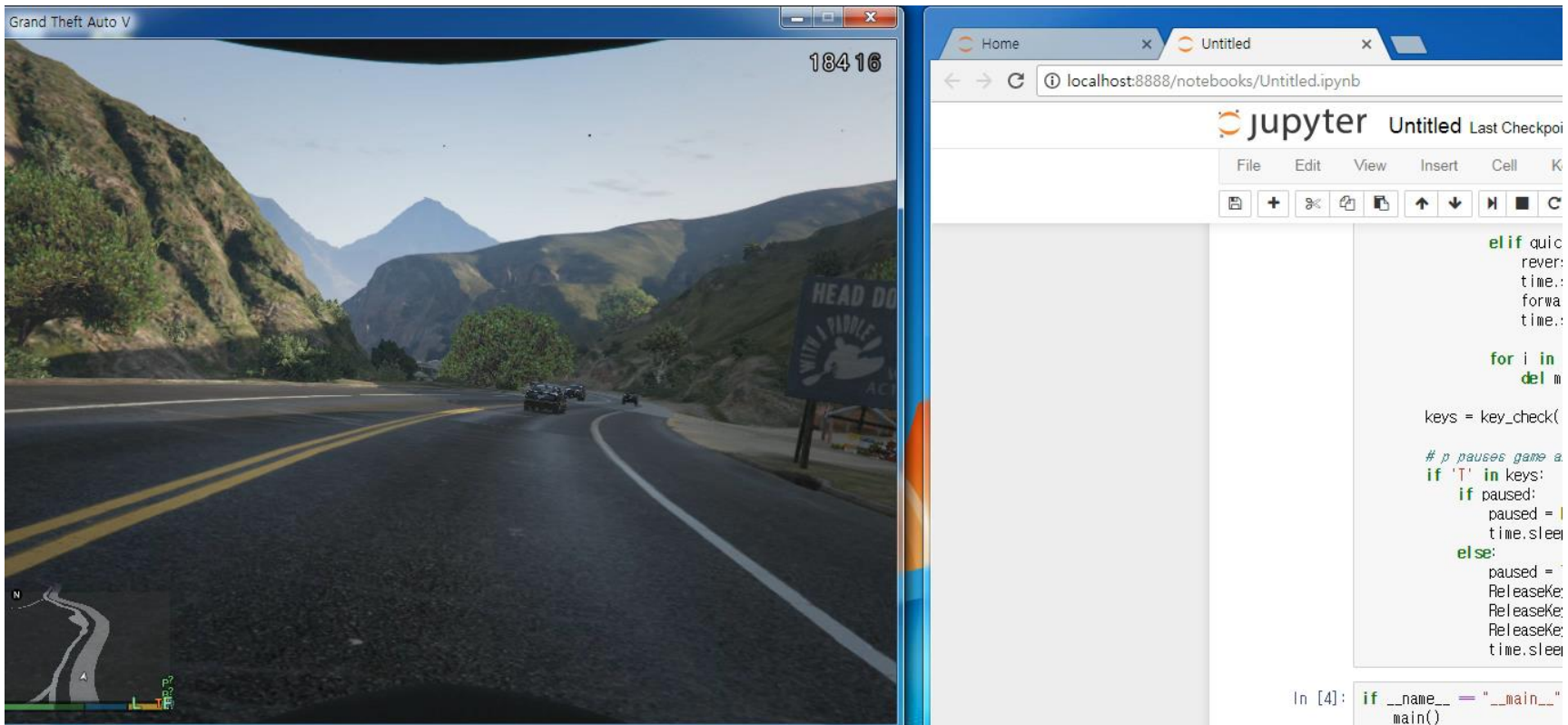


My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 2차 3단계
 - 3) 결과 확인 및 분석 (에폭 : 30) – val_acc : 0.78
 - 좌회전과 우회전에 대한 학습이 어느정도 되었음을 확인
 - 문제 : 직진을 하며 좌회전 우회전을 하지 못함
 - 이유 : 해당 데이터를 제공해주지 않았기 때문 이를 수정하고 새로 학습을 진행

My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 3차 3단계
 - 결과 확인 및 분석 (에폭 : 150) – val_acc : 0.90 //오버피팅 하였음 (train_acc : 0.98)



My GTA AI

- Convolutional Neural Network (CNN)을 이용한 자율 주행
 - 3차 3단계
 - 2) 결과 확인 및 분석 (에폭 : 150) – val_acc : 0.90 //오버피팅 하였음 (train_acc : 0.98)

※ 앞으로 해야할 것

- 추가 데이터 확보 (최소 10만장)
- Object detection을 통해 앞 차량 추돌을 방지
- 설정된 경로를 따라 이동하기

Q & A