

## 프로젝트 배경

- 공중 화장실에서의 성범죄 및 범죄 발생률이 급증하고 있으나, 이를 위한 안전장치 부족 및 관리 미흡 등으로 인해 범죄 예방을 위한 대책이 요구됨
- 보안을 위한 CCTV를 설치하는 경우가 다수, 하지만 개인정보보호위원회가 화장실 내부 영상정보처리하기 학교 및 공공기관에 과태료 처분을 내림
- CCTV의 사각지대에서 발생하는 범죄 예방의 어려움 및 개인정보보호법에 따라 화장실과 같은 특정 공간에서의 설치 제한으로 인해 이를 악용한 범죄에 대한 해결책이 필요함

## 프로젝트 개발

- 실내 및 화장실에서 Room Acoustics를 활용한 RIR 취득
  - 단말에서 음원을 전달하여 서버에 저장하는 방식은 개인정보 보호법과 통신비밀 보호법에 저촉됨
  - 법에 저촉되지 않는 방법인, 단말에서 분석 하여 결과만을 서버에 전달.



그림 1. EchoSafe의 엣지 컴퓨팅 기반 단말간 통신

- 실내 및 화장실에서 Room Acoustics를 활용한 RIR 취득
  - RIR 취득을 위해 시간에 따라 주파수가 증가하는 sine sweep 신호 사용
  - 총 1800개의 Sine Sweep 신호 총 1800개 수음



그림 2. 화장실과 유사한 공간에서의 RoomAcoustics 측정

- 음원 증강 기법 설계 및 적용
  - 수집된 음원에 Time Stretch, Pitch Shift, Formant Shift, RIR, Air Absolution, Equalization 등 다양한 Augmentation 기법 적용

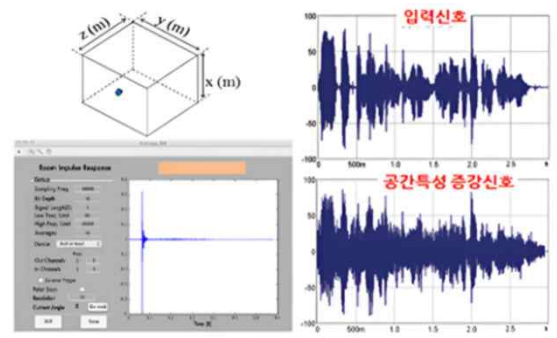


그림 3. 데이터 증강기법을 적용시킨 Waveform의 모습

- 음원 증강 기법 설계 및 적용
  - 수집된 음원에 Time Stretch, Pitch Shift, Formant Shift, RIR, Air Absolution, Equalization 적용
  - 위급 상황이 잘 발생하지 않는 실제 상황을 모사하기 위해 위급 상황이 없는 데이터 1,484,127개를 그대로 사용

음원이벤트	이벤트 개수 (회)	음원이벤트	이벤트 개수 (회)	음원이벤트	이벤트 개수 (회)
방명/고함	1003	물방울소리	14423	방귀소리	270
일반 물성	135000	변기소리	1919	기침소리	1388
웃음소리	646	세면대 소리	138	화장소리	232
말소리	2479	문 닫는소리	2951	티끌소리	384
박수소리	646			물방울소리 (Fem-2)	2581

음원이벤트	이벤트 개수 (회)	음원이벤트	이벤트 개수 (회)	음원이벤트	이벤트 개수 (회)
방명/고함	131,989	물방울소리	49,019	방귀소리	103,687
일반 물성	59,245	변기소리	88,346	기침소리	112,410
웃음소리	44,438	세면대 소리	67,945	화장소리	56,290
말소리	41,832	문 닫는소리	128,776	티끌소리	83,825
박수소리	55,786	ALL_Zero	1,484,127		

그림 4. Augmentation 기법 이전 데이터와 적용 이후 증강된 데이터의 양

## CRNN(Convolutional Recurrent Neural Network)기반 딥러닝 모델

- MCU에서 구동 가능하도록 적은 파라미터(5.3M)를 활용하도록 구성
- CNN의 지역적 특징과 RNN의 전역적 특징을 포착하는 장점을 가진 CRNN 모델 사용.

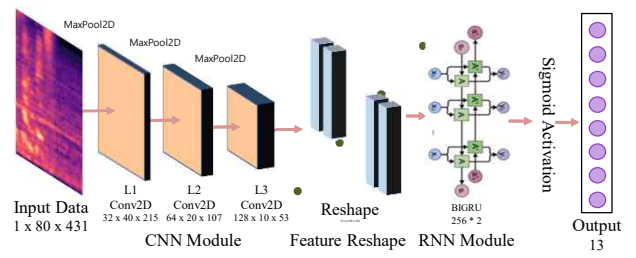


그림 5. Multi Label Classifier을 위한 CRNN 모델 구조

## 성능 지표

성능지표	F1_Score	mAP	AUROC(Danger)
Train	0.7768	0.8560	-
Test	0.7108	0.7675	0.9744

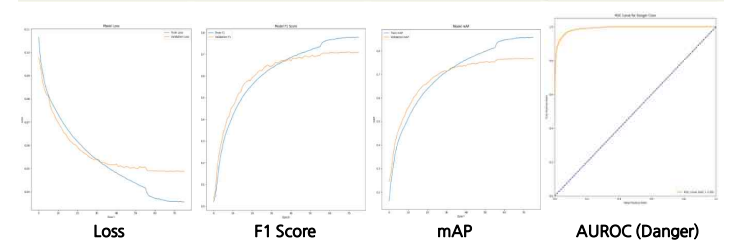


그림 6. 비상상황 감지 정확도 측정을 위한 F1 score과 mAP, AUROC (Danger)의 결과값

## 엣지컴퓨팅 비상벨 현장 적용 및 실증

- 현재 광주 시민의 숲 야영장 내 화장실과 조선대학교에 ai 기반 위급 상황 알림 시스템 (ECHO SAFE) 적용 중에 있음



그림 7. 광주 시민의 숲 야영장 내 화장실 Echo Safe 설치 모습

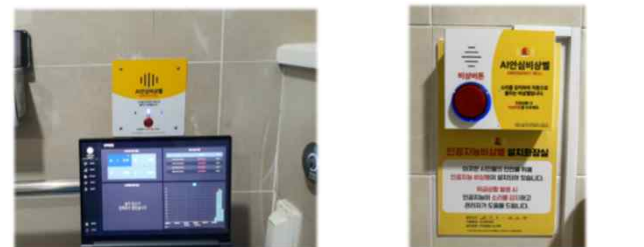


그림 8. 조선대학교 it 융합대학 10층 내 화장실 Echo Safe 설치 모습

## 기대효과

- 양질의 안전 관련 서비스 제공을 통해 비상벨 서비스에 대한 활용 저하를 방지하고, 공공 안전 관리 시스템 설치에 대한 관심 증대
- 음원 분석 인공지능 시스템과 중앙 관계 시스템 간의 연동을 통해 실시간 상황별 대응 및 대처로 국민에게 안전한 환경 조성 제공 가능
- CCTV의 사각지대에서 발생할 수 있는 위험 상황을 실시간으로 감지하여 범죄 예방 효과를 높임으로써 사각지대 최소화 및 촘촘한 안전망 구축