

# Hearo

## 1. 프로젝트 요약

프로젝트 요약	청각장애인과 ANC 사용자를 위한 AI 기반 환경음 분석 및 시각·촉각 알림 시스템		
기술 키워드	Sound event detection, Template matching, Multimodal feedback		
팀명	대상혁	팀원	신승민, 박장호, 안성재
목적 및 필요성	현대 사회에서 청각 장애인 및 노이즈 캔슬링 이어폰 착용자가 외부 소리를 인지하지 못해 안전 문제와 사회적 고립에 직면하고 있다. 이를 해결하고자, 본 프로젝트는 AI를 활용하여 소리의 종류, 긴급도 등 다차원적 특성을 분석하고 이를 직관적인 시각/촉각 UI로 변환하여 효과적으로 전달하는 것을 목표로 한다.		
프로젝트 개요	본 프로젝트는 청각 장애인, 노이즈 캔슬링 이어폰 사용자 등 청각 정보에 취약한 모든 이들에게 실시간 소리 정보를 시각적으로 제공하는 것을 목표로 하는 AI 기반 환경음 인식 시스템을 개발한다. 기술적으로는 경량화를 목표로 하는 Lightweight CNN 또는 CRNN 기반의 환경음 분류 모델을 핵심 엔진으로 사용하며, 오디오 입력은 Mel-spectrogram 등으로 처리한다. 주요 기능으로는 사전 정의된 소리의 실시간 다중 레이블 분석 및 긴급도 추론뿐만 아니라, 사용자 맞춤형 커스텀 소리 감지 모델을 포함한다. 이 모든 정보는 아이콘의 색상/크기, 진동의 강도와 패턴 등 시각 및 촉각 피드백으로 변환하는 UI/UX 모듈을 통해 사용자에게 직관적으로 전달된다.		
기대 효과 및 활용 방안	본 프로젝트는 사용자에게 안전성 보조와 사회 참여 확대를 제공하며, 비즈니스적으로 구독 모델과 웨어러블 시장 확장을 기대한다. 개발자에게는 경량 AI 및 접근성 UI/UX 설계 역량을 강화하게 한다. 활용 방안은 프로토타입 검증 후 정식 앱 출시 및 웨어러블 디바이스와의 연계(진동/시각화 강화, 노이즈 캔슬링 자동 해제 등)를 통한 기능 확장에 중점을 둔다.		

## 2. 목적 및 필요성

### ○ 문제 인식

- 현대 사회에서 청각 장애인과 이어폰/헤드폰 착용자들은 주변 소리를 인지하지 못해 개인의 안전과 사회적 상호작용에 지장을 겪는다.
- 주변 소리를 인지하지 못하는 상황은 중대한 안전 문제로 이어진다. 특히 사이렌 소리, 경적 소리, 위험 방송 등 생명과 직결된 소리를 즉시 인지하지 못하는 경우 위험 상황에 즉각적으로 대처하기가 어렵다.
- 특히, 청각 장애인 비율이 가장 높은 노년층은 노화에 따른 인지 능력 저하, 반응 속도 저하 등 여러 요인과 합쳐져 이러한 위험 상황에 대해 더 취약하다.
- 청각 장애인이 아닌 비장애인도 노이즈 캔슬링(ANC) 이어폰/헤드폰 등을 착용해 청각이 제한된 상황에서 타인이 나를 부르는 소리, 노크, 초인종 등 일상적인 사회적 상호작용의 출발점이 되는 소리를 놓치기 쉽다. 이는 대화 기회의 상실, 주변 상황 파악 어려움으로 이어져 사회적 소외감이나 불안감을 조성한다.
- 실제 사례로, 2024년 청각 장애인이 구급차의 사이렌 소리를 듣지 못해 교통사고가 발생한 경우가 존재했으며, 비장애인이 보행 중 노이즈 캔슬링 이어폰을 통해 음악을 청취하다 교통사고를 당한 경우도 빈번하게 발생하고 있다.

### ○ 기획 의도 (문제해결)

- 본 프로젝트는 청각이 제한된 사용자에게 주변의 소리 정보를 효과적으로 전달함으로써 안전과 사회적 상호작용 문제를 해소하는 것을 목표로 한다. 단순히 소리의 발생 여부를 알리는 수준을 넘어, 소리의 종류, 긴급도 등 다차원적 특성을 분석하고 이를 직관적인 UI(글자, 색상, 진동 등)로 변환해 사용자가 많은 정보를 쉽게 확인할 수 있도록 돕는다. 또한 사용자가 원하는 소리를 등록하여 해당 소리에 대해서도 알림을 받을 수 있는 커스텀 소리 인식 기능도 지원한다.

### ○ 시장/소비자 동향/분석, 경쟁 제품 비교/차별화 요소

- 노이즈 캔슬링 이어폰의 사용률이 급격히 증가하면서 일반인들 또한 청각 정보로부터 소외되는 것이 사회적 문제로 대두되고 있다. 이에 대해 많은 제조사는 관련된 기능을 제공하고 있다.
- 이어폰 제조사들은 주변 소리 듣기 모드와 같은 기능을 통해 안전 기능을 제공하지만, 소리를 증폭하는 방식이기 때문에 청각 장애인들에게는 해결책이 될 수 없으며, 자동 전환 기능은 사용자가 말해야 활성화되기 때문에 외부 소음을 인지하는 데 도움을 주기 어렵다.
- iOS에 탑재된 sound recognition은 화재경보, 초인종 등 사전 정의된 이벤트를 감지하여 알림을 제공한다. 하지만 이는 단순한 텍스트 알림으로 제공되기 때문에 사용자가 빠르게 상황을 인지할 수 없으며, 소리의 발생 여부만 확인하기에 현재 상황이 지속되고 있는지 또한 알 수 없다.
- 본 프로젝트는 긴급도, 방향 등 다양한 정보를 제공하여 소리의 발생 여부뿐만 아니라 사용자가 주변 환경을 파악할 수 있도록 돕는다. 또한 직관적인 UI를 통해 빠르게 상황을 인식할 수 있도록 하여 긴급 상황에 대처할 수 있도록 한다. 마지막으로 사전 정의된 소리 외에도 사용자가 등록한 소리를 감지하여 사용자의 환경 파악에 실질적으로 도움이 되고자 한다.

## 3. 프로젝트 개요

### ○ 프로젝트 소개

- 본 프로젝트는 청각 장애인, 이어폰/헤드폰 착용 보행자, 고령층 등 청각 정보에 취약한 모든 사용자에게 실시간 소리 정보를 시각적으로 제공하는 AI 기반 환경음 인식 시스템의 개발을 목표로 한다.

### ○ 적용 기술

#### 1. 환경음 분류 모델

구조 : Lightweight CNN 또는 CRNN (multi-label classification)

입력 처리 : mel-spectrogram 또는 mfcnn

사용 데이터 : UrbanSound8k (도시 소리), ESC-50 (환경음) 등.

프레임워크 : PyTorch, ONNX, TFLite

성능 지표 : F1-score (macro)

목표 : 모바일, 웨어러블을 위한 경량화

## 2. 커스텀 소리 인식 모델

방식 : Template matching + Cosine similarity

목표 : 재학습 없이 실시간으로 동작

라이브러리 : librosa, scipy, NumPy으로 작업후 C++ 로 포팅

## 3. UI/UX 모듈

시각적 표현 : 아이콘 종류, 크기, 색상/깜빡임 등을 종합적으로 이용

촉각적 표현 : 소리 정보에 따른 진동의 강도와 패턴을 매핑

도구 : Python GUI, Figma 등

## ○ 주요 기능

### 1. 환경음 실시간 분석

사전 정의된 주요 카테고리 (경적, 사이렌, 유리 파손음, 알림음 등)들을 실시간 다중 레이블로 분류, 단순 감지가 아닌 소리의 세기, 긴급도까지 함께 추론

### 2. 사용자 맞춤형 소리 등록 및 감지

사용자가 필요로 하는 소리를 등록, 입력 음향과 저장된 템플릿의 유사도가 임계 이상 시 알림 발생

### 3. 시/촉각 피드백 제공

아이콘의 색상, 크기, 애니메이션 및 진동 패턴과 강도를 통해 사용자가 직관적으로 상황 파악할 수 있도록 도움

## ○ 결과물 형태 및 서비스 방식

### 1. 최종 결과물

환경음 분류 모델 파일 (.pt, .tflite, .tfile 등)

커스텀 소리 인식 모듈

두 엔진을 통합한 UI/UX 프로토타입

### 2. 서비스 방식

디바이스 마이크로 입력된 소리를 온디바이스 AI와 모듈이 실시간으로 분석하여 UI/UX 모듈이 시각/촉각적 정보로 사용자에게 전달하는 방식이며, 네트워크 없이도 동작 가능하도록 모델을 경량화한다.

## ○ 역할 분담

담 당	역할 및 상세 활동
신승민	AI 모델 학습
박장호	데이터셋 수집 및 전처리, 커스텀 모듈 개발
안성재	데이터셋 수집 및 전처리, UI/UX 프로토타입 개발

## 4. 기대 효과 및 활용 방안

### ○ 기대 효과

사용자 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 사용자 안전성 보조</li> <li>● 일상생활의 편의 증진</li> <li>● 사회적 상호작용 참여 확대</li> </ul>
비즈니스 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 구독 기반의 수익 모델</li> <li>● 웨어러블 시장으로의 확장성</li> </ul>
개발자 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 실전적인 경량 AI 모델 설계 경험</li> <li>● 접근성 중심의 UI/UX 설계 경험</li> </ul>

### ○ 결과물 활용 방안

#### 1. 프로토타입 단계

개발된 모델의 정확도와 UI 변환 기능을 검증하고 시연한 뒤 피드백을 수집하여 서비스를 보완한다. 이후 베타 테스트를 거쳐 정식 앱으로 출시하여 서비스를 배포한다.

#### 2. 웨어러블 디바이스로의 확장

스마트워치, 스마트 글래스와 같은 웨어러블 디바이스와 연계하여 진동, 시각화 기능의 접근성을 향상시킬 수 있다. 또한, 위험한 소리를 탐지하여 무선 이어폰의 노이즈 캔슬링 기능을 자동으로 해제시키는 등의 확장이 가능하다.