

청각장애인을 위한 Raspberry Pi3 기반의 아기울음소리 감지기 및 무선 알림 시스템 연구

김선대, 오원열, 임준식, 류은석
가천대학교 컴퓨터공학과

{ele7004, owen1130}@gc.gachon.ac.kr, {jslim, esryu}@gachon.ac.kr

The Research on Baby Cry Detector and Wireless Alarm System based-on Raspberry Pi3 for Hearing-Impaired

Seon Dae Kim, Won-Yeol Oh, Joon Sik Lim, Eun-Seok Ryu
Department of Computer Engineering, Gachon University

요 약

본 논문은 소리를 듣기 어려운 청각장애인이 아기를 키우는 가정을 위하여 아기 울음소리 감지 및 무선 알림 시스템을 서술한다. 아기는 배고픔, 아픔을 비롯한 외로움, 짜증 등과 같은 자신의 현재 상태를 울음소리라는 청각적 매체로 표현한다. 이는 아직 언어를 배우지 못해 의사소통 수단이 없는 아기의 유일한 소통 방식임이 분명하다. 그러나, 청각장애를 가진 보호자는 아기의 울음소리를 듣기 어려운 치명적인 문제가 있다. 또한, 청각능력이 정상인 아기 보호자 일지라도 다른 문제로 아기의 울음소리를 듣기 어려운 상황이 발생할 수 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 파이썬 오픈 라이브러리인 Librosa, 이를 기반으로 만들어진 Baby-Cry-Detection 오픈소스 프로젝트를, 그리고 푸시 메시지 오픈소스 Instapush를 이용한다. 이를 통해 아기의 울음소리를 생활 소음으로부터 효과적으로 판별해내는 아기 울음소리 감지 및 무선 알림 시스템을 서술한다

1. 서 론

태어난 지 얼마 되지 않은 아기는 신체와 지능 수준이 부족하여 언어로 대화를 할 수 없다. 이를 이유로 아기는 보호자에게 자신의 상태를 언어보다 상대적으로 매우 간단한 방식인 울음소리를 통해 표현한다. 하지만 아기의 보호자가 청각장애인일 경우, 울음소리를 통해 아기가 운다는 사실을 인지하는 것은 쉽지 않다. 이에 근거하여 유일한 수단인 울음소리로 소통하는 아기와 청각장애를 가진 보호자 간의 상호작용에 문제가 있음을 알 수 있다.

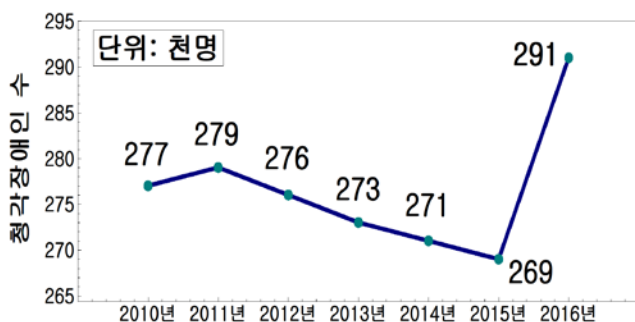


그림 1. 청각장애인의 수 (국내, 2010~2016년)

또한, 우리나라의 청각장애인 수는 그림 1 과 같이 2016년 전체 장애인 수의 12%를 차지할 정도로 크게 증가하였다. 따라서 아기 울음소리를 청각으로 인지하기 어려운 장애인을 위해 본 논문은 파이썬 오픈 라이브러리, Librosa 를 기반으로 구현된 오픈소스 Baby-Cry-Detection 을 활용해 Raspberry Pi3(이하 Pi) 기반의 아기울음소리 감지기를 개발한다. 또한, 푸시 메시지를 제공하는 어플리케이션 InstaPush 를 활용하여 감지 결과를 LTE, Wi-Fi 등의 네트워크 환경에서 보호자의 스마트 모바일 장치로 전달하는 푸시 알림 서비스를 구현한 점을 서술한다.

2. 관련 연구

2.1 Giulia Bianchi 의 Baby-Cry-Detection[1]

Giulia Bianchi 가 수행한 연구인 Baby-Cry-Detection 오픈소스는 PC 부에서는 머신러닝을, Pi 부에서는 아기울음소리 감지를 다음 그림 2 와 같이 수행한다.

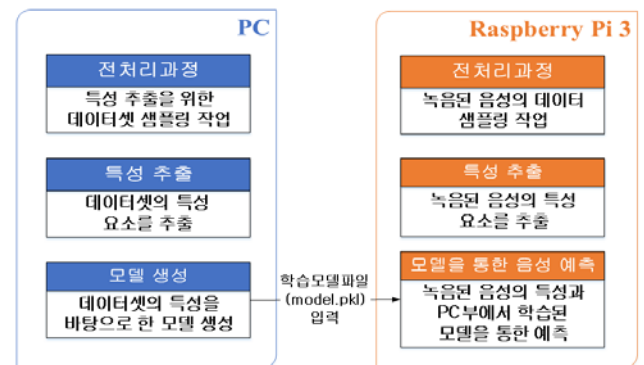


그림 2. 오픈소스의 아기울음소리 감지를 위한 PC 부와 Pi 부의 처리과정

위의 그림 2 와 같이 PC 부는 특성 추출을 위한 데이터셋의 음성 특성을 추출하고, 이를 바탕으로 모델을 학습하고 파일을 생성한다. 그리고 Pi부는 마이크를 통해 음성을 입력 받으며, 해당하는 음성의 특성을 PC 부와 동일한 방식으로 추출한다. 그리고 PC 부에서 학습된 결과로 생성된 모델을 기반으로 평가하여 녹음된 음성이 아기 울음소리라면 Pi 와 연결된 스피커로 자장가를 출력한다. 녹음은 일정 간격을 두고 지속적으로 수행하며, 아기 울음소리가 아닌 다른 소리가 녹음된 경우, 자장가를 정지하고 다시 녹음을 반복한다. 그러나 해당 연구는 아기가 울면 보호자에게 알릴 수 있는 매개체가 없다는 단점이 있어 보호자가 아기의 울음소리를

인지하는 수단이 존재하지 않는다.

Baby-Cry-Detection 의 데이터셋은 ESC-50(Dataset for Environmental Sound Classification)[2]을 참고하였으며, 음성 특성 추출 부분은 Librosa 에 포함된 기능들을 사용한다. 분류를 통한 예측 모델 생성 및 학습은 지도 학습을 대표하는 알고리즘인 SVM(Support Vector Machine)을 사용한다. 다만, Librosa 는 파이썬 2.7 버전에서만 작동하므로 이를 유의하여야 한다.

2.2 Instapush[3]

Instapush 는 푸시 알림 서비스 어플리케이션으로 이메일, 캘린더, 그룹 메시지 등에 대한 알림을 사용자의 스마트 모바일 장치에 푸시 메시지 형태로 제공한다. 스마트 모바일 장치의 대표적 운영체제인 안드로이드(Android)와 iOS(Apple)의 오픈 마켓을 통해 해당 어플리케이션을 제공한다.

3. 아기 울음소리 감지기 및 무선 알림 시스템 연구 및 구현

3.1 PC 부 - 특성 추출[2],[4]

PC 부에서 사용되는 데이터셋은 ESC-50 의 모든 데이터(2,000 개)와 아기 울음소리 320 개를 추가한 총 2,320 개로 기존의 432 개로 구성된 데이터셋보다 더욱 많은 양질의 데이터를 추가하여 사용한다. PC 부와 Pi 부에서는 특성 추출을 진행하기 전, 모든 데이터를 0~5 초 부분만 사용하며, 512 프레임 기준, CD 음질(44.1Khz, 16 비트)로 지정하여 입력한다.

특성 추출 부분에서는 기존 오픈소스[1]의 ZCR(Zero Crossing Rate), RMSE(Root Mean Square Error), Centroid, Roll-Off, Bandwidth 를 그대로 사용한다. 추가적으로, 본 연구는 MFCC(Mel Spectrum Cepstral Coefficients) 특성 수를 18 개에서 40 개로 확대하고 새로운 특성으로 Spectral_contrast 를 추가한다[4]. 그 외 chroma_stft, chroma_cense, melspectrogram, poly_features 특성은 실험 결과 오히려 모델의 성능을 저하시켜 제외한다.

3.2 PC 부 - 모델 학습

본 연구는 테스트 사이즈 실험 결과 최적의 결과를 나타낸 37.5%를 테스트 사이즈로 지정한다. 그리고 파이프라인으로 StandardScaler 를 통한 데이터셋의 값 조정, SVM 에 쓰일 파라미터를 지정한다. 또한, Bias-Variance 문제를 피하기 위해 교차검증으로 GridSearchCV 를 지정한다. 모델 학습이 완료되어 파일이 구성되면 PC 부의 FTP 서버를 통해 Pi 부에서 다운로드 받을 수 있도록 한다.

본 연구에서의 특성 추출 알고리즘 추가와 파라미터 조정, 그리고 데이터셋을 보완한 방식으로 모델의 성능이 기존 오픈소스 대비 약 3.7% 향상됨을 확인하였다. 또한, 그림 4 는 37.5%의 테스트 데이터셋(870 개)로 실험 62.5%의 훈련 데이터셋(1450 개) 한 혼동 행렬의 결과이다. 본 연구를 기준으로 약 96%의 확률로 아기의 울음소리를 분류한 사실을 확인할 수 있었다.

3.3 Pi 부 - 음성 녹음과 감지 및 메시지 발송

Pi 부는 음성 녹음과 아기울음소리 감지를 통하여 보호자에게 필요한 메시지를 발송하고 자장가를 출력한다. Instapush 어플리케이션은 Android 와 iOS 의 오픈 마켓을 통해 보호자의 스마트 모바일 장치에 설치한다. Instapush 서비스 가입 및 스마트 모바일 장치 등록을 통해 사용자 환경을 설정한다. 또한, 웹 스크립트 아기 울음소리를 감지하여 실행되는 조건문에 Instapush 의 메시지 송신 코드를 삽입한다[3]. 추가적으로, 웹 스크립트 초기부분에는 모델을 PC 부에서 다운로드 받는 코드를 작성한다.

3.4 스마트 모바일 장치 - Instapush 를 통한 푸시 메시지 수신

Instapush 어플리케이션을 사용하기 위해 먼저 Instapush 홈페이지에 접속하여 계정을 생성한다. 생성이 완료되면 각 어플리케이션 그룹에 정해진 어플리케이션 아이디와 어플리케이션 시크릿, 유저 토큰을 Pi 내 웹 스크립트의 푸시 메시지를 발송하는 코드에 삽입해야 스마트 모바일 장치와 연동하여 작동한다.

4. 결론

본 논문은 소리를 듣기 어려운 청각장애인과 아기를 키우는 가정을 위하여 아기울음소리 감지 및 무선 알림 시스템을 연구한 내용을 서술하였다. 아기 울음소리 감지기는 Librosa 기반의 Baby-Cry-Detection 을 활용한 내용을 서술하였다. 또한, 파라미터 추가 및 조정으로 기존 오픈소스보다 학습모델 성능을 향상시켰다. Baby-Cry-Detection 은 아기울음소리를 감지한 후에 보호자에게 알릴 수단이 없으나, 본 연구는 푸시 알림 서비스를 통해 보호자에게 아기가 운다는 사실을 전달할 수 있도록 개발되었다.

Acknowledgement

본 연구는 한국전력공사의 2016 년 선정 기초연구개발과제 연구비에 의해 지원되었음 (과제번호 : R17XA05-68).

참고 문헌

[1] Giulia Bianchi, Baby-Cry-Detection (2017), Retrieved Oct. 12, 2012, from https://github.com/giulbia/baby_cry_detection
 [2] Piczak, K. ESC: Dataset for Environmental Sound Classification, Proceedings of the 23rd ACM international conference on Multimedia - MM '15, 2015.
 [3] PushBots, Instapush(2013), Retrieved Oct. 10, 2017, from <https://instapush.im/>
 [4] Librosa Development Team, Librosa: a python package for music and audio analysis(2013), Retrieved Oct. 3, 2017, from <https://librosa.github.io/librosa/>

		Normalized		without Normalized	
		Baby's Cry	Others	Baby's Cry	Others
True Label	Baby's Cry	0.96	0.04	130	5
	Others	0.00	1.00	3	732
		Predicted Label			
		Baby's Cry	Others	Baby's Cry	Others

그림 3. 본 연구가 제안하는 방식으로 학습한 모델의 혼동 행렬