

2025-2 AI 프로젝트Ⅳ HCI 시스템 설계

위험소리 감지 알림 UX 서비스 기획 (4)

인공지능학과 22619027 지정원

Contents

00 피드백 반영

01 선행 연구

02 데이터셋

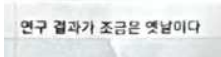
03 데이터 전처리

04 실험 결과

05 UX 디자인

00. 피드백 반영

조유겸, 황태욱, 배무성, 임태훈, 김정창. (2025-06-18). 청각장애인을 위한 위험 소리 감지 및 알림 시스템. 한국통신학회 학술대회논문집, 제주.



2025년도 한국통신학회 하계종합학술발표회

청각장애인을 위한 위험 소리 감지 및 알림 시스템

조유겸, 황태욱, 배무성, 임태훈, 김정창

국립한국해양대학교

bamppy12@g.kmou.ac.kr, xodnr1130@g.kmou.ac.kr, baemuseong@g.kmou.ac.kr,
lth3097@g.kmou.ac.kr, jehkim@kmou.ac.kr

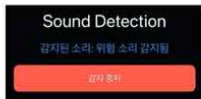


그림 2. 위험 소리 감지 시 애플리케이션 실행 화면.

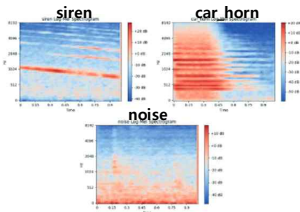


그림 1. 각 상황별 Log-Mel Spectrogram

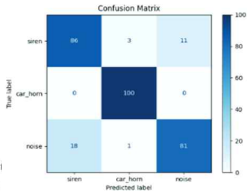
Hazardous Sound Detection and Alert System for Hearing Impaired People

Yu-yeom Cho, Tae-uk Hwang, Museong Bae, Taehun Lim, Jeongchang Kim

Korea Maritime and Ocean University (KMOU)

요약

본 논문에서는 청각장애인이 위험 상황 소리를 감지하기 어려운 문제를 해결하기 위해 스마트폰의 내장 마이크로부터 소리를 수집하여 CNN 기반 모델로 실시간 분석 후, 스마트폰에서 진동/시각 알림으로 사용자에게 위험 상황을 즉각적으로 전달하는 모바일 애플리케이션을 개발하였다.



00. 피드백 반영

예를 들어 경적소리가 저 멀리서 나는데
탐지하면서 나한테 경고 알림이 뜨는건 어떻게
해결할건지.



경적 소리를 다 탐지한다면 인도를 안전하게 경고
있어도 경고알림이 계속 들 수 있고 사용자가 이
경험을 바탕으로 알림을 안일하게 생각해서 실제
위험 상황에서 인지를 못하는건 어떻게
방지할건지

UrbanSound8K 데이터의 마이크 위치 제각각, dB별로 분류 x
"몇 dB이고, 몇 m 거리이다" label 정의 후 학습 불가능.

=> 위험음 임계값 정해 **"감지 민감도"** 설정, 낮음/일반/높음으로 분류

ex)

감지 민감도 낮음일 때 위험음 탐지율(신뢰도) 40% -> 경고음 안울림
= 큰 소리만 탐지 = 불필요한 경고 x

감지 민감도 높음일 때 위험음 탐지율(신뢰도) 40% -> 경고음 울림
= 멀리서 나는 작은 소리까지 탐지

00. 피드백 반영

환경 조건의 영향이 크게 같 것 같음



	실외(도로) 환경	실내(도서관/카페) 환경
민감도 조절	↑ 안전 중요 (작은 위험음 까지 탐지)	↓ 낮은 경고 불편

공공데이터

전처리 방법을 어떤 식으로 바꾸나갈 것인지
궁금합니다



noise -> SONYC-UST-V2 (human voice) + 직접 수집한 다양한 소음

10주차 : 위험음 + human voice

14주차 : siren + human voice car_horn + human voice

+ 도로 소음

+ 음악

+ 사람 말소리

+ 도로 소음

+ 음악

+ 사람 말소리

01. 선행 연구

김지혁, 박상근. (2024-12-18). 소리 분류 모델을 이용한 골목길에서의 차량-보행자 충돌 위험 방지 시스템. 한국정보과학회 학술발표논문집, 전남.

소리 분류 모델을 이용한 골목길에서의 차량-보행자 충돌 위험 방지 시스템 (2024.12)

3.3 충돌 위험 방지 앱 개발



그림 1. 앱 초기 화면(좌), 차량 인식 화면(우)

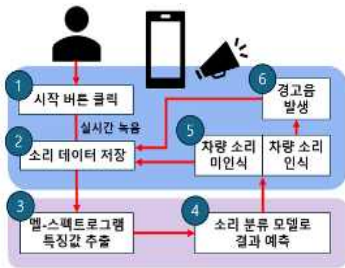


그림 2. 앱 동작 구조

표 1. LSTM, CNN 기반의 소리 분류 모델 성능 비교

	LSTM	CNN
Accuracy	93.3%	96.2%
Precision	93.5%	96.4%
Recall	93.3	96.2%
F1-score	93.3	96.2%

01. 선행 연구

[Designing Smart Headphones That Warn Pedestrians of Imminent Dangers | Columbia Science Commits](#)

Designing Smart Headphones That Warn Pedestrians of Imminent Dangers

🕒 December 9, 2019



Florida, R. (2019, December 9) *Designing smart headphones that warn pedestrians of imminent dangers*. Columbia Science Commitment.

Smart headphones warn of nearby cars - [Journal Watch](Jeremy Hsu, *IEEE Spectrum*, Vol. 57, No. 2, Feb. 2020, pp.8)

JOURNAL WATCH

JOURNAL

Smart
of N

HOW

The

head

The

roads

Smart

pedest

might

Xiao

electric

develop

(PAWS)

North

They

IEEE

Many

came

and

micro

their

The

spots

a

system

housing

lithium

series

release

it

trans

hous

on

and

en

The

of

a

but

tra

ject

exte

ends

not

be!

"We

to

make

expl

from

th

—JEREM

An

early

watch

Smart Headphones Warn of Nearby Cars

HOW CAN PEDESTRIANS safely tune out the world? Perhaps with a pair of intelligent headphones that alert them to oncoming vehicles.

The number of pedestrians killed on U.S. roads reached a three-decade high in 2018. Smart headphones are unlikely to prevent most pedestrian deaths—but a few seconds' warning might spare some lives.

Xiaofan Jiang, an assistant professor of electrical engineering at Columbia University, developed the Pedestrian Audio Wearable System (PAWS) with collaborators at the University of North Carolina at Chapel Hill and Barnard College. They published their work in the October 2019 *IEEE Internet of Things Journal*.

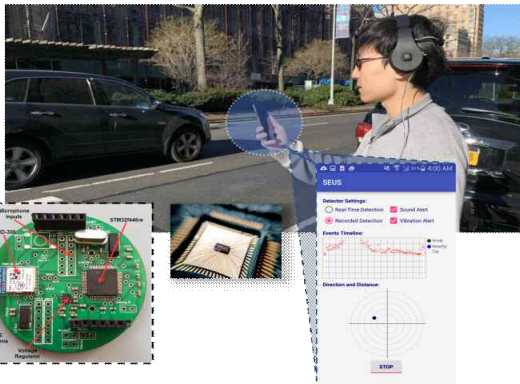
Many cars with collision warning systems rely on cameras, radar, or lidar to detect objects. But Jiang and his colleagues decided to use inexpensive microphones to serve as low-power sensors for their system.

The group placed four microphones in different

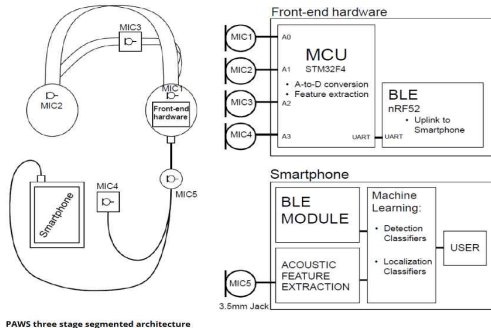
01. 선행 연구

S. Xia et al., "Improving Pedestrian Safety in Cities Using Intelligent Wearable Systems," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 5, pp. 7497-7514, Oct. 2019.

PAWS: Improving Pedestrian Safety – Columbia ICSL



System Implementation



01. 선행 연구

조유겸, 황태욱, 배무성, 임태훈, 김정창. (2025-06-18). 청각장애인을 위한 위험 소리 감지 및 알림 시스템. 한국통신학회 학술대회논문집, 제주.

2025년도 한국통신학회 하계종합학술발표회

청각장애인을 위한 위험 소리 감지 및 알림 시스템

조유겸, 황태욱, 배무성, 임태훈, 김정창

국립한국해양대학교

bamppy12@gkmou.ac.kr, xodnr1130@gkmou.ac.kr, baemuseong@gkmou.ac.kr,
lth3097@gkmou.ac.kr, jchkim@kmou.ac.kr

Hazardous Sound Detection and Alert System for Hearing Impaired People

Yu-gyeom Cho, Tae-uk Hwang, Museong Bae, Taehun Lim, Jeongchang Kim

Korea Maritime and Ocean University (KMOU)

요약

본 논문에서는 청각장애인이 위험 상황 소리를 감지하기 어려운 문제를 해결하기 위해 스마트폰의 내장 마이크로부터 소리를 수집하여 CNN 기반 모델로 실시간 분석 후, 스마트폰에서 진동/시각 알림으로 사용자에게 위험 상황을 즉각적으로 전달하는 모바일 애플리케이션을 개발하였다.

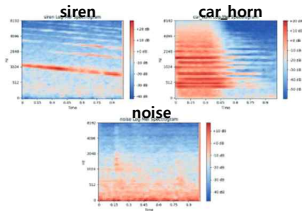


그림 1. 각 상황별 Log-Mel Spectrogram

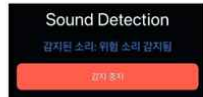
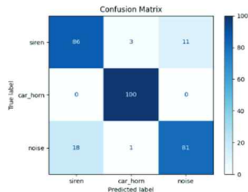


그림 2. 위험 소리 감지 시 애플리케이션 실행 화면.




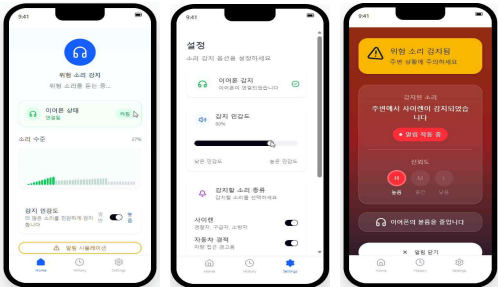
01. 선행 연구

- 선행 연구와의 차이점

	선행 연구	진행 연구
① 연구 초점	하드웨어 기반 실시간 탐지 시스템 구현	AI 탐지 결과를 사용 자에게 어떻게 잘 전 달 할 것이냐? (UX 디자인)

	선행 연구	진행 연구
② 경고	차 경적소리 감지하 면 이어폰에서 단순 “뽐” 소리	어떤 위험음인지 “종류”까지 구분 탐지 민감도 조절 볼륨 down

01. 선행 연구

	선행 연구	진행 연구
③ 디자인	 <p>개발자 중심 설계 디자인 (DCD)</p>	 <p>사용자 중심 설계 디자인 (UCD)</p>

02. 데이터셋

[원본 위험음]

classID:
A numeric identifier of the

0 = air_conditioner

1 = car_horn

2 = children_playing

3 = dog_bark

4 = drilling

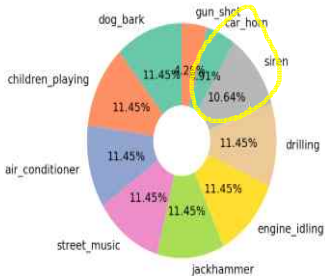
5 = engine_idling

6 = gun_shot

7 = jackhammer

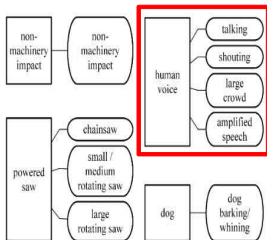
8 = siren

9 = street_music



UrbanSound8K (car_horn, siren)

[합성할 noise]



SONYC-UST-V2
(only human voice)

음성 메모

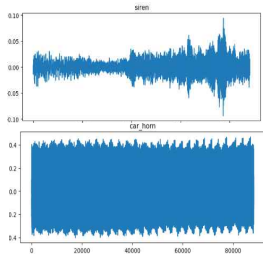
<input type="radio"/> 새로운 녹음 4	오전 12:05	00:05
<input type="radio"/> 새로운 녹음 5	이제	00:07
<input type="radio"/> 새로운 녹음 5	이제	00:07
<input type="radio"/> 새로운 녹음	이제	00:58
<input type="radio"/> 새로운 녹음 3	이제	00:06
<input type="radio"/> 새로운 녹음 2	이제	00:02
최근 삭제된 항목 6개의 파일		

직접 수집한 다양한 noise
(도로 소음, 음악, 사람 말소리)

03. 데이터 전처리

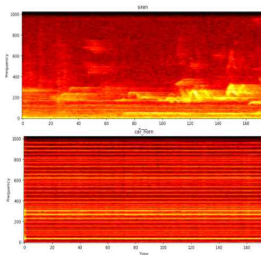
- 원본 데이터 전처리

0. Waveform



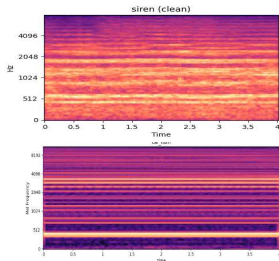
원본 음성 데이터 시각화

1. STFT (Short Time Fourier Transform)



서로 다른 음성 분리,
그 시점마다의 주파수 성분을 파악

2. Mel-Spectrogram



사람이 민감한 주파수의 소리는 확대하고,
민감하지 않은 주파수의 소리는 축소

03. 데이터 전처리

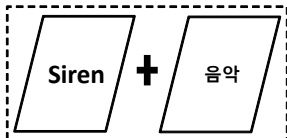
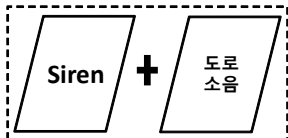
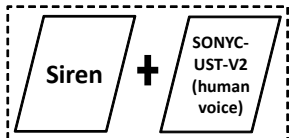
siren + human voice car_horn + human voice

+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

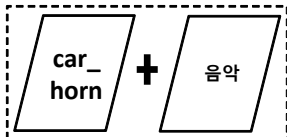
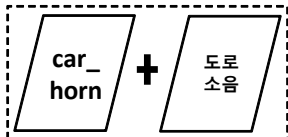
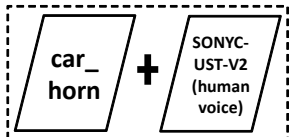
+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

- 원본 데이터 + 노이즈

Siren

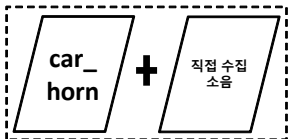
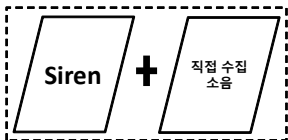


car_horn



03. 데이터 전처리

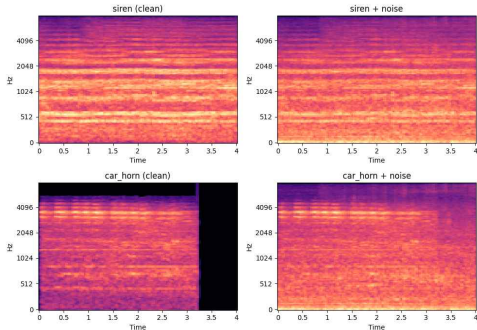
- 원본 데이터 + 노이즈 전처리



다양한 환경 대비 위한
노이즈 합성

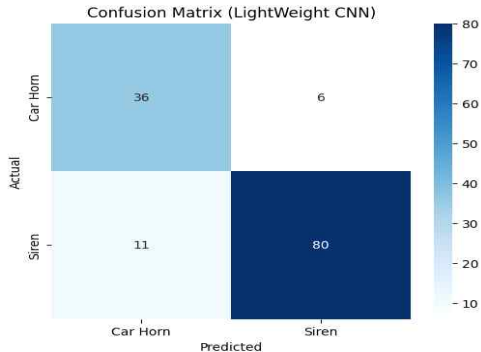


Mel-Spectrogram



04. 실험 결과 - 10주차

- 위험음 원본

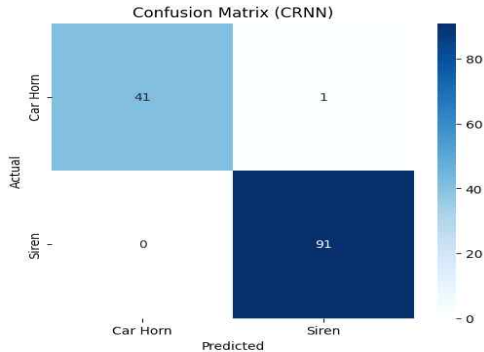


	precision	recall	f1-score
siren	0.92	0.88	0.90
car_horn	0.90	0.85	0.87
accuracy			0.89
macro avg	0.91	0.87	0.88
weighted avg	0.91	0.89	0.89

LightWeight CNN

04. 실험 결과 - 10주차

- 위험음 원본



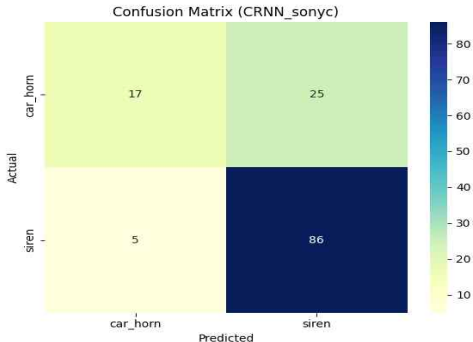
CRNN 모델 성능 더 좋으므로
LightWeight CNN 사용 x

	precision	recall	f1-score
siren	0.99	1.00	1.00
car_horn	1.00	0.96	0.98
accuracy			0.99
macro avg	1.00	0.98	0.99
weighted avg	0.99	0.99	0.99

CRNN
(Convolutional Recurrent Neural Network)

04. 실험 결과 - 10주차

- 위험음 + SONYC-UST-V2 (human voice)



	precision	recall	f1-score
siren	0.77	0.95	0.85
car_horn	0.77	0.40	0.53
accuracy			0.77
macro avg	0.77	0.67	0.69
weighted avg	0.77	0.77	0.75

CRNN
(Convolutional Recurrent Neural Network)

04. 실험 결과 - 14주차

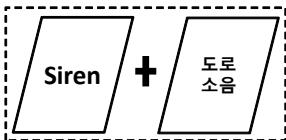
siren + human voice car_horn + human voice

+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

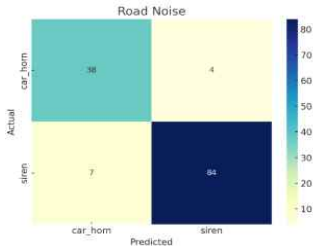
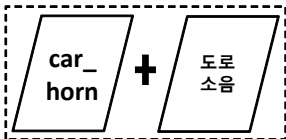
+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

- 위험음 + 도로 소음

siren + 도로 소음



car_horn + 도로 소음



	precision	recall	f1-score
siren	0.93	0.92	0.92
car_horn	0.90	0.90	0.90
accuracy			0.92

Accuracy 0.92

04. 실험 결과 - 14주차

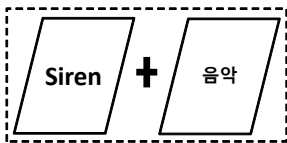
siren + human voice car_horn + human voice

+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

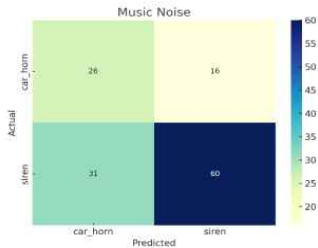
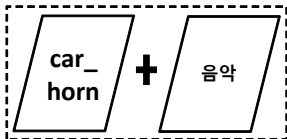
+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

- 위험음 + 음악

siren + 음악



car_horn + 음악



	precision	recall	f1-score
siren	0.72	0.66	0.69
car_horn	0.62	0.62	0.62
accuracy			0.67

Accuracy 0.67

04. 실험 결과 - 14주차

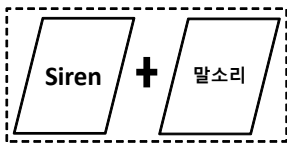
siren + human voice car_horn + human voice

+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

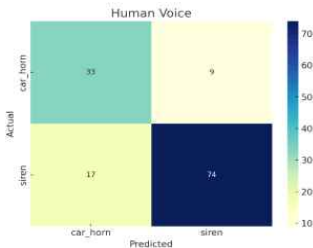
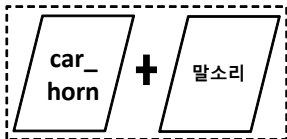
+ 도로 소음
+ 음악
+ 사람 말소리

- 위험음 + 사람 말소리

siren + 사람 말소리



car_horn + 사람 말소리



	precision	recall	f1-score
siren	0.84	0.81	0.82
car_horn	0.77	0.79	0.78
accuracy			0.81

Accuracy 0.81

04. 실험 결과 - 14주차

- 최종 성능 비교

	precision	recall	f1-score
siren	0.93	0.92	0.92
car_horn	0.90	0.90	0.90
accuracy			0.92

	precision	recall	f1-score
siren	0.84	0.81	0.82
car_horn	0.77	0.79	0.78
accuracy			0.81

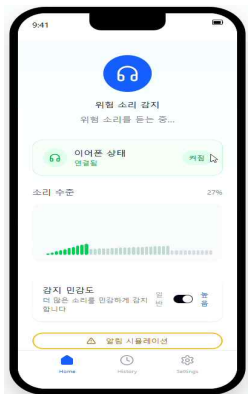
	precision	recall	f1-score
siren	0.77	0.95	0.85
car_horn	0.77	0.40	0.53
accuracy			0.77

	precision	recall	f1-score
siren	0.72	0.66	0.69
car_horn	0.62	0.62	0.62
accuracy			0.67

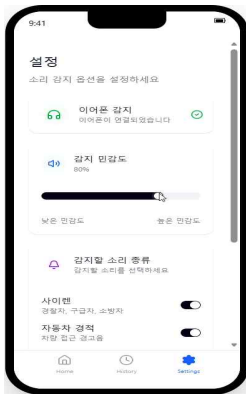
위험음 + 도로 소음 (0.92) > 위험음 + 사람 말소리 (0.81) > 위험음 + 공공데이터 사람 말소리 (0.77) > 위험음 + 음악 (0.67)

05. UX 디자인

이어폰 착용 유무 / 사운드 감지 민감도 설정 화면



감지 민감도 상세 설정 / 감지 사운드 종류 설정 화면



위험 소리 감지 후 경고 화면



감사합니다 .