

# 영·유아 바이탈 신호 모니터링 스마트 요람의 개발

나홍준\*, 송수원\*, 홍수종\*, 박태수\*

\*울지대학교 의료공학과 학부생

doctoralex@naver.com, thtdndnjs123@naver.com, water-bell@kakao.com, xotn0706@naver.com

## Development of Smart Cradle for Monitoring Infant Vital Signals

Hong-Jun Na\*, Su-Won Song\*, Soo-Jong Hong\*, Tae-Su Park\*

\*Dept. of Bio Medical Engineering, Eulji University

### 요 약

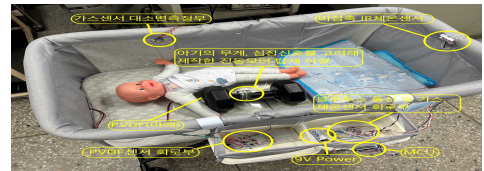
본 연구에서는 PVDF 압전 센서와 IR 체온 센서 등을 활용하여 비접촉, 무(無) 구속 방식으로 요람에 있는 영유아의 바이탈 신호를 상시 측정하여 ‘영아 돌연사 증후군’ 등 위험한 상황에 빠졌을 때 애플리케이션을 통하여 즉각 보호자에게 알리고 대처 방안을 제시하며, 상시 영·유아 모니터링이 불가능한 맞벌이 부모 등에게 자동 상태 경보 서비스를 제공하기 위하여 스마트 요람을 개발하였다.

키워드 : 압전 센서, 적외선 체온 측정, 비접촉, 영아 돌연사 모니터링, 스마트 요람

제거 과정이 이루어지고, IR 체온 센서를 통해 영·유아의 체온을 측정하게 된다.

### 1. 서론

지난해(2021년) 우리나라 맞벌이 가구의 경우 582만 가구로 2014년 이후 꾸준히 증가하였고, 2021년 기준 합계출산율의 경우 0.808%로 2010년 이후 꾸준히 감소하는 추세[1] 이다. 또한 신생아 사망률<sup>1)</sup>의 경우 1천 명당 1.3명으로 지난 10년 사이 꾸준히 줄어오고 있지만 태어난 직후 요람에서 보내는 동안 사망하는 사례(‘영아 돌연사 증후군’ 등)가 발생하고 있어 부모가 모니터링하지 않더라도 무인으로 영·유아가 안전하게 있는지 관리 및 감독할 수 있는 시스템을 구축하여 스마트 요람을 개발하고자 한다.

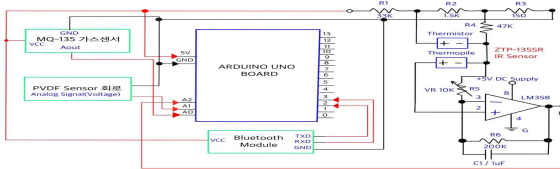


<그림 2> 스마트 요람 시작품

그 후 수집된 신호와 데이터를 MCU를 통해 보정하고 송신하여 최종적으로 보호자에게 애플리케이션 등을 통해 실시간으로 알리도록 구성되어 있으며, MCU는 아두이노를 활용하여 최종적으로 <그림 2>와 같이 요람을 구성하였다[2].

### 2. 생체 신호 계측 및 시스템 구성

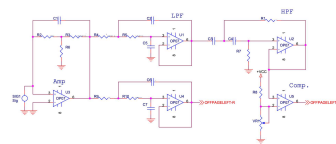
#### 2.1 전체적인 시스템 구성도



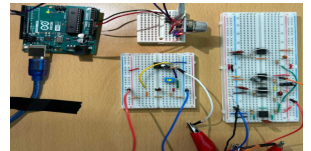
<그림 1> 센서 및 회로의 구성

본 논문에서 제안하는 전체적인 시스템 구조는 <그림 1>과 같다. 먼저 PVDF 압전 센서를 통해 심탄도(이하 ‘BCG’, Ballistocardiogram)가 발생되면 <그림 3>의 회로를 통과하며 신호 증폭과 노이즈

#### 2.2 압전 센서 이용 비 접촉 심탄도/호흡 계측 모니터링



<그림 3> PVDF BCG 측정 회로



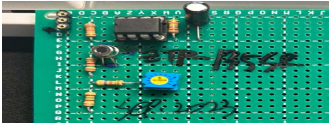
<그림 4> 심탄도와 호흡 시작품

영유아의 연약한 피부 등을 고려해 자극을 최소화하기 위해 직접적인 접촉 대신 비접촉 방식의 PVDF 압전 센서를 활용하였다. 요람 아래 영·유아의 등이 닿는 부분에 센서를 두게 하여 누워 있을 때 BCG가 측정되도록 했다. 상기 센서를 통해 얻은 생체 신호를 증폭하고 노이즈를 제거하기 위한 회로를 <그림 3, 4>와 같이 구성하여 PVDF 센서 1개

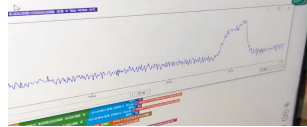
1) 출생아 1,000명당 생후 28일 이내 사망자 수

의 입력으로 심박수 및 호흡수를 동시에 얻을 수 있도록 설계한 후 <그림 7>과 같이 오실로스코프를 통해 실제 생체 신호가 출력됨을 확인하였다. 이후 두 신호를 MCU에 아날로그 신호로 입력하도록 구성하였다[3].

2.3 IR 체온 센서



<그림 5>  
IR 체온 측정 회로제작

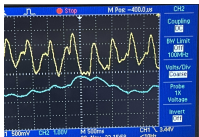


<그림 6>  
IR 체온 측정 파형

<그림 5>의 IR 체온 측정 회로는 COVID-19 유행 당시 비접촉 체온 측정 방법으로 많이 사용되던 IR 체온 측정 센서를 통해 현재 영·유아의 체온을 측정할 수 있게 설계하였고 <그림 6>과 같은 측정 결과 파형을 얻을 수 있었다.

3. 연구 결과

3.1 BCG 와 호흡 측정 결과



	측정값	위치 측정값	오차
측정1	85	84	+1
측정2	74	76	-2
측정3	96	95	+1

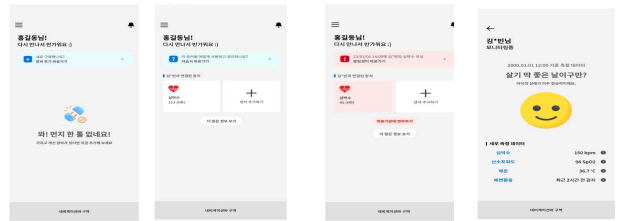
<그림 7> BCG 와 호흡 파형 결과 <그림 8> BCG 와 호흡수 결과

<그림 7>은 PVDF 센서를 통해 얻은 심탄도 와 호흡 파형 결과이고 <그림 8>은 심탄도 측정과 호흡수 결과를 스마트 워치로 측정한 값과 비교하여 결과를 나타내었다.

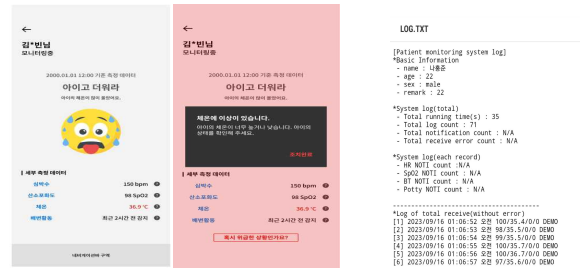
3.2 애플리케이션 UI 개발 결과

애플리케이션의 기획과 디자인은 Figma를 통하여 진행하였고 안드로이드 애플리케이션을 제작하기 위해서 Kodular를 이용하여 제작하였다. (a)는 영·유아의 실시간 생체 신호를 표시해 주는 화면이다. (b)는 아두이노로부터 신호가 발생할 경우 즉각 보호자에게 알려주기 위한 디자인이 적용되었다. (c)는 보호자가 장치 상세 보기에 들어가면 실시간으로 값을 받아서 보여주도록 구성되었으며 요람에 부착된 센서들의 값을 실시간으로 보여주게 된다. (d),(e)는 온도가 오르거나 위험한 상황일 경우 보호자에게 알리고 의료기관이나 구급대에 도움을 받을 수 있도록 구성하였고 그림과 안내 메시지를 통하여 문제 상황을 빠르게 파악할 수 있도록 구성하였다. 이 애플리케이션의 주요 기능은 다음과 같다. (1) 아두이노를 통한 각종 값의 수신 : 앱의 엔드유저(End-user)에게 <그림 1>의 회로를 통해 받은 BCG 등의 값을 표출해 주고 경우에 따라 긴급 알람을 발송한다. (2)

각종 생체 신호의 기록 : 수신 받은 생체 신호를 <그림 9>의 (f)와 같이 실시간으로 기록하여 유사시 의료가 영·유아의 건강 상태를 추적하고 원인을 분석하는 데에 사용할 수 있도록 한다. (3) 처치 방법 제안 : 유사 상황 시 당황하지 않고 신속하고 정확하게 처치할 수 있도록 제시하고 의료기관에 연락할 수 있도록 도와준다.



(a) 기본 상태 메인 화면 UI (b) 위험 상태 UI (c) 실시간 측정내용 UI



(d)(e) 위험 상태 UI (f) Log 기록

<그림 9> UI 결과 기능 캡처

4. 결론

본 연구는 영·유아의 위험 상황 감지 및 경고 외에도 저출산 시대에 맞벌이 부부에게 아이를 원격으로 모니터링할 수 있는 서비스를 제공함으로써 육아에 더욱 유용하게 서비스를 제공할 수 있는 연구로 기대된다. 또한 중요 부분을 모듈형 방식으로 구성하여 언제든지 다른 센서도 추가하거나 제거 후 사용할 수 있어 지속적인 기술 개발을 통해 언제든지 새로운 영·유아 케어 서비스를 제공할 수 있으리라 기대된다.

Acknowledgement

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신 창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 통계청(2021), 사회통계국 인구동향과, 영아 사망률  
 [2] 박찬기,이보름 "PVDF로 측정한 심탄도 신호로부터 실시간 순간 심박 및 호흡수 추정," 대한전자공학회 학술대회, 개최지, pp.644-646, 2015.  
 [3] 민지홍, 김경호, "압전 소자를 이용한 호흡과 심탄도 검출 시스템에 대한 연구", 단국대학교 전자전기공학과 제어 및 신호처리전공 대학원, 2019