

청각장애인 부모를 위한 신생아 돌연사 방지 시스템

전수현*, 김종원*, 박주현*, 우자영*, 김진수**1)

*전북대학교 IT정보공학과 **카카오 엔터프라이즈

{hyeon0929, whddnjs5167, wngus960, dnwkdud99}@jbnu.ac.kr, tom.js@kakaenterprise.com

Prevention of sudden death of newborns for deaf parents

Su-Hyeon Jeon*, Jong-Won Kim*, Ju-Hyeon Park*, Ja-Young Woo*, Jin-Soo Kim**1)

*Dept. of Information Technology and Engineering, Jeonbuk National University **Kakao Enterprise

요 약

만 1세 이하의 영유아가 사망하는 영아 돌연사 증후군은 매년 지속적으로 발생하고 있다. 그 중에서도 특히 질식사는 높은 비중을 차지한다. 이러한 위험이 다가오면 신생아는 울음으로 도움을 요청하지만, 청각장애인 부모의 경우에는 즉각적인 대응이 불가능하다. 따라서 청각장애인 부모의 귀가 되어주어 신생아의 다양한 위험을 방지하고, 육아에 도움을 주고자 한다.

1. 서론

영아 돌연사 증후군(Sudden Infant Death Syndrome, 이하 SIDS)이란 만 1세 이하의 영유아가 사망하는 것을 의미한다.[1] SIDS의 정확한 원인은 밝혀지지 않았지만, 질식사가 SIDS의 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 미국 소아과학회 연구 결과 유아 질식사의 약 69%가 폭신한 이불과 베개, 성인용 침대 매트리스로 인해 발생한다고 밝혔다. 이 외에도 어른의 몸에 깔려 숨진 경우 19%, 물건 사이에 끼어 숨진 경우 12% 등 연구 결과를 발표했다.[2]

생후 신생아가 웅얼이하기 전 부모에게 자신의 의사를 전달하기 위해 사용하는 주된 도구는 울음이다. 신생아는 ‘졸리다’, ‘배고프다’, ‘아프다’ 등 각각의 상태에 따라 주파수가 다른 울음소리를 통해 의사를 전달한다. 울음소리의 주파수와 소리는 상태마다 다르지만, 상태별 울음소리의 주파수는 전 세계 아이들이 동일한 파형을 갖는다. 정리하자면 모든 신생아의 울음소리는 주파수가 대체로 동일하며, 목적에 따라 울음소리의 주파수를 구별할 수 있다.[3]

하지만 청각장애인 부모는 신생아의 울음소리를 들을 수 없다. 따라서 아기의 상태를 파악하기 위해서는 항상 아기의 옆에서 지켜보거나, 잠을 잘 때는 손목을 서로 묶어 잠을 청하는 등의 어려움을 겪고 있다.[4] 따라서 본 논문에서는 청각장애인이 겪는

육아의 어려움과 이를 통해 발생하는 맹점을 보완하는 방안을 제시하고자 한다. 영상처리 기반 인공지능과 모바일 어플리케이션을 활용하여 24시간 모니터링뿐만 아니라 위험 발생할 경우에 즉시 알림을 보내주는 청각장애인 육아 도움 시스템을 제안한다.

2. 관련 연구

청각장애인을 위한 정보통신보조기기에는 서로를 호출하기 위해 사용하는 무선호출기기 ‘비쥬콜’[5]이 있다. 그리고 영유아와 신생아를 위한 모바일 어플리케이션으로는 ‘올비’[6]와 ‘크라잉베베’[7]가 있다. ‘비쥬콜’은 2개의 램프의 불빛을 스마트폰 앱을 통해서 조절하여 활용하는 방식이다. ‘올비’는 영아의 체온, 맥박, 수면 및 활동을 추적하는 웨어러블 모니터로, 신생아의 건강을 모니터링 할 수 있을 뿐만 아니라 SIDS를 예방할 수 있는 기기이다. ‘크라잉베베’는 아기 울음소리 분석 앱이다. 이는 울음 분석 알고리즘 기반으로 잠, 트림, 배고픔, 불편함, 가스 참 총 5가지 상태를 분류한다.

‘비쥬콜’은 한 공간에 램프를 두고 알림을 받기 때문에 램프가 설치된 곳에서만 알림을 확인할 수 있다는 아쉬움이 있다. ‘올비’는 신생아의 배에 착용해 사용하는 기기이다. 그러므로 신생아가 불편함을 느낄 수 있으며, ‘크라잉베베’는 울음소리의 원인을 스마트폰 앱을 통해 분석하기 때문에 스마트폰을 항상

1) Corresponding author

신생아의 옆에 두어야 한다는 아쉬움이 있다.

출시되어있는 서비스와 시스템은 비용적으로 경쟁력이 없거나, 기술 성숙도가 높지 않아 시장성 등이 제한이 된다. 최근에는 비용 효율적인 오픈소스 하드웨어가 많이 출시되었고, Arduino 와 Raspberry Pi가 대표적인 예이다. 그리고 인공지능에 비약적인 발전으로 영상인식 주파수 분석 등에 다양한 분야에서 활용이 가능해졌다.

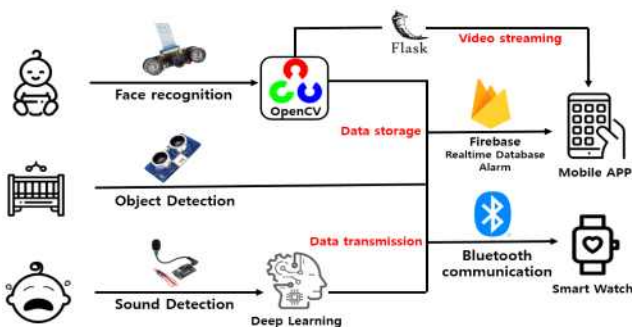
본 논문에서 제안하는 시스템은 오픈소스 하드웨어와 영상인식에서의 인공지능 기술을 활용하여 구성하였다. 이 시스템을 통하여 청각장애인 부모의 손목시계와 모바일 어플리케이션을 통해 이중으로 알람을 줄 수 있다는 것이 가장 큰 장점이라고 할 수 있다. 부모가 손목시계를 착용하기 때문에 신생아가 불편함을 느낄 일이 없으며, 다른 기기와 함께 신생아 침대에 장비를 부착하면 되는 편리함이 있다. 또한, 언제, 어디서든 진동과 LED, 앱 푸시 알람을 통해 위험 상황 알람을 받을 수 있기 때문에 빠른 대처가 가능하다. 이로 인해 질식사 방지와 낙상 방지뿐만 아니라 신생아의 울음소리를 듣지 못하는 청각장애인 부모에게 울음소리 인식 기능까지 제공하여 한 번에 관리가 가능하다.

3. 시스템 개요

3.1 서비스 시나리오



[그림 1] 서비스 시나리오



[그림 2] 서비스 구성도

3.2 개발환경

구분	상세내용	
SW	OS	Android, Raspbian
	플랫폼	Android Studio 4.2.2
	도구	Android Studio, GitLab, Firebase
	언어	JAVA(JDK 1.8), JavaScript, Python 3.8
HW	OS	Raspbian GNU/Linux 10 Arduino, Arduino Pro mini 328
	센서 및 장비	Pi Camera, Sound Sensor Ultrasonic Sensor NeoPixel Ring, Real Time Clock Voice Recognition module 신생아용 침대
	통신	Socket communication BLE(Bluetooth), Firebase connect

4. 서비스 상세 기능

4.1 SW

Raspberry Pi에서 Firebase URL로 접근 권한을 부여한 후, 이를 socket 통신을 이용하여 연동한다. 이후 Android Studio에 3rd party 라이브러리를 이용하여 외부 API와 연동 후, Firebase에 저장된 값을 불러온다. 이를 통해 Raspberry Pi에서 위험을 감지하면 어플리케이션 및 손목시계로 확인할 수 있다. 어플리케이션의 주요 기능은 다음과 같다.

- App 기능① “모니터링”

신생아용 침대 모빌에 연결된 Raspberry Pi 카메라 모듈에서 실시간으로 촬영되는 영상을 Python OpenCV를 통해 영상처리 한다. 그 후 Flask로 Web Hosting 하여 앱 화면에 보여줌으로써 아기 상태 모니터링이 언제든지 가능하다.

- App 기능② “기록”

Android Studio와 Firebase를 연동하여 원하는 날짜와 시간에 모유, 분유, 소변, 대변, 수면에 대한 정보를 기록할 수 있다.

- App 기능③ “알림”

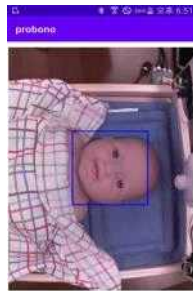
Raspberry Pi와 다양한 센서 간의 통신을 통해 낙상 위험, 울음소리, 질식사 위험 감지 결과를 Firebase RealTime Database에 저장한다. 이를 Android Studio의 Recycler view를 통해 알람을 목록으로 보여주어 관리할 수 있도록 한다.



[그림 3] App 메인화면



[그림 5] 기능② 기록



[그림 4] 기능① 모니터링



[그림 6] 기능③ 알림



[그림 8] 초음파 센서 부착 사진

이는 침대의 끝과 끝 사이 거리를 감지하고 있으며, 만약 신생아가 침대 끝에 가까워져 초음파 센서 거리가 정상 거리보다 작게 감지되면 낙상 위험으로 인지하여 Firebase를 통하여 모바일 어플리케이션과 웨어러블 기기에 알림을 보낸다.

```
try:
    while True:
        distance = measure_average()
        time.sleep(1)
        if distance < 45:
            if not Flag:
                print("Distance Detection : %.1f" % distance)
                Flag = True
            elif distance >= 45:
                if Flag:
                    print("Safe : %.1f" % distance)
                    Flag = False
```

[그림 9] Ultrasonic Sensor 거리감지 소스코드
침대 양 끝 거리가 45cm이므로, 초음파 센서가 인식하는 거리가 45cm보다 작을 경우 낙상위험 알림을 전달한다.

4.2 HW

• OpenCV를 이용한 얼굴 인식

신생아 모빌에 어두운 환경에서도 촬영할 수 있도록 적외선 카메라 모듈을 부착한다.



[그림 7] OpenCV를 통한 얼굴인식

신생아 침대의 모빌에서 신생아의 얼굴이 가장 잘 보이는 위치에 카메라를 설치한다.

Raspberry Pi 내 Python OpenCV 라이브러리와 머신러닝 기반의 Haar Cascade 알고리즘을 이용하여 실시간으로 촬영되는 신생아의 얼굴을 눈과 입을 기준으로 인식을 진행한다. 만약 인식이 이루어지지 않으면 Firebase Realtime Database에 이를 JSON 형식으로 저장하고 앱에 푸시 알림을 전송한다. 동시에 청각장애인을 위한 네오픽셀 손목시계와 Bluetooth 통신하여 신생아 질식사 예방한다.

• 초음파 센서를 이용한 낙상 방지

신생아 침대 양 끝에 초음파 센서를 부착한다.

• 음압레벨 사운드 센서와 Raspberry Pi를 이용한 울음소리 인식 및 분석

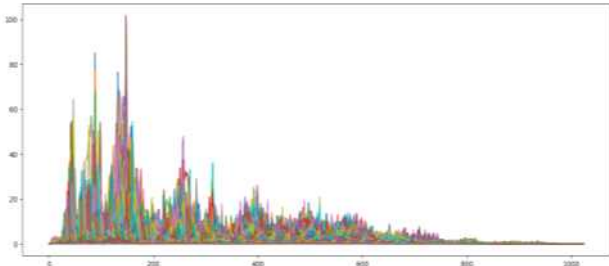
소리의 크기를 출력할 수 있는 음압레벨 사운드 센서 모듈을 이용해 일정 범위 이상의 소리 크기가 감지되면 울음소리 알림을 보낸다. 이때, Arduino에 센서를 연결하고 Raspberry Pi와 소켓 통신한다.

울음소리 알림을 보낸 후 곧바로 해당 울음소리가 어떤 의미를 내포하고 있는지 분석을 시작한다. 이때, Raspberry Pi에 USB 마이크를 이용하여 10초 이내의 울음소리를 녹음한 후, FFT(Fast Fourier Transform) 프로그램을 통해 분석을 수행한다. 다음은 신생아 울음소리 주파수 범위의 예이다.[8]

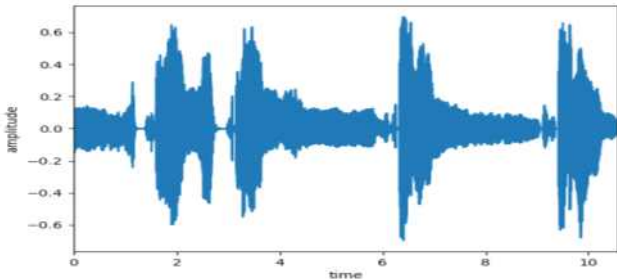
- 배고플 때의 평균 주파수 = 400.54Hz

- 아플 때의 평균 주파수 = 441.04Hz

이를 기반으로 주파수 분석을 진행하며, 때에 맞는 조치를 취할 수 있도록 분석 내용을 알림을 통해 보낸다.



[그림 10] 배고플 때 울음소리 분석



[그림 11] 배고플 때 울음소리 진폭

• **Arduino 기반 Neopixel 손목시계**

청각장애인 부모가 모바일 어플리케이션을 바로 확인할 수 없는 경우를 대비하여 손목시계 안에 진동 모터를 내장하고 앱 알림이 울림과 동시에 손목시계에도 신호를 전달하도록 구현한다. 시계 기능은 Neopixel ring의 12개 LED로 시는 1시간, 분은 5분, 초는 5초 단위로 각 LED가 켜지면서 시간을 표시한다.



[그림 12] Neopixel 손목시계

평소에는 파란색 LED는 시, 빨간색 LED는 분, 초록색 LED는 초를 나타내며 시간을 나타낸다. (왼쪽) 위험 상황이 감지되었을 경우에 진동알림과 함께 12개 LED에 백색 불이 들어온다. (오른쪽)

• **신생아용 침대**

본 시스템에서 사용되는 센서 및 장비를 침대에 부착한다. 이는 청각장애인 부모가 24시간 신생아를 보고 있지 않아도 안심하고 휴식 및 업무를 할 수 있도록 도와준다. 이를 통해 청각장애인 부모가 좀 더 나은 상황에서 육아할 수 있도록 환경을 조성한다.

5. **평가 및 기대효과**

본 논문에서 제안하는 시스템은 청각장애인 부모가 신생아의 위험을 즉시 확인할 수 있도록 진동이나 LED 등 비청각적 요소를 활용하여 실시간으로 위험 알림을 전달한다. 이는 신생아 침대에 부착하여 사용하는 장치로, 신생아가 침대 위에 있을 때에만 모니터링 및 위험 감지가 가능하다는 한계점을 가진다. 하지만 침대에서 발생하는 다양한 위험으로부터 신생아를 안전하게 보호함으로써 청각장애인 부모에게 정서적인 안정감과 생활편의 기능 제공한다는 장점이 있다. 부가적으로 육아 일지 기록 기능을 통해서 신생아의 영양 및 건강 상태의 이력을 관리 할 수 있게 된다.

이 시스템은 청각장애인 부모가 직접 사용하는 것에 초점을 두지만, 향후에 위험 상황 알림 기능 등을 발전시킨다면 비장애인 보호자와 전문 도우미도 연동할 수 있다. 이에 더하여 웨어러블 시계를 노약자와 같은 사회적 약자에게도 제공한다면 이들이 육아에서 느끼는 어려움을 조금이나마 해소할 수 있다. 이러한 기대효과와 확장 가능성은 향후 시스템의 무한한 발전에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보인다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 서울아산병원 질환백과
<http://m.amc.seoul.kr/asan/mobile/healthinfo/disease/diseaseDetail.do?contentId=32841>

[2] 김서영, “유아 질식사 69%, 폭신한 이불-베개가 원인”, 매일경제, 2019

[3] 최연진, “”아기는 울음소리로 말한다“ 아기 울음 분석하는 독특한 스타트업 아이앤나”, 한국일보, 2020

[4] 박수희, “엄마와 아이는 밤새 두 팔을 실로 묶고 잔다”, 원주투데이, 2020

[5] 비주얼
<https://www.at4u.or.kr/F01000000000/F01030000000V.asp?PDTCode=D13&PDTSupplyDate=2020&PDTSupplyCOCD=N4>

[6] 올비
<https://myallb.com/>

[7] 크라이베베
<https://www.cryingbebe.com/landing/>

[8] 장효령, “신생아 울음의 의사소통 의도와 관련된 음향학적 특성”, 연세대학원 석사학위논문, 2011