

## 33

멀티모달 AI를 이용한 노인복지시설  
안전사고 실시간 모니터링 플랫폼 개발

소속 정보컴퓨터공학부

분과 C

팀명 Effective

참여 학생 장인성, 송세연, 손현경

지도교수 김태운

## 과제 배경

노인복지시설에서 안전사고 발생 시 골든타임을 지키기 위해 안전사고 발생 여부를 빠르게 파악하는 것은 중요하다. 그러나 RGB 기반 CCTV를 이용하는 경우 프라이버시 침해 문제가 발생한다.

현재 상용화된 시스템들은 안전사고 탐지 및 위해 mmWave 레이더 센서를 이용하고 있다. mmWave 레이더 센서는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다.

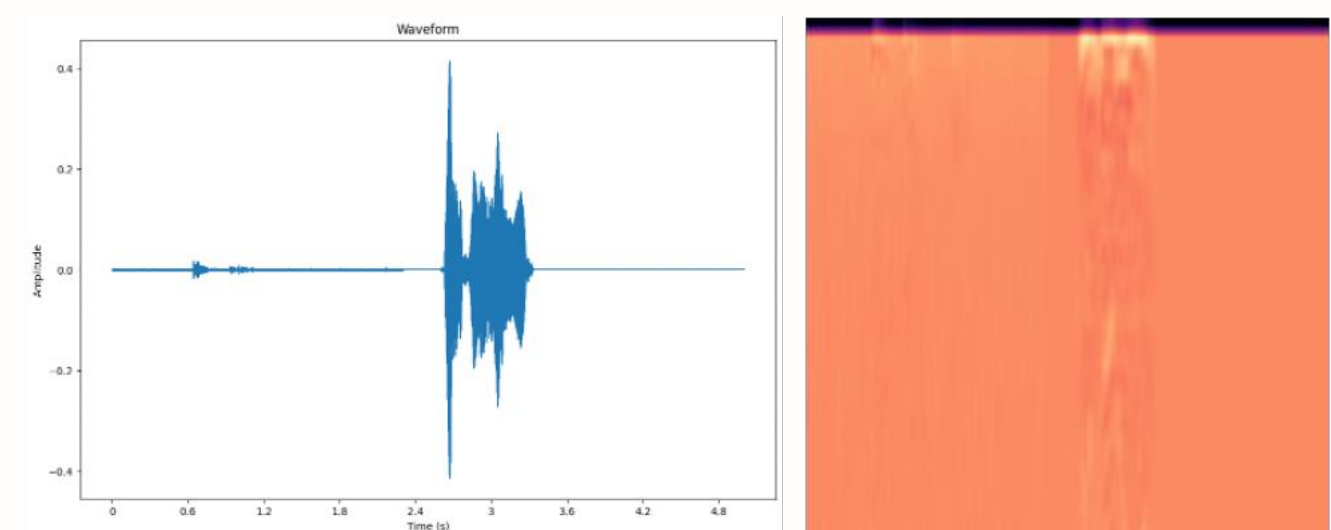
- 센서 측정 범위인 4m마다 장비를 구축해야 하므로 많은 초기 비용이 발생한다.
- 포인트 클라우드 데이터는 사고 발생 및 대처 과정의 설명이 어려워, 안전사고의 책임 문제를 두고 환자와 간호사 간 분쟁 발생 시 책임 논쟁에 대한 증거자료로 채택되기 힘들다.

이러한 문제를 해결하기 위해 열화상 카메라와 마이크를 이용하여 수집한 열화상 동영상 및 음향 정보를 함께 이용하고자 한다.

- 열화상 카메라를 이용하여 사고 발생 상황을 녹화한다.
- 음향을 이용하여 넓은 지역을 모니터링하며, 카메라의 사각지대 문제를 해결한다.

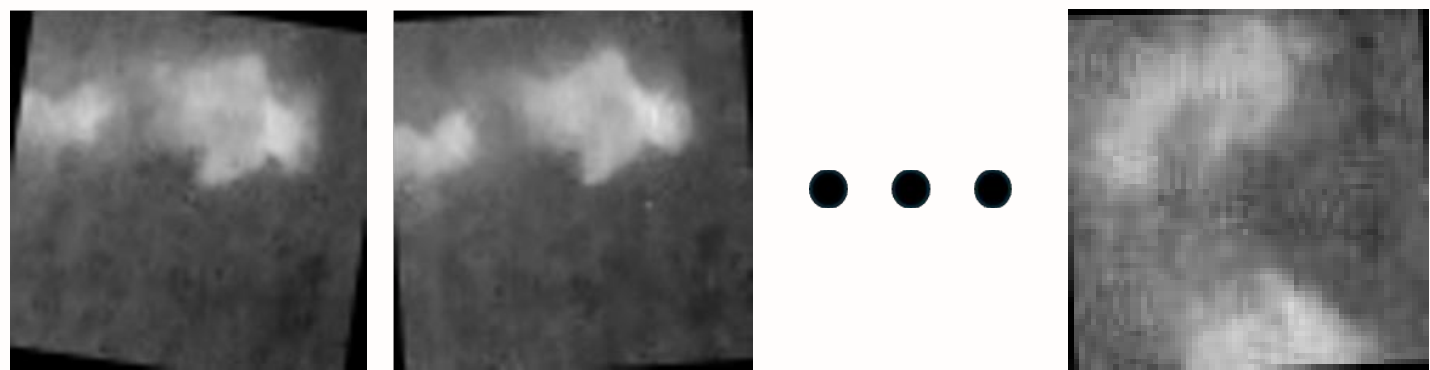
본 과제에서는 실시간으로 열화상과 음향의 멀티모달 AI를 통해 노인복지시설의 안전사고 발생 여부를 파악하고, 보호자 및 병원 관계자에게 사고 과정을 스트리밍하며, 안전사고 통계를 제공하는 플랫폼을 제안한다.

## 구현 방법



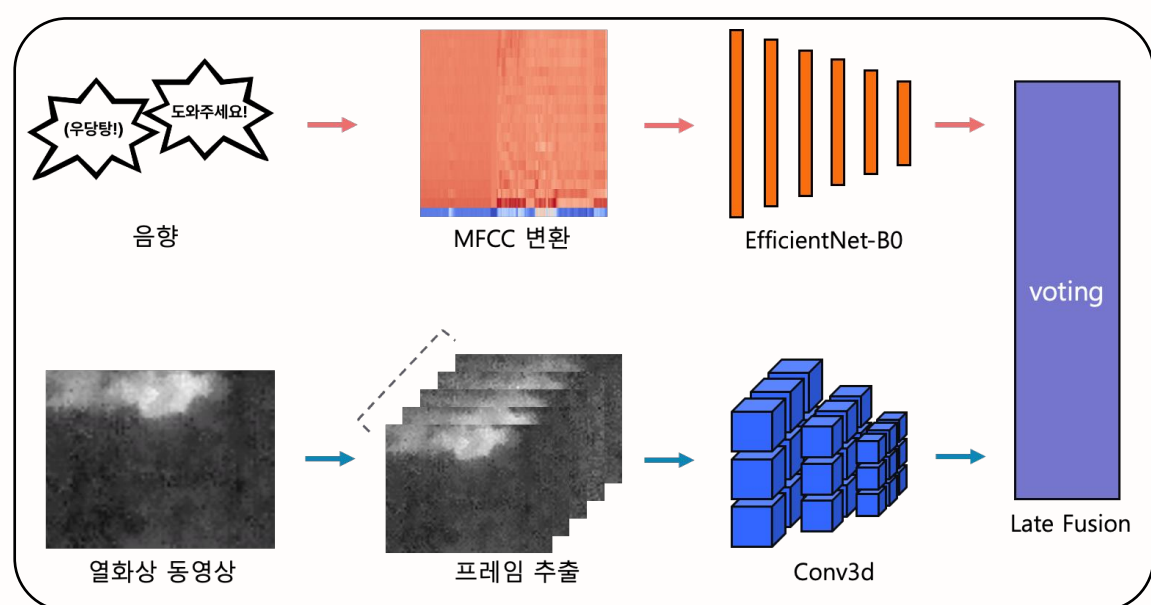
<그림1. 음향 데이터>

- 음향 데이터셋은 AI Hub의 위급상황 음성/음향 데이터셋에서 낙상과 정상 클래스를 이용하였다.
- 음향 데이터를 1차원 형태인 시간 도메인에서 분석 시 신호 간 간섭 현상이 발생하므로 MFCC를 이용하여 2차원 형태인 시간-주파수 도메인으로 변환하여 신호들을 구별할 수 있게 하였다.



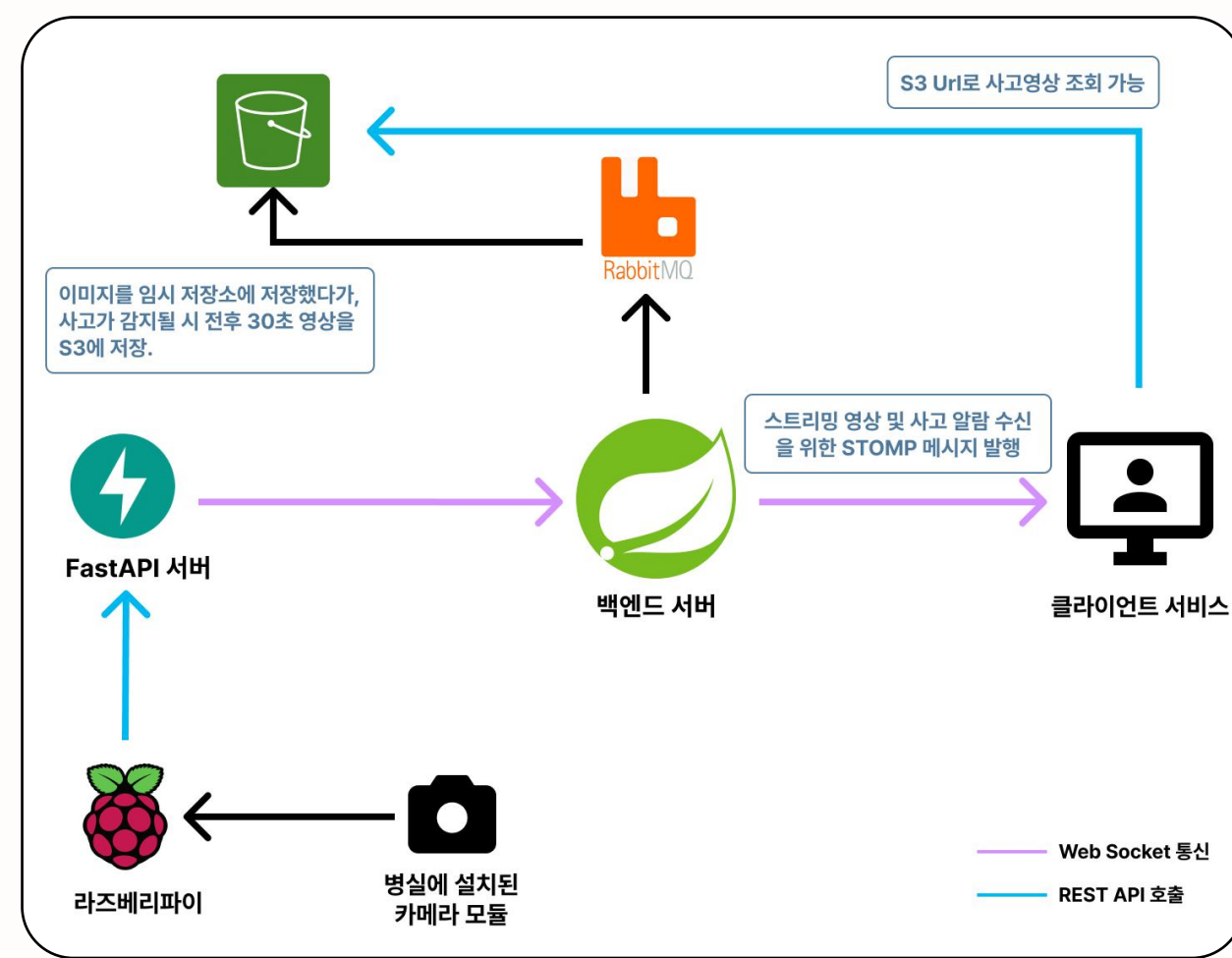
<그림2. 열화상 동영상 데이터>

- 열화상 동영상 데이터셋은 공개 데이터셋 부족으로 직접 촬영하였다.
- 각 데이터는 5초간 10FPS로 촬영한 총 50장의 이미지로 구성되어 있으며, 부족한 데이터 수 및 카메라 흔들림에 강한 모델을 만들기 위해 -10°~10° 사이에서 랜덤 회전하여 데이터를 증강하였다.



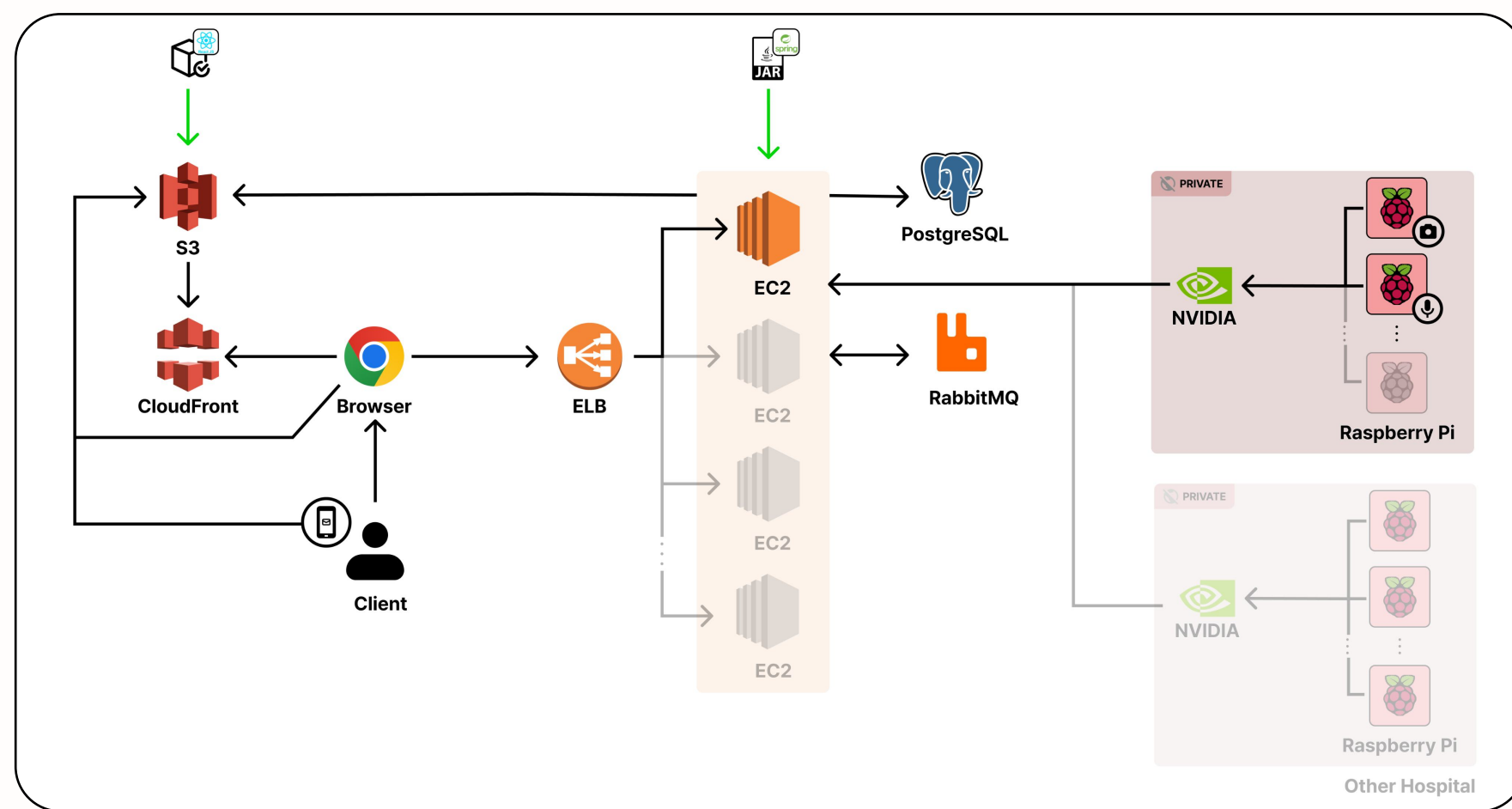
<그림3. 멀티모달 AI를 이용한 안전사고 발생 탐지>

- 멀티모달 AI 모델은 5초간 수집한 음향과 열화상 동영상 데이터의 각 모달 별 분류 결과를 voting하는 Late Fusion 방식을 통해 안전사고를 탐지한다.



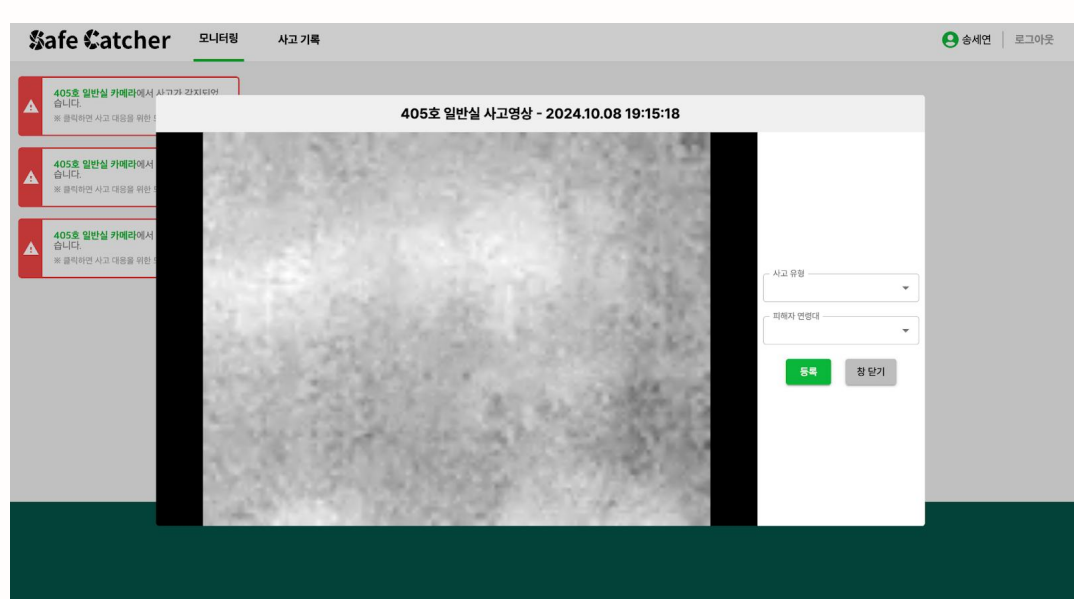
<그림4. 실시간 이미지 스트리밍 설계>

- 열화상 카메라로 촬영한 동영상을 라즈베리파이에서 FastAPI 서버로 HTTP 통신을 통해 전송한다. FastAPI 서버는 동영상과 안전사고 발생 여부를 Spring 서버로 WebSocket 통신을 통해 전송한다.
- Spring 서버는 동영상을 RabbitMQ로 전송한다. 클라이언트에게는 사전에 정의된 토픽 경로로 데이터를 발행한다.
- 안전사고 발생 시 RabbitMQ의 동영상을 S3에 저장한다. 클라이언트가 사고 영상을 다시 조회할 수 있다.

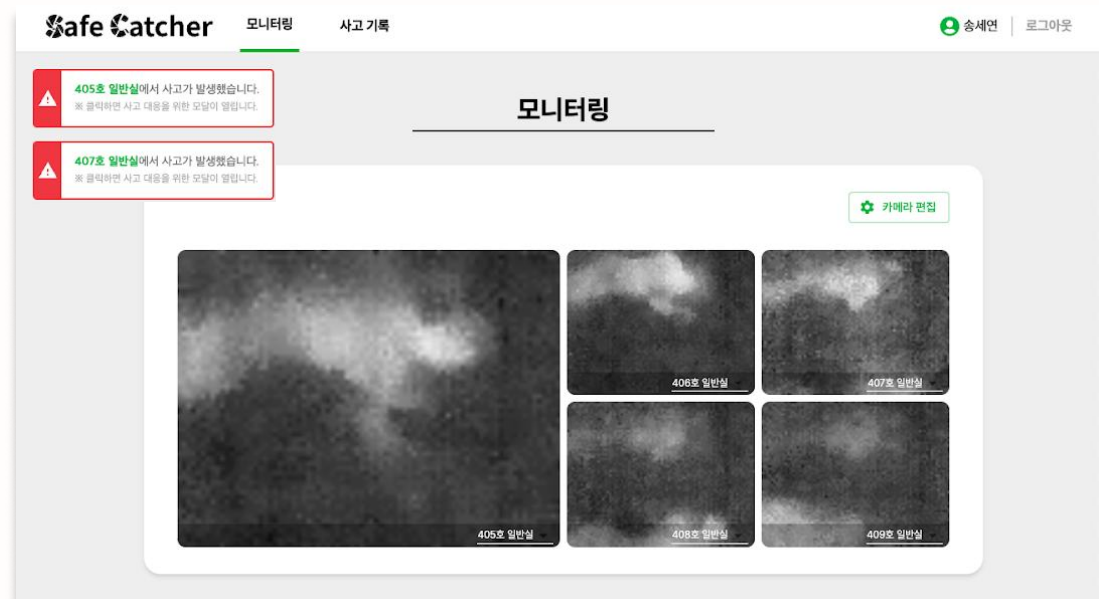


<그림5. 서비스 인프라 구조도>

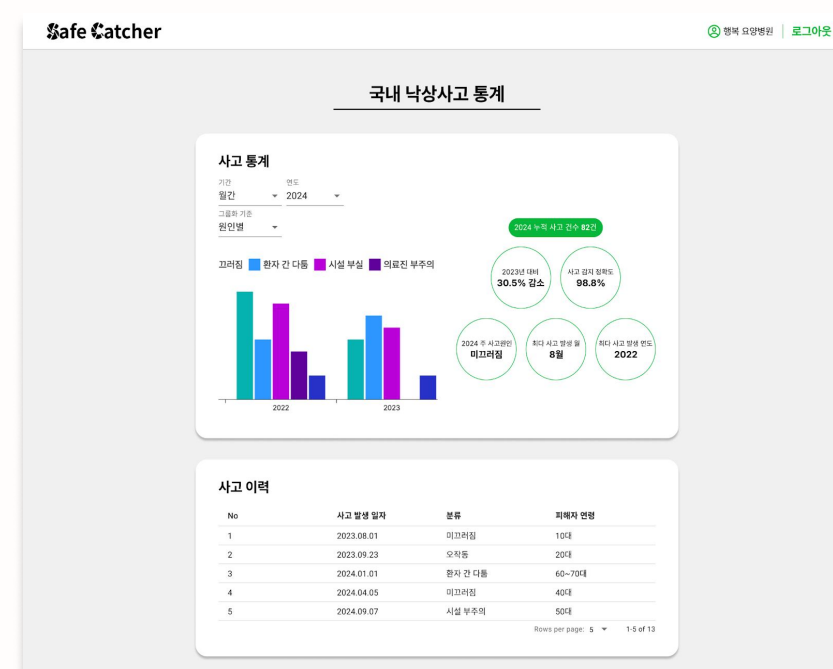
## 과제 결과



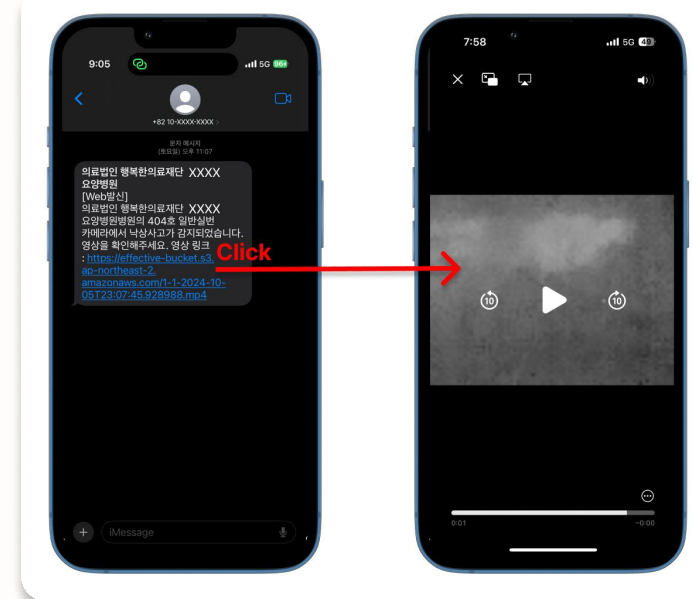
<그림6. 사고 영상 재생 UI>



<그림7. 사고 발생 시 수신되는 알림 및 사고 라벨링 인터페이스 모델>



<그림8. 국내 낙상사고 통계 페이지>



<그림9. 사고 발생 SMS 메시지 전송>