

## 청각장애인을 위한 지능형 웨어러블 디바이스 설계

이세훈\*, 이종현\*, 심건우<sup>o</sup>

<sup>o</sup>인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

e-mail: seihoon@inhac.ac.kr\*, jh13012@gmail.com\*, simson6623@naver.com<sup>o</sup>

## Design of Intellignet Wearable Device for the Hearing-impaired

Se-Hoon Lee\*, Jong-hyeon Lee\*, Gun-woo Sim<sup>o</sup>

<sup>o</sup>Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College

### ● 요약 ●

본 논문은 청각 장애인들이 듣지 못하는 위험한 상황에 대해 목걸이 형태의 웨어러블 기기를 통해 소리를 감지 및 분류하고 알림을 주는 시스템을 구현하였다. 구현한 시스템은 소리를 감지 및 녹음하고 녹음 된 소리의 종류를 분류하여 소리의 정보를 진동과 함께 시각적으로 사용자에게 보여주어 위험한 상황을 대비할 수 있는 웨어러블 시스템이다.

**키워드:** 청각장애인(hearing-impaired person), 소리 감지(Sound Detection), 웨어러블 디바이스(Wearable device)

### I. Introduction

청각 장애인들은 길을 걸을 때에 뒤에서 들리는 자동차나 오토바이의 경적 소리 등 시각이 미치지 못하는 시각지대에서의 위험한 상황에 대한 소리를 듣지 못하기 때문에 일상생활 속에서 많은 위험에 노출되어 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 목걸이 형태의 웨어러블 디바이스를 개발한다. 이 디바이스는 소리를 감지 및 녹음하고, 녹음 된 소리를 오픈 데이터셋으로 학습된 딥러닝 모델을 통해 분류해 위험한 소리일 경우 스마트폰으로 진동과 함께 소리가 감지되었다는 알림을 주어서 시각지대에서 발생한 위험한 상황에 대비할 수 있게 하는 시스템이다. 또한 이 시스템은 사용자가 위험한 상황에 처하면 애플리케이션에서 지정한 번호로 전화와 메시지를 보낼 수 있는 기능을 설계하여 청각 장애인들이 혼자 외출했을 때의 안전에 대한 대비책을 마련하고, 딥러닝 모델의 개선을 위해 녹음된 파일과 소리 정보를 소켓 통신을 통해 관리자의 PC로 전송하는 기능을 제공한다.

### II. Design of the System

청각 장애인을 위한 소리 감지 시스템에 대한 전체 시스템 구성은 웨어러블 부와 애플리케이션 부로 나누어져 있다.

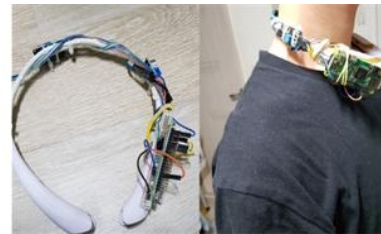


Fig. 1. Prototype of the Wearable Device

웨어러블 부에서는 시각지대의 소리 감지 와 소리의 방향 알아내는 역할을 하는 MEMS형 사운드 센서와 소리가 감지되면 녹음을 시작하는 USB형 마이크 모듈, 메인 보드 역할을 하는 Raspberry Pi 보드가 있다. 소리의 정보 및 소리의 원본 파일은 관리자 PC로 소켓 통신을 통해 전송된다. 애플리케이션 부에서는 블루투스 통신으로 받은 데이터를 통해 사용자에게 진동과 알림을 주는 기능과 위험 상황 시 지정한 사람에게 메시지와 전화를 할 수 있는 기능이 있다.

시스템 흐름도는 웨어러블 부에서는 실시간으로 Mems형 사운드 센서가 소리를 감지해 소리의 방향을 알아내고 동시에 소리 녹음을 해 특정 경로에 Wav 파일을 저장한다. 그리고 특정 경로에 새로운 Wav 파일이 들어오면 멀티 스레드를 통해 Wav파일을 관리자의 PC로 소켓통신을 통해 전송하고 녹음 된 Wav 파일을 불러와 Librosa 라이브러리와 CNN모델을 통해 Wav 파일의 특징 값인 mfcc, chroma stft, melspectrogram, spectral contrast, tonnetz 값들을 추출한다. 이 특징 값들을 입력 데이터로 모델의 결과 값인 액션소리, 자동차의 경적소리, 아이들이 노는 소리, 개가 짖는 소리, 드릴 소리, 자동차의

엔진 소리, 총 소리, 잭 해머 소리, 자동차의 사이렌 소리, 길거리의 음악 소리 10가지중 하나로 소리를 분류한다. 소리의 종류가 위험 대상인 소리일 때는 이 데이터를 스마트폰 애플리케이션 부로 블루투스 통신을 통해 데이터를 전송한다. 애플리케이션 부에서는 웨어러블 부에서 데이터가 들어오면 진동을 1초간 작동하고 블루투스 통신으로 받은 텍스트 값을 비교해서 어떤 방향에서 어떤 소리가 감지된 건지 화면에 출력한다. 그리고 화면에 있는 메시지 버튼과 전화 버튼을 클릭 시 지정한 번호로 연결된다.

본 논문에서 소리 분류를 하기 위해 사용된 학습된 모델에 대한 정확도 실험 결과이다. 소리의 분류 기준이 되는 소리의 종류는 에어컨 소리, 자동차의 경적소리, 아이들이 노는 소리, 개가 짖는 소리, 드릴 소리, 자동차의 엔진 소리, 총 소리, 잭 해머 소리, 자동차의 사이렌 소리, 길거리의 음악 소리 10가지 소리로 각각 소리 별로 10회씩 시스템의 정확도를 실험하였다. 각각의 소리가 담긴 Wav파일을 마이크 센서를 통해 특정 소리를 입력하지 않고 직접 모델에 테스트 해본 결과 모델의 정확도는 상당히 높았지만 총 소리 같은 경우 총 소리의 종류가 많아 정확도가 조금 떨어졌다.

### III. Experiments

Figure 2은 청각 장애인을 위한 소리 감지 및 분류 시스템에 대한 최종 실험 결과이다.

Index	Sound	Predict
0	Air conditioner	80%
1	Car horn	90%
2	Children Playing	100%
3	Dog Bark	90%
4	Drilling	60%
5	Engine Idling	40%
6	Gun Shot	70%
7	Jack Hammer	40%
8	Siren	100%
9	Street Music	40%

Fig. 2. Final experiment results

실험 결과 소리를 감지하는 MemS형 사운드 센서의 성능이 좋지 않아 소리에 민감하게 반응하여 감지하지 못했고, 또한 Wav 파일을 만드는 USB 마이크 모듈의 성능 저하로 인해 엔진이나 드릴 잭 해머 같은 비슷한 소리의 분류의 정확성이 떨어지는 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 비슷한 소리의 분류의 정확성은 조금 떨어지지만 나머지 소리에서는 높은 정확도의 결과를 확인할 수 있었다. 실험 결과 보완할 점으로 위 10가지의 소리 종류가 아닌 다른 종류의 소리를 들려줘도 10가지 소리 중 비교적 확률이 높은 소리로 결과 값을 도출한다는 결점이 있었다. 이에 따라 딥 러닝의 모델의 정확도를 더 높이고 어느 정도의 정확도 이하의 소리는 관심 대상의 소리가 아닌 것으로 판단할 수 있게 보완해야 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

### IV. Conclusions

본 논문에서는 청각 장애인들의 시각 지대에서 발생하는 소리를 웨어러블 디바이스에서 감지해 녹음하고 소리를 분류하여 스마트폰으로 데이터 값을 전송하고 간편하게 앱 디스플레이로 소리의 정보를 확인할 수 있는 소리 감지 시스템을 제안하였다. 이를 통해서 청각 장애인들이 일상 생활 속 시각 지대에서 발생할 수 있는 위험한 상황의 소리에 대한 보조 도구로써 일상 생활 속 안전 사고를 사전에 예방할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가 소리 분류의 정확성 증가를 위해 딥러닝 모델 최적화와 Software 최적화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.