

『캡스톤디자인 과제 지원사업』
최 종 보 고 서

과제명 : 딥러닝 기반 건물 침수 대응 프로그램

교과목명	딥러닝캡스톤디자인
팀 명	EXIT
팀 장	박수영 (인)
담당교수	유준혁 (인)

Capstone Design 결과보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2022. 12. 7.

대 구 대 학 교 LINC3.0사 업 단

1. 과제명: 딥러닝 기반 건물 침수 대응 프로그램

2. 목적(또는 필요성)

2-1 필요성

행정안전부가 집계한 바에 따르면, 최근 10년간(2011~2020년) 발생한 자연재해로 총 4조 4,193억 원의 재산피해가 발생했다 그런데 전체 피해액의 대부분인 4조 2,776억 원(96.8%)이 태풍, 호우, 대설 등 물과 관련된 재해로 인해 발생했으며, 그 밖의 재해로 인한 피해액은 1,417억 원(3.2%)에 불과하다. 같은 기간 자연재해로 인한 인명피해는 태풍, 호우, 폭염으로 총 290명이 사망했는데, 전체 인명피해 중 절반이 넘는 183명(63.1%)이 물 관련 재해로 인해 발생했다.

[표 1] 최근 10년간(2011~2020년) 자연재해 피해액 현황

(단위: 백만 원, 당해연도 가격)

구분	합계	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
합계	4,419,280	794,200	1,089,210	172,137	180,019	31,862	288,862	187,302	141,284	216,226	1,318,177
물 관련 재해	4,277,597	793,901	1,062,498	171,161	179,924	27,637	269,540	101,675	138,447	215,100	1,317,713
기타 재해	141,683	299	26,712	976	95	4,225	19,322	85,627	2,837	1,126	464

※ 주: 물 관련 재해는 태풍, 호우, 대설이 있으며, 기타 재해는 강풍, 풍랑, 낙뢰, 한파, 지진, 폭염이 있다.

※ 자료: 행정안전부, 『2020 재해연보』, 2021. p.26. 저자 수정.

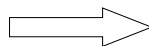
2-2 목적

불가항력적인 자연현상으로부터 국민의 생명과 재산을 지키고, 지형적인 여건 등으로 인하여 재해가 발생할 우려가 있는 지역을 체계적으로 정비·관리하여 자연재해를 사전 예방하거나 재해를 경감시키기 위하여, 이를 예방 및 통제 할 수 있는 대응방안을 모색하고자 한다.

침수가 되기 쉬운 지역의 건물 등에서 cctv를 통해 주변 지역의 침수를 감지하고 건물 내의 인원들에게 경보를 하고 차수막을 자동으로 올려주어 침수에 대응할 수 있도록 하는 프로그램을 만들 예정이다.



침수가 된 이미지 감지



경보 및 차수막 가동

- 하드웨어 : 아두이노 우노, 서보모터, 피에조부터, GPU가 있는 PC
- 소프트웨어 : Aduino IDE, Python,
- 과제 설계목표
 - 실시간 강수량을 받아올 수 있도록 함.
 - 침수, 비, 이상없음 3개의 클래스로 분류하도록 함.
 - 아두이노를 사용해 실제로 차수막이 올라가도록 함.

3. 과제 수행내용

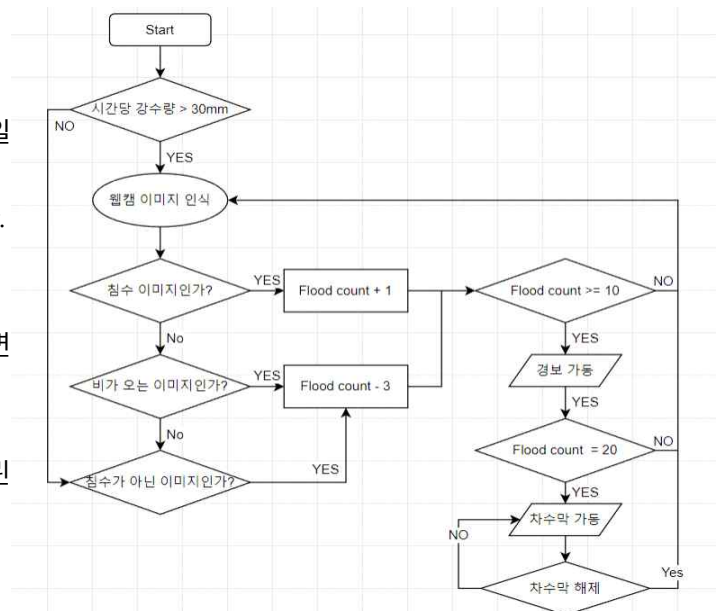
가. 연구내용

- 제작 과정

구분	내용
데이터셋 수집	1. 구글 이미지 크롤링으로 이미지들을 수집 2. Kaggle에서 Flood 이미지 추가 수집
이미지 전처리	1. 이미지 사이즈가 달라 resize 진행 2. 정확도를 높이기 위해 albumentations로 Image augmentation 진행 3. 모델을 학습시키기 위해 텐서 형태로 변환
모델 학습	1. 중간과정 fc layer를 선행학습 2. 사전 학습한 fc layer를 연결하여 transfer learning 진행 3. 100 epochs 로 학습
하드웨어 적용	1. 파이썬과 아두이노 시리얼 통신 연결 2. 경고 신호를 보내면 피에조부저에서 신호 발생 3. 차수막 신호를 보내면 서보모터 작동으로 차수막 가동 4. 사용자가 버튼을 눌러 차수막 내림

- 프로그램 순서도

1. 입력한 도시의 강수량이 시간당 30mm 이상일 때 침수 이미지 판별을 시작한다.
2. 웹캠에서 1초마다 이미지를 캡처해 인식시킨다.
3. 침수된 이미지로 판단하면 Flood count에 1을 더해준다.
4. 비가 오거나 침수가 아닌 이미지를 인식하면 Flood count에 -3을 한다.
5. Flood count가 10 이상이면 경고
6. Flood count가 20 이상이면 차수막을 올린다.
7. 사용자가 차수막을 내리기 전까지 작동한다.



○ flood count 사용 이유

Flood count를 사용하여 모델이 잘못 인식했을 때 차수막이 바로 작동되는 오작동을 줄이기 위해 차수막 작동까지 20초의 count를 주었다.

- Model

이미지 분류를 위해 2015년 ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)에서 우승을 차지한 ResNet을 사용해 이미지 분류를 할 것이다. resnet50모델을 사용하여 주변 도로의 침수된 이미지와 건물이 침수가 되는 이미지를 검출하여 알려주게 할 것이다.

layer name	output size	18-layer	34-layer	50-layer	101-layer	152-layer
conv1	112×112			7×7, 64, stride 2		
				3×3 max pool, stride 2		
conv2_x	56×56	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 64 \\ 3 \times 3, 64 \end{bmatrix} \times 2$	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 64 \\ 3 \times 3, 64 \end{bmatrix} \times 3$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 64 \\ 3 \times 3, 64 \\ 1 \times 1, 256 \end{bmatrix} \times 3$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 64 \\ 3 \times 3, 64 \\ 1 \times 1, 256 \end{bmatrix} \times 3$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 64 \\ 3 \times 3, 64 \\ 1 \times 1, 256 \end{bmatrix} \times 3$
conv3_x	28×28	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 128 \\ 3 \times 3, 128 \end{bmatrix} \times 2$	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 128 \\ 3 \times 3, 128 \end{bmatrix} \times 4$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 128 \\ 3 \times 3, 128 \\ 1 \times 1, 512 \end{bmatrix} \times 4$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 128 \\ 3 \times 3, 128 \\ 1 \times 1, 512 \end{bmatrix} \times 4$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 128 \\ 3 \times 3, 128 \\ 1 \times 1, 512 \end{bmatrix} \times 8$
conv4_x	14×14	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 256 \\ 3 \times 3, 256 \end{bmatrix} \times 2$	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 256 \\ 3 \times 3, 256 \end{bmatrix} \times 6$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 256 \\ 3 \times 3, 256 \\ 1 \times 1, 1024 \end{bmatrix} \times 6$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 256 \\ 3 \times 3, 256 \\ 1 \times 1, 1024 \end{bmatrix} \times 23$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 256 \\ 3 \times 3, 256 \\ 1 \times 1, 1024 \end{bmatrix} \times 36$
conv5_x	7×7	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 512 \\ 3 \times 3, 512 \end{bmatrix} \times 2$	$\begin{bmatrix} 3 \times 3, 512 \\ 3 \times 3, 512 \end{bmatrix} \times 3$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 512 \\ 3 \times 3, 512 \\ 1 \times 1, 2048 \end{bmatrix} \times 3$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 512 \\ 3 \times 3, 512 \\ 1 \times 1, 2048 \end{bmatrix} \times 3$	$\begin{bmatrix} 1 \times 1, 512 \\ 3 \times 3, 512 \\ 1 \times 1, 2048 \end{bmatrix} \times 3$
	1×1			average pool, 1000-d fc, softmax		
FLOPs		1.8×10^9	3.6×10^9	3.8×10^9	7.6×10^9	11.3×10^9

- Dataset

모델을 커스텀 학습시키기 위한 데이터셋으로 구글 이미지 크롤링을 사용하였다.

Flood Image 검색어 flood

+ Flood Image

kaggle의 FloodDBS: Flood Image DataBaseSystem 400장

Rainy Image 검색어 rainy city, rainy road, rainy town

Not-Flood Image 검색어 road, town, street



```

albumentations.HorizontalFlip(p=0.8), # p확률로 이미지 좌우 반전
albumentations.RandomRotate90(p=0.8), # p확률로 90도 회전
albumentations.VerticalFlip(p=0.8) # p확률로 이미지 상하 반전

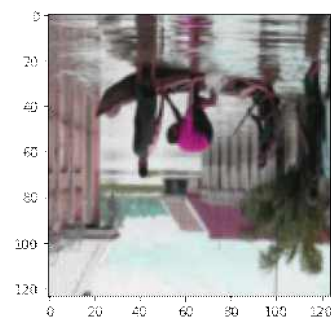
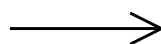
```

모델의 정확도를 높이기 위해
Image augmentation

```

([
albumentations.MotionBlur(p=0.8), # p확률로 이미지를 흐리게(?) 만들어 줌
albumentations.OpticalDistortion(p=0.8), # p확률로 이미지 왜곡
albumentations.GaussNoise(p=0.8) # 임의의 noise를 삽입

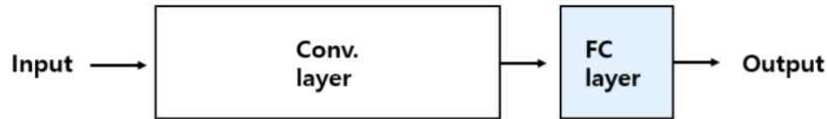
```




- Model 아키텍처 및 학습

모델의 정확도를 높이기 위해 fine tuning을 진행하였다.

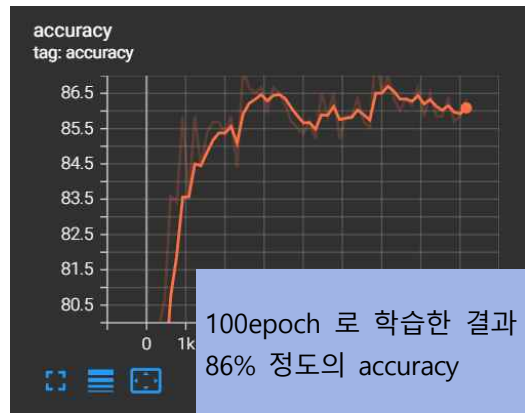
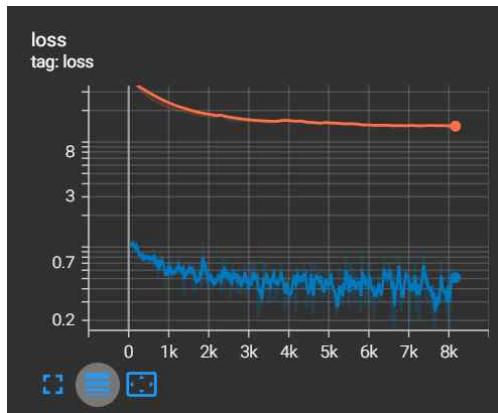
사전 학습한 fc layer의 출력값을 수정하고 resnet50에 연결하여 transfer learning을 하였다.



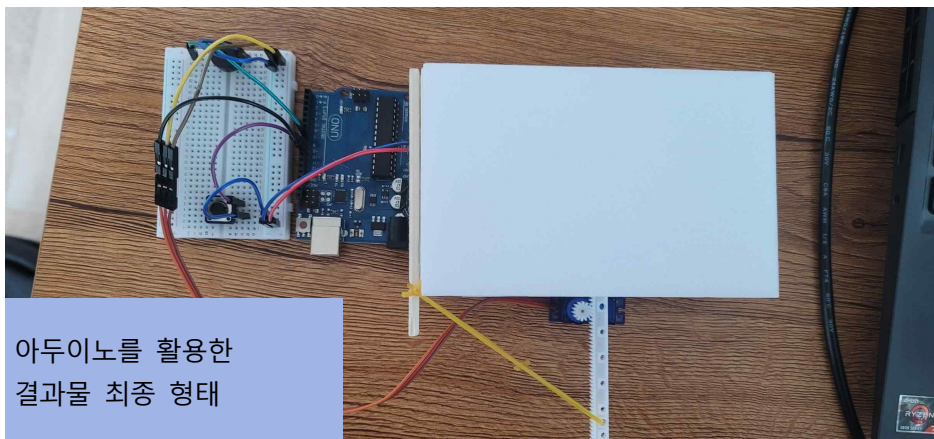
 : Train (LR = original LR / 10)

 : Frozen (LR = 0)

```
)  
(avgpool): AdaptiveAvgPool2d(output_size=(1, 1))  
(fc): Linear(in_features=2048, out_features=3, bias=True)  
)
```



- 하드웨어 적용



나. 추진일정

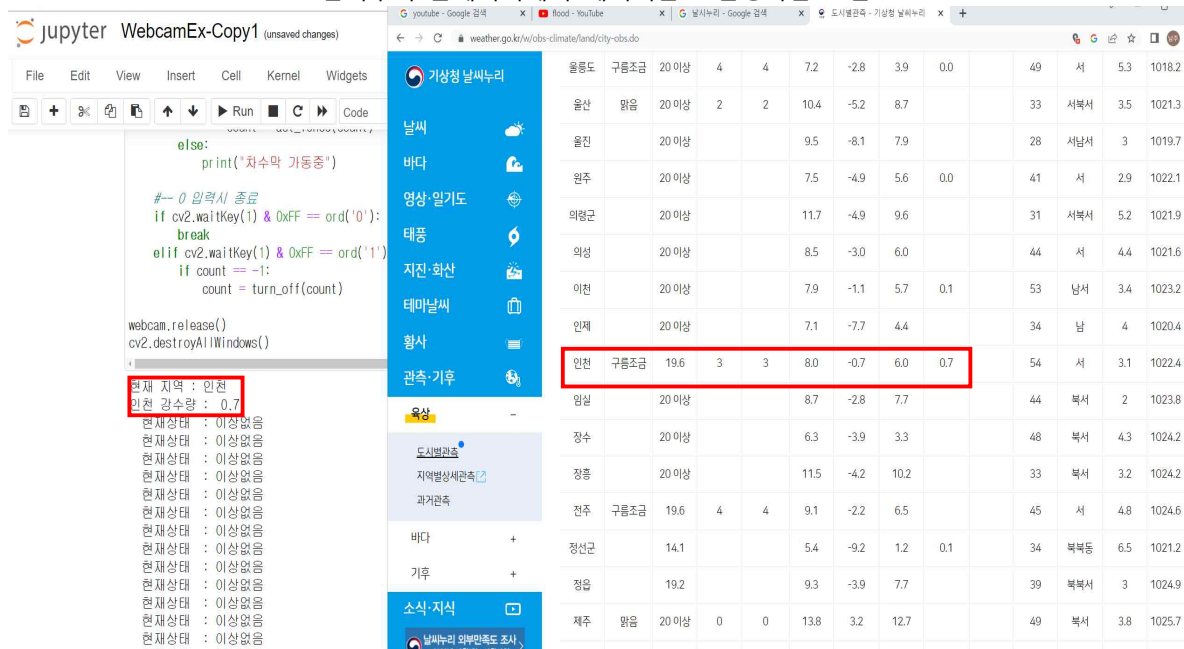
추진 내용	책임자	수행기간(월)			비 고
		10월	11월	12월	
주제 선정	공통				
관련 이론 습득	공통				
모델 선정 및 작품 설계	공통				
데이터 수집 및 검수	박수영				
모델 학습	김남주				
작품 제작	안중보				
완성	공통				

4. 결과물

- **일반과제형**

1. 오작동을 방지하기 위해 도시를 입력받고 기상청 날씨누리 홈페이지에서 실시간 강수량을 측정해 시간당 강수량이 30mm 이상일 때부터 비, 침수를 감지한다.

날씨누리 홈페이지에서 데이터를 크롤링하는 모습

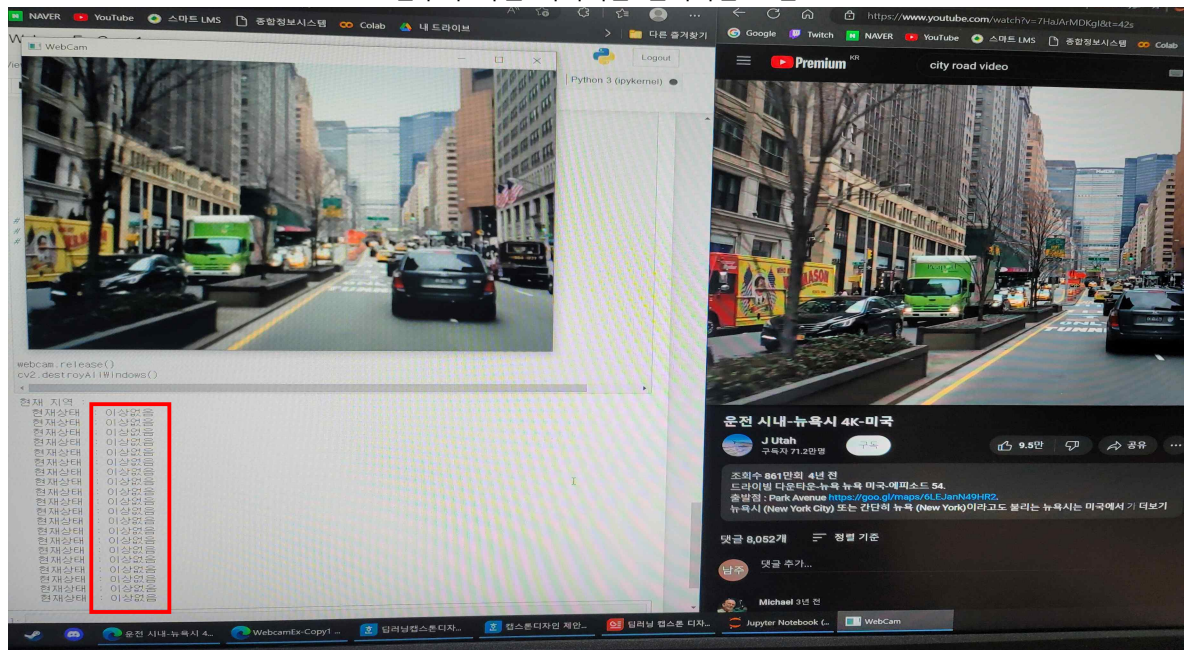


○ 강수량 30mm 이상 설정 이유

손해보험업계에 따르면 현대해상 교통기후환경연구소가 2006년부터 2012년까지 7년간 서울 강남구에서 발생한 차량 침수 사고를 분석했더니 차량 침수 사고의 56.3%가 시간당 강수량 35mm 이상일 때 일어났다. 특히, 시간당 강수량이 55~60mm 일 때 침수 사고 확률이 가장 높았다.

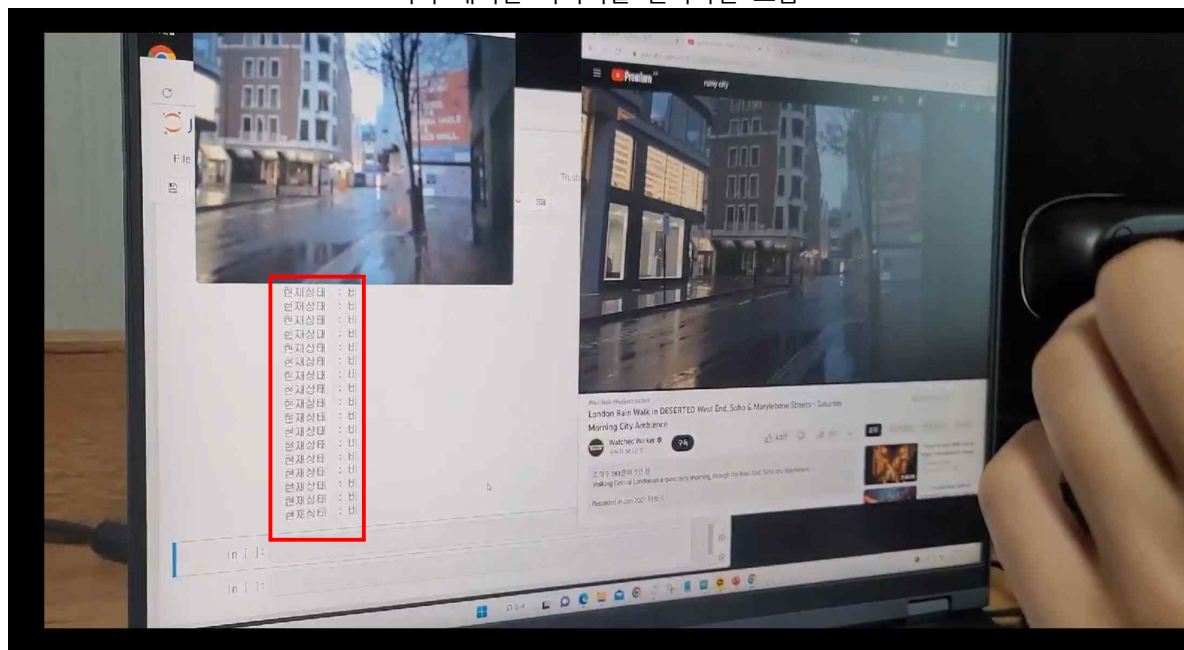
2. 침수가 아닌 이미지를 감지하면 이상없음을 출력한다.

침수가 아닌 이미지를 인식하는 모습



3. 비가 오는 이미지를 인식하여 단순히 비가 와도 침수로 인식하지 않는다.

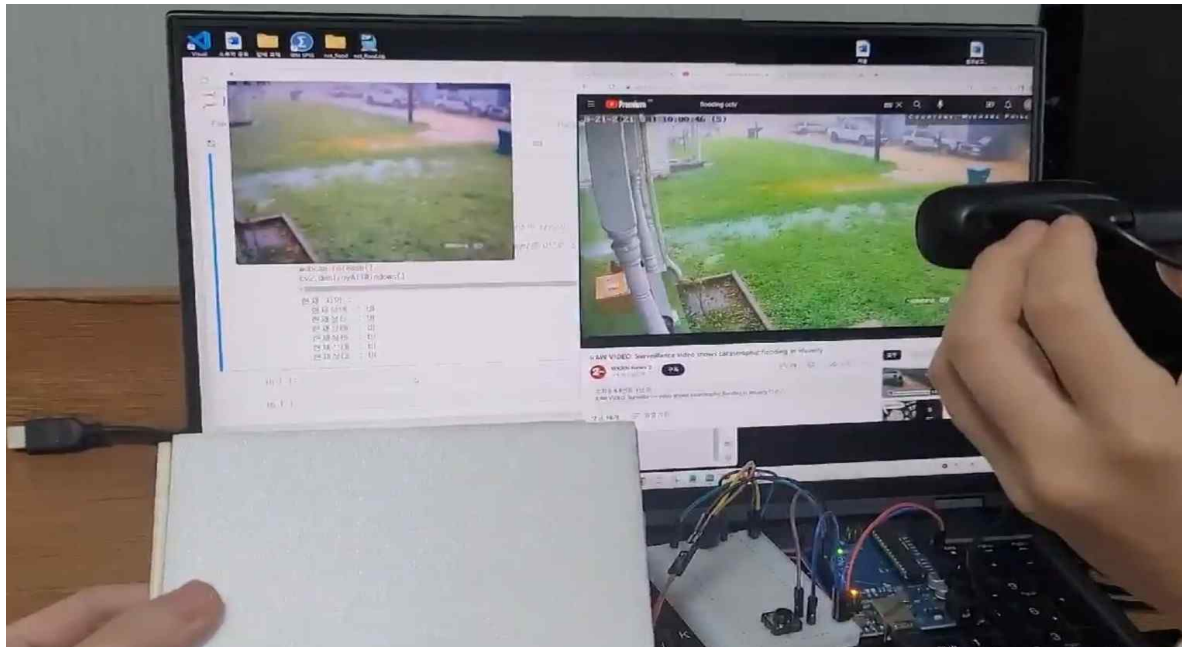
비가 내리는 이미지를 인식하는 모습



- 실시간 침수 상황 인식 결과

4. 침수가 되기 전 비가 내리는 것으로 인식 중이다.

실시간 침수 영상을 인식하는 모습



5. 침수가 시작되면 Flood count가 올라가 10 이상이면 피에조부저에서 경보가 울린다.

경보가 울리는 모습



6. 침수가 되어 Flood count가 20이면 서보모터로 차수막을 작동시킨다.

차수막이 올라간 모습



5. 결과물 활용방안(기대효과)

사람이 없는 상황에서 건물이나 지하주차장이 갑자기 침수되는 상황을 막아 재산피해를 줄일 수 있고, 경보를 미리 울려서 인명피해 또한 줄일 수 있다. CCTV를 통해 인식하므로 사람이 쉽게 확인하지 못하는 상황에서 빠르고 정확하게 대처할 수 있다. 바닷가나 강 주변 건물 등 침수가 자주 일어나는 곳에 설치하면 좋을 것 같다.

지하주차장 뿐만 아니라 침수상황을 잘 인식한다면 침수가 쉽게 되는 곳에서 활용할 수 있을 것이다.

6. 예산 집행 내역

항 목	금 액 (원)	산출내역	비 고
합 계	0		