

청각장애 산모의 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템 개발

추지혜, 최다소, 최유진, 허다형, 이호섭, 성열훈

청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과

cnw11448@naver.com, cds010906@naver.com, chls5464@naver.com, darongda01@naver.com,
goodhosup@naver.com, radimage@cju.ac.kr

Development of Touch-Conversion Device of Heartbeat for Deaf Parents in Fetal Ultrasonography

Jihye Chu, Daso Choi, Yujin Choi, Dahyeong Heo, Youlhun Seung, Seounghwan Kim

요 약

아기의 심장 박동 소리를 듣지 못하는 청각 장애 부모를 위한 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템을 개발하고자 하였다. 본 시스템은 아기의 심장박동 소리를 USB 마이크를 이용하여 소릿값을 입력받아 이에 대응하는 값을 진동 모터의 진동 출력 세기와 LED 밝기의 세기로 출력시키도록 하였다. 아기의 심장박동 느낌을 진동으로 표현해 내기 위해 진동의 샘플링 주기를 구체적인 수치로 조절하였고 산모에 따라 진동의 세기와 주변 잡음 제거를 할 수 있도록 조절하는 가변저항 2개를 연결하였다. 그 결과 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템을 성공적으로 개발하였으며 장치 체험자들로부터 총 평균 4.63점으로 높은 만족도를 얻었다. 개발 제품은 청각장애 산모들의 모성애를 충족시키고 아기의 심장박동을 느낌으로써 아기의 존재를 느낄 수 있을 것이며, 산부인과와 초음파 영상진단의 확장 신기술로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

산모들은 아기의 심장 소리를 처음 듣고 아기의 존재를 확인하고 눈물을 흘릴 정도로 큰 감동을 받는다. 하지만 청각장애 산모는 아기의 심장박동 소리를 듣지 못한다는 것이 문제이며, 초음파 진단 시 느낄 수 있는 아기의 심장박동 소리를 직접적으로 듣지 못한다. 또한, 모성애 충족 및 유대감을 형성하는 시기에 유산이나 초기 임신의 잘못된 경우 등과 같은 아기의 건강 상태를 확인하기 위해서는 아기의 심장박동 소리를 듣는 것은 매우 중요하다. 장애인의 임신과 출산의 경우, 해외 선진국에서는 장애 특성별로 건강관리 지원이 강조되고 있다[1].

하지만 우리나라는 장애인 서비스 대상자 선정기준을 장애 정도나 소득 기준을 근거로 하고 있다.

따라서 경증 장애인에게 필요한 서비스가 제공되지 않고, 장애 유형별로 임신과 출산, 양육의 양상이 다르고 서비스 요구와 소요되는 비용이 상이함도 고려하지 못한다는 점이다. 현재 장애인들에게 필요한 물품을 대여해주는 한국 장애인고용공단에서 청각장애인을 위한 의사소통용 기기는 총 49대이다[2]. 하지만 임신한 청각장애 부모를 위한 기기는 단 한대

도 없다는 것이 문제이다. 현재 우리나라 청각장애인 현황은 장애 유형 중 2순위로 높은 비율을 차지하고 있다[3]. 그리하여 청각 장애인을 위한 보조 기술과 복지의 필요성을 느껴 본 연구를 진행하였다. 현재 국내의 한국전자통신연구원(ETRI)에서 청각장애인을 위한 국악 공연에서 ‘촉각 음정 시스템’을 사용하여 국악의 음정을 청각 장애 관람자에게 전달하는 기술을 보유하고 있다[4]. 이를 참고하여 청각장애 산모가 아기의 심장박동 소리를 듣지 못하는 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 청각장애 산모의 태아 초음파 진단 시 아기의 심장박동 소리를 산모가 실시간으로 연동하여 촉각을 통해 느낄 수 있는 장치를 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

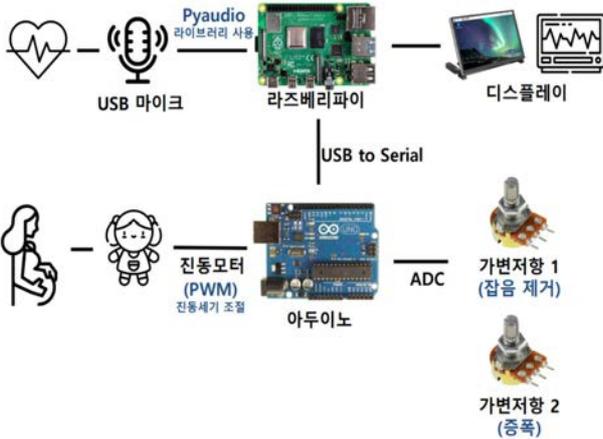
2-1. 재료

개발에 사용된 장비는 라즈베리파이4 [4GB]와 디스플레이7인치터치스크린,아두이노 [SZH-EK013], 아두이노 진동모터 모듈[ELB060416], 아두이노 가변저항 10k옴 2개, LED, USB 마이크[BT042]를 이용하였다. 마지막으로 외관 정리를 위해 레이저 커팅을 사용하여 케이스를 제작하였다. 마이크 거치 및

디스플레이 보호를 위한 거치대와 케이스는 3D 프린터와 PLA 소재를 이용하여 제작하였다.

2-2. 방법

태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템은 그림 1과 같이 총 4단계로 진행하여 개발하였다.



(그림. 1) 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템 모식도

첫째, 심장박동 소릿값의 입력값이다. 이를 위해서 USB 마이크로 측정된 심장박동 소릿값을 파이오디오 라이브러리를 사용하여 라즈베리파이로 입력하였다. 둘째, 노이즈 제거와 증폭 처리이다. 이를 위해 라즈베리파이와 아두이노를 USB 통신으로 연결하였고 아두이노에는 진동모터와 가변저항 두 개를 연결하였다. 가변저항 1은 일정값 이하의 잡음을 제거하는 용도이고, 가변저항 2는 일정값 이상의 심장박동 소리를 증폭시키게 이용하였다. 셋째, 심장박동 소리의 진동 신호 변환이다. 소리 입력값이 400×9 이상이면 진동이 출력되고 그 이하일 시, 잡음으로 취급하여 출력되지 않도록 하였다. 출력되는 소릿값은 15,000으로 나누어 진동 출력을 샘플링하였고, 가변저항을 통해 증폭되는 진동의 세기와 잡음으로 취급되는 소리를 조절할 수 있도록 하였다. 마지막으로 심장박동의 영상화이다. 디스플레이로 심장박동 세기에 따른 파형 그래프를 구현하고 LED로 진동세기에 비례하는 밝기로 나타내어 생동감을 더해 주었다. 최종 구현된 장치는 아기 인형 가슴에 장착하였으며, 임신 경험이 있는 여성 10명을 대상으로 실제감을 5점 척도로 평가하였다. 평가는 심장박동을 촉각으로 변환했을 때의 인지 만족도, 정서적 만족도, 실재감, 샘플링의 만족도 총 4가지로 진행하였다.

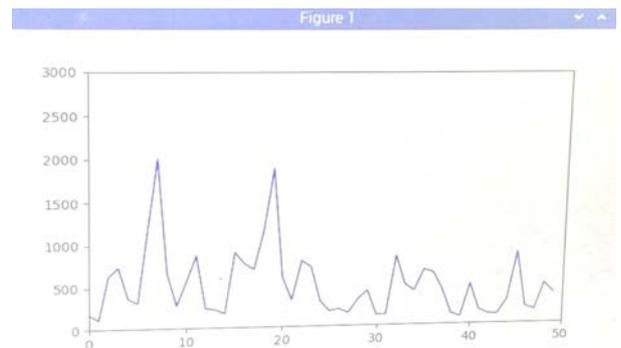
3. 결과

최종 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템은 그림 2와 같이 구현되었다.



(그림. 2) 최종 개발된 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템

개발 제품에는 초음파의 변환을 사용자의 촉감에 맞게 증폭시키거나 잡음을 제거할 수 있는 기능이 탑재되어 있다. 그 결과, 본 연구에서 구현하고자 하는 심박동의 촉각 변환 장치는 성공적으로 개발되어 심박동의 소리 크기에 따라 진동의 폭이 변동하였고 LED 밝기, 파형 그래프가 그림 3과 같이 생성되었다.



(그림. 3) 라즈베리파이 디스플레이에서 구동되는 태아 심박동 파형 그래프

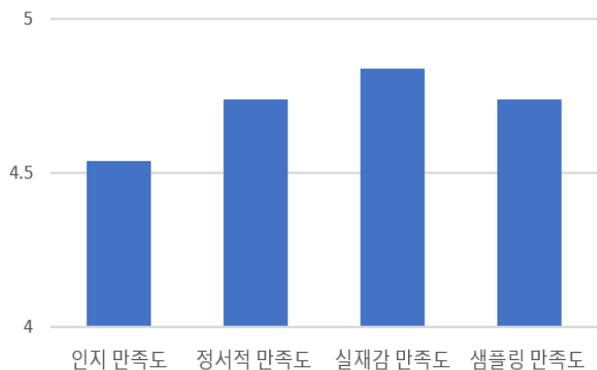
실제 아기의 심장박동 소리와 느낌을 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템을 통한 심장박동 느낌을 비교한 결과, 표 1과 같이 만족도, 정서적 만족도, 실재감, 샘플링의 만족도의 평균이 각각 4.5, 4.7, 4.8, 4.7점으로 총평균 4.63점으로 높은 만족도를 보였다.

첫 번째 인지 만족도는 평균 4.5점으로 심장 박동 소리를 실시간 변환하여 이어플러그를 끼고 촉각으로 느끼는 것과 이어플러그를 빼고 촉각으로 느껴보

게 함으로써 테스트를 진행하였다. 그 결과 여성들은 심장박동 소리를 촉각으로 느끼는 것에 만족하였다. 두 번째 정서적 만족도는 평균 4.5점으로 아이를 직접 보기 전, 아기가 살아있음을 느끼면서 아기를 잘 키우고 싶다는 마음이 들었다는 의견을 받았다. 세 번째 실재감 만족도는 평균 4.8점으로 진동모터를 부착 할 대상인 아기인형, 촉각볼, 3D 프린터로 출력한 아기 인형 3가지를 직접 테스트 해 보았다. 촉각 볼의 경우, 공에 진동모터를 달아 촉각으로 느끼게 할 예정이었지만 눈을 감고 느껴봤을 때, 심장박동의 느낌이 아니라 진동만 느껴져 생동감과 유대감 형성이 떨어진다는 의견이 있었다. 다음으로 3D 프린터로 출력한 아기 인형을 안고 느꼈을 때, 딱딱한 촉감 때문에 실제 아기 같은 느낌이 들지 않고 거부감과 어색함이 느껴진다는 의견이 있었다. 따라서 제일 최선책이었던 아기 인형을 선택하였다. 마지막 샘플링 만족도는 평균 4.7점으로 20000, 15000, 12000, 8000으로 샘플링 주기를 나누어 테스트를 진행하였다. 그 결과, 20000으로 샘플링한 진동은 ‘웅

충족시키고 우리 사회의 약자들의 마음을 헤아릴 수 있는 감성 장치로 우리 사회에 이바지할 수 있으리라 기대한다. 그러나, 실재감 척도 평가를 바탕으로 한 보완사항으로, 청각 장애인은 촉감에 상당히 예민하기에, 처음 사용할 시 진동으로 인해 약간 놀랄 것으로 예상된다는 의견이다. 따라서 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템 사용 시 충분한 설명을 하여 이를 방지할 계획이고, 진동 및 전자파 등의 안전성 평가/대안에 대한 추가 연구가 필요할 것이다. 또한 블루투스 무선 기능 추가로 가용성을 증대할 예정이다. 추후 실증적인 청각장애 산모들의 평가로 장비의 사양을 보완할 예정이며, 이러한 시도는 산부인과의 초음파 영상진단의 확장 신기술로 활용할 수 있으리라 기대한다.

(표 1) 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템 만족도 평가 결과



웅’대는 등 진동의 폭이 너무 크게 느껴지고, 최종 15000의 샘플링 진동이 가장 심장박동 소리와 비슷하게 느껴진다는 의견을 받았다.

4. 결론 및 고찰

본 태아 초음파 심장박동 촉각 변환 시스템은 아기의 심장 소리를 듣지 못하는 청각 장애 산모들을 위한 보조기기로, 심박동을 촉감으로 변환시켜 실시간으로 청각장애 산모에게 제공하기 위해 개발되었다. 그 결과 체험한 응답자로부터 높은 만족도를 얻었다. 이를 바탕으로 청각장애 산모들의 모성애를

5. 참고 문헌

[1] 서해정·배선희·이경민, 여성장애인 모성권 증진을 위한 임신·출산 지원 정책 연구, 한국장애인개발원, 2016.
 [2] 한국장애인고용공단, “보조공학기기지원”, “[https://b2b.11st.co.kr/view/kead/pc\(2022.09.19\)](https://b2b.11st.co.kr/view/kead/pc(2022.09.19))”
 [3] 여성 장애인의 실태와 정책과제, 2018.09.26, p.03, 보건복지포럼
 [4] 박성원, “ETRI, 청각장애인 위한 공연에 ‘촉각음정 시스템’ 적용”, 디트뉴스24, 2021.12.29, http://www.dtnews24.com/news/articleView.html?id_xno=717137

- 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신장학의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다. -