

Implementation of a Wearable Device for Monitoring the Health Status of the Elderly Living Alone

Ji-Hoon Lee*, Gyung-Hwan Kim*, Myeong-Chul Park*

*Student, Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University, Gumi, Korea

*Student, Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University, Gumi, Korea

*Professor, Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University, Gumi, Korea

[Abstract]

In this paper, we propose a low-cost wearable device that can monitor the health status of the elderly living alone in real-time. As aging is accelerating, the elderly population is rapidly increasing, and the social isolation of the elderly living alone is causing physical and mental difficulties and the number of elderly people dying alone is increasing, becoming a social problem. In this study, we propose a belly band-type wearable device that can monitor the biometric information of elderly living alone. The proposed device transmits electromyogram, electrocardiogram, and body temperature information to a remote server through an Arduino-based sensor built into the abdominal band. Transmitted information can be monitored in a web environment in real-time, and it has the feature of enabling remote monitoring of a large number of subjects with a small amount of management manpower. The research results will contribute to improving the safety and welfare of seniors living alone by not only detecting lonely deaths in advance but also responding immediately to dangerous situations that may occur in daily life.

▶ **Key words:** Wearable devices, Biometric monitoring, Elderly living alone, IoT

[요 약]

본 논문에서는 독거노인의 건강상태를 실시간 모니터링이 가능한 저가형 웨어러블 디바이스를 제안한다. 고령화가 가속되면서 노령 인구가 급증하고 있으며 독거노인의 사회적 고립으로 인해 신체, 정신적 어려움이 발생하고 고독사하는 노인들의 수가 증가해 사회적 문제가 되고 있다. 또한, 독거노인 관리를 위한 정부 인력은 한정되어 독거노인의 안전과 복지를 보장하는 데 현실적인 어려움이 있다. 이에 본 논문에서는 독거노인의 생체정보를 모니터링할 수 있는 복대형 웨어러블 기기를 제안한다. 제안하는 기기는 복대에 내장된 아두이노 기반의 센서를 통해 근전도, 심전도 및 체온 정보를 원격 서버에 전송한다. 전송된 정보는 실시간으로 웹 환경에서 모니터링 할 수 있으며, 적은 관리 인력으로 다수의 대상자를 원격 모니터링할 수 있는 특징을 가진다. 또한, 독거노인의 거주 환경에서 생체 데이터를 수집하고 일반 복대를 이용한 저가형 모델로 보급의 효율성을 가진다. 연구의 결과물은 독거노인의 고독사 상황을 사전에 감지할 뿐만 아니라 일상생활에서 발생할 수 있는 위험 상황에 즉각적인 대처를 통해 독거노인의 안전 및 복지 수준 향상에 기여할 것으로 기대된다.

▶ **주제어:** 웨어러블 기기, 생체 모니터링, 독거노인, 사물인터넷

- First Author: Ji-Hoon Lee, Corresponding Author: Myeong-Chul Park
- *Ji-Hoon Lee (alexlee0368@naver.com), Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University
- *Gyung-Hwan Kim (kimgyung7@gmail.com), Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University
- *Myeong-Chul Park (africa@ikw.ac.kr), Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University
- Received: 2024. 04. 16, Revised: 2024. 05. 07, Accepted: 2024. 05. 08.

I. Introduction

최근 고령화가 가속되면서 소외되는 독거노인들이 늘어나고 있다. 통계청에 따르면 2023년 기준 한국의 65세 이상 고령자 가구는 549만 1천 가구로 25.1%를 차지하고 있으며, 이 중 36.3%에 해당하는 199만 3천 가구가 1인 가구로 조사되었다[1]. 고령화 추세에 따라 2040년에는 고령자 가수가 1,029만 가구로 증가하고 고령자 1인 가구도 402만 3천 가구로 현재의 독거노인 수의 두 배 이상으로 늘어날 전망이다. 또한, 노인 복지시설 수는 2022년 기준 82,698개로 그중 노인 의료복지시설은 6,069개로 조사되었고 2019년 기준 노인 복지시설 사회복지사 수는 34,823명으로 조사되었다. 현재 상황에서도 모든 독거노인의 건강을 챙기는데 노인 의료복지시설이 부족한 상태이며 사회복지사 인력의 한계로 인해 각 노인에 대한 세심한 관리와 안전, 복지를 보장하기도 어렵다. 독거노인의 건강 서비스에 대한 접근성 문제도 심각한데, 독거노인들은 이동이 제한적이거나 건강상태로 인해 의료 서비스에 접근하기 어려워 정기적인 건강 검진이나 의료 상담을 받는 데에 어려움을 겪는 경우가 발생하고 있다. 또한, 독거노인들의 사회적 소외와 삶의 질 저하도 큰 문제가 되고 있다. 고독과 사회적 고립이 증가하면서 독거노인들은 정서적 지원을 받기 어려워지고, 지역사회와의 소통이 감소하게 된다. 이는 정신적 건강에 부정적인 영향을 미치며, 삶의 만족도를 낮추게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 독거노인의 생체정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 저가형 스마트 복대를 제안한다. 복대는 밴드형으로 시중에서 쉽게 구할 수 있으며 노인들의 허리 근육 보호를 위해 사용되고 있어 이질적이지 않고 쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있다. 복대에 부착된 센서들이 측정된 값을 원격 서버를 통해 DB에 적재되고 모니터링은 웹 페이지를 통해 실시간으로 제공된다. 제안 시스템을 활용하면 정기적인 건강 검진을 병원에 가지 않고도, 집에서 생체 신호를 확인함으로써 독거노인의 건강상태를 지속해서 관리할 수 있다. 이는 응급 상황이나 위험한 상태가 감지될 경우 빠른 대처가 가능하게 하여 의료 서비스에 대한 접근성을 향상하고 독거노인의 안전과 복지를 보장한다. 또한, 하나의 디스플레이를 통해 여러 명의 독거노인을 동시에 모니터링이 가능하며 독거노인의 이름, 나이, 연락처, 거주지, 특이사항 등의 인적 정보를 신속하게 확인할 수 있다. 본 연구의 제안은 독거노인 문제에 대한 사회적 책임과 현대 기술의 활용을 결합하여 더 나은 노인 복지 시스템을 구축하는 방향으로 활용될 수 있을 것이다. 또한, 기존 복대를

기반한 저가형 기기를 통해 비용 측면에서 효과적이다. 논문의 구성은 2장에서 현재 사회에 도입된 독거노인의 의료 서비스를 살펴보고 3장에서 생체 모니터링 웨어러블 기기에 관한 구현을 기술한다. 4장에서 실제 구현된 생체 모니터링 웨어러블 기기에 대해 상세히 설명하고 5장에서 결과에 관해 기술한다.

II. Background

1. Related works

현재 사회에 적용된 독거노인을 위한 의료 서비스는 다양하다. 스마트홈 기술은 조명 및 난방 제어, 움직임 센서, 음성 인식 기술로 주거 공간을 더 편리하고 안전하게 만들어준다[2]. 홀로 사는 노인의 고독사를 예방하기 위해 '응급안전안심서비스'도 도입됐다[3]. 노인의 활동량을 감지하고 모니터링을 통해 응급 상황 발생 시 즉시 119에 신고하여 큰 위험을 대처한다. 또한, 독거노인을 위한 의료 서비스 방문 및 돌봄 서비스도 있다[4]. 의료 전문가 간호사가 주기적으로 노인의 건강상태를 모니터링하고 의료 서비스를 제공한다. 이는 혈압 측정, 약 관리, 상담 등을 포함한다.



Fig. 1. Medical services for the elderly living alone applied to society [5][6]

현재 독거노인을 위한 기존 시스템들은 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 먼저, 일부 노인들은 높은 기술적 진입 장벽으로 인해 현대 디지털 기기 및 소프트웨어를 활용하는데 어려움이 있다[7]. 사용자에게 친화적이면서 간편한 사용법이 제공되지 않으면 이러한 시스템을 사용하지 않는 경향이 있다. 또한, 지역센터와 서비스 이용자들 간의 지

리적 거리가 멀거나, 대상자들의 수가 지속해서 증가하는 등의 문제로 접근이 어렵고 효율적인 서비스 제공하기 힘들다[8]. 이로 인해 서비스 이용자들이 서비스를 이용하기 위해 더 많은 시간과 비용을 투자해야 하며 특히 노인 등 이동이 어려운 취약계층에게 불이익을 초래한다. 따라서 정부는 최근(2023) 의료진이 찾아가는 재가 서비스 및 비대면 진료를 확충하고 있다. 하지만 이 또한 고령 인구 증가로 인해 늘어나는 수요를 감당하기 어려운 상황이다[9].

K-S Choi는 ZigBee-PSTN 기반의 독거노인의 활동량과 생체 신호를 모니터링하는 시스템을 제안하였다[10]. 하지만 이 시스템은 ZigBee 통신이 가능한 혈압계, 출입문 감지 시스템, 인체 감지 시스템, 전력 감지 시스템과 게이트웨이 역할을 하는 모뎀을 설치해야 하므로 일반화 및 상용성에는 제한적인 요소를 가진다. T-H Kim은 노인 건강관리를 위하여 IoT 표준 프로토콜(oneM2M)을 사용하여 IoT 기기의 다중 접속을 지원하는 건강관리 플랫폼을 소개하였다[11]. 이 시스템도 별도의 측정기와 연동 및 중계를 위한 별도의 모듈을 요구하고 있어 자가형으로 공급하기에는 많은 제한점이 따른다. 본 논문에서 제안하는 솔루션은 복대에 부착된 생체 센서를 활용하는 것이다. 복대에 부착된 생체 센서를 활용하는 것으로, 노인들은 복대만 착용하면 실시간 생체 데이터를 확인하고 관리할 수 있다. 이러한 방식은 노인들이 어떠한 디지털 기기 조작이나 복잡한 설정 없이도 간편하게 사용할 수 있도록 고안되었다. 복대에 부착된 센서들은 아두이노 기반으로 구성되어 있어 적은 비용으로 제작할 수 있다. 이를 통해 모든 노인이 저렴한 비용으로 혜택을 받을 수 있다. 또한, 한 모니터로 여러 명의 독거노인을 효과적으로 관리할 수 있어 한정된 인력으로도

더욱 효율적인 서비스 제공이 가능하다. 이러한 생체 센서를 활용과 적은 인력과 비용으로 건강관리와 안전에 필요한 효과적인 기술적 서비스를 독거노인에 제공할 수 있다.

III. Design

1. Design of Monitoring System

Fig. 2는 제안하는 전체 시스템의 구성 요소 간 기능과 데이터 흐름을 보인 것이다. 본 논문에서 제안하는 생체 모니터링 웨어러블 기기는 독거노인을 위한 허리 보호용 복대 형태로 제작되어 있다. 이 디자인은 허리를 보호하는데 그치지 않고 생체정보를 실시간으로 확인하여 독거노인의 안전과 복지를 보장하는 특징을 가지고 있다. 또한, 현재 독거노인 돌봄 서비스는 인력 부족으로 인해 모든 노인의 의료를 챙기기 어려운 상황이지만 제안하는 시스템은 한 번의 모니터링으로 여러 독거노인을 확인할 수 있는 차이점이 있다. 전체 시스템은 메인부, 센서부, 통신부, 서버부, 표시부로 구성되어 있다. 먼저, 메인부인 아두이노 UNO는 센서를 제어하는 역할을 한다. 센서부의 근전도 센서는 근육의 움직임을 측정하고 심전도 센서는 노인의 심전도를 측정하고 비접촉식 온도 센서는 노인의 체온을 측정한다. 측정된 센서 정보는 센서 정보는 아두이노 UNO에 전송된다. 아두이노 UNO에 저장된 센서 정보는 통신부인 와이파이 통신을 통해 서버에 전송하고 센서 정보들을 데이터베이스에 저장한다. 데이터베이스에 저장된 센서 정보는 표시부인 웹 서버로 전송되어 모니터로 노인의 생체를 실시간으로 확인할 수 있다.

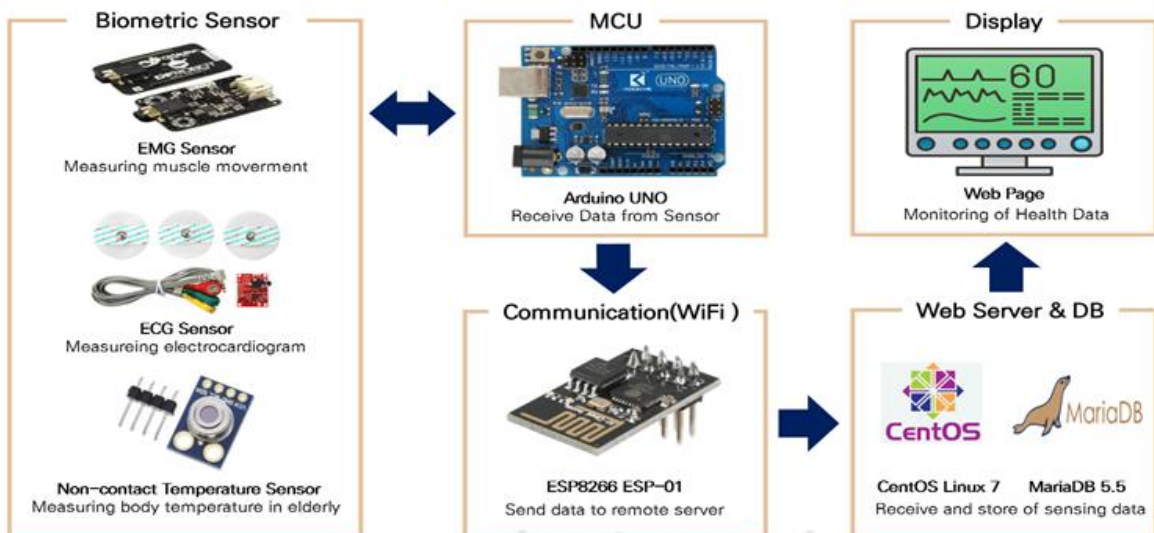


Fig. 2. Features of Components

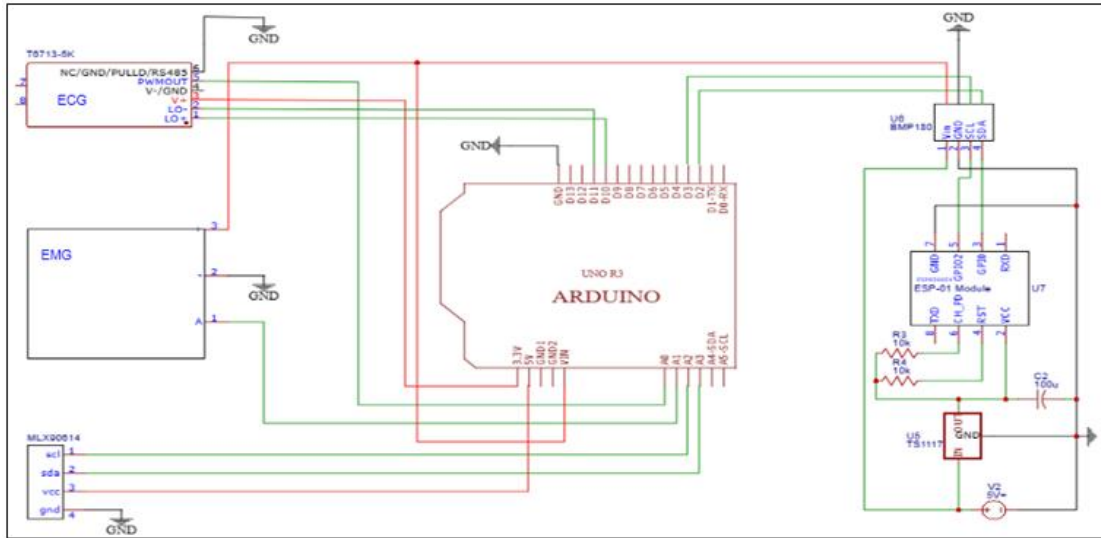


Fig. 3. Circuit Design of Wearable Device

2. Circuit design of Monitoring System

Fig. 3은 제안하는 생체 모니터링 기기에 대한 전체 회로도이다. 회로도는 메인부, 센서부, 통신부로 구성되어 있다. 메인부인 아두이노 UNO는 각 센서를 제어하기 위해 5V 및 3.3V와 연결되어 있다. 각 센서는 아두이노 UNO와의 연결을 위해 GND 또한 연결된다. 센서부인 비접촉식 온도 센서, 심전도 센서, 근전도 센서는 측정된 데이터 정보를 받아 메인부인 아두이노 UNO로 전송한다. 통신부인 ESP-01[12]은 메인부를 통해 받아온 센서 정보를 데이터베이스에 송신하게 된다. 데이터베이스에 저장된 값은 다시 웹 서버로 전송하여 실시간으로 노인의 건강상태를 확인할 수 있다. 이로 인해, 독거노인의 움직임을 볼 수 있고 환자의 심장 박동을 측정하여 위급한 상황인지를 파악할 수 있다. 또한, 체온 수치를 통해 독거노인의 고열, 정상, 저체온증의 여부를 알 수 있다.

3. Component of Monitoring System

메인 MCU는 아두이노 UNO를 기반으로 다양한 센서와 연결하여 독거노인의 생체 데이터를 감지하고 이를 웹 서버에 전송하는 기능을 담당한다. 아두이노 UNO는 다양한 라이브러리를 지원하여 센서 및 모듈을 쉽게 연결할 수 있으며 저렴한 가격에 구매 가능하여 많은 독거노인의 안전과 복지에 적합한 보드로 선정하게 되었다. 이 시스템은 근전도 센서, 심전도 센서, 비접촉식 적외선 온도 센서를 사용하여 실시간으로 독거노인의 생체 데이터를 측정한다. 근전도 센서는 근육과 신경 활동을 나타내어 주어 표면 근전도를 검출할 수 있는 기능을 가진 센서이다[13]. 심전도 센서의 용도는 심장에 흐르는 전기를 모듈로 받아와 측정

한다[14]. 특히 의료용이 아닌 실습용으로 사용되는 특성으로, 이 센서는 실생활에서 아무런 문제 없이 사용할 수 있게 있다. 심전도 센서는 동작 전압이 3.3V이며 동작 온도의 범위는 -65°C~125°C로 적절하게 조절되어 있어 일상적인 사용에 문제가 없다. 비접촉식 적외선 온도 센서는 독거노인의 체온을 측정하기 위해 사용이 된다. 이 센서는 접촉식과 비접촉 방식으로 모두 물체의 온도를 감지할 수 있는 특징을 가지고 있다. 이 세 가지 센서는 특히 무게가 가볍고 크기가 작아서 착용 시 불편함 없이 사용할 수 있다. 웹 서버는 리눅스 기반의 CentOS를 이용하여 웹 페이지를 제공하며, 백엔드 프로그래밍을 위한 언어는 PHP를 사용하였고 데이터베이스는 MariaDB를 사용했다.

Table 1. Specification of Monitoring System

Part	Item	Specifications
MCU	Arduino Uno	Control the sensors and transmit the bio-data information to the database.
Sensor	ECG EMG Temperature	Measure electrocardiogram Measure muscle movement Measure body temperature
Communication	ESP-01	It facilitates communication between Arduino UNO and the database.
Web Server	OS HTTP Lang. DB	CentOS Linux 7 Apache httpd-2.4.6 php-5.4.16 MariaDB-5.5.60

IV. Implementation

1. Implementation of Wearable Device

Fig. 3의 회로도를 근간으로 웨어러블 기기를 제작했다. 먼저 복대의 외부에는 메인부인 아두이노 우노를 Fig. 4의 (a)와 같이 배치하여 센서들과 유선으로 연결되어 각종 데이터를 취합 및 무선으로 서버로 데이터를 전송하였으며, 복대의 내부에는 Fig. 4의 (b)와 같이 근전도 센서, 비접촉식 적외선 센서, 심전도 센서를 인체와 밀접하게 접촉하여 정확한 센서값의 측정이 용이하게 했다.

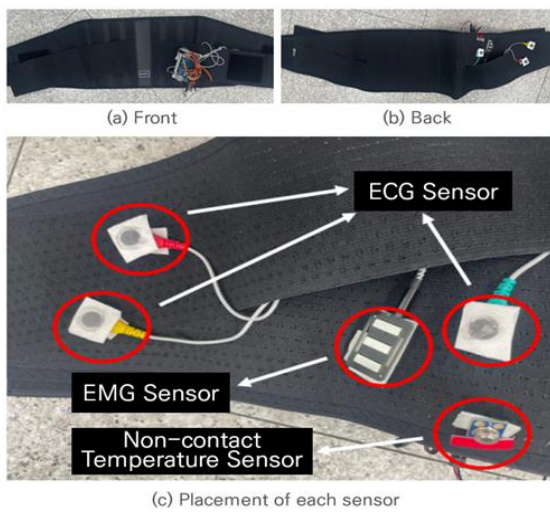


Fig. 4. Biological Monitoring Wearable Device

최종 완성된 복대는 Fig. 5와 같으며 착용한 모습으로, 좌측에 각종 센서의 선과 아두이노가 연결된 것을 볼 수 있다.



Fig. 5. Wearing the implemented prototype band

2. Operation procedure of Wearable Device

Fig. 6은 본 시스템의 동작 흐름도를 보인 것이다. 프로그램이 시작되면 최초 단계로 와이파이 연결을 시도한다. 와이파이 연결이 성공하면 시스템은 다음 단계로 근전도, 심전도, 적외선 온도 센서를 초기화한다. 초기화된 센서들은 데이터를 측정할 준비가 마치게 되고 심전도 센서를 통해 사용자의 복대 착용 여부를 확인한다. 복대를 착용 중이라면 근전도, 심전도, 체온 값을 데이터베이스에 전송하지만, 복대를 착용하지 않으면 센서값이 전송되지 않는다.

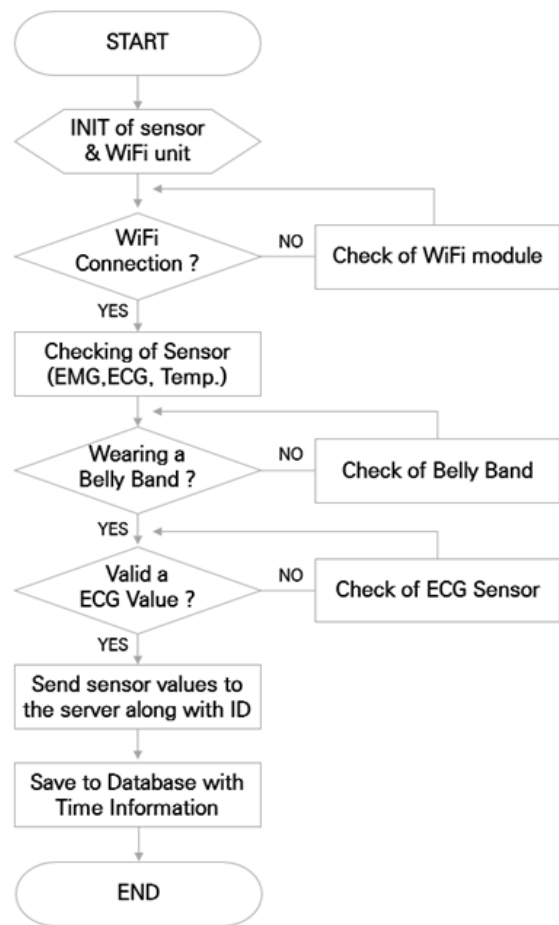


Fig. 6. Flow Chart of Biological Monitoring System

이후 데이터베이스에 저장된 값은 웹 서버로 전송되어 실시간으로 독거노인의 생체정보를 기록하고 분석할 수 있도록 해준다. 웹 서버에서는 독거노인의 상태를 실시간으로 확인할 수 있는 환경을 제공하여 효율적인 의료 지원 시스템을 구현한다.

```

void wifi_init() {
  sendData("AT+RST\r\n", 3000, DEBUG);
  sendData("AT+CWJAP=""ssid+""+PASSWORD+""\r\n", 7000, DEBUG);
  sendData("AT+CWMODE=3\r\n", 5000, DEBUG);
  sendData("AT+CIFSR\r\n", 3000, DEBUG);
  sendData("AT+CIPMUX=1\r\n", 3000, DEBUG);

String sendData(String command, const int timeout, boolean debug) {
  String response = "";
  ESP01.print(command); //
  long int time = millis();
  while ( (time + timeout) > millis()) {
    while (ESP01.available()) {
      char c = ESP01.read();
      response += c;
    }
  }
  if (debug) {
    Serial.print(response);
  }
  return response;
}

```

Fig. 7. Initialize code of WiFi Module

Fig. 7은 와이파이 통신을 위한 초기화 코드를 보이고 있다. ESP-01 모듈을 통한 데이터 전송을 위하여 sendData 함수를 정의하고 동작에 따라 호출하도록 했다. 초기화 절차는 먼저, AT+RST 명령을 통하여 모듈을 리셋하고 AT+CWJAP 명령을 통하여 AP(Access Point)에 연결한다. AT+CWLAP 명령을 통하여 AP 리스트를 보이기 선택할 수 있지만 구현한 장치는 별도의 액정 디스플레이가 없으므로 직접 AP에 연결했다. 그리고 AT+CWMODE 명령어를 통하여 와이파이 모드를 지정하고 AT+CIFSR 명령어를 이용하여 로컬 IP 주소를 확인할 수 있다. 마지막으로 AT+CIPMUX 명령어를 통하여 다중 모드로 연결한다.

```

if(heart!=pheart || muscle != pmuscle){
  web = "GET /datain.php?temp=";
  web += temp;
  web += "&heartbeat=";
  web += heart;
  web += "&muscle=";
  web += muscle;
  web += " HTTP/1.0\r\n";
  web += "Host:211.228.175.152\r\n\r\n\r\n";

  String cipsend = "AT+CIPSEND=4,";
  cipsend += String(web.length());
  cipsend += "\r\n";
  sendData("AT+CIPSTART=4,\"TCP\", \"211.228.175.152\",80\r\n", 50, DEBUG);
  sendData(cipsend, 50, DEBUG);
  sendData(web, 50, DEBUG);
  String closeCommand = "AT+CIPCLOSE=";
  closeCommand += 4;
  closeCommand += "\r\n";
  sendData(closeCommand,50, DEBUG);
  Serial.println("Update OK!");
  pheart = heart; pmuscle=muscle;
}

```

Fig. 8. Sensor data transmission code within the Loop function

Fig. 8은 아두이노의 loop 함수 내에서 센싱 데이터를 전송하는 코드 일부분을 보인다. 먼저, AT+CIPSEND 명령어를 통해 데이터 보낸다. 보내는 데이터는 세 개의 센서 값을 조합하여 원격 서버의 datain.php 파일에 GET 방식으로 전송한다. 그리고 다음 측정 센서값과 동일 여부를 확인하기 위하여 임시 변수에 저장하고 다음 센서 입력을 기다리게 된다.

3. Implementation of Monitoring System

Fig. 9는 Fig. 8의 아두이노에서 전송한 데이터를 받아 DB에 저장하는 서버의 PHP 코드 일부분이다. GET 방식으로 전달받은 세 개의 센서값을 현재 시각과 함께 DB의 health_data 테이블에 삽입하고 있다.

```

<?php
header("Content-Type:
text/html;charset=UTF-8");
$dbconn = mysqli_connect('localhost',
'iotdb', 'iotdbpass!', 'iotdb');

if ($dbconn) {
  $heartbeat = 0;
  $muscle = 0;
  $temp = 0.0;

  $heartbeat = $_GET['heartbeat'];
  $muscle = $_GET['muscle'];
  $temp = $_GET['temp'];

  $date = date('Y-m-d H:i:s');
  $sql = "INSERT INTO health_data
(heartbeat, muscle, temp, last_date)
VALUES ($heartbeat, $muscle, $temp,
'$date')";
  mysqli_query($dbconn, $sql);
}
mysqli_close($dbconn);
?>

```

Fig. 9. PHP code to save data to DB(datain.php)

Fig. 10은 관리자 모니터링을 위한 화면을 구성하기 위한 웹 페이지 코드의 일부분으로 서버에서 최신 심전도, 근전도, 체온 값을 주기적으로 받아와 그래프를 실시간으로 업데이트하기 위해 AJAX 기반의 JSON 형식[15]의 데이터를 주고받음으로써 화면 변화 없이 그래프 및 모니터링 화면을 갱신할 수 있도록 구현했다. 코드 내의 shift.php 파일에서는 최신 데이터를 DB에서 추출하여 JSON 형식으로 인코딩하여 넘기게 된다.

```
function updateCharts() {
  var xhr = new XMLHttpRequest();
  xhr.open('GET', 'shift.php', true);

  xhr.onload = function () {
    if (xhr.status === 200) {
      var data =
        JSON.parse(xhr.responseText);
      grid_view(data.heartbeat, data.muscle,
        data.average_heartbeat, data.temp,
        data.date);
    }
  };
  xhr.send();
}
```

Fig. 10. Part of code for monitoring update

Fig. 11은 최종 완성된 모니터링 웹 페이지를 보인 것이다. 대상자의 근전도, 심전도는 시간 경과에 따라 HTML5의 CANVAS 요소를 이용하여 그래프 형식으로 보이며 체온은 실시간 측정값을 출력하고 있다.



Fig. 11. Web-page for real-time wearable device monitoring

또한, Fig. 12과 같이 각 대상자를 선택하여 심전도, 근전도, 체온 값을 확인할 수 있도록 하였고 환자 상태 창을 통해 환자의 기본적인 정보와 특이사항을 확인할 수 있어 위급상황 발생 시 적절한 대처가 가능하도록 설계했다.

성명	성별	나이	심전도	평균	근전도	체온	상태
김노인	남	62세	87	360.5	351	34.91°C	위험
정할매	여	72세	10	26	13	37.2°C	정상
박노인	남	68세	100	66	133	37.0°C	정상
이할매	남	82세	177	245	243	38.2°C	위험
추노인	남	92세	223	221	228	37.5°C	정상

Fig. 12. Grid view to check the status of the elderly

대상자의 센서값이 일정 범위를 벗어나는 위급상황에 해당하면 위험상태로 표시되고 붉은색 표시등을 표시하여 쉽게 인지할 수 있도록 함으로써 적은 인력으로 다수의 독거노인 모니터링을 가능하게 했다.

V. Conclusions

본 논문은 독거노인을 위한 실시간 생체 모니터링 시스템을 제안했다. 이를 위해 각종 센서값을 측정할 수 있는 기기를 복대의 형태로 만들었으며, 웹사이트를 구성하여 언제 어디서든 웹사이트에 접속한다면 노인의 상태를 확인할 수 있는 시스템을 구현했다. 사람을 대상으로 직접 웨어러블 기기를 착용해 움직이며 센서값이 데이터베이스에 저장되고, 저장된 데이터 값이 웹사이트에 표시되는 것을 확인했다. 또한 위급상황(갑자기 넘어지는 상황) 등을 모의해 위급상황을 알리는 경고가 정상적으로 작동하는지 확인했다. 나아가 비접촉식 생체 센서를 통해 기기를 착용하는 것이 아닌 센서가 설치된 공간에 있을 때 별도 기기의 착용 없이 편리하게 각종 데이터를 수집하는 방법의 가능성을 타진했다. 또한, 일반 복대에도 적용할 수 있으므로 상용성이 매우 좋을 것으로 판단된다. 하지만, 센서의 정밀도가 다소 부족하여 측정값이 크게 요동치는 문제점을 보여 요동치는 오류 값을 보완할 수 있는 프로그래밍이 추가되어야 할 것으로 분석되었다. 향후, 비접촉식 센서들을 활용하여 공간에서 사용자의 상태를 파악할 수 있기를 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Kyungwoon University's "University Innovation Support Project" funded by the Ministry of Education.

REFERENCES

- [1] National Statistical Office(KOSIS) elderly population statistics 2019-2023.
- [2] Kim, Jiyoung, Lee, Junseop (2021). "The Effect of the Experience of Using Smart Healthcare Devices on the Quality of Life for the Old-Aged". Customer Satisfaction Management Research, Vol. 23(2), pp. 73-87, July 2021. DOI : 10.34183/KCSMA.23.2.4
- [3] Emergency safety relief service 2023-06-14 <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148916308>
- [4] Customized care service for the elderly 2024-06-07 <https://www.mohw.go.kr/menu.es?mid=a10712010400>
- [5] Expansion of Emergency Safety and Security Services 2023-02-17 <https://www.dongnamns.co.kr/news/articleView.html?idxno=10074>

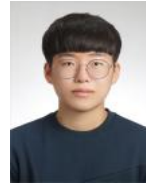
- [6] Medical Visiting Service for Elderly Living Alone 2020-10-30
<https://www.fieldnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=65774>
- [7] Baek, Ji Yeon, Jang, Eun Gyo, Lee, Jin Myong, "Difficulty in Using Digital Devices for The Elderly Consumers: Applying Grounded Theory," *Consumer Studies*, Vol. 33(4), pp. 27-49, Aug. 2022. DOI : 10.35736/JCS.33.4.2
- [8] H-O Park, S-W Kim, S-I Yoon, "Evaluation of IoT Sensor-based Care-Service Effectiveness for the Elderly Living Alone," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 24(9), pp. 2157-2167, Sep. 2023. DOI : 10.9728/dcs.2023.24.9.2157
- [9] So-Yun Choi, "A Study on Human-Centered IT Utilization in Caring for Elderly People Who Live Alone," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 20(2), pp. 455-462, 2022. DOI : 10.14400/JDC.2022.20.2.455
- [10] Kyung-Sun Choi, & Joong-Chang Chun, "Development of Mobility and Vitality Signal Monitoring System Based on ZigBee-PSTN Gateway for the Elderly," *Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology*, Vol. 9(1), pp. 9-14, 2016. DOI: 10.17661/jkiiect.2016.9.1.009
- [11] Tae-Hyung Kim, Tae-Yun Chung, & Hyung-Bong Lee, "Implementation of an oneM2M-based Health Monitoring Platform for Older Adults," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22(9), pp. 1451-1458, 2021. DOI : 10.9728/dcs.2021.22.9.1451
- [12] Dong-Seok Lee, Joong-Soo Lim, "Design of Compact Data Integration and Convergence Device Using Esp8266 Module," *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 8(2), pp. 15-20, Feb. 2017. DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.2.015
- [13] J-H Lee, et. al, "Biosignal-based Assistant Care Robot for Bedridden Patients," *Korean Society for Information Processing*, Vol. 30(2), pp. 1018-1019, Nov. 2023. DOI : 10.3745/PKIPS.y2023m11a.1018
- [14] Chung WY, Lee YD, Jung SJ, "A wireless sensor network compatible wearable u-healthcare monitoring system using integrated ECG, accelerometer and SpO2," *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, pp. 1529-1532, Oct. 2008. DOI : 10.1109/IEMBS.2008.4649460
- [15] Zhuang Li, "A PHP Framework-Based Web-Based Instruction Platform," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, Vol. 18(07), pp. 68-81, April 2024. DOI : 10.3991/ijim.v18i07.48247

Authors



Ji-Hoon Lee has been attending the Department of Avionics Engineering undergraduate program at Kyungwoon University since 2019. He is interested in Healthcare, Programming, Aviation and

Airplane Modeling.



Gyung-Hwan Kim has been attending the Department of Avionics Engineering undergraduate program at Kyungwoon University since 2019. He is interested in Aviation, Wireless Communication, Healthcare,

and Robotic Arm Control.



Myeong-Chul Park received a B.S. degree in Computer Science from Korea National Open University in 1999, and the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from GyeongSang National University in 2002 and

2007, respectively. He is currently a Professor in the Department of Avionics Engineering, KyungWoon University. He is interested in Visualization, Simulation, Education of Software, Healthcare, and DTx(Digital Therapeutics).