CAUTION

참여 학생 | 2020270677 신지혜
컴퓨터융합소프트웨어 학과

지도 교수 | 정용화 교수님

참여 기업 | ㈜인포벨리코리아

CCTV

화재 인식 및 자동 경고 시스템

목차

+ 과제 선정 배경 및 필요성
+ 구현 목표
+ 기대 효과
+ 개발 도구
+ 프로그램 코드
+ 프로그램 구현
+ 발전 목표 및 계획
+ 출처

00 : 11 : 09

화재 예방, 왜 필요한가?

월간 환경 2025.05

봄 마중 길에 만난 화마가 우리에게 남긴 과제 : 역대 최대 산불, 막을 수는 없었나

국내 최대 규모 산불로 기록된 의성발 경북 북부 산불의 피해 규모는 3년 전 울진·삼척산불의 3배에 이르지만 **투입된 인력과 장비는 오히려 줄어든 것으로 드러났다.** 이에 따라 이상기후로 인한 대형산불이 기승을 부리는 데 반해 대응 역량은 상대적으로 위축되고 있다고 우려하고 있다.

국가산불예보시스템이 대형산불의 확산을 정확하게 짚어내지 못한 것은 오래된 임상·지형 데이터를 이용한 지수 산출, 그리고 산불 현장의 풍향·풍속·온도·습도 등 실시간 데이터를 반영하지 못했기 때문이라는 지적도 있다.

사유 시설 590억 원, 공공시설 6,216억 등 **총 1조 1,306억 원의 재산 피해는 물론, 문화재도 다량 소실**됐다. 고운사 소속의 사찰 운람사는 산신각을 제외하고 전소되었다. 3월 25일 17시경에는 운람사의 본사인 고운사마저 주요 전각들이 전소됐다. 이에 보물로 지정되어 있던 고운사 소재 건축 유산 2동이 피해를 입었는데, 건축적, 사료적 가치가 뛰어난 보물 가운루와 연수전)이 소실되었다.

화재 예방, 왜 필요한가?

[대한민국 CCTV]

공공기관 설치 CCTV 총 개수

→ “ 1,957,790 대 ”

* 2024년 기준, e-나라지표 포털

[화재 발생 경고음]	화재 발생 지역 인근 주민 대피 및 신고 / 화재진압 유도
[빠른 화재 대처]	화재 초기 대응 시 소화기 한 대 = 소방차 한 대

* 행정안전부 안전한tv

화재 예방, 왜 필요한가?

[대한민국 CCTV]

공공기관 설치 CCTV 총 “1,957,790 대 ”

* 2024년 기준, e-나라지표 포털

[화재 발생 경고음]

화재 발생 지역 인근 주민

대피

신고

화재진압 유도

[빠른 화재 대처]

화재 초기 대응 시 소화기 한 대 = 소방차 한 대

* 행정안전부 안전한tv

화재 예방, 왜 필요한가?

[대한민국 CCTV] 공공기관 설치 CCTV 총 “1,957,790 대 ”

* 2024년 기준, e-나라지표 포털

[화재 발생 경고음] 화재 발생 지역 인근 주민 대피 및 신고 / 화재진압 유도

[빠른 화재 대처]

화재 초기 대응 시

소화기 한 대 = 소방차 한 대

* 행정안전부 안전한tv

화재 예방, 왜 필요한가?

[대한민국 CCTV]

공공기관 설치 CCTV 총 “1,957,790 대 ”

* 2024년 기준, e-나라지표 포털

[화재 발생 경고음]

화재 발생 지역 인근 주민 대피 및 신고 / 화재진압 유도

[빠른 대피와 대처]

화재 초기 대응 시 소화기 한 대 = 소방차 한 대

* 행정안전부 안전한tv

화재 예방, 왜 필요한가?

 # AI 활용

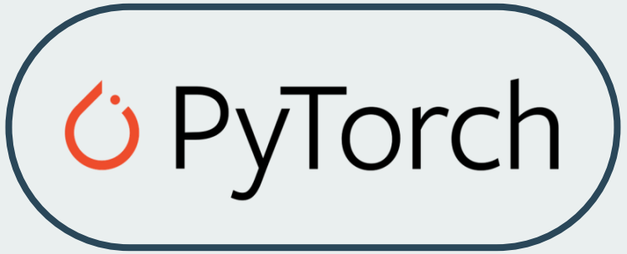
YOLO 기반으로 사람이 없는 환경에서도 CCTV 화면에서 연기 / 화재 여부를 확인
실시간으로 화재 발생 감지

 # 구축 비용 절감

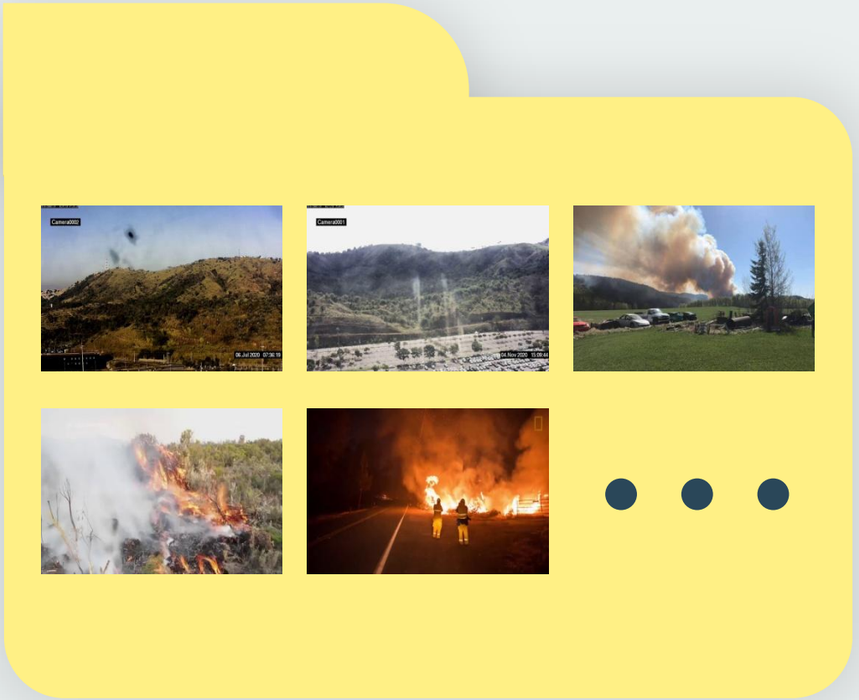
CCTV 등 기존에 설치된 장비를 주로 활용하여 추가 설비 구축에 들어가는 비용 절감

 # 화재 감시 확대

산, 도로와 같은 개방된 외부 환경에서 발생한 화재도 신속하게 파악 및 관리


PyTorch

GitHub

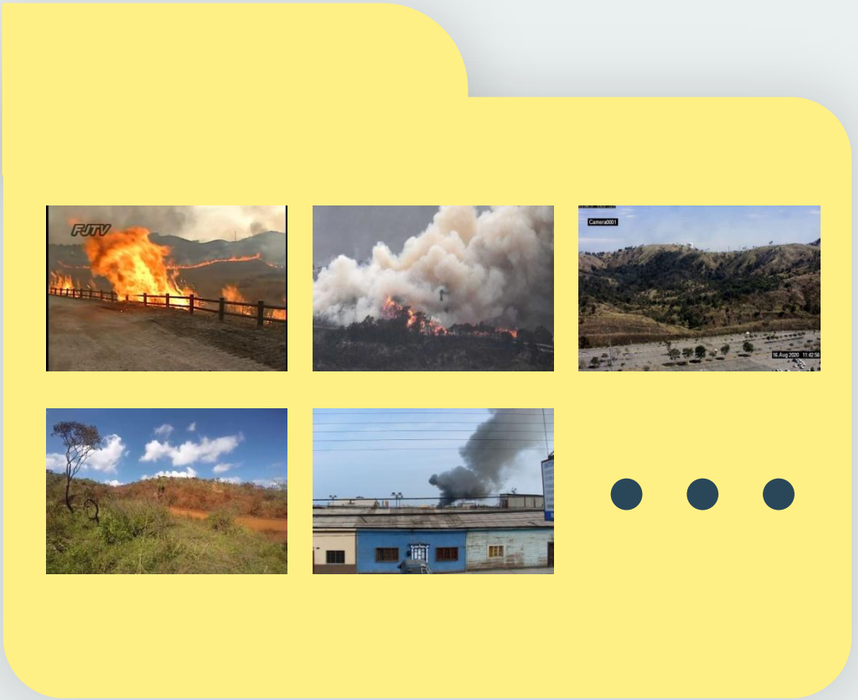


[학습 데이터]

연기 이미지 50 장

화재 이미지 40 장

일반 이미지 35 장



[테스트 데이터]

연기 이미지 30 장

화재 이미지 25 장

일반 이미지 35 장

```
.
.
.
model = YOLO("yolo11n.pt")

results = model.train(
    data="fire_smoke.yaml",
    epochs=50,
    imgsz=640,
    batch=8
.
.
.
```

YOLO11을 이용한 연기 및 화재 감지

YOLO11 NANO 모델 로드, 연기와 불 데이터 학습

bounding box 위치와 연기, 불 클래스를

예측하도록 가중치를 반복 수정

실시간 CCTV 영상에서

객체 탐지하기

CCTV 영상을 프레임 단위로 읽어 가져온 다음

YOLO11이 프레임마다 객체를 탐지하여

객체의 좌표와 클래스 정보 저장

```
.
.
cap = cv2.VideoCapture(v)

while True:

# 영상 프레임 읽기
ret, frame = cap.read()

# YOLO11 객체 탐지
result = trained_model(frame)
.
.
```

연기 또는 화재 발생시

경고음 출력

CCTV 영상 내에서 연기 또는 화재 발생이 감지될 경우

저장되어 있는 경고음 파일을 불러온 후

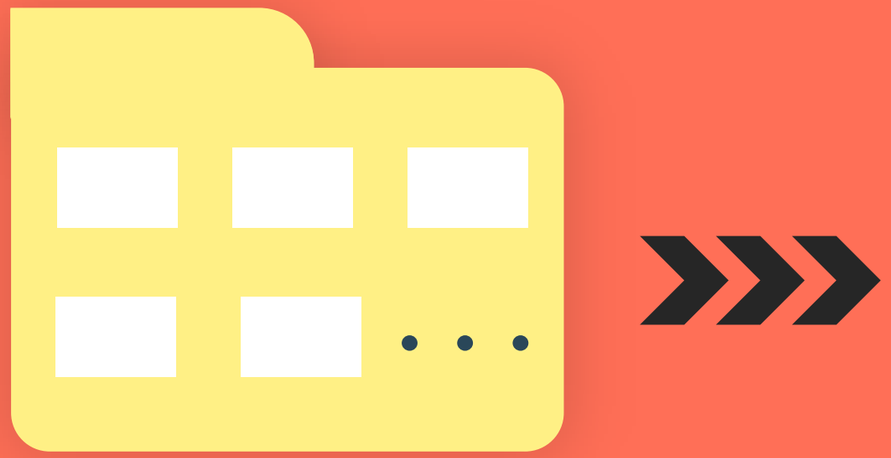
스피커를 통해 사이렌 소리를 출력해

화재 발생을 인지하도록 조치

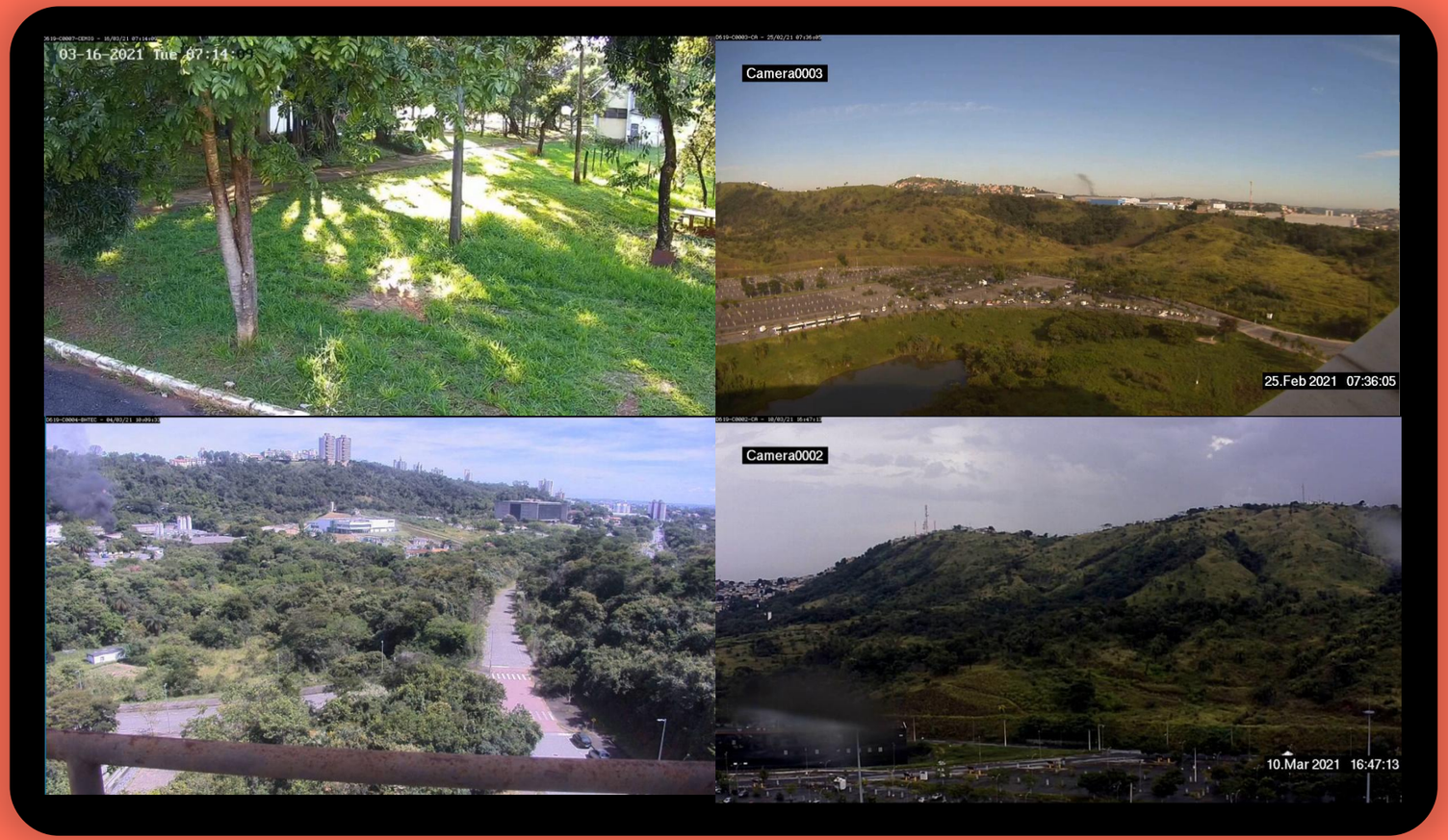
```
.
.
mixer.init()

mixer.music.load("(경로)/sample.mp3")

if detected:
mixer.music.play(-1)

siren_start = time.time()
.
.
```

영상을 통한 테스트

연기와 불이 포함된 영상과 포함되지 않은 영상을 사용
총 15개의 CCTV 영상을 통해 연기 및 화재 감지 모델 테스트



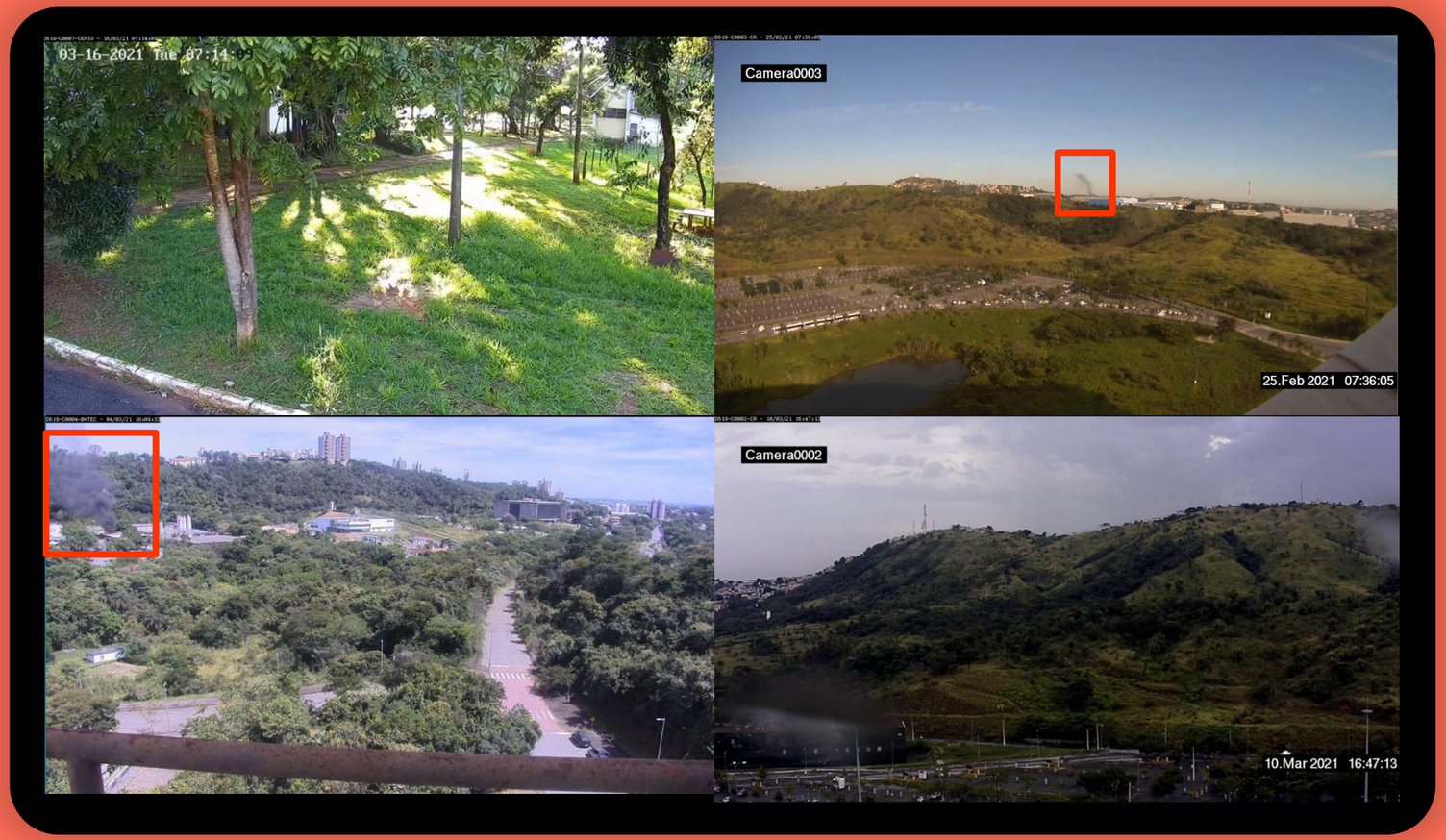
빠르고 편리한 확인



하나의 페이지에 4개의 CCTV 영상을 한 번에 띄워 더 많은 장소들을 빠르게 확인 가능

CCTV 영상에서 연기 또는 화재가 감지된 부분을 붉은색 테두리로 표시하여 화재가 발생한 장소의 확인 속도를 향상시킬 수 있도록 강조 처리

빠르고 편리한 확인



하나의 페이지에 4개의 CCTV 영상을 한 번에 띄워 더 많은 장소들을 빠르게 확인 가능

CCTV 영상에서 연기 또는 화재가 감지된 부분을 붉은색 테두리로 표시하여 화재가 발생한 장소의 확인 속도를 향상시킬 수 있도록 강조 처리

모델의 정확도 향상

- 구름, 자동차의 매연, 담배 연기, 음식 조리에 의한 연기 등 다양한 범위의 데이터셋을 추가적으로 수집하여 학습

- 사람의 표정이나 움직임, 조리 도구 등 연기 또는 화재가 감지되는 장소의 주변 객체를 추가적으로 인식하여 해당 연기나 불이 화재 상황이 맞는지 확률을 계산

모델의 정확도 향상

구름, 자동차의 매연, 담배 연기, 음식 조리에 의한 연기 등 다양한 범위의 데이터셋을 추가적으로 수집하여 학습

사람의 표정이나 움직임, 조리 도구 등 연기 또는 화재가 감지되는 장소의 **주변 객체를 추가적으로 인식**하여 해당 연기나 불이 화재 상황이 맞는지 **확률을 계산**

10 %

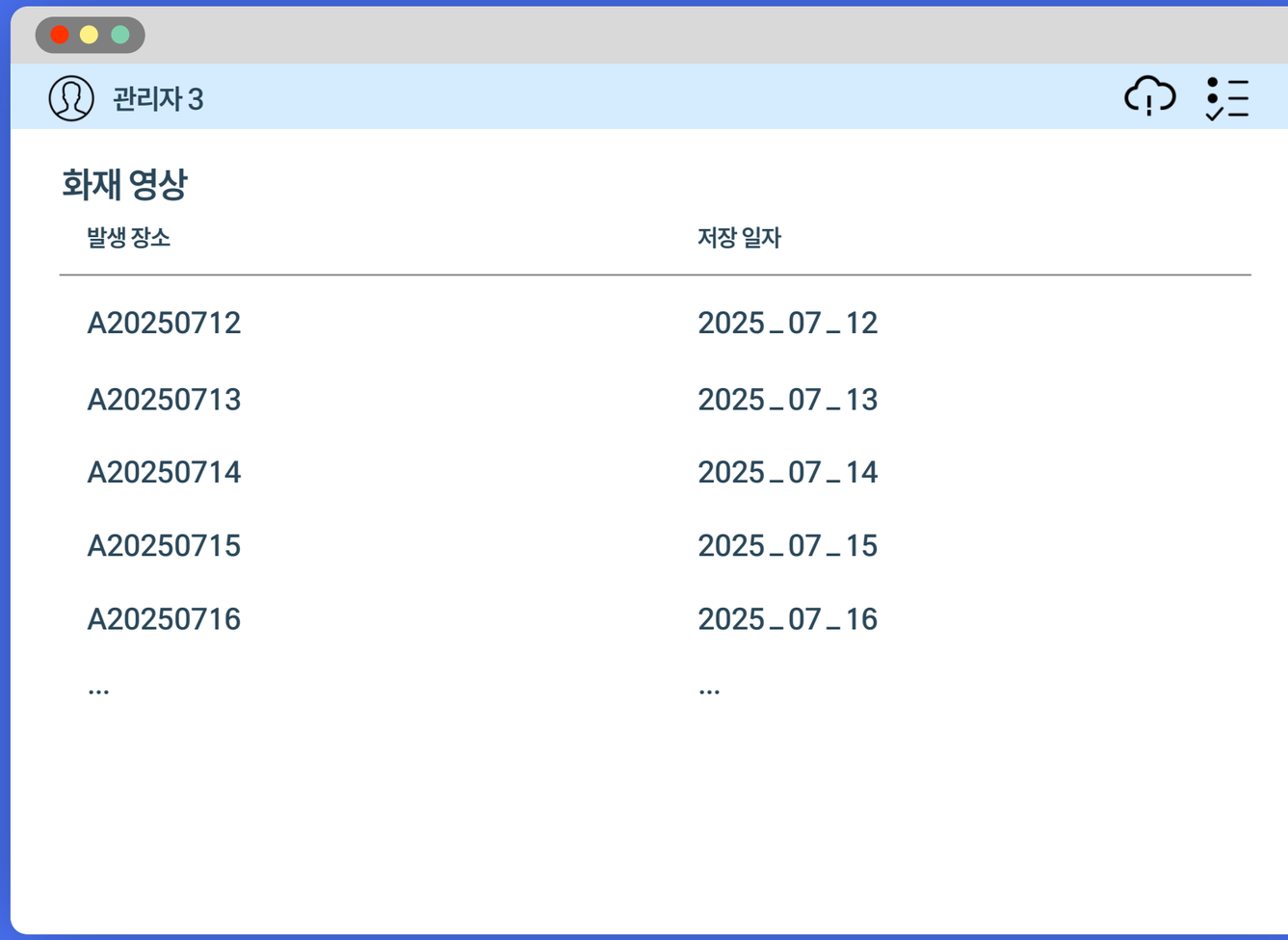
8 %

10 %

화재 발생 . . . 72 %

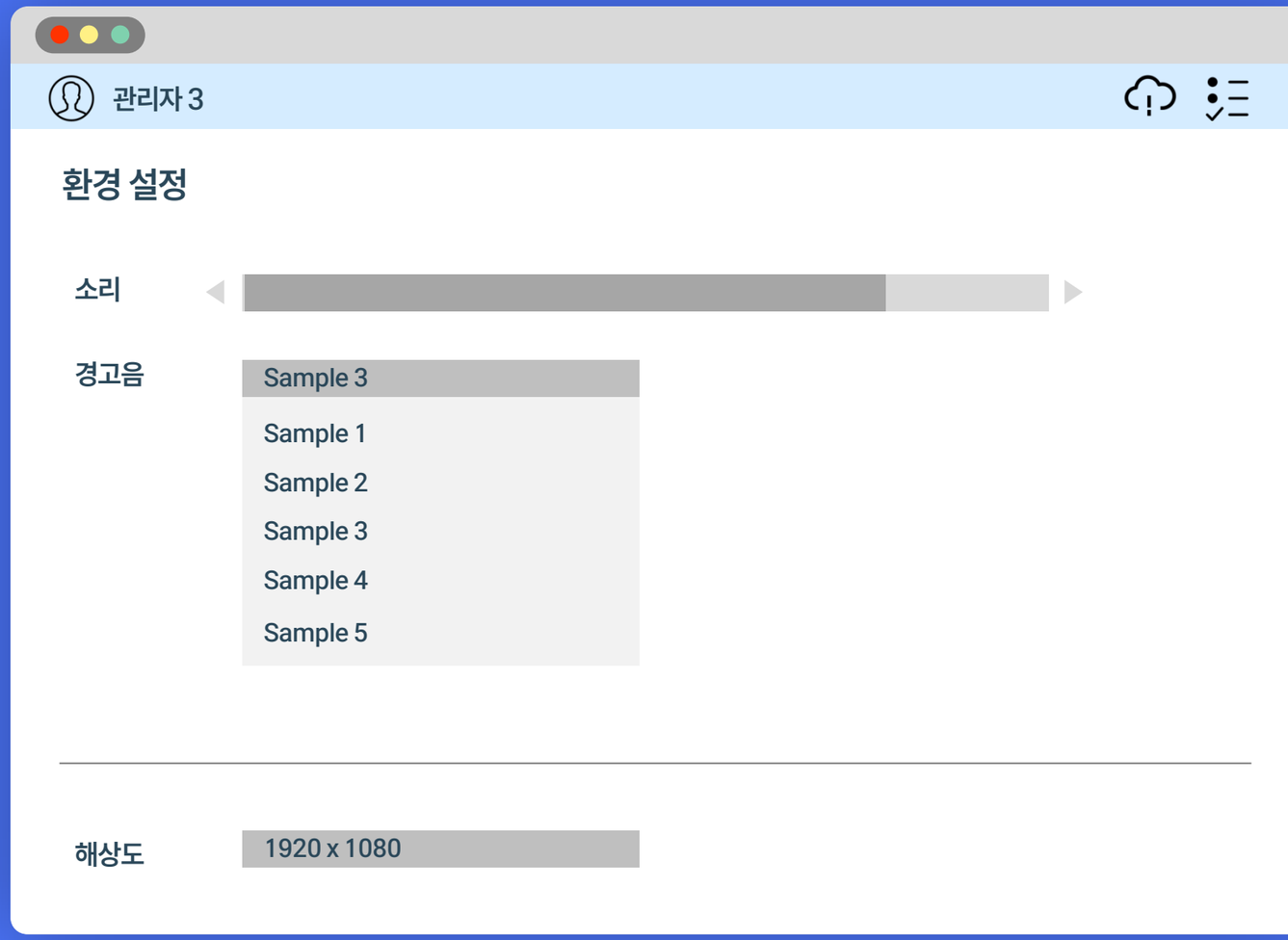
UI 디자인과 가시성

- 화재 발생 장면을 자동으로 녹화하고, 녹화된 영상들의 **목록을 확인 및 재생할 수 있는 페이지** 구현
- 경고음의 종류나 볼륨 조절 등 사용자의 환경에 맞춰 시스템 일부를 쉽게 변경할 수 있도록 설정 화면 구현
- 청각 장애인을 위해 스마트폰, 스마트워치, 데스크탑 등에서 확인할 수 있는 시각적인 알림 추가 제공



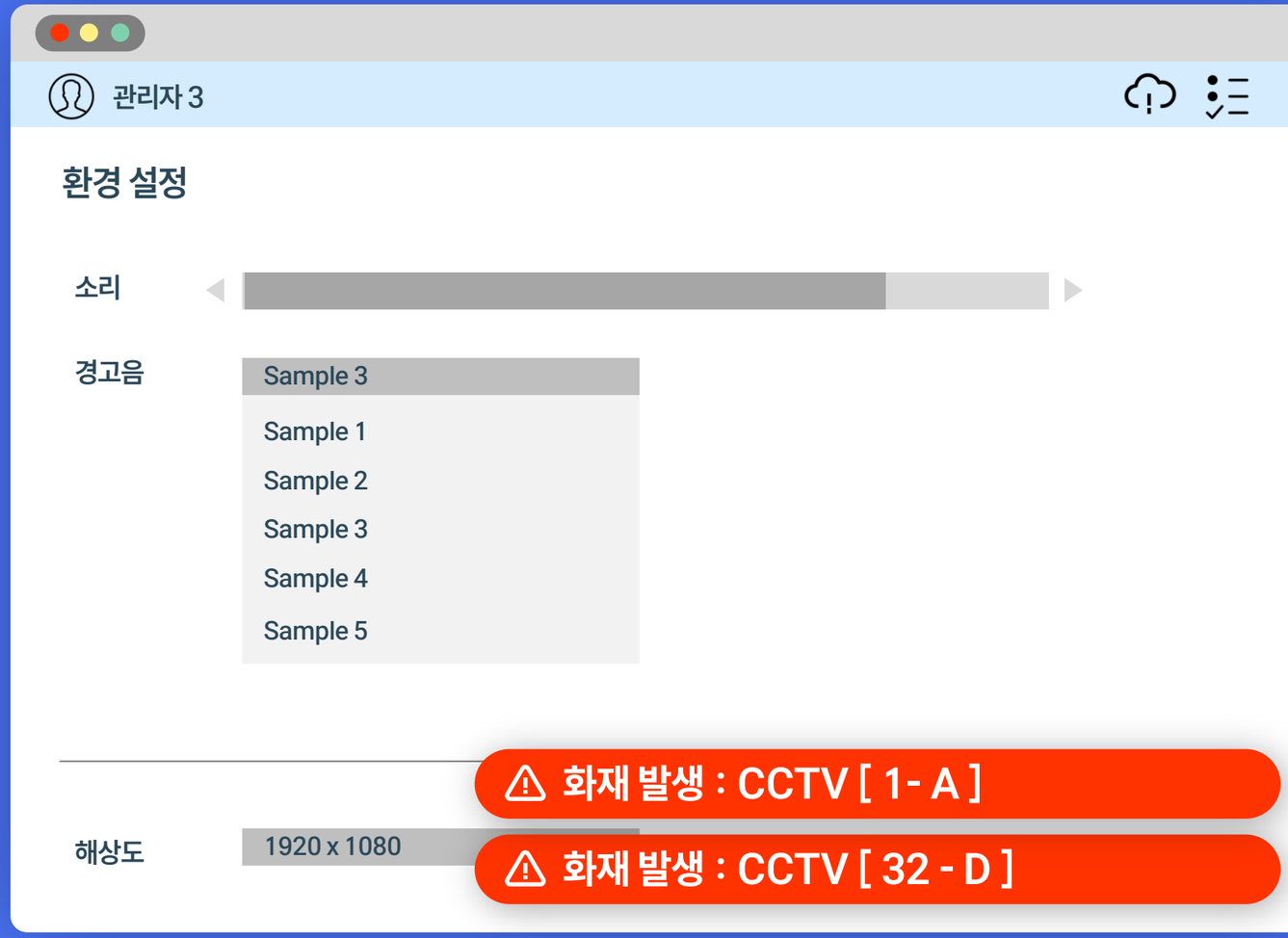
UI 디자인과 가시성

- 화재 발생 장면을 자동으로 녹화하고, 녹화된 영상들의 목록을 확인 및 재생할 수 있는 페이지 구현
- 경고음의 종류나 볼륨 조절 등 사용자의 환경에 맞춰 시스템 일부를 쉽게 변경할 수 있도록 설정 화면 구현
- 청각 장애인을 위해 스마트폰, 스마트워치, 데스크탑 등에서 확인할 수 있는 시각적인 알림 추가 제공



UI 디자인과 가시성

- 화재 발생 장면을 자동으로 녹화하고, 녹화된 영상들의 목록을 확인 및 재생할 수 있는 페이지 구현
- 경고음의 종류나 볼륨 조절 등 사용자의 환경에 맞춰 시스템 일부를 쉽게 변경할 수 있도록 설정 화면 구현
- 청각 장애인을 위해 스마트폰, 스마트워치, 데스크탑 등에서 확인할 수 있는 **시각적인 알림 추가 제공**



배포 및 이식성 향상

- 블랙박스, 가정용 CCTV, 로봇 청소기 등 다양한 제품에서 활용할 수 있도록 **경량화 및 속도 최적화**
- 어플로 제작하여 다운로드 편의성 향상
- 안정적인 유지를 위해 인증, 사용자 계정과 같은 보안 시스템 구축

배포 및 이식성 향상

- 블랙박스, 가정용 CCTV, 로봇 청소기 등 다양한 제품에서 활용할 수 있도록 경량화 및 속도 최적화
- 어플 형태로 제작하여 다운로드 편의성 향상
- 안정적인 유지를 위해 인증, 사용자 계정과 같은 보안 시스템 구축

Fire Detector

배포 및 이식성 향상

- 블랙박스, 가정용 CCTV, 로봇 청소기 등 다양한 제품에서 활용할 수 있도록 경량화 및 속도 최적화
- 어플 형태로 제작하여 다운로드 편의성 향상
- 안정적인 유지를 위해 인증, 사용자 계정과 같은 보안 시스템 구축

화재가 없는 세상 ,

FIRE DETECTOR

출처

- Pedro Vinícius Almeida Borges de Venâncio, Adriano Chaves Lisboa, Adriano Vilela Barbosa: *An automatic fire detection system based on deep convolutional neural networks for low-power, resource-constrained devices.* In: Neural Computing and Applications, 2022.
- **Pedro Vinícius Almeida Borges de Venâncio**, Roger Júnio Campos, Tamires Martins Rezende, Adriano Chaves Lisboa, Adriano Vilela Barbosa: *A hybrid method for fire detection based on spatial and temporal patterns.* In: Neural Computing and Applications, 2023.
- 김인성, 이정은, 김성재. (2025, 5). 봄 마중 길에 만난 화마가 우리에게 남긴 과제 : 역대 최대 산불, 막을 수는 없었나. *월간환경*, 295, 14-23.
- 지표누리. (2024). *공공기관 CCTV 설치 및 운영.* e-나라지표. https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=2855
- 행정안전부. (2018). *화재 초기 소화기 하나는 소방차 한 대 이상의 역할을 합니다.* 안전한tv. https://www.safetv.go.kr/base/video/view?idx=162
- Icons by Icons8