

## Remotely Controllable Smart Mobile System Using Arduino and Raspberry Pi for Infants

Hyun-Wook Park\*, Young-Weon Shin\*, Jin-Yeob Kim\*, Ki-Sok Kong\*\*

\*Student, Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University, Gyeonggi-do, Korea

\*\*Professor, Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University, Gyeonggi-do, Korea

### [Abstract]

In this paper, we deal with a system that provides temperature, humidity and fine dust data around infants to parents through Arduino and Raspberry Pi. It controls the operation of the mobiles remotely through applications. Android applications can perform the following functions. First, the infant's surrounding temperature, humidity and fine dust data are received. Second, mobile controls the smart mobile remotely. Third, recording and playing the voices of parents and enhancing the convenience of parenting. Through the experiment of measuring the operating time of the remote control module, it was confirmed that the application can quickly access the system. Existing products on the market do not provide environmental information around the infants and application that has various functions. The system covered in this paper is expected to improve child-rearing convenience by providing parents environmental information around infants, remotely controllable function and convenient functions of the application.

▶ **Key words** : Remotely controllable mobile System, RaspberryPi, Arduino, Android application

### [요 약]

본 논문은 아두이노, 라즈베리파이를 통해 모빌의 동작을 원격으로 제어하는 시스템을 다루었다. 유아 주변의 온도, 습도, 미세먼지 데이터를 사용자에게 제공하고, 애플리케이션을 통해 모빌의 동작을 원격으로 제어한다. 안드로이드 앱의 기능은 첫째, 유아의 주변 온도, 습도, 미세먼지 데이터를 수신하고, 둘째, 모빌 작동을 원격으로 제어하며, 셋째, 목소리를 녹음하고 재생한다. 원격 제어 모듈의 동작 시간을 측정하는 실험을 통해 애플리케이션에서 시스템에 빠르게 접근할 수 있음을 확인하였다. 기존 시중의 제품은 신생아 주변의 환경 정보를 제공하지 않고, 애플리케이션을 통한 여러 기능을 제공하지 않는다. 본 시스템은 부모에게 유아 주변의 환경정보를 제공하고, 원격 제어 기능과 애플리케이션의 여러 편의 기능을 제공함으로써 기존 제품 대비 육아의 편의성을 향상할 것으로 기대한다.

▶ **주제어** : 원격제어 모빌시스템, 라즈베리파이, 아두이노, 안드로이드 애플리케이션, 센서

• First Author: Hyun-Wook Park, Corresponding Author: Ki-Sok Kong

\*Hyun-Wook Park(gusdnr9875@likelion.org), Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

\*Young-Weon Shin(scenebyshin@naver.com), Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

\*Jin-Yeob Kim(jinyeob07@kpu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

\*\*Ki-Sok Kong(kskong@kpu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

• Received: 2020. 10. 01, Revised: 2020. 11. 18, Accepted: 2020. 11. 20.

## I. Introduction

신생아는 출생 전 일정한 온도의 환경에서 지내다가 출생과 함께 외부 온도와 환경에 급격히 노출되기 때문에 외부 환경에 매우 민감하다. 안영미의 논문[1]에 따르면, 전체 영아 중 저체온증 신생아의 비율은 최소 23%에서 최대 85%이다. 따라서 외부환경은 신생아에게 중요한 것을 알 수 있다. 또한 이근자의 논문[2]에서는, 인생 초기에 신생아가 겪는 환경과 경험은 성장 발달에 큰 영향을 미치기 때문에 영아기의 적절한 환경 요인이 중요하다고 이야기한다.

아두이노, 라즈베리 파이, 스마트폰의 애플리케이션을 사용하여 신생아의 감각 자극 발달과 건강 증진을 위한 본 IoT 시스템을 스마트 모빌이라고 명명한다. 사용자는 'Smart Mobile' 앱을 사용하여 외부 온도, 습도, 미세먼지, 신생아의 체온 데이터 등을 실시간으로 확인할 수 있다. 감각 자극 발달을 위해서 사용자는 모빌의 동작을 원격으로 제어하고, 저장된 여러 음악을 선택하여 모빌을 통해 신생아에게 원격으로 들려줄 수 있다. 그리고 목소리를 녹음하여 모빌을 통해 들려주고, 무드등의 색상을 자유롭게 조작할 수 있다. 모빌에 부착된 카메라를 통해서 아이의 영상을 실시간으로 확인하고, 캡처 기능을 이용하여 아이의 모습을 사진으로 저장할 수 있다. 응급상황일 때 현재 사용자의 위치와 특정 문구를 문자로 보낼 수 있는 기능과 디데이 기능도 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 본 논문과 관련된 제품들을 비교 분석한다. III 장에서는 스마트 모빌에 대한 설계와 구현 내용을 기술하고 IV 장에서는 스마트 모빌에 대한 실험 및 결과를 기술한다. V 장에서는 연구 결과 및 향후 계획에 관해 설명한다.

## II. Related Works

표 1은 연구와 관련 기존 제품의 장단점이다. 이 제품에서는 공통으로 감각 발달에 초점을 맞추고 신생아 주변의 환경 데이터는 제공하지 않는다. '썬플라워 스마트 모빌'은 스마트폰 앱을 제공하지만 다양한 편의 기능을 제공하지는 않는다. 큐티 뽀띠 스마트 오르골은 단순한 멜로디 재생 기능만을 제공한다. 이에 반해 본 논문의 스마트 모빌은 신생아 주변의 환경 데이터인 온도, 습도, 미세먼지 정보를 제공하고, 비접촉식 온도 센서를 통해 신생아의 체

온을 확인할 수 있다. 감각자극 발달에 도움을 주기 위해 목소리 녹음 기능, LED의 색 조정 기능, 모빌 동작 방향 제어의 기능을 구현하였다.

Table 1. Related Products

| Products                      | Strength  | Weakness   |
|-------------------------------|---|--|
| Sunflower Smart Mobile[3]     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Home cctv</li> <li>- Height adjustable</li> <li>- Both batteries and adapters can be used</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- No recording function</li> <li>- Not provide environmental data</li> </ul>            |
| Cute Petit Smart Music Box[4] | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Affordable price</li> <li>- Simple to use</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provides only music box function</li> <li>- Not provide environmental data</li> </ul> |

김우진의 논문[5]에서 연구한 채팅봇으로 제어하는 IoT 스마트 모빌은 효과적인 육아를 위해 온도, 습도, 미세먼지 데이터, 동요 재생과 같은 기능을 HTTP 프로토콜로 구현하였다는 점에서 본 논문의 스마트 모빌과 공통점이 존재한다. 하지만 본 논문의 모빌은 별도의 입력 없이 데이터를 화면에 출력하고, 간단한 UI로 구성되어 있으며 실시간 카메라 모듈 데이터를 사진이 아닌 영상으로 제공한다는 차이점이 존재한다.

함승훈의 논문[6]에서 연구한 딥러닝과 영상처리를 활용한 영유아 사고 방지 스마트 모빌은 웹 스트리밍 기능을 제공한다는 점에서 본 논문의 스마트 모빌과 공통점이 존재한다. 하지만 해당 논문의 내용을 통해 라즈베리파이 3B+에서 발열, 스로틀링, Frame Rate 저하 등 소프트웨어 성능 부분에서 제약이 발생함을 확인하였다. 본 논문의 스마트 모빌에서는 라즈베리파이 4를 사용하여 소프트웨어 성능 제약을 최소화 하였다. 라즈베리파이 3B+는 1GB램만을 지원하는 반면, 라즈베리파이 4는 최대 8GB의 램을 지원하므로 개발 단계에서의 제약을 완화하였다.

## III. System Design and Implementation

### 3.1 Development Environment

본 시스템은 온습도 센서와 미세먼지 센서, 비접촉식 온도 센서를 통해 환경 데이터를 수집하여 제공하는 기능과 원격으로 무드등, 음악 재생, 모빌 회전, 스트리밍을 제어하는 기능이 있다.

하드웨어 개발 환경은 표 2와 같다. 개발을 위한 하드웨어 부품은 1개의 아두이노 우노 보드와 1개의 라즈베리 파이 보드, 3개의 측정 센서, 라즈베리 카메라 모듈, DC 모터와 3색 LED 모듈이다. 아두이노 우노(UNO) R3 보드는 온습도와 미세먼지, 체온 데이터와 같은 환경 데이터 수집을 제어를 담당한다.

Table 2. Hardware Development Environment

| HW Part  | Function  |
|--|---|
|  Arduino UNO R3[7]          | Arduino board   |
|  Raspberry Pi 4[8]          | Raspberry Pi board  |
|  DHT 22[9]                  | Temperature and humidity measurement sensor to check the temperature and humidity around the mobile   |
|  PM 2008M[10]             | Temperature and humidity measurement sensor to check the concentration of fine dust around the mobile |
|  MLX 90614[11]            | For measuring newborn body temperature Non-contact temperature sensor                                 |
|  Camera Module V2, 8M[12] | Raspberry Pi camera module for remote streaming   |
|  SHZ-MT001[13]            | DC motor for mobile rotation  |
|  RGB LED[14]              | 3-color LED for mood light function   |

온습도 측정 센서 DHT-22는 3.3~5.5V 전압 사이에서 작동하며 -40~80°C 범위까지 습도  $\pm 2\%$ , 온도  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 의 오차로 데이터를 수집한다. 박중식의 논문[15]에서는 DHT-11 온습도 측정 센서를 이용하여 스마트 가습기를 설계하였다. 인용한 논문에서 사용한 DHT-11 온습도 센서는 오차 범위가 습도  $\pm 5\%$ , 온도  $\pm 2^\circ\text{C}$ 인 반면, 본 논문에서는 DHT-22 온습도 센서를 사용하여 측정 데이터의 오차 범위가 습도  $\pm 2\%$ ,  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 높은 정확성을 확보하였다. 온습도 측정 센서 비교는 표 3과 같다.

Table 3. Comparison of Humidity and Temperature Measurement Sensors

|        | Humidity Error Range(%) | Temperature Error Range( $^\circ\text{C}$ ) |
|--------|-------------------------|---|
| DHT-11 | $\pm 5$                 | $\pm 2.0$                                   |
| DHT-22 | $\pm 2$                 | $\pm 0.5$                                   |

미세먼지 측정 센서 PM2008M은 5V 전압에서 작동하며 최소 0.3 $\mu\text{m}$  크기의 입자를 검출한다. 노진호의 논문[16]에서는 PM1001 미세먼지 측정 센서를 이용하여 사물 인터넷 기반 미세먼지 측정 시스템을 구현하였다. 인용한 논문에서 사용한 PM1001 미세먼지 측정 센서는 지름 1.0 $\mu\text{m}$  이상의 먼지를 측정할 수 있으나, 본 논문에서는 PM2008M 미세먼지 측정 센서를 이용하여 더 작은 크기인 지름 0.3 $\mu\text{m}$  미세먼지까지 검출할 수 있다.

에어코리아[17]에서는 지름크기가 2.5 $\mu\text{m}$  이하를 PM 2.5라는 수치의 초미세먼지로 규정하므로, PM2008M 센서를 통해 더 민감하게 미세먼지 정보를 감지할 수 있을 것이라고 판단된다. 미세먼지 측정 센서 비교는 표 4와 같다.

Table 4. Comparison of Fine Dust Measurement Sensors

|         | Measurement Range( $\mu\text{m}$ ) |
|---------|------------------------------------|
| PM1001  | Above 1.0                          |
| PM2008M | Above 0.3                          |

라즈베리 파이 보드 Raspberry Pi 4는 Wi-Fi를 통해 애플리케이션과 통신이 가능하다. 카메라 모듈 V2는 라즈베리 파이와 연결되어 1080p의 고해상도 영상을 전송한다. DC 모터 SHZ-MT001은 3~6V 전압에서 작동하며 모빌의 원격 회전 동작을 수행한다. 사용자는 애플리케이션을 통해 모빌 주변 환경 정보를 확인하고, 모빌 동작을 원격으로 제어할 수 있다.

소프트웨어 개발 환경은 다음 표 5와 같다.

Table 5. Software Development Environment

| Kinds                    | Software Name  | Version    |
|--------------------------|----------------|------------|
| OS                       | Raspbian OS    | ver 4.19   |
| Android Development Tool | Android Studio | ver 4.0.1  |
| Programming Language     | Java           | ver 13     |
| Server Language          | Node.js        | ver 14.8.0 |
| Arduino Development Tool | Arduino IDE    | ver 1.8.13 |

### 3.2 Configuration of Hardware and Software

그림 1은 원격 제어 모빌 시스템 구성도이다. 시스템은 환경 정보 데이터를 수집하기 위한 여러 센서가 연결된 아두이노 UNO R3, 동작을 제어하고 원격 스트리밍을 수행하는 라즈베리 파이 4, 라즈베리 파이와 통신하며 데이터를 송수신하는 애플리케이션으로 구성되어 있다.

아두이노와 라즈베리 파이는 시리얼 통신[18]을 통해, 애플리케이션과 서버는 애플리케이션의 HTTP 요청을 포트 포워딩을 통해 Web Socket[19]을 이용하여 양방향 통신을 가능하게 한다. 사용자는 안드로이드 'Smart Mobile' 앱을 통해 시스템을 이용할 수 있다.

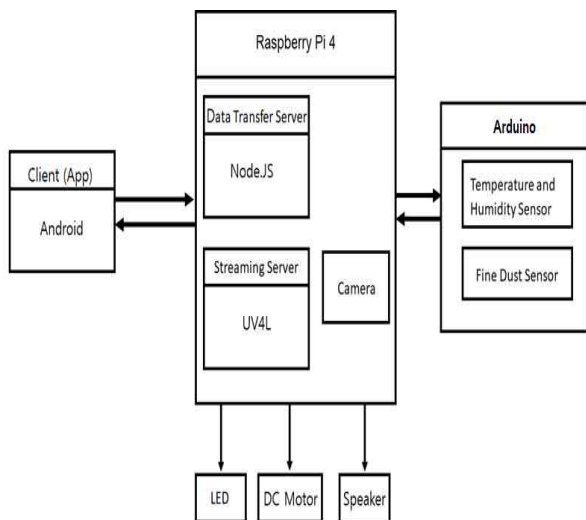


Fig. 1. System Configuration Diagram

그림 2는 소프트웨어 구성도이다. 소프트웨어는 환경 정보 제공 모듈, 모빌 주변기기, 움직임 제어 모듈, 아기 영상 스트리밍 모듈, 목소리/녹음 재생 모듈, SOS 전송 모듈로 구성된다. 서버에서 데이터를 송수신하는 기능은 jsoup 라이브러리[20]를 사용하여 구현하였다.

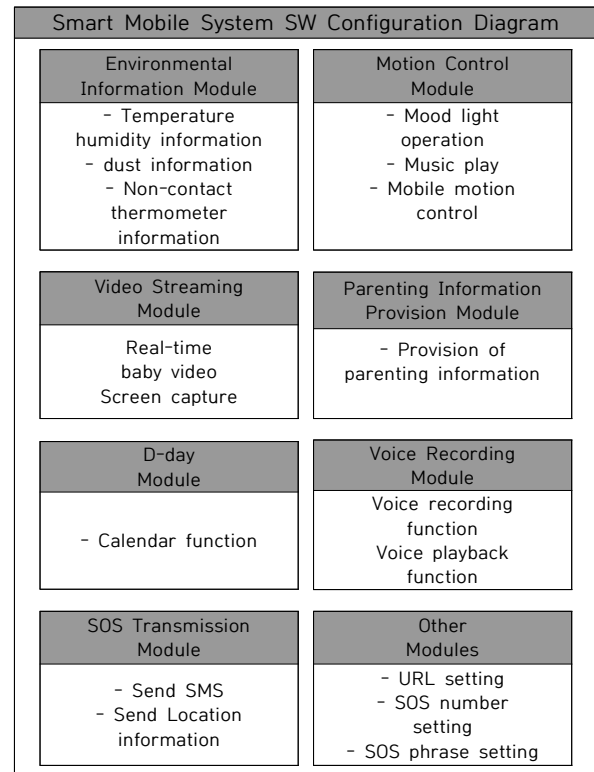


Fig. 2. Software Configuration Diagram

### 3.3 Module Design and Implementation

#### a. Environmental Information Module

SmartMobile 앱의 '환경 정보' 메뉴에서 현재 모빌 주변 온도, 미세먼지 정보를 제공한다. 해당 데이터는, 아두이노에 연결되어있는 온도 센서, 미세먼지 센서, 비접촉식 온도를 통해 수집된 데이터가 라즈베리 파이 서버를 통해 앱으로 전송된다. 아래 그림 3과 그림 4는 순서도와 애플리케이션 환경 정보 제공 화면이다. 라즈베리 파이의 고질적인 무선 랜 연결 끊김 현상이 발생하여 데이터 수신 이 안 되는 문제점을 개발 과정에서 확인하였는데, 이는 USB WIFI 무선 랜 카드[21]를 삽입하여 연결이 원활하게 되는 것을 확인하였다.

순서도에서 볼 수 있듯이, 앱을 실행한 사용자는 URL, SOS 번호, SOS 문구 설정을 마친 후 URL이 유효할 시에 앱의 화면을 통해 영아 주변 미세먼지, 온도, 습도 그리고 체온 정보를 확인할 수 있다.

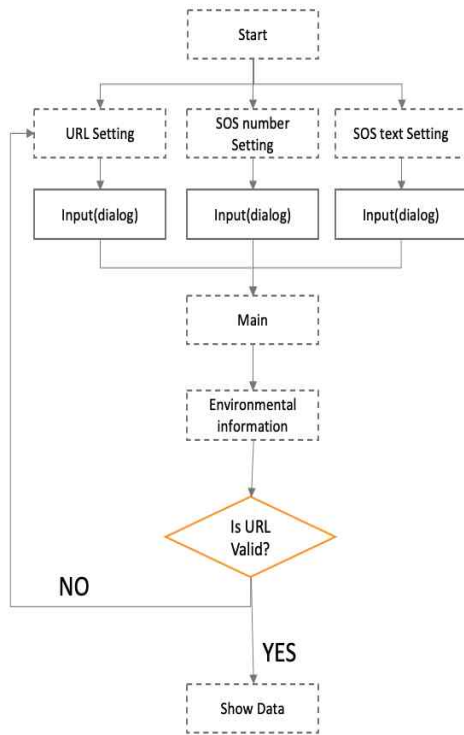


Fig. 3. Flowchart for Environmental Data

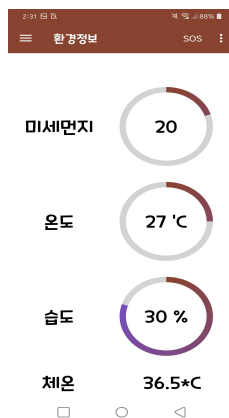


Fig. 4. Environmental Information Activity of Smart Mobile App

## b. Motion Control Module

해당 모듈은 '무드등', '음악', '모빌 동작'의 3가지 기능으로 나누어진다.

그림 5는 무드등 기능이다. SmartMobile 앱 무드등 탭의 화면에 있는 색상표의 색상을 선택 시, 해당 R, G, B 값에 따라 아두이노에 연결된 LED 색상을 변경한다. 색상 선택 뷰는 ColorPickerView API[22]를 사용하여 구현하였다.

그림 6은 음악 기능이다. 서버에 저장된 10가지 음악을 사용자가 선택하여 재생 및 정지할 수 있다. 음악은 라즈베리 파이의 스피커를 통해 재생된다. 아래 그림 6에서는 애플리케이션 음악 재생 기능 화면을 보여주고 있다.

그림 7은 모빌 동작 제어 기능이다. '모빌 동작' 탭의 화면에서 '시계방향', '반시계방향', '정지' 버튼으로 모빌의 회전을 제어한다. 아래 그림 7은 애플리케이션 원격 모빌 동작 제어 기능 화면이다.



Fig. 5. LED Color Adjustment Function of Smart Mobile App

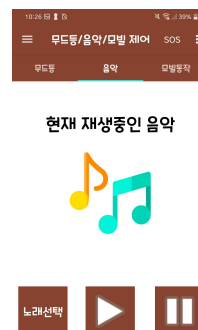


Fig. 6. Music Player(select, play, stop) Function of Smart Mobile App

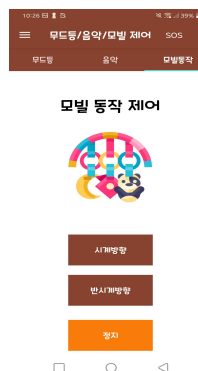


Fig. 7. Motion Controller Function of Smart Mobile App

### c. Video Streaming Module

아기 영상 스트리밍 모듈은 SmartMobile 앱의 '실시간 아기 영상' 메뉴에서 실시간으로 아기 영상을 시청할 수 있는 기능이다. 라즈베리 파이에 연결된 카메라 모듈로 촬영된 영상을 UV4L[23]서버를 통해 웹으로 출력하고, 해당 영상을 WebView로 확인할 수 있도록 구현하였다. '아기 얼굴 캡처' 버튼 터치 시, 현재 스트리밍 화면을 '/DCIM/Screenshots/' 폴더에 'SmartMobile\_Streaming.jpg' 파일로 저장한다. 아래 그림 8은 애플리케이션 실시간 영상 스트리밍 화면이다.

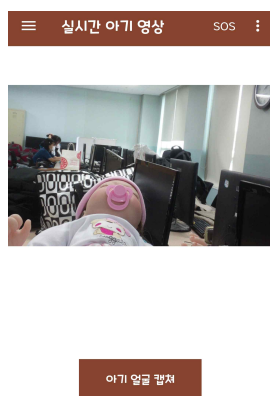


Fig. 8. Streaming Activity of Smart Mobile App

### d. Parenting Information Provision Module

신생아 육아에 필요한 육아 정보를 제공하는 애플리케이션 기능이다. 상단에는 유용한 육아 영상을 바로 시청할 수 있는 Youtube 플레이어가 있고, 하단에는 서울시 육아 종합 지원 센터[24]의 실시간 육아 관련 뉴스가 있다. 각 항목을 터치 시 해당 URL로 이동하는 기능을 제공한다.

해당 기능은 YouTubePlayerView API[25]와 jsoup 라이브러리를 사용하여 구현하였다. 아래 그림 9는 애플리케이션 육아 정보 기능 화면이다.

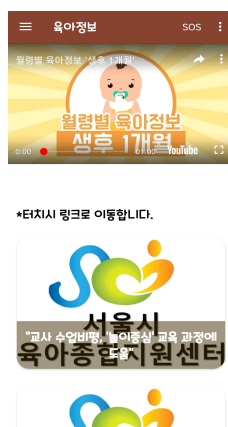


Fig. 9. Child-Care Information Activity of SmartMobile App

### e. D-day Module

아이의 출산일을 기념하기 위한 애플리케이션 기능이다. 기존에 설정한 날짜가 내부저장소에 존재하는지 검사하고, 존재하면 날짜를 계산하여 해당 날짜로부터 얼마나 지났는지를 출력한다. 존재하지 않으면 날짜를 선택하라는 문구를 출력한다. 캘린더 터치 시 날짜를 선택할 수 있다. 아래 그림 10은 애플리케이션 디데이 기능 화면이다.



Fig. 10. D-day Calendar Activity of Smart Mobile App

### f. Voice Recording Module

목소리 녹음/재생 모듈은 SmartMobile 앱의 '동화책 읽어주기'를 구현한 모듈이다. 아이와 떨어져 있는 보호자가 외부에서도 아이에게 부모의 목소리를 들려줄 수 있는 기능이다. 화면의 '녹음' 버튼을 터치 시 녹음 제목을 입력하는 다이얼로그가 생성되고, 제목 입력 후 확인 터치 시, 바로 녹음을 시작한다. '녹음 중지' 버튼을 누르면 녹음을 정지한 뒤, 내부 저장소에 파일을 저장하고 화면 하단 리스트에 해당 파일 제목과 녹음 날짜를 추가한다. 리스트의 항목을 터치 시 스피커를 통해 녹음을 재생한다. 개발 과정 속에서 애플리케이션에서 녹음된 파일이 라즈베리 파이의 서버에서 재생이 안 되는 현상을 발견하였다. 이는 미디어 파일 포맷의 문제로, 안드로이드 OmRecorder API[26]를 사용하여 wav 녹음을 구현하여 해결하였다. 아래 그림 11과 그림 12는 애플리케이션 동화책 읽어주기 기능 화면과 순서도이다.

그림 12의 순서도에서 볼 수 있듯이, 사용자는 액티비티에 진입하여 녹음 버튼을 누르고 녹음을 한 뒤에, 업로드된 해당 파일을 리스트에서 선택하여 어디서든 라즈베리 파이에 부착된 스피커로 음성을 재생할 수 있다.

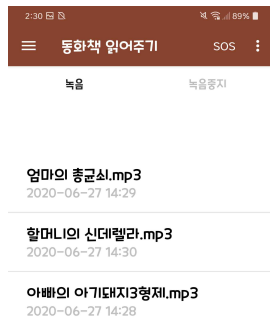


Fig. 11. Record Player Activity of Smart Mobile

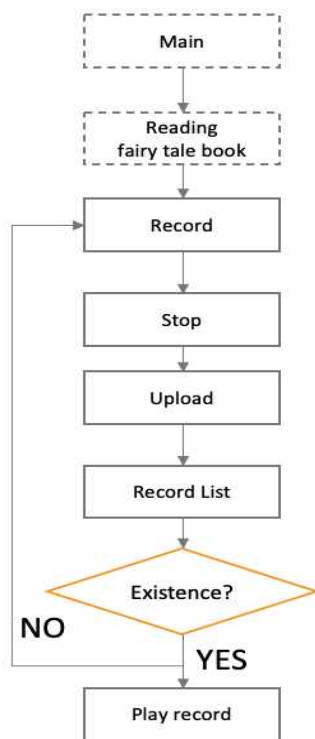


Fig. 12. Flow Chart of Voice Recording, Upload, and Playback Functions App

#### g. SOS Transmission Module

SmartMobile 앱 상단의 'SOS' 옵션 선택 시 위급 시 SMS를 전송하는 기능이다. 'SMS' 버튼 터치 시, 사용자가 지정해둔 전화번호로, 지정해둔 문구와 현재 위치를 문자로 전송한다. 위치는 현재 위도, 경도를 바탕으로 대한민국 주소로 변환한다. 예를 들어, 위도 37, 경도 126일 때 '경기도 파주시 야당동 385-8'로 변환한다. 지도는 kakaomap API[27]를 사용하여 구현하였다. 아래 그림 13은 애플리케이션의 SOS 기능 화면이다.



Fig. 13. SOS Function of Smart Mobile App

#### h. Other Modules

기타 모듈에는 URL 설정, SOS 번호 설정, SOS 문구 설정 기능이 있다. URL 설정을 통해 SmartMobile 앱과 라즈베리 파이 서버를 연결한다. 유효하지 않은 URL을 입력했을 시에는, 설정 창으로 다시 돌아온다. SOS 번호와 문구 설정을 통해 'SOS' 옵션의 기능 수행 시에 해당 데이터를 사용할 수 있게 한다. 아래 그림 14는 애플리케이션 설정 화면이다.

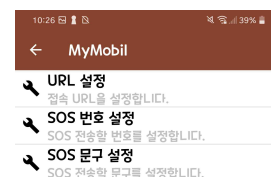


Fig. 14. URL, Phone Number and SOS Text Settings Activity of Smart Mobile App

### 3.4 Actual Implementation of System

그림 15는 시스템의 실제 구현 모습이다. 모빌 하단 나무 케이스 안쪽에 아두이노와 라즈베리 파이, 온습도 센서, 미세먼지 센서가 부착되어 있고, 나무 케이스 왼쪽 구멍을 통해 비접촉식 온도 센서가 빠져나와 있다. 나무 케이스 위쪽에는 무드등을 위한 LED 센서를 부착하였고, 바로 수직 상단의 흰색 모빌 지지대에 실시간 스트리밍을 위



한 카메라를 부착하였다. 그리고 최상단에는 모빌 인형과 함께 회전을 위한 모터를 부착하였다.



Fig. 15. Actual Implementation of System

#### IV. Experiment and Results

모듈의 정확한 데이터 수집과 애플리케이션의 올바른 동작 수행을 검증하기 위하여 미세먼지, 온도, 체온 데이터를 측정하였고, 애플리케이션의 사용자 검증을 시행하였다.

표 6은 모듈 테스트의 결과이다. 과도하게 많은 양의 데이터가 웹 통신을 통해서 송수신되는 것을 확인하였고, 전송 속도를 낮추며 문제를 해결하였다. 시스템 과부하, 응답 시간 속도 테스트, 프로세스 테스트, 사용자 불편 테스트를 진행하였다.

추가로 라즈베리 파이에서 Wi-Fi가 자주 끊기는 현상이 발생하였으나 무선 LAN 카드를 사용하여 문제를 해결하였다.

Table 6. Test Results

| ○ : No problem × : Problem occurrence |   |             |   |   |
|---------------------------------------|---|-------------|---|---|
| Evaluation Item                       |   | Test Result | Problem   | Solutions                                   |
| Test                                  | Excessive information transmission test | ×           | Excessive information transmission                    | Slow down the transmission speed            |
|                                       | Excessive information reception test    | ×           | Receive excessive information from the node.js server | Slow down the transmission speed on Arduino |
|                                       | System                                  | ○           | No  | No  |

|                                   |   |                                    |   |
|-----------------------------------|---|------------------------------------|---|
| overload test                     |   | problem                            | problem                                   |
| Response time speed test          | ○ | No problem                         | No problem                                |
| Process test within specific time | ○ | No problem                         | No problem                                |
| User discomfort test              | ○ | No problem                         | No problem                                |
| Wi-fi disconnection problem       | × | Wi-fi Irregular stuttering problem | Using a wireless LAN card solve a problem |

표 7은 애플리케이션에서 모빌로의 데이터 전송시간을 장소별로 3가지 기능을 각각 10회씩 측정하여 도출한 평균 데이터이다. 측정 결과, 집, 카페, 학교 순서로 최대 0.5초의 전송시간의 차이가 존재하였다. 이는 사용자가 불편함을 느끼지 않는 범위 내에서 시스템이 정상 동작하는 것으로 판단된다.

Table 7. Time Measurement by Function (Seconds)

| Location         | School | Cafe | House |
|------------------|--------|------|-------|
| Measurement Data | 1.5    | 1.2  | 1.0   |
| Melody Play      | 1.3    | 1.2  | 1.1   |
| Motor Operation  | 1.2    | 1.4  | 1.2   |

#### V. Conclusions

현재 시중에 판매되고 있는 육아 편의성 증진을 위한 스마트 모빌 제품들은 영아 주변 환경 데이터를 제공하지 않는다. 또, 애플리케이션과 연동하여 모빌의 동작을 제어하거나, 애플리케이션을 통한 부가 기능을 제공하지 않는다.

본 논문에서 다루는 영아를 위한 원격 제어 모빌 시스템은 기존 제품들의 단점을 보완하여 신생아 온도, 습도, 미세먼지 데이터를 제공한다. 그리고 애플리케이션을 통해 모빌 동작을 원격으로 제어할 수 있다. 또한, 부모의 목소리를 녹음하고 재생함으로써 신생아에게 심리적 안정을 주는 새로운 기능을 추가하고 육아 캘린더, SOS 기능과 같은 육아 편의성을 증진하는 부가 기능들을 구현하여 사용자는 쉽고 다양한 방식으로 육아에 도움을 받을 수 있다.



라즈베리 파이에서 고질적으로 발생하는 무선 랜 연결 끊김 문제의 경우, 유선 랜을 사용하거나 무선 랜 카드를 사용함으로써 해결할 수 있다. 애플리케이션에서 녹음한 파일이 라즈베리 파이 서버에서 재생이 되지 않는 문제는, 안드로이드 녹음 미디어 파일 포맷을 웹 서버에서 재생할 수 있게 해주는 서버 라이브러리를 사용하거나, 안드로이드에서 wav 파일로 녹음을 할 수 있게 해주는 OmRecorder API를 사용함으로써 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- [1] Youngmee Ahn, Min Sohn, Namhee Kim, "Hypothesis and Related Factors in High-Risk Infants", *Child Health Nurs Res*, 23, 4, pp. 505-514, October 2017. DOI: <https://doi.org/10.4094/chnr.2017.23.4.505>
- [2] Kun-Ja Lee, Myung-Hee Lee, "An Analysis of Research on the Sensory Stimulation in Newborn Infants in Korea", *Korean journal of child health nursing*, 8, 3, pp. 332-333, July 2002.
- [3] ConyToys, <http://www.conytoys.com/sunflower>
- [4] Hitopic, <http://www.hitopic.kr/index.php>
- [5] Woo-Jin Kim, Hae-Bin Kim, Byeoung-Yune Kwon, Kyoung-Weon Song, Tae-Young Choe, "IoT Smart Mobile controlled by chatting bot", *Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference*, pp. 932-935, Online, Korea, October 2018. DOI: <https://doi.org/10.3745/PKIPS.y2018m10a.932>
- [6] Seoung-Hoon Ham, Dong-Ho Han, Yu-Hwan Park, Sang-Ik Choi, Woo-Chul Kang, "Smart Mobile to Prevent Infant Accident Using Deep Learning and Video Processing", *Korea Information Processing Society Autumn Academic Presentation Conference*, pp. 364-367, Korea, Online, October 2019.
- [7] Arduino Uno Rev3, <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
- [8] Buy a Raspberry Pi 4 Model B, <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/>
- [9] Arduino Project Hub, <https://create.arduino.cc/projecthub/search?q=dht22>
- [10] JDS COMPANY, [http://www.jdscompany.co.kr/air/air\\_07.asp](http://www.jdscompany.co.kr/air/air_07.asp)
- [11] SurtrTech, Contactless Temperature Sensor MLX90614, <https://create.arduino.cc/projecthub/SurtrTech/contactless-temperature-sensor-mlx90614-1e7bc7>
- [12] Buy a Camera Module V2, <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>
- [13] Alessandro Paganelli, Quick tutorial: current sensing for DC motors, <https://blog.arduino.cc/2012/06/15/quick-tutorial-current-sensing-for-dc-motors/?queryID=22c882029fcf1ff64ec7f6a15ddf45b0>
- [14] MisterBotBreak, How to Use a RGB LED, <https://create.arduino.cc/projecthub/MisterBotBreak/how-to-use-an-rgb-led-89bcae>
- [15] Joong Sik Park, Jung Seok Song, Kyu Ho Kim, "Smart Humidifier designed using ultrasonic sensor and humidity sensor", *Korea IT Marketing Academy*, 1, 1, pp. 148-149, Nov 2014.
- [16] Jin Ho Noh, Han Ho Tack, "The Implementation of the Fine Dust Measuring System based on Internet of Things(IoT)", *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 21, 4, pp. 829-835, Apr 2017. DOI: <https://doi.org/10.6109/jkiice.2017.21.4.829>
- [17] AirKorea, <http://www.airkorea.or.kr/web>
- [18] Min-Jung KIM, Connecting Raspberry Pi and Arduino, <http://www.makewith.co/page/project/1009/story/2412/>
- [19] Socket.IO, <https://socket.io/>
- [20] jsoup java HTML parser, <https://jsoup.org/>
- [21] EFM-ipTIME, [https://iptime.com/ipTIME/?page\\_id=11&pf=9&page=&pt=517&pd=1](https://iptime.com/ipTIME/?page_id=11&pf=9&page=&pt=517&pd=1)
- [22] danielnilsson9, ColorPickerView, <https://github.com/danielnilsson9/color-picker-view>
- [23] UV4L, <http://www.linux-projects.org/uv4l/>
- [24] Seoul Support Center For Childcare, <https://seoul.childcare.go.kr/cccf/main.jsp>
- [25] PRNDcompany, YouTubePlayerView, <https://github.com/PRNDcompany/YouTubePlayerView>
- [26] kailash09dabhi, OmRecorder, <https://github.com/kailash09dabhi/OmRecorder>
- [27] Kakao Maps API, <https://apis.map.kakao.com/>

## Authors



Hyun-Wook Park is an Undergraduate Student at Korea Polytechnic University. His research interests include Embedded System, AI and IoT.



Young-Weon Shin is an Undergraduate Student at Korea Polytechnic University. His research interests include Embedded and IoT.



Jin-Yeob Kim is an Undergraduate Student at Korea Polytechnic University. His research interests include IoT, app and web development.



Ki-Sok Kong received his BS and MS from Seoul National University in 1984 and 1986. He received his PhD from KAIST in 1999. He worked at Samsung Electronics, TriGem Computer(Solvit Inc.) and ETRI, respectively. He is currently a professor at the department of Computer Engineering at Korea Polytechnic University. His research interests include Operating System, Real-time System, Embedded System and IoT.