



청각장애인을 위한 위험소리 분류 AI헤드폰 설계

(Design of AI headphones to classify dangerous sounds for hearing impaired people)

권혁준¹, 김도윤², 하승현³, 김현돈^{3,*}

한국폴리텍대학 로봇캠퍼스 ¹로봇전자과, ²로봇IT과, ³로봇자동화과

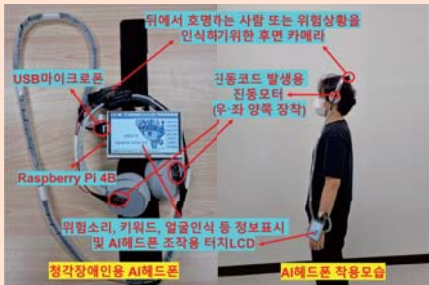
연구목적

- 청각장애인을 위하여 시야 밖에서 발생하는 특정 환경 소리 (사이렌, 자동차경적, 비명, 총소리, 공사장 소음 등) 및 특정 음성 키워드(본인 이름, 조심하세요! 등)가 인식이 되면 진동 코드로 알려주어 사고 노출 위험성 감소와 편의성을 높여주는 인공지능 헤드폰을 제안
- 웨어블 기기에 걸맞게 저전력 및 휴대가 가능하도록 임베디드PC(Raspberry Pi 4B)에서 동작이 가능한 20종류의 소리를 분류할 수 있는 딥러닝 기반 네트워크 설계

위험 소리 분류 AI헤드폰

□ 청각장애인을 위한 AI헤드폰 구조

- 알고리즘 수행용 임베디드 PC (Raspberry Pi 4B)
- 위험소리 및 키워드 인식용 USB마이크로폰
- 뒤에서 자신을 호명하는 사람 얼굴인식을 위한 후면 카메라
- 정보표시 및 AI헤드폰 조작용 터치LCD
- 헤드폰 양쪽에 인식정보를 진동코드로 알려주는 진동모터



□ 청각장애인을 위한 AI헤드폰 특징

- 20가지 환경 음 인식 (위험소리 14종, 일반소리 6종)

총소리	유리깨짐	사이렌	공사장향타기
공사장파쇄기	공사장콘크리트펌프	공사장발전기	공장철삭기
공장송풍기	공장압축기	생활공구	자동차경적
개짖는소리	비명	조용한실내	웅성거리는실내
사람말소리	음악재생소리	도로변	자연환경

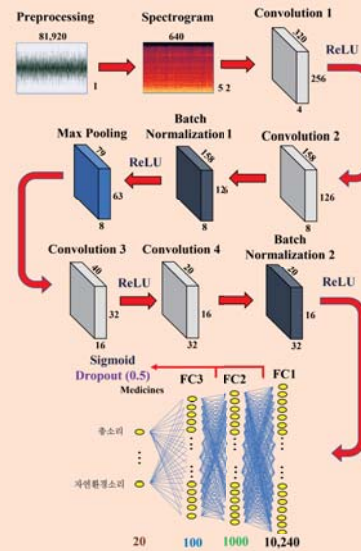
- 구글 음성인식API를 사용한 음성 키워드 인식
- OpenCV 영상처리 라이브러리를 이용한 얼굴인식
- 청각장애자에게 실시간 정보전달을 위한 진동코드 제안 (비트간 0.1초 정지 및 좌(0), 우(1) 교차진동으로 인식을 높임) (앞에 3개 비트: 위험(100), 키워드(101), 얼굴인식(111) 구분) (뒤에 5개 비트: 인식된 세부정보 출력)

시작	2 ¹	2 ⁰	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
1	0	1	0	1	1	0	0



위험 소리 분류 인식기 설계

□ 네트워크 구조



- 학습(Training)에 사용한 최적화(Optimizer) 함수는 ADAM, 손실 함수(Loss function)는 교차 엔트로피(Cross Entropy)를 사용
- 학습을 위한 배치 크기 (Batch size)는 128, 학습 반복 회수(Epoch)는 300번 수행
- 오버피팅을 방지하기 위해서 학습 반복 횟수 내에서 최대의 검증 인식률(accuracy)과 최저의 손실률(loss)을 가지는 모델을 선택(165회)

□ 학습용 데이터 사양

- 전체 데이터는 20개 음원종류 당 2,560개, 총 51,200개 음원 파일(파일사양: wav, 16Hz, mono, 16bit, 5.12sec)로 구성됨
- 전체 DB에서 70%는 학습(Training), 10%는 학습 검증 (Validation), 나머지 20%는 학습된 모델 평가(Test)에 배분
- AI-Hub 도시소리데이터, Kaggle(ESC50, URBAN8K 등), SELECTSTAR 배경소음 데이터 셋 등 공개데이터로 DB구축

성능평가

- 전체 인식률 95.5%, 파일 당 평균 인식 시간 0.026초 (PC사양: Intel i7-7700K 4.2GHz, 32GB RAM, 1GB SSD)
- 라즈베리파이4B(8GB RAM) 파일 당 평균 인식 시간 0.187초

결론

- 95% 인식률로 20종류의 위험소리와 일반소리를 분류하고, 임베디드PC에서도 실시간 처리가 가능한 AI헤드폰 설계

참고문헌

- 김현돈, 김동현, 서필원, 배종석, "간병 로봇을 위한 합성곱 신경망(CNN) 기반 의약품 인식기 설계", 대한임베디드공학회논문지, 제16권, 제5호, pp.187-193, 2021년10월
- 김현돈, "임베디드 연산을 위한 잡음에서 음성추출 U-Net 설계", 대한임베디드공학회논문지, 제15권, 제5호, pp.1-8, 2020년10월

