

청각장애인을 위한 IoT 기반 조명 시스템 개발

손현지¹, 이소정¹, 한민서¹, 한혜진¹, 김성욱¹

¹서울여자대학교 정보보호학과

gus9637@swu.ac.kr, star6845@swu.ac.kr, hms0115@swu.ac.kr, hj2983@swu.ac.kr, kim.sungwook@swu.ac.kr

Development of IoT-based Lighting System for the Hearing impaired

Hyun-ji Son¹, So-jung Lee¹, Min-seo Han¹, Hye-jin Han¹, Sung-wook Kim¹

¹Dept. of Information Security, Seoul Women's University

요 약

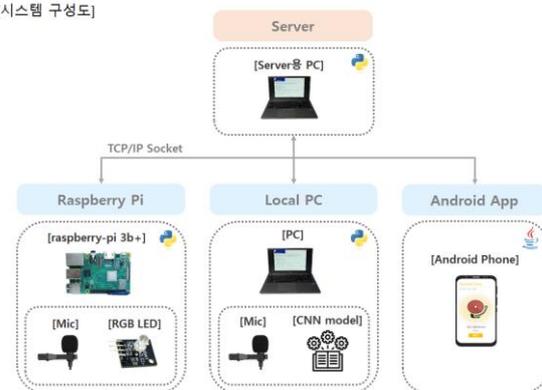
일반적으로 가정 내에서 발생하는 안전 사고의 비율은 비장애인에 비해 청각장애인이 높다. 이는 외부인에게 도움을 받을 수 없는 상황에서 청각장애인 스스로 위험상황에 대한 소리를 인지하지 못하기 때문이다[1]. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 시각적 효과 또는 진동 신호를 통해 청각장애인들에게 사고 상황 인지를 돕는 시스템을 제안한다. 현재 상용 제품의 경우는 청각장애인이 스마트기기를 소지하고 있을 때만 알림을 인지할 수 있기 때문에 긴급 상황에서 효과가 떨어질 수 있다. 따라서 제안 시스템에서는 어플리케이션 알림과 함께 건물내 진동 색상에 변화를 주는 서비스를 개발하여 스마트 기기를 소지하지 않는 상황에서도 위험상황에 대한 즉각적인 인지를 통해 위험에 대처할 수 있도록 한다. 소리를 시각화하는 것이 본 연구의 핵심 방법론이며 이를 위해 Convolutional Neural Network 모델과 라즈베리파이를 활용하였다.

1. 서론

청각장애인은 주변에서 일어나는 청각적인 요소를 인식하는데 어려움이 있기 때문에 이로 인한 사고가 많이 발생하고 있다. 이에 대응하여 연구 개발이 많이 이루어지고 있지만 대부분의 연구에서 소리의 부채를 보완하기 위해 스마트폰이나 웨어러블 기기 같은 매체를 통해 진동 및 알림으로 정보를 전달하는 접근법을 취하고 있다. 그러나 이러한 방법은 청각장애인이 위급 상황에서 스마트기기를 소지하고 있지 않다면 여전히 위험에 노출될 수 밖에 없다는 점에서 한계가 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해 본 연구에서는 청각의 시각화를 주제로 청각장애인이 사고에 대해 즉각적인 인지하는 것을 돕는 시스템을 개발하고자 한다.

제안 시스템은 라즈베리파이, 개인용 컴퓨터 (PC), 인공지능, 그리고 안드로이드 어플리케이션 간의 소켓 통신을 활용한다. 소켓 통신과 라즈베리파이는 Python 으로 구현했고, 안드로이드 어플리케이션은 Java 로 구현했다. 모델의 학습 환경은 Anaconda3 를 기반으로 진행했다. 시스템 구성도는 그림 1 와 같다.

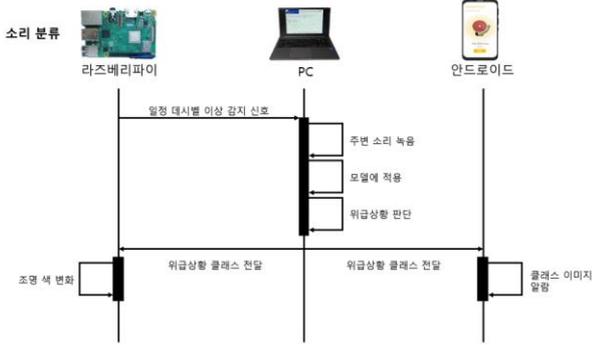
[시스템 구성도]



(그림 1) 시스템 구성도

시스템의 대략적인 작동원리는 다음과 같다. 라즈베리파이가 일정 데시벨 이상의 소리를 감지하면 녹음을 시작하고 PC로 파일을 전송한다. PC는 기존에 훈련된 모델을 통하여 소리를 분류하고 도출한 클래스를 안드로이드 어플리케이션과 라즈베리파이로 재전송한다. 라즈베리파이는 전송 받은 클래스에 맞는 색상으로 LED를 변경하고 안드로이드 어플리케이션은 그에 맞는 알림을 띄운다. 그리고 확인 버튼을 클릭하면 해당 신호가 라즈베리파이로 전송되어 LED 색상을 기존 설정인 흰색으로 변경한다. 각 단계별 상세한 과정은 본문에서 설명한다.

[시스템 흐름도]



(그림 2) 시스템 흐름도

2. 본론

2 장에서는 단계별로 시스템이 어떻게 작동하는지 기술한다. 제안 시스템의 작동 과정은 그림 2 와 같다.

2.1 소리 분류 모델

본 연구 중, 집 내/외부에서 발생한 소리를 수집하고 분류하는 과정에서 인공지능 모델을 사용한다. 해당 모델은 4 가지 상황을 분류하도록 학습되었으며 예측 후 소켓 통신을 이용하여 각 단말기로 신호를 보낸다. 해당 모델의 학습에 Urbansound8K 데이터셋 [2]을 사용하였으며, 이 중 분류하고자 하는 상황에 맞추어 dog bark, siren, gun shot, air conditioner 로 클래스를 구성하였다. 다음은 데이터셋을 학습시키고 모델을 추출해내는 과정이다.

2.1.1 데이터 전처리

오디오 데이터의 sampling rate 값을 표준화한다. 이 이산신호의 샘플링 속도를 변경하여 새로운 이산 표현을 얻는 과정을 진행한다. 이후 오디오 데이터의 Bit Depth 의 정규화를 진행하여 - 1 과 1 사이의 값을 갖도록 한다.

2.1.2 학습 데이터의 샘플 추출

모델을 학습하기 위해 각 상황에 해당하는 데이터셋의 특징을 추출한다. 음원 데이터 분석을 위해 librosa 라이브러리[3]와 MFCC(Mel-Frequency Cepstral Coefficient) 를 이용한다. MFCC 는 오디오 데이터의 스펙트럼을 추출하고, 추출된 스펙트럼에서 오디오 별 고유한 특징을 구별해 낼 수 있다.

모든 학습 데이터에 대해 해당 과정을 수행하여 클래스에 맞는 label 을 붙여준다.

특징 추출 후, Pandas 패키지의 DataFrame 을 사용하여 모든 특징들을 데이터 프레임으로 만든다. 데이터 프레임의 열에 'feature', 'class_label'를 추가한다.

2.1.3 Convolutional Neural Network (CNN)

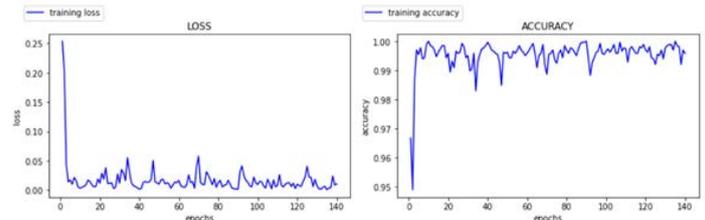
딥러닝 모델 중 CNN 을 사용한다. 데이터 전처리를 위하여 sklearn 패키지의 LabelEncoder 를 이용하여 문자형 데이터를 정수형 데이터로 변환하였고, keras

패키지의 to_categorical 을 이용하여 바이너리 형식으로 변환하였다. 이후 모델의 학습을 위해 학습 데이터와 테스트 데이터를 8:2 비율로 분할한다.

CNN 모델은 4 개의 Convolution 레이어, 4 개의 Max pooling 레이어로 구성하였다. 각 Convolution 레이어는 16 개, 32 개, 64 개, 128 개의 필터를 가지고 커널 사이즈는 2 로 설정하였다. 활성화 함수로는 비교적 학습이 빠르고, 구현이 간단한 ReLU(Rectified Linear Unit) 함수를 사용했다. Max pooling 레이어는 pool size 를 2 로 동일하게 구성하였다. Global Average Pooling2D 를 사용하여 과적합을 피하도록 한다. 출력층에서는 다중 클래스 분류를 위한 Softmax 함수를 채택하였다.

2.1.4 모델 훈련

데이터셋은 약 3300 개로 구성되어있다. 배치사이즈는 2 의 제곱수로 32 에서 256 까지, 에포크는 50 에서 200 까지 다양하게 적용했다. 그림 3 과 같이 에포크 값을 140, 배치 사이즈를 32 로 훈련을 진행하였을 때, 손실 값은 약 0.1743, 정확도는 약 0.9788 로 가장 적합하였다.



Loss: 0.17435921728610992, Acc: 0.9788199663162231

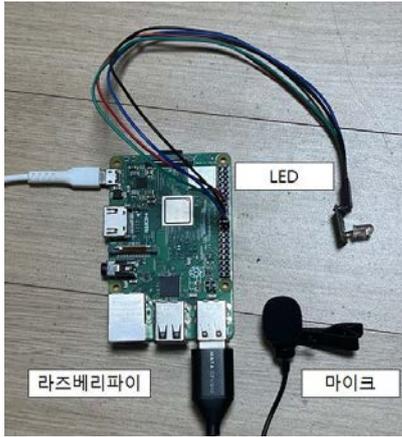
(그림 3) 모델 학습 결과 그래프

2.2 소켓통신

본 연구는 socket 모듈을 활용한 소켓 통신을 기반으로 진행한다. 서버와 클라이언트(PC, 안드로이드, 라즈베리파이)로 구성되어 있다. 서버에 연결된 클라이언트는 send 와 recv_data 두 개의 함수로 데이터를 주고 받는다.

2.3 라즈베리파이

소리 감지에 필요한 sounddevice 라이브러리를 설치하고 USB 마이크를 연결한다. 마이크가 일정 데시벨 이상의 소리를 감지하면 소켓통신으로 신호를 전달한다. 전달 후에는 연달아 같은 신호가 계속 오는 것을 방지하기 위해 time.sleep 으로 일정 시간 동안 소리 감지를 멈추도록 설정했다. 인공지능 모델 결과로 위급상황 클래스를 받으면 해당 클래스에 매칭되는 전구 색을 띄운다. 이때 GPIO 모듈과 RGB LED 모듈을 사용하여 RGB 를 조정해 원하는 색을 띄울 수 있도록 한다. 이를 통해 사용자는 어떤 위급 상황인지 LED 의 색만 보고 인지할 수 있다. 이후 안드로이드에서 사용자가 알람을 확인했다고 신호를 보내면 다시 LED 색상을 기존 설정인 흰색으로 변경한다. 라즈베리파이 구성은 그림 4 와 같다.



(그림 4) 라즈베리파이 구성

2.4 안드로이드 어플리케이션

배열을 활용해 위급 상황을 나타내는 이미지들을 저장한다. 인공지능 모델 실행 결과로 위급 상황 클래스를 받으면 해당 클래스와 일치하는 이미지를 배열에서 가져와 화면에 띄운다. 이때 `runOnUiThread()` 함수를 사용해 이전 작업과 관계없이 새로운 신호에 대한 이미지를 띄울 수 있도록 설정했다. 하단의 확인 버튼을 누를 시 알람 확인 신호를 서버에 전송하고 다시 원래 상태로 돌아간다.

카카오톡 API 연동으로 보호자 알람 기능을 제공한다. 카카오톡으로 로그인한 후 멀티피커를 이용해 보호자를 1~3 명 사이로 설정한다. 위급 상황 알람 확인 버튼을 30 초 내로 누르지 않을 경우 지정된 보호자에게 위급 상황 알람이 가도록 설정하였다.

2.5 구현 결과



(그림 5) 시뮬레이션 결과

일정 데시벨 이상의 소음 감지 시 해당 소리를 녹음한 후 분석결과를 안드로이드와 라즈베리파이로 전달한다. 그림 5 는 사이렌 소리 발생 시 보여지는 결과이다. LED 색상 변화와 앱 화면의 알람을 통해 사용자에게 시각적인 효과로 위험 정보를 제공하는 것을 목표로 했다.

3. 결론

우리는 본 연구를 통해 청각장애인이 집 내/외부에서 일어나는 위급상황에 대한 즉각적인 인지가 가능하도록 IoT 기반 조명 시스템 서비스를 제안하였다. 어플리케이션 알람과 더불어 전등 색의 직접적인 변화를 주어 사용자는 스마트 기기를 소지하지 않아도 위험상황 감지를 할 수 있었다.

다만 기존의 공개된 데이터셋을 활용하는 과정에서 각 데이터셋의 비율 조절 등과 같은 문제로 모델의 정교함이 완벽하지 못한 점, 청각장애인의 등급에 따라 다른 형상으로 개발을 진행하지 못한 점은 추후 연구에서 보완해 나갈 부분이라고 생각한다.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의 인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 박혜연기자, “불이야” 소리쳐도... 못 피하는 '청각장애인', 충청투데이, 2020년 06월 08일, <https://www.cctoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=2074577>
- [2] UrbanSound8K - Urban Sound Datasets (weebly.com)
- [3] librosa — librosa 0.9.2 documentation