



지하차도 침수 인명피해 방지시스템

7조= [“권수지”, “김찬영”, “조래호”]



개요

기후변화로 더욱 잦아지는 집중호우!

-> 앞으로 더 많이 발생할 수 있는
지하차도 침수로 인한 참사를
효과적으로 막을 방법이 필요하다.

한겨레

기후변화로 중부지방 집중호우 '더 쎄놈'이 자주 온다

기사일력 2020.07.02. 오후 4:11

기사원문



본문듣기 · 설정



여름철 서울·인천 호우일과 비호우일 강수량 변화



문제점

ChosunBIZ

✓ PICK ①

시간당 80mm 물폭탄에...부산 지하차도 침수로 3명 사망 (종합)

기사입력 2020.07.24 오전 6:40 최종수정 2020.07.24 오전 19:45 기사원문 스크랩 본문듣기 · 설정

268 88

요약본 가

부산에서 시간당 80mm가 넘는 폭우가 쏟아지면서 부산의 한 지하차도가 침수돼 3명의 사망자가 발생했다.



폭우 내렸지만...'부산지하차도 참사'는 결국 인재

기사입력 2020.08.14 오후 3:38 최종수정 2020.08.14 오후 3:48 기사원문 스크랩 본문듣기 · 설정

36 20

요약본 가

부산경찰, 초경동 참사 인재로 결론... 8명 송치 예정
부산시장 권한대행, 동구청 부구청장 등 거소 의견



[부산=뉴스시스] 부산지역에 초우경보가 발효된 23일 밤 부산 동구 초량동 부산역 제1지하차도역 물이 차면서 차량 4대가 침수, 치명 3명이 숨진 채 발견됐다. 사진은 해당 지하차도에서 소방대원들이 인양수색작업을 하고 있는 모습. [사진=부산경찰청 제공] 2020.07.24. photo@newsis.com

문제점

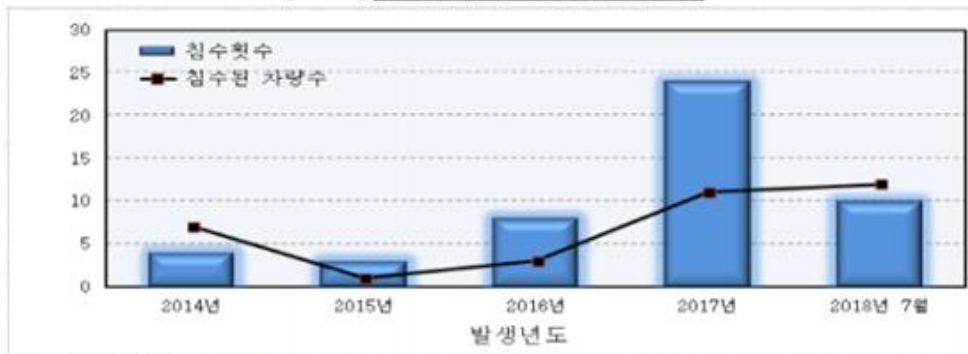
전국 대도시 지하차도 : 543개
(수도권 + 광역시)

침수 우려 지하차도 : 92개

연평균 15회 침수

= 한 해 침수확률 약 15%

[도표 1] 연도별 침수사고 발생 및 피해 현황



자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

출처: 감사원 감사보고서 (2019)

필요성

Q. 배수 시설을 늘리면 해결될 일이 아닌가?

시간당
96mm

A. 2018년 11월 27일 부산 동구청 감사위원회 회의록 (297페이지):

3억원 가량을 투입해 부산 동구 초량지하차도 **배수펌프 용량 증가 공사를 완료**함.
하지만 2020년 7월 침수 사고로 3명 사망. -> 시간당 81.6mm 호우

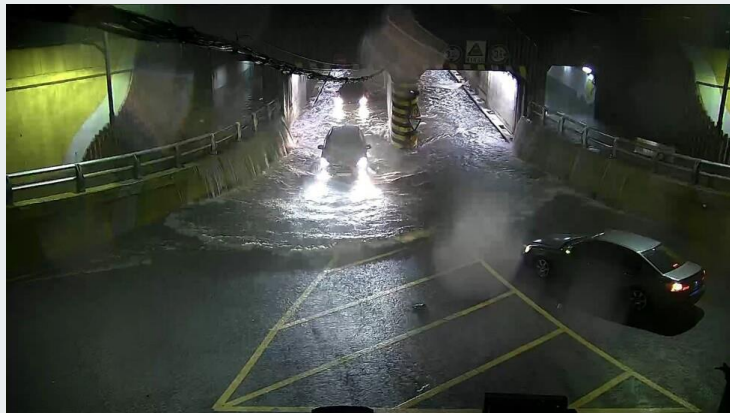
이미 **하수가 범람해 배수 시설이 제 역할을 하지 못함.**
배수 시설 보충으로는 부족함.

필요성

Q. 담당 공무원들을 교육시켜 빠른 대처가 가능하게 하면 되는 것 아닌가?

A. 현재 담당 공무원은 **CCTV로 상황을 보고 침수 여부를 판단**한다.

CCTV로 침수 여부를 판단하기
쉽지 않을 뿐더러 지하철도 안의
상황을 잘 알기 어렵다.



<실제 침수 여부를 판단하는데 활용되는 CCTV화면>

필요성



Q. 침수시 담당 공무원과 소방당국이 신속히 출동해 사고를 막으면 되는것 아닌가?

A. <초량지하차도 사고>

9시 38분 > 경찰 : 침수 신고 받음

9시 41분 > 경찰 > 소방당국 등 관련 기관에 공조요청

10시 24분 > **46분 후** 119 구조대 현장 도착

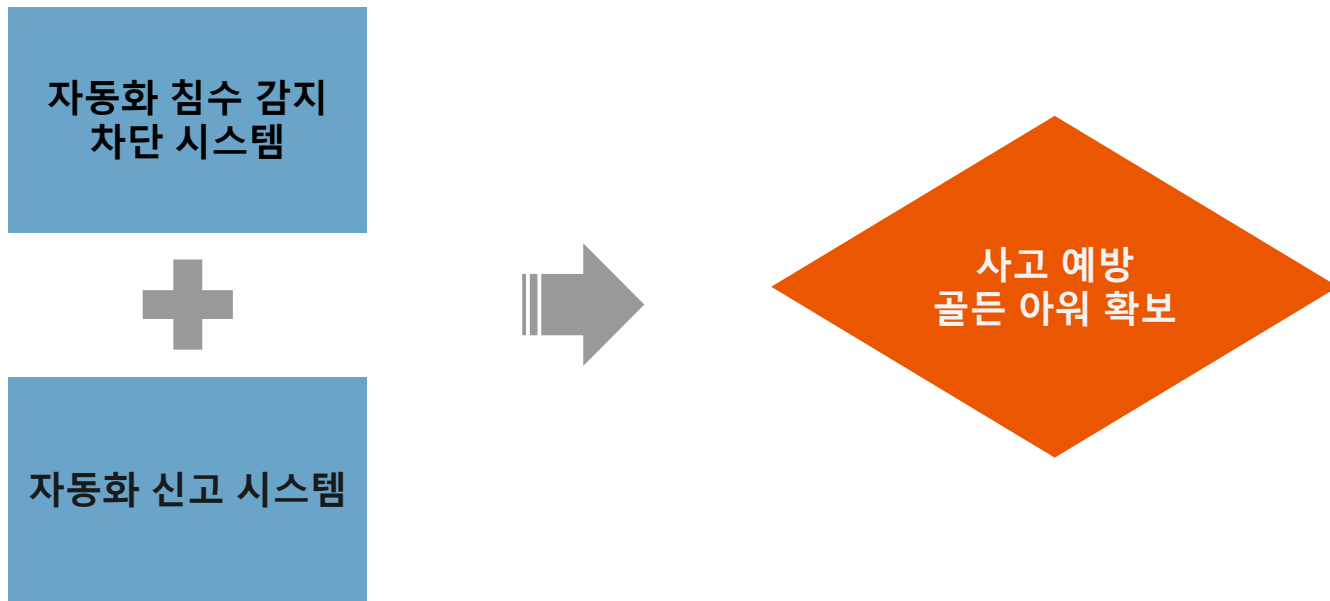
Why?

집중 호우시 수 많은 곳에서 구조요청이 있으며
도로상황도 좋지 않아 출동이 지연된다.



46분

필요성



기존 제품



지하차도의 침수를 감지하는 센서는 **전무!**

배수 펌프의 작동 여부 센서만 존재.



부산동구청직원통화녹음본.m4a

부산 동구청 직원 : 침수센서라는게 따로...
지하차도라면 저희 초량지하차도
말씀하시는건가요?

찬영 : 네 초량도 마찬가지로 동구에 침수가 조금
잘 일어나는 지하차도들이 많잖아요

부산 동구청 직원 : 예

찬영 : 그런쪽에 기존에 센서 설비들이 어떻게
되어있었는지 알고싶어서요

부산 동구청 직원 : 그 센서같은 경우는...
따로 저희 지하차도에 침수센서라는
것은없고 저희가 cctv로 확인하는 것
같거든요.

찬영 : 아 cctv로 확인을 하는거예요? 센서가 없고요?

부산 동구청 직원 : 예 **센서는 따로 있는것은 없고**
저희가 우천시에 비상근무가 시작되어서 각
펌프장마다 인력이 배치되고 사무실에서는
지하차도의 cctv가 다 있거든요. 그걸로 다
확인을 하고 있습니다.

찬영 : 기사에 기존에 센서가 있었는데 작동을 하지
않았다는 것은 잘못된 기사인가요?

부산 동구청 직원 : 그거는 배수펌프에 관한
센서입니다. 배수펌프가 작동을 하는지
안하는지에 대한 센서입니다.

기존 대비 차별성

기존 제품

경제성

- 우천 시 사무실 비상근무 시작
- 사람이 직접 CCTV확인 노동력多

시간효율

- 담당자가 판단 후 관련 기관에 신고
시간多

기술

- 배수펌프 작동 여부 센서 있음
/ 침수감지 센서 없음

차량통제

- 전광판으로 안내문구 송출
- 차량 통제 불가

개발 제품

- 담당 공무원에게 실시간으로 정보제공
- 인공지능 CCTV로 침수 차량 발생 여부를 자동으로 신고

- 침수 시 관련 기관에 자동으로 즉시 알림 시간 단축

- 3단계 침수 센서로 침수 수위를 Sensing

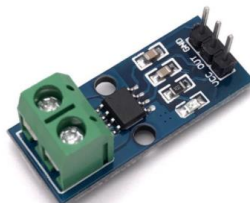
- 일정 수위 이상 침수 시 자동으로 지하차도 차단
- 신호기/차단기로 차량 통제

재료 가격

1) 전류감지센서 (ACS712-30A) X 3 = 9,300

1) 수분감지센서 (HAM1329) X 3 = 3,000

12,300 원



아두이노 ACS712 30A 전류센서 모듈

3,100원

배송비 2,500원

지금 주문 시 내일 12/14(월) 발송

모래 12/15(화) 도착예정

한진택배

무음배송 상품 더보기

혜택

선물하기로 구매 시 OK캐쉬백 최대 3,000P 적립

11번가 신한카드 첫 결제할인 + 최대 2% 적립



제노 LM393 토양 수분감지 센서 (HAM1329-1)

950 원

최대 48원 적립

배송비 2,500원

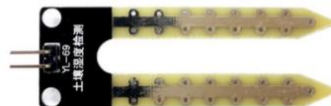
수요일 12/16 도착 예정

판매자: 제노

구매자 상품 보러가기

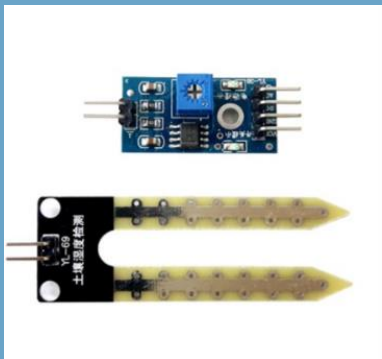
택배사: 한진택배

캐시적립 혜택 | 최대 48원 적립

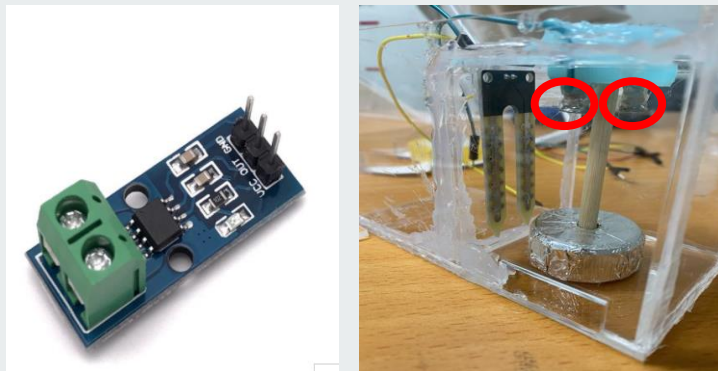


센서 3종에 대한 설명

수분감지센서



부력수위센서

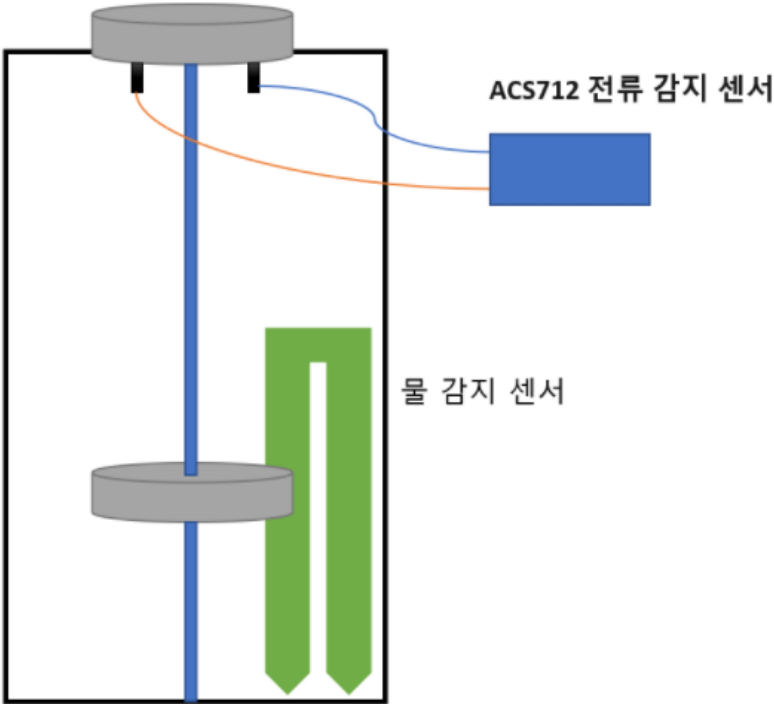
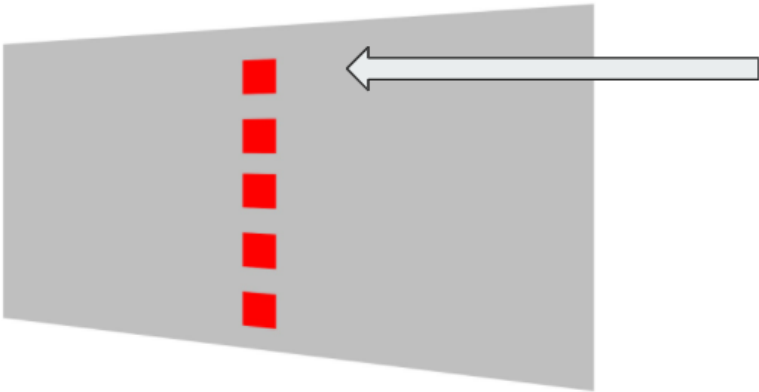


카메라

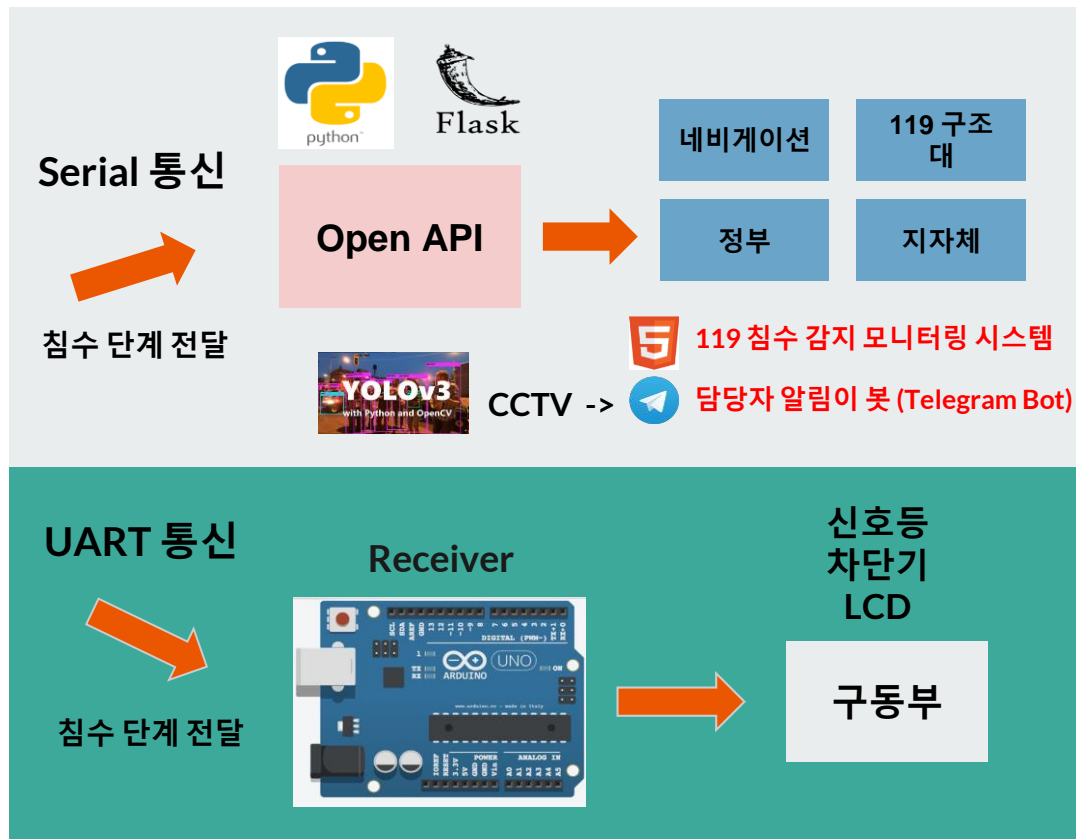
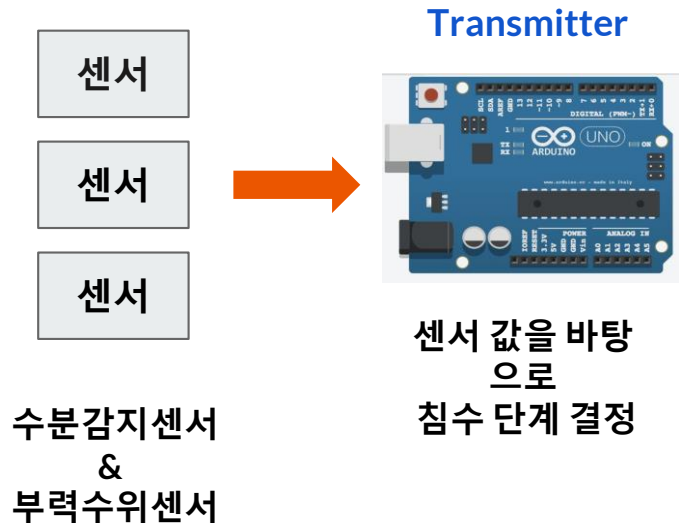




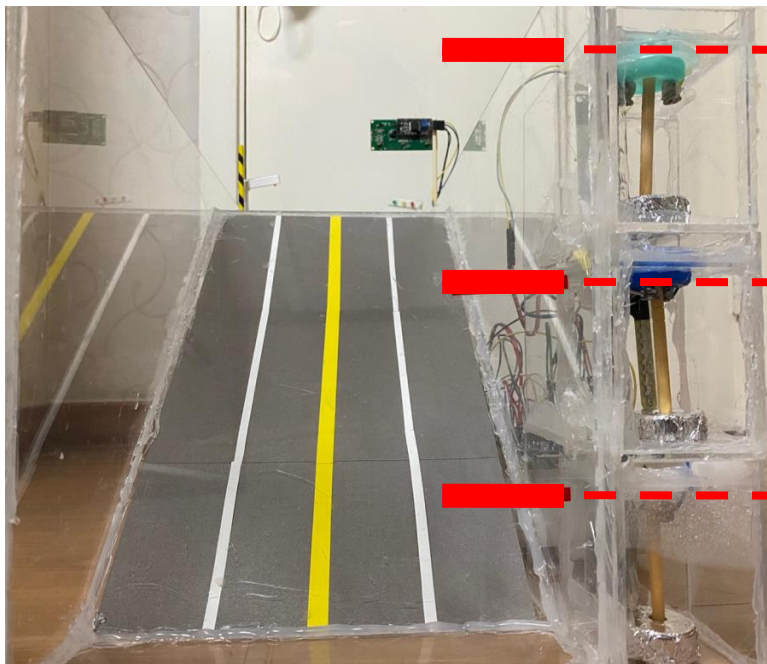
Sensor Box



설계 / 구조 설명



설계 / 구조 설명



Level 3

단계별 침수 감지를 위한
세 개의 Sensor Box

기본상태 **Level 0**
바닥과 가까운 센서부터 차례로 작동한다.

Level 2

수분감지센서 + 부력수위센서
복합적인 Sensing을 통해 수위를
판단함.

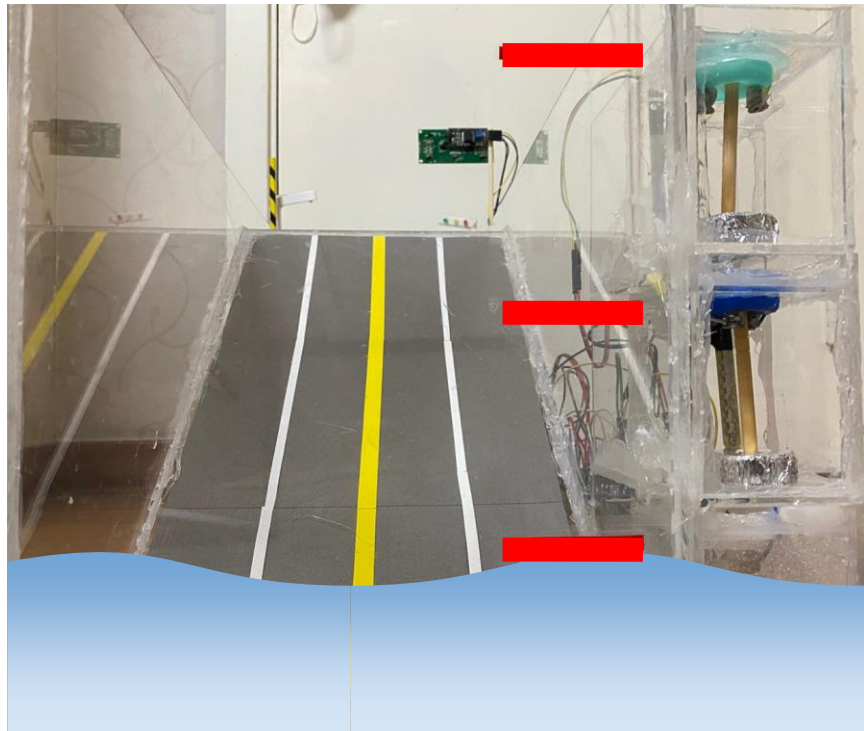
Level 1

Level 0

설계 / 구조 설명

Level 1 침수시 Sequence

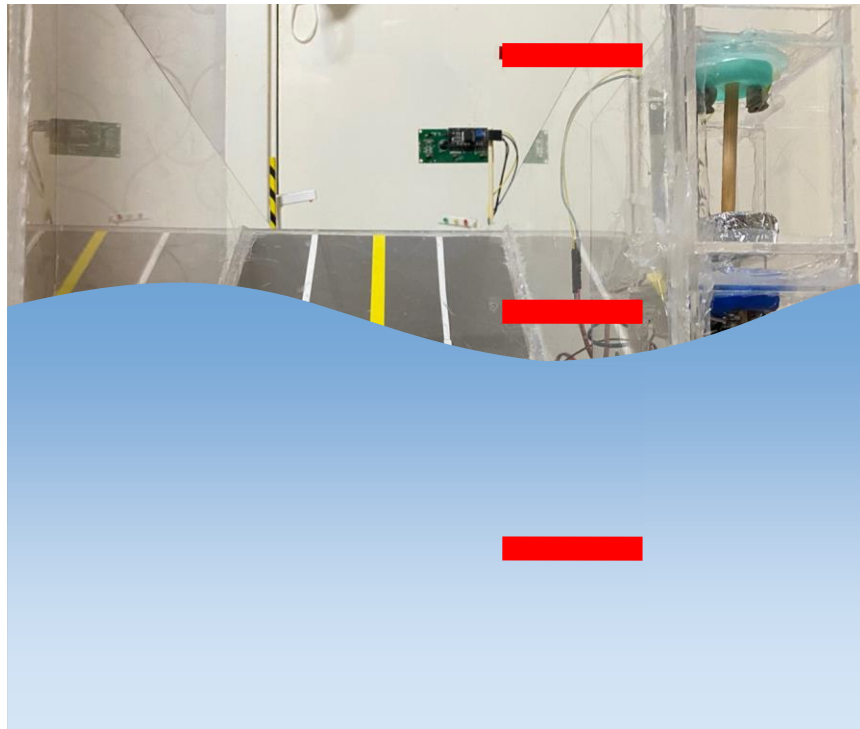
- 경미한 침수 단계로 판단
- 혹시 모를 상황을 대비해 신호등을 활용하여 지하차도를 진입하는 차량의 대수를 조절
- 침수가 시작되었음을 담당자에게 통보



설계 / 구조 설명

Level 2 침수시 Sequence

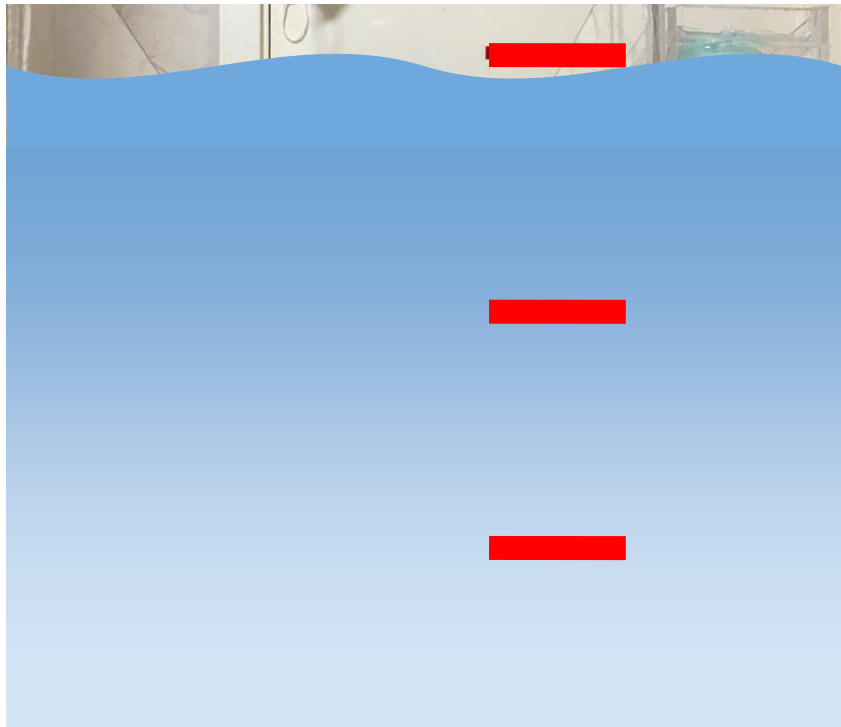
- 본격 침수 단계로 판단
- 진입 신호는 매우 짧게 주어 지하차도 진입 차량의 대수를 조절함과 동시에 탈출하는 차량에게 긴 신호를 주어 안전한 탈출을 도움
진출입 신호기 조절
- 침수 단계를 담당자들에게 알림



설계 / 구조 설명

Level 3 침수시 Sequence

- 위험 침수 단계로 판단
- 진입 차단기를 작동하여 차량 진입을 막음.
- 침수가 위험단계에 도달했음을 담당자들에게 알림
- 인공지능 CCTV로 침수 차량 검출시 담당자에게 즉시 알려 신속한 대응을 요구



설계 / 구조 설명

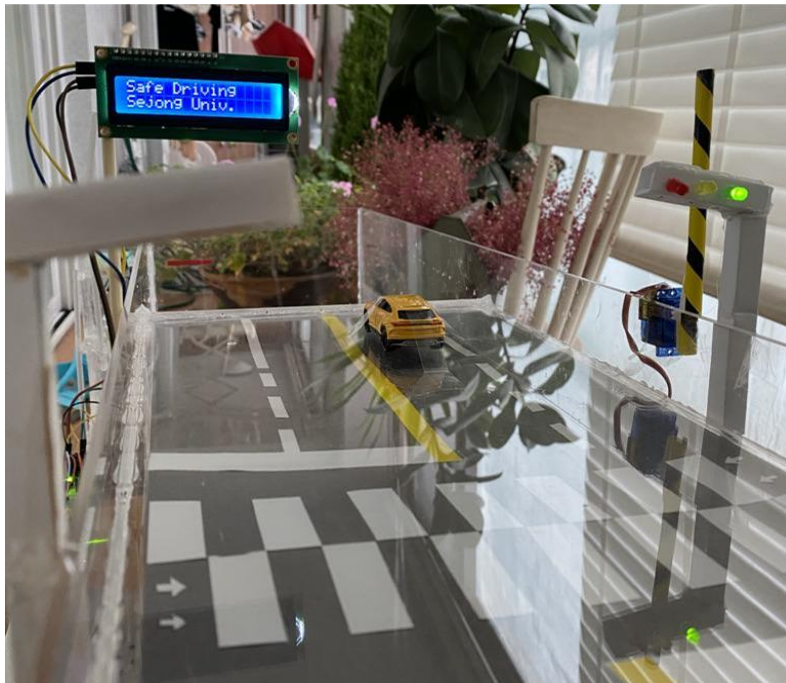
상태 표시 LCD



출구 신호
등



인공지능 CCTV



진입 차단기



입구 신호등



설계 / 구조 설명 - Open API

침수 단계를 Open API 형태로 배포해
누구나 데이터를 활용해 원하는 서비스
를 제작할 수 있게 돕는다.

```
from flask import Flask
import serial
import time

ard = serial.Serial(
    port = "COM16",
    baudrate = 9600
)
time.sleep(3)

app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def hello_world():
    listen = ard.readline()
    decoded = listen.decode('utf-8')
    return decoded

if __name__ == "__main__":
    app.run(host='192.168.0.3', port=5000)
```

* Serving Flask app "__main__" (lazy loading)
* Environment: production
WARNING: This is a development server. Do not use it in a production environment. Use a production WSGI server instead.
* Debug mode: off
* Running on <http://192.168.0.3:5000/> (Press CTRL+C to quit)

```
192.168.0.3 - - [13/Dec/2020 13:44:58] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.3 - - [13/Dec/2020 13:45:01] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.3 - - [13/Dec/2020 13:45:03] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.3 - - [13/Dec/2020 13:45:06] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.1 - - [13/Dec/2020 13:54:31] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.1 - - [13/Dec/2020 13:54:33] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.1 - - [13/Dec/2020 13:54:35] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.1 - - [13/Dec/2020 13:54:37] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.1 - - [13/Dec/2020 13:54:39] "GET / HTTP/1.1" 200 -
```


설계 / 구조 설명 - Open API 활용 담당자 알림이 봇 (Telegram Bot)

침수 단계를 담당자가
즉시 인지 가능하도록
 메시지를 보냄

```
import telepot
import urllib.request
from bs4 import BeautifulSoup
import time

token = '1452705848:AAFZbTc8HvW3MbGGd8shJkf9W1b-u36iS3Q'
mc = '1422142575'

bot = telepot.Bot(token)
old = '0'

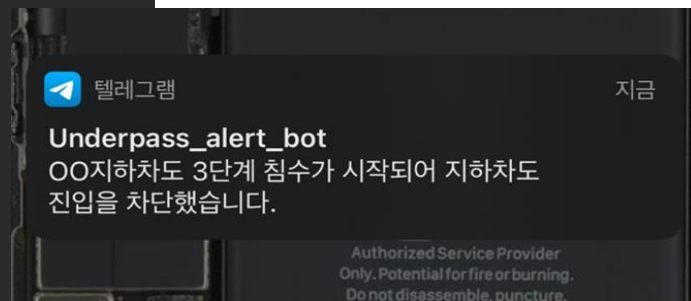
while True:
    url = 'http://kochanha.iptime.org:5000'
    html = urllib.request.urlopen(url).read()
    soup = BeautifulSoup(html, 'html.parser')

    n = str(soup)
    p=n[0:1]
    if old != p:
        if p=='1':
            bot.sendMessage(mc, "OO지하차도 침수가 시작되었습니다.")
            print(p)

        if p=='2':
            bot.sendMessage(mc, "OO지하차도 2단계 침수가 시작되었습니다.")
            print(p)

        if p=='3':
            bot.sendMessage(mc, "OO지하차도 3단계 침수가 시작되어 지하차도 진입을 차단했습니다.")
            print(p)

    old = p
    time.sleep(2)
```



설계 / 구조 설명 - 침수 차량 검출기



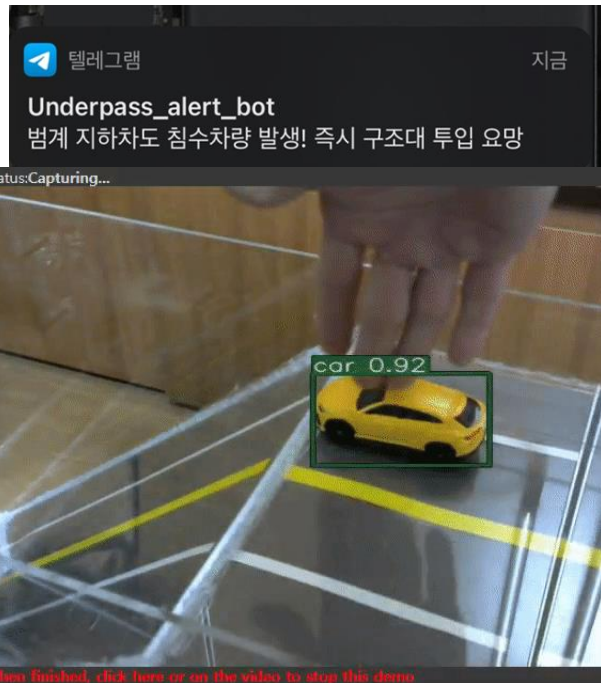
Imagenet 데이터셋으로 학습한
대표적인 딥러닝 기반 객체 검출
기 YOLOv3 사용

침수 차량 발견 시

-> 담당자에게 알림

IMAGENET

```
1
2 # Initialize
3 device = 'cuda:0' if torch.cuda.is_available() else 'cpu'
4
5 # Initialize model
6 model = Darknet(opt.cfg, opt.img_size)
7
8 # Load weights
9 attempt_download(opt.weights)
10 if opt.weights.endswith('.pt'): # pytorch format
11     model.load_state_dict(torch.load(opt.weights, map_location=device)['model'])
12 else: # darknet format
13     load_darknet_weights(model, opt.weights)
14
15 model.to(device).eval()
16
17 # Get names and colors
18 names = load_classes(opt.names)
19 colors = [[random.randint(0, 255) for _ in range(3)] for _ in range(len(names))]
20
21
22 def js_reply_to_image(js_reply):
23     ...
24     input:
25         js_reply: JavaScript object, contain image from webcam
26
27     output:
28         image_array: image array RGB size 512 x 512 from webcam
29     ...
30     jpeg_bytes = base64.b64encode(js_reply['img'].split(',')[1])
31     image_PIL = image.open(io.BytesIO(jpeg_bytes))
32     image_array = np.array(image_PIL)
33
34     return image_array
```



결론

지하차도 침수가 발생할 경우 센서들을 이용하여
자동화 시스템으로 즉시 신고하고, 물리적 차단까지 할 수 있는 시스템이다.

- 1) 담당 공무원에게 실시간으로 침수 정보를 제공하여 빠른 대응을 도움.
- 2) 집중호우 시 직접 현장에 나가지 않고 지하차도를 통제할 수 있는 자동 차단시설을 구축.

-> 최종목적: 사고 시 빠른 대처로 인한 인명 피해 방지.

⇒ 안전을 위한 사회적인 투자가 많아질때 더 안전한 대한민국을 만들 수 있을것으로 기대.

결론 및 소감

<소감>

현업에서 프로젝트를 진행하는 것 처럼 한 프로젝트를 각기 다른 특기와 기술을 가진 팀원들이 함께 완성시켰다.

현업의 프로세스와 비슷한 과정을 경험해 좋은 기회였다.

사회적 문제에 대해 생각해 보는 기회를 가졌고 기술로 내가 직접 사회적 문제를 해결할 수 있다는 것을 깨달았다.

지하차도 시스템 도입으로 침수로 인한 인명피해가 더이상 발생하지 않기를 바란다.

창의SW기초설계를 통해 배운 점

- 백엔드+프론트엔드+디자이너의 협력 시너지
- 오픈소스 활용 능력
- 실전 웹프로그래밍
- 다양한 파이썬 라이브러리의 활용
- Fusion 360을 활용한 모델링
- 파이썬 가상환경
- 라우터 관리
- 아두이노 프로그래밍



감사합니다.

