

# 실시간 가이드가 가능한 스마트 슈즈 기반의 헬스코칭 시스템 설계 및 구현

권 순 량\*, 막마르 엔흐툽신\*

## Design and Implementation of Real-Time Guide Available Health Coaching System Based on Smart Shoes

Soon-ryang Kwon\*, Enkhtuvshin Myagmar\*

### 요 약

최근 소득수준 향상과 인간의 수명이 늘어남에 따라 헬스케어에 관심이 높아지고 있고 기존의 관련 연구 및 출시된 제품은 개인의 스마트 기기를 통해 자신의 운동정보를 관리 및 확인하는 데 초점을 맞추고 있어 트레이너 차원의 효율적인 운동자 및 선수 관리가 어렵다. 개인의 경우에도 트레이너의 체계적인 지도를 받기 어려운 문제점이 있어 운동자가 운동할 때나 트레이너가 코칭할 때 체계적으로 지원할 수 있는 수단이 필요하다.

본 논문에서는 트레이너에게 운동자들의 운동정보를 효율적으로 관리할 수 있는 수단을 제공하며 운동자에게는 개인 맞춤형 운동/식단 정보를 안내받아 자신에게 최적화된 운동관리 및 식단관리를 할 수 있도록 하는 헬스코칭 시스템을 설계 및 구현하고자 한다.

**키워드** : 걸음수 추출 알고리즘, 헬스케어 시스템, 헬스케어 슈즈, 스마트 슈즈, 웨어러블 디바이스

**Key Words** : Step Extraction Algorithm, Healthcare System, Healthcare Shoes, Smart Shoes, Wearable Device

### ABSTRACT

Recently, interest in healthcare has been increasing due to the improvement of income level and the increase of human lifespan. Existing related researches and released products focus on managing and confirming their exercise information through personal smart devices. Therefore, it is difficult for trainers to manage athletes and players efficiently. Even in the case of an individual, it is difficult to receive systematic guidance from a trainer, so it is necessary to provide means to systematically support them when the athlete exercises or when the trainer coaches.

In this paper, we design and implement a health coaching system that provides trainers with the means to efficiently manage the exercise information of the athletes, and gives them the personalized exercise information to optimize their exercise and diet management.

※ 본 논문은 중소벤처기업부에서 지원하는 2017년 제품서비스기술개발사업(No. S2505753)의 연구수행으로 인한 결과임을 밝힙니다.

• First Author : Tongmyong University, Department of Electronic & Biomedical Engineering, srkwon@tu.ac.kr, 정교수, 정희원

\* Tongmyong University, Department of Electric, Electronic and Information Communication Engineering, tuvshoo@naver.com, 학생(박사과정)

논문번호 : 202002-035-D-RN, Received February 25, 2020; Revised May 22, 2020; Accepted May 26, 2020

## I. 서 론

소득 수준 증대, 다이어트 열풍, 스마트폰 열풍, 웰빙 문화, 건강한 삶에 대한 인간의 욕구 증대, 인간 수명 확대 등의 사회적 현상과, 정보통신 및 의료기술 발달에 힘입어 다양한 형태의 헬스케어 제품 및 서비스가 출시되고 있다.

스마트 헬스케어 분야에 속하는 스마트 신발은 2010년 초반에 인공지능 스마트 슈즈의 개념으로 등장한 이래 꾸준한 기술 개발과 상용화가 이루어져 왔다<sup>3)</sup>.

현재 상용화된 대부분의 스마트 신발과 헬스케어용 스마트폰 앱은 개인의 스마트 기기를 통해 자신의 운동정보를 관리 및 확인하는 데 초점을 맞추고 있어 트레이너 차원의 운동자 및 선수 관리가 어렵고, 개인의 경우에도 트레이너의 체계적인 지도를 받기 어려운 문제점이 있다.

이를 해결하기 위해서는 운동자가 운동할 때나 트레이너가 코칭 할 때 체계적으로 할 수 있도록 지원하는 수단이 필요하다.

운동자 자신이나 운동자를 코칭하는 트레이너의 효율적인 운동관리 수단에 관한 문제는 우리나라 뿐 아니라 전 세계적으로도 관심을 가질 수 있는 이슈이다. 운동을 통한 건강한 삶의 중요성을 인식하고 있는 운동자나 운동자를 효율적으로 관리할 수 있는 수단을 찾고 있는 트레이너나 피트니스 센터와 같은 경우 이런 이슈를 해결할 수 있는 제품이 필수적으로 요구됨으로 이에 대한 연구 개발이 필요하다.

본 논문에서는 운동 트레이너에게 자신이 지도하는 운동자들의 운동정보를 일괄적으로 관리할 수 있는 수단을 제공하며 운동자에게는 개인 맞춤형 운동 및 식단 정보를 안내받아 자신에게 최적화된 운동 및 식단관리를 할 수 있도록 하는 헬스코칭 시스템의 설계 및 구현을 목적으로 한다.

본 논문은 I장 서론에 이어서 II장에서는 관련 논문 연구 및 제품 사례를 살펴본다. III장에서는 본 논문에서 개발하고자 하는 헬스코칭 시스템에 최적화된 걸음수 추출 알고리즘을 제안한다. IV장에서는 헬스 헬스코칭 시스템을 설계 및 구현한다. V장에서는 기능 시험과 성능시험을 통한 평가를 통해 구현된 시스템을 검증한다. 마지막으로 VI장에서는 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 2.1 관련 논문 연구

#### 2.1.1 스마트융합 헬스케어 개인별 맞춤형 건강관리케어시스템

근골격계 질환 예방용 작업화 및 모바일 근골격계 질환 예방용 활동 모니터링 관리 프로그램 개발 내용을 중심으로 개인별 맞춤형 건강관리기능 개발에 대한 기초 연구이다.

세부내용은 근골격계 질환 예방용 신발 기초설계, 시제품 제작, 신발 시제품 기능 검증, 작업자 건강 및 안전관리를 위한 스마트 신발 솔루션 구현, 근골격계 질환 예방에 따른 족저압력 측정 평가, 스마트 신발 생체역학적 설계 및 성능평가, IMU 센서 적용 및 근골격계 질환 측정 평가, 생체역학적 성능평가를 통한 스마트 신발 개발 제품의 성능검증, 압력센서를 이용한 족저압력 패턴 측정 및 활동 모니터링 모듈 설계, 안전화용 아웃솔 소재 컴파운드 및 미드솔 디자인 설계 기술개발로 이루어져 있다<sup>1)</sup>.

### 2.2 관련 제품

#### 2.2.1 신발 제품

핏가이더(Feet Guider)는 신발 양쪽의 깔창에 3축 가속도 센서가 내장된 디바이스 모듈을 장착하여 사용자 단말기의 전용 앱과 블루투스 통신을 통해 맞춤형 운동방법을 제공하고 운동량을 피드백 해 준다. 걷기, 뛰기, 자전거를 타는 상황을 자동적으로 인식할 수 있으며 좌우 균형을 체크할 수도 있다<sup>2)</sup>.

풋로거(FootLogger)는 압력센서 8개와 3축 가속도 센서, 무선충전전지, 정보 저장 장치가 내장된 깔창이다. ‘슈스테이션(ShoeStation)’에 신발을 올려놓으면 센서가 충전되면서 동시에 저장된 발걸음 정보가 블루투스를 통해 인터넷으로 자동 전송되는 구조를 지닌다<sup>3)</sup>.

‘아이오픈(Iofit)’은 골프 스윙에 있어 가장 중요한 체중 이동 정보를 분석하여 올바른 스윙을 위한 솔루션을 제공한다. 신발 밑창에는 압력 센서가 내장되어 있어 지면으로부터 발생하는 하중 정보를 제공하며, 골프를 즐기는 사람들에게 코칭 정보를 제공한다<sup>4)</sup>.

‘90분 울트라 스마트 스포츠웨어(90 Minutes Ultra Smart Sportswear)’ 스마트 운동화는 사용자들의 움직임을 감지해 걷기, 달리기, 오르기 등의 운동 데이터를 수집한다. 사용자들은 하루동안 움직인 거리, 평

균속도, 칼로리 소모량을 정리해서 볼 수 있다<sup>5)</sup>.

‘알트라 IQ 러닝 슈즈(Altra IQ running shoe)’는 신발과 스마트 기기 간을 블루투스로 연결하여 전용 앱인 아이핏(iFit)이나 iFit GPS 워치(iFit GPS watch)로 데이터를 받고 분석하며 코치를 해 준다. 사용자의 걸음걸이, 발에 가해지는 충격과 압력, 땅에 접촉하는 시간, 땅에 닿는 부위 등을 확인할 수 있다<sup>6)</sup>.

### 2.2.2 스마트폰용 앱 제품

삼성 헬스 앱은 개인 프로필에 따른 권장 운동량을 확인하고, 나에게 맞는 목표를 선택할 수 있다. 다이어트, 체력 증진, 운동량 증가 등 활동 사항을 기록하면 목표 달성을 위한 팁을 제공한다<sup>7)</sup>.

애플 건강 앱은 알레르기과 건강 상태, 예방 접종, 실험실 검사, 의료 절차, 생체 신호 등의 건강 정보 항목이 있다<sup>8)</sup>.

### 2.2.3 문제점 분석

기존의 관련 논문 연구 및 제품 사례에서 살펴본 문제점을 요약하면 스마트용 헬스케어 개인별 맞춤형 건강관리 케어시스템<sup>11)</sup>은 운동 및 신체정보 획득의 정확성은 높으나 트레이너를 통한 운동관리 및 식단 관리가 어려운 문제점이 있다.

신발에 삽입된 모듈을 통해 운동정보를 수집할 경우<sup>12-6)</sup> 운동측정 정보의 정확도는 높아지나 트레이너를 통한 운동관리 및 식단관리가 어려운 문제점이 있다. 스마트폰용 앱 만을 이용하여 운동정보를 획득할 경우<sup>17,8)</sup>, 운동측정 정보의 정확성이 떨어지고 코치를 통한 운동관리 및 식단관리가 어려운 문제점이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점 해결 수단으로 우선적으로 걸음 수 추출 알고리즘을 제안한다. 신발의 인솔에 삽입되는 센서를 통해 검출된 신호에 걸음수 추출 알고리즘을 적용하여 걸음수를 도출하는 신발 디바이스 모듈, 도출된 걸음수를 수신하여 에너지 소모량을 산출하는 사용자 단말기 앱, 사용자 단말기로부터 수신한 걸음수와 에너지 소모량과 같은 운동 정보를 실시간적으로 저장하거나 관련 식단 정보를 저장하는 서버, 트레이너에게 정보를 제공하기 위한 트레이너 단말기 등으로 구성된 헬스코칭 시스템을 설계 및 구현하고자 한다.

## III. 걸음수 추출 알고리즘 제안

### 3.1 가속도 값

사용자가 걷기 운동할 경우 발의 이동과 높낮이 변

화는 좌표상의 X, Y, Z축의 변화로 나타난다.

X 축 방향의 가속도 값은 식 (1)을 적용하여 얻을 수 있다.

$$Xg = (X_{convert} / Scalesensor) * g \quad (1)$$

$X_g$  : X 축 방향의 가속도 값

$X_{convert}$  : 16진수로 표현된 가속도 센서 값을 10진수로 변환한 값

Scalesensor : 가속도 센서 칩의 정규화 상수 (정규화 상수=16,384)

g : 지구의 중력 상수 (중력 상수=9.8)

사용자의 신발 디바이스 모듈 내에 위치한 가속도 센서 값의 분석 편의를 위해 식 (1)을 통해 구한 결과 값을 50ms 단위로 총 100여회 동안 샘플링 한 값을 출력하면 그림 1과 같이 나타난다.

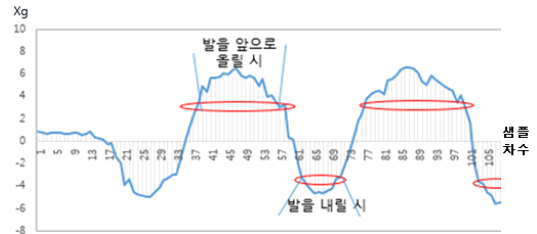


그림 1. 사용자 운동시의 가속도 센서 값  
Fig. 1. Accelerometer value at user movement.

### 3.2 제안된 걸음수 추출 알고리즘

본 알고리즘은 운동하는 사용자가 걷거나 달릴 경우의 행동 패턴을 분석하여 걸음수를 추출하기 위한 것이다. 그림 1의 Xg의 그래프로부터 걸음수를 추출하는 알고리즘은 그림 2와 같다.

- 1) 50ms 주기로 센싱된 가속도 센서의 X축 정보를 40회 반복하여 얻은 평균값 정보(Xg)가 유효 범위내로 판단되면 걷기 시작 여부를 확인한다.
- 2) 걷기 시작으로 판단되면 센서 값이 발을 앞으로 올릴 시의 양의 임계 값(Tmax) 이상인지와 발을 내릴 시의 음의 임계 값(Tmin) 이하 인지를 판단한다.
- 3) 판단 결과 임계값을 벗어날 경우에는 양의 peak 영역과 음의 peak 영역을 체크한다.
- 4) Peak가 음과 양으로 반복해서 나타나면 한 걸음 측정된 것으로 판단하고 측정된 걸음수에 두 배를 곱한 실제 걸음수의 카운터인 ‘Step Count’를 1 증가시킨다.

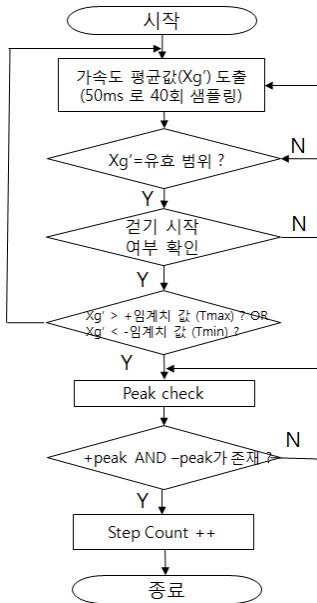


그림 2. 걸음수 추출 알고리즘  
Fig. 2. Step extraction algorithm.

4)번 절차에서 적용된 사용자의 실제 걸음수는 식 (2)를 통해 구할 수 있다.

$$S_{real} = 2 \times S_{measured} \quad (2)$$

$S_{measured}$  : 측정된 걸음수  
 $S_{real}$  : 실제 걸음수

식 (2)가 성립되는 이유는 신발 디바이스 모듈이 오른 발 한쪽 편에만 적용되어 있기 때문이다. 오른발과 왼발이 교대로 지면에 닿을 때를 한 걸음으로 정의하므로 오른 발만 지면에 두 번 닿게 되면 두 걸음으로 인식한다.

#### IV. 헬스 코칭 시스템 설계 및 구현

##### 4.1 제안된 시스템 구성

제안된 헬스코칭 시스템은 기존의 유사 제품(예: 핏 가이드)의 구조인 트레이닝 신발 디바이스와 사용자의 단말기(예: 스마트폰) 이외에 트레이너 단말기와 운동자 또는 식단 정보를 저장 및 제공하는 헬스 트레이닝 가이드 서버가 추가된 형태로 구성된다.

사용자의 걸음수는 트레이닝 신발 디바이스에서 측정하여 블루투스 통신을 통해 사용자 단말기를 통해

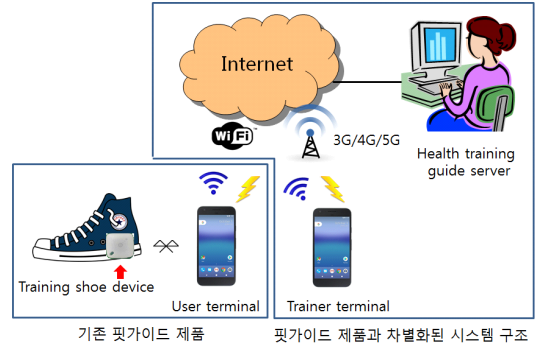


그림 3. 헬스코칭 시스템 구성도  
Fig. 3. Health coaching system configuration diagram.

헬스 트레이닝 서버에 실시간적으로 저장된다. 사용자 단말기와 서버 간 통신망으로는 WiFi 무선통신 또는 3G/4G/5G 이동통신망과 접속된 인터넷을 사용한다.

##### 4.2 소프트웨어 기능 정의

헬스코칭 시스템의 소프트웨어 기능은 표 1과 같이 26개의 기능 군으로 정의한다.

표 1. 소프트웨어 기능 분류  
Table 1. Software function classification.

Item	Software function classification
Gathering exercise information	Device registration
	Gathering exercise information
Information inquiry	View user's exercise information by user
	View user statistics information by trainer
	View group activity information
	Modify user information by user
Offer recommendation information	View recommendation information
	Enter recommendation information
	Edit recommendation information
	Remove recommendation information
User membership management	User information registration
	User Authentication
	Delete user information
	Change user information
	Competitor selection by user
	Email user information
Trainer Membership Management	Counseling management
	Trainer information registration
	User Authentication
	Delete trainer information
	View trainer information
	Change trainer information
Dialog	User Management
	Manage user goals
	Manage user consultation
Dialog	Live chat

### 4.3 헬스 코칭 시스템 설계

#### 4.3.1 트레이닝 신발 디바이스

트레이닝 신발 디바이스는 감지된 사용자의 걸음수를 블루투스 통신을 통해 사용자 단말기로 전송하는 블루투스 일체형 MCU(BLE4.0 + 8051 CPU), 사용자의 걸음수를 측정하기 위한 가속도/자이로 센서, 동작상태 표시를 위한 LED, 소프트웨어 디버깅을 위한 Debug Console로 구성된다.

이들은 3V 원형 배터리로 전원을 공급받으며 배터리의 지속시간 증대를 위해 사용자의 움직임 감지 시에만 운동정보를 사용자 단말기로 송신하는 특성을 갖는다.

트레이닝 신발 디바이스가 사용자 단말기로 전송하는 운동정보 데이터 형식은 그림 5와 같이 설계한다.

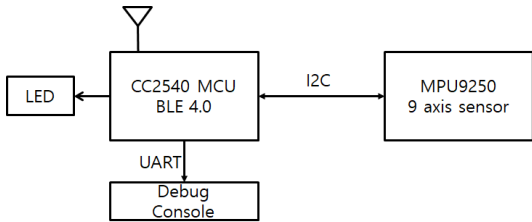


그림 4. 트레이닝 신발 디바이스 구조도  
Fig. 4. Structure diagram of the training shoes device.

SERVICE	UUID	Characteristic	UUID	Properties
HealthCare	0x8100+BaseID	Sensor Data	0x8101+Base ID	Read

그림 5. 운동정보 데이터 형식  
Fig. 5. Exercise information data format

#### 4.3.2 소프트웨어 구조

설계된 헬스코칭 시스템의 소프트웨어 연동 구조는 그림 6과 같다.

트레이너는 헬스 트레이닝 가이드 서버 시스템의 웹 소프트웨어와 트레이너 단말기 소프트웨어를 통해 헬스코칭 시스템 소프트웨어에 접근하고 사용자 단말기와 TCP/IP 통신으로 연결되어 대화한다. 이 때 트레이너는 Windows OS에서 동작되는 웹 브라우저인 Internet Explorer를 이용해서 헬스 트레이닝 가이드 서버 내의 웹 서버와 DB 서버에 접근한다.

웹 서버의 GUI(Graphic User Interface)를 꾸미기 위해 daum editor tool을 이용한다. 이 때 사용하는 언어는 PHP와 CSS(Cascading Style Sheets)언어이다.

트레이너가 DB 서버에 접근할 경우에는 웹 서버와

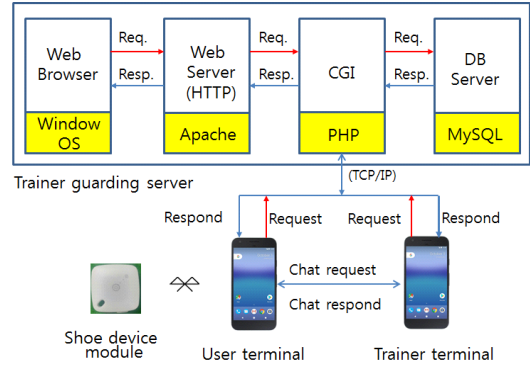


그림 6. 헬스코칭 시스템의 소프트웨어 연동 구조  
Fig. 6. Software interworking structure of health coaching system.

CGI(Common Gateway Interface) 프로그램을 거쳐게 된다.

CGI 프로그램에서는 동적인 웹페이지를 만들기 위해 오픈소스 기반의 스크립트 언어인 PHP (Professional HTML Preprocessor)를 사용한다.

#### 4.3.3 사용자 및 트레이너 단말기 앱 동작 알고리즘

헬스코칭 시스템의 사용자 및 트레이너 단말기의 소프트웨어 기능은 통합된 단일 소프트웨어 앱 형태로 개발하였으며 앱 동작 알고리즘은 그림 7과 같다.

사용자나 트레이너가 접근 대상자(사용자 또는 트레이너)를 선택한 후 회원 가입하면 회원 가입한 사용자나 트레이너 정보는 헬스 트레이닝 가이드 서버의 DB 서버에 저장된다.

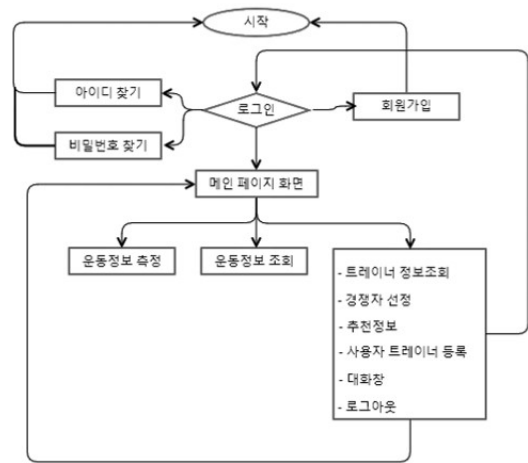


그림 7. 헬스코칭 시스템의 사용자 및 트레이너 단말기 앱 동작 알고리즘  
Fig. 7. User and trainer terminal app operation algorithm of health coaching system.

사용자가 자신의 운동정보를 트레이닝 신발 디바이스로부터 수신하면 이를 서버로 보내게 되고 DB 서버의 사용자 정보 테이블에 저장된다. 그러나 트레이너 개인 정보는 트레이너 정보 테이블에 저장된다.

사용자나 트레이너가 접근 대상자(사용자 또는 트레이너)를 선택한 후 로그인하면 로그인하기 위해 입력한 id와 PW(비밀번호)를 DB 서버와 비교해 회원 정보가 없으면 로그인 요청 대기상태로 이동한다. 만일 id와 PW를 잊어버릴 경우에는 id를 찾거나 PW를 재설정할 수 있다.

메인 페이지에서 사용자 단말기가 운동정보를 트레이닝 신발 디바이스로부터 수집하는 기능 이외의 모든 기능은 사용자와 트레이너 단말기 기능은 동일하다. 사용자와 트레이너용 기능에서 동일한 기능은 사용자 운동정보 조회, 트레이너 정보조회, 경쟁자 선정, 추천정보, 사용자 트레이너 등록, 대화창, 로그아웃 및 회원 탈퇴 기능 등이다.

#### 4.4 헬스 코칭 시스템 구현

##### 4.4.1 트레이닝 신발 디바이스

구현된 트레이닝 신발 디바이스의 H/W 보드와 모듈 케이스는 그림 8과 같으며 소프트웨어는 C 코드로 구현하였다.

구현된 트레이닝 신발 디바이스의 주요 하드웨어 규격은 표 2와 같다.

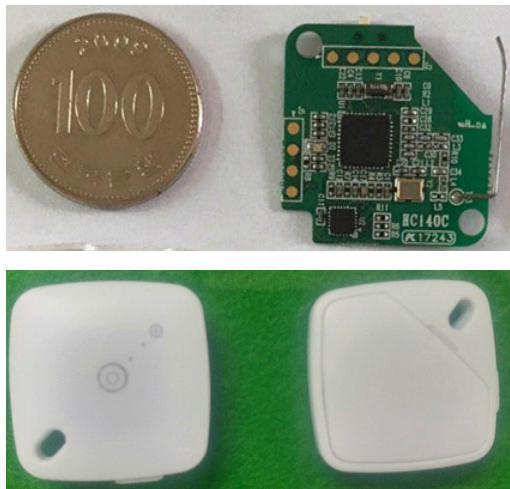


그림 8. 구현된 트레이닝 신발 디바이스의 H/W 보드와 모듈 케이스  
Fig. 8. H/W board and module case of implemented training shoe device.

표 2. 트레이닝 신발 디바이스의 하드웨어 규격  
Table 2. Hardware specification for training shoe device.

Classification	Specifications
Communication	Bluetooth 4.0
Antenna	Bluetooth WIRE ANTENNA/0.8PI
Button	Power On/Off
MCU	Bluetooth® low energy System-on-Chip (CC2540)
Sensor	3-Axes ACC/GYRO Sensor (MPU-9250)
Battery	3.3V Coin Battery

##### 4.4.2 사용자 및 트레이너 단말기 앱 구현

사용자와 트레이너용 통합 소프트웨어는 Windows 운영체제 환경에서 Java SE Development kit(JDK), Android Studio를 이용해서 Java언어로 개발하였다.

사용자 단말기와 트레이너 단말기의 소프트웨어는 통합된 형태로 구현되었으며 소프트웨어 기능 구현 결과는 그림 9의 a)와 같다.

##### 4.4.3 헬스 트레이닝 가이드 서버 구현

###### 1) DB 서버 구현

헬스 트레이닝 가이드 서버 내에 위치한 DB 서버는 Apache 웹 서버로부터 지원되어 동작하는 phpMyAdmin 이라는 웹 툴을 통해 MySQL언어로 구현하였다.

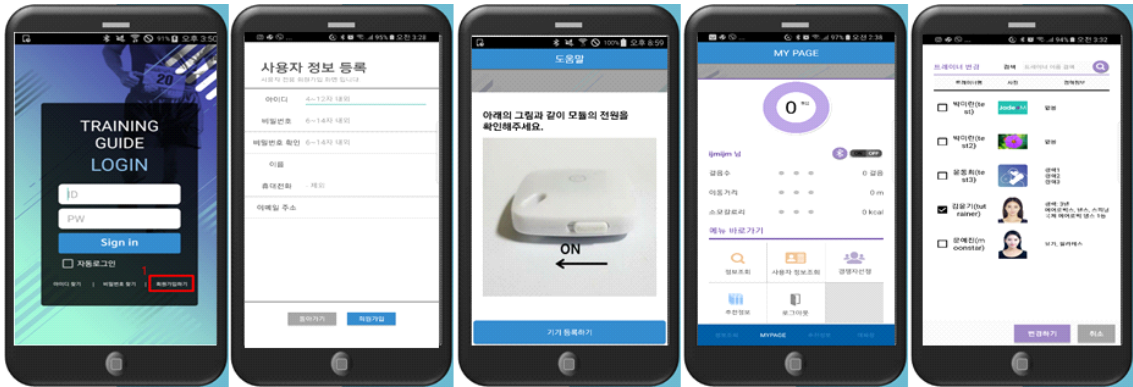
DB 서버의 데이터베이스 테이블은 사용자 정보, 트레이너 정보, 사용자 신체 정보, 운동추천, 식당추천, 목표량 정보, 사용자 운동 정보, 사용자 상담, 사용자 차트로 구성된다.

###### 2) 웹 서버 구현

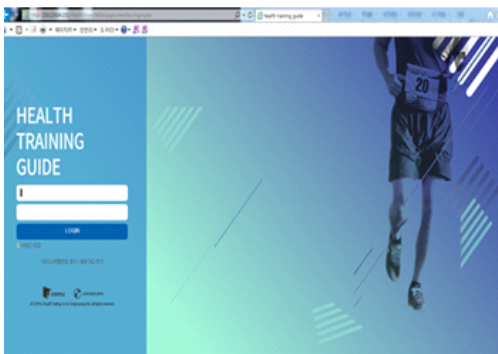
헬스 트레이닝 가이드 서버의 웹 서버는 Apache 웹 서버를 이용하여 작동되며 HTML, PHP, CSS언어를 사용하여 구현하였다.

트레이너가 클라이언트로서 웹 브라우저 프로그램을 통해 그림 9 b)와 같은 헬스 트레이닝 가이드 서버의 웹 서버에 접근하여 사용자들을 관리한다.

트레이너가 '회원정보 조회' 메뉴를 통해 회원의 운동정보 및 신체정보 조회, 경쟁자(사용자 및 트레이너가 사전 지정함) 운동정보 조회, 그룹 내 상위랭킹 등급 조회를 할 수 있다. 이 때 트레이너가담당하는 사용자에 대한 정보를 확인할 수 있으며 관리하는 사용자가 많을 경우 회원 아이디와 이름을 이용하여 검색할 수 있다.



a) 사용자단말기/트레이너 단말기 앱 구동 화면(App-driven screen of user/trainer terminal)



추천정보 제공	추천정보 제공	추천정보 제공
사용자 정보등록	개인 정보	내 정보 관리
운동정보 제공	운동 정보	운동정보 관리
추천정보 제공	추천정보	추천정보 관리
사용자 정보등록	개인 정보	내 정보 관리
운동정보 제공	운동 정보	운동정보 관리
추천정보 제공	추천정보	추천정보 관리

사용자 정보관리 등록	1	mosmos	남	없음	등록
사용자 정보관리	2	282828	남	없음	등록
운동정보 제공	3	bababab	남	없음	등록
	4	bababab33	남	없음	등록
	5	dadada	남	없음	등록
	6	ppp	여	없음	등록
	7	laby	없음	없음	등록
	8	pppword	없음	없음	등록

b) 웹 서버 구동 화면(Web server running screen)

그림 9. 헬스 트레이닝 시스템의 S/W 구현 결과  
Fig. 9. Result of S/W implementation of the health training system.

트레이너가 ‘추천정보 제공’ 메뉴를 통해 모든 사용자들이 열람할 수 있는 운동 및 식단 정보를 입력하거나 입력된 정보를 수정 및 삭제할 수 있다.

추가적으로, 트레이너가 등록된 본인의 개인정보를 수정 및 삭제, 사용자가 수행할 운동 목표량 설정 및 조회, 소속 트레이너가 설정되지 않은 다른 사용자에게 대한 정보를 조회해서 본인을 담당 트레이너로 설정, 사용자와 계사관을 통한 사용자 상담관리, 사용자에게 한 경쟁자 선정 등 다양한 기능을 수행할 수 있다.

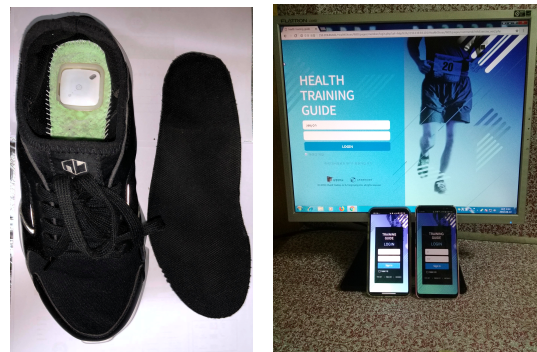
BROWN 제품을 사용하였다.

## V. 시험 및 성능 평가

### 5.1 시험 환경

구현된 헬스코칭 시스템을 시험하기 위한 환경은 그림 10과 같으며, 트레이닝 신발, 신발에 삽입되는 트레이닝 신발 디바이스, 헬스 트레이닝 가이드 서버, 사용자 단말기 및 트레이너 단말기로 구성된다<sup>1)</sup>.

트레이닝 신발은 (주)천일상사에서 제공한 ARS-



a) 트레이닝 신발 및 신발 디바이스  
a) Training shoe and shoe device.  
b) 서버 및 사용자/트레이너 단말기  
b) Server and user / trainer terminals.

그림 10. 헬스코칭 시스템의 시험 환경  
Fig. 10. Test environment of health coaching system.

## 5.2 기능 및 성능 시험

### 5.2.1 기능 시험

구현된 헬스코칭 시스템의 기능을 검증하기 위해 표 1에서 정의된 기능 군별 세부 기능 시험 절차에 따라 기능 시험을 실시하였다.

그 결과 총 53개 기능 항목(운동정보 수집 기능 2 항목, 정보 조회 기능 10 항목, 추천정보 제공 기능 8 항목, 사용자 회원 관리 기능 11 항목, 트레이너 회원 관리 20 항목, 대화창 2항목)에 대한 기능이 모두 정상 동작하는 것을 확인하였다.

### 5.2.2 성능 시험

구현된 시스템을 검증하기 위해 성능 시험을 실시하였으며 성능 시험결과는 다음과 같다.

#### 1) 블루투스 패킷 신뢰도

본 시험의 편의성을 고려하여 사용자 단말기 상에 시뮬레이션 앱을 탑재한 상태에서 실험을 진행하였다. 신발 디바이스와 사용자 단말기 사이에서 블루투스 통신으로 통신이 가능한 최대 거리를 도출하기 위한 시험조건은 다음의 3가지 조건으로 구분하였다.

- [조건 1] 신발 인솔에 신발 디바이스 모듈을 삽입하고 신발을 신은 상태
- [조건 2] 신발디바이스 모듈을 외부에 노출한 상태
- [조건 3] 신발 갑피에 신발디바이스 모듈을 삽입하고 신발을 신은 상태

사용자 단말기와 트레이닝 신발 디바이스 간을 블루투스 통신으로 연결한 후 사용자 단말기에서 트레이닝 신발 디바이스로 데이터를 보내고 이에 대한 응답을 수신한다. 이 과정을 1,000회 반복함으로써 블루투스 패킷 신뢰도 시험을 실시하였다.

사용자 단말기와 트레이닝 신발 디바이스 간 시험 조건별 블루투스 통신거리별 패킷 수신 신뢰도 확인 시험 결과는 표 3과 같다.

표 3을 살펴보면 블루투스 통신 최대 거리(블루투스 패킷 신뢰도가 100%인 경우에 해당됨)는 시험조건 1에서 8m이었고, 시험조건 2와 시험조건 3에서 14m로 나타났다.

신뢰도 차이의 원인은 시험조건 1의 경우 LOS(Line Of Sight) 환경이 제공되지 않아 시험조건 2와 시험조건 3에 비해 열악한 전파환경 특성으로 인해 블루투스 통신 가능 거리가 축소되기 때문이다.

표 3. 시험조건별 블루투스 통신거리 확인 시험 결과  
Table 3. Bluetooth communication distance check test according to test condition.

시험 조건	이격거리 (m)	송신폭수 (회)	수신폭수 (회)	신뢰도 (%)
1	2~8m (2m 간격)	1,000	1,000	100
	10~16m (2m 간격)		0	0
2	2~14m (2m 간격)	1,000	1,000	100
	16m		0	0
3	2~14m (2m 간격)	1,000	1,000	100
	15m		0	0

#### 2) WiFi 패킷 신뢰도

사용자 단말기와 서버간의 WiFi 패킷 신뢰도를 측정하기 위해 사용자 단말기에 시뮬레이션용 앱을 설치하였다. 사용자 단말기와 서버 간을 WiFi 통신으로 연결한 후 사용자 단말기에서 서버로 데이터를 보내고 이에 대한 응답을 수신하는 과정을 1,000회 반복함으로써 블루투스 패킷 신뢰도 시험을 실시하였다.

시험 결과 1,000회 보낸 패킷에 대해 1,000회 응답함을 확인하였고 이를 통해 WiFi 패킷 신뢰도가 100%임을 검증하였다

#### 3) 운동정보 측정 정밀도

운동정보는 걸음수와 에너지 소비량으로 구분할 수 있다. 운동정보 측정의 정밀도를 시험하기 위해 비교 대상 기준으로 핏가이드 제품을 선택하였다. 구현된 헬스코칭 시스템과 핏가이드 제품과의 운동정보 측정 정밀도 비교 결과는 표 4와 같다.

3% 수준의 오차 원인은 핏가이드의 경우 두 발에 신발 디바이스 모듈을 삽입하는 반면 헬스코칭 시스템에서는 한쪽 발에만 디바이스 모듈을 적용하는 관계로 센싱 데이터 자원의 제약으로 인한 것으로 판단된다.

표 4. 운동정보 측정 정밀도 시험결과  
Table 4. Motion information measurement accuracy test result.

실제 걸음수 (보)	측정 걸음수 (보)	오차율 (%)	에너지소비량 (kcal)	오차율 (%)
50	54	8	1.84	3.16
100	108	8	3.66	3.68



#### 4) 인가전압 및 소비 전류

신발 디바이스 모듈에 공급되는 전원의 전압이 2.84 V이었고, 개별 인가전압에서 정상적으로 작동함을 확인하였다. 신발 디바이스의 모듈의 소비 전류에 대한 3회 측정 평균값은 3.324 mA이었다.

### VI. 결 론

본 논문에서는 걸음수 추출 알고리즘을 제안하고, 기존에 연구된 기술과 출시된 제품의 단점을 보완하여 헬스 트레이닝 신발 디바이스, 사용자 및 트레이너용 단말기와 헬스 트레이닝 서버로 구성된 헬스코칭 시스템을 설계 및 구현하였다.

구현된 기능을 검증하기 위해 총 53개 기능에 대한 시험을 통해 모든 기능이 정상 동작함을 확인하였다. 또한, 신발의 인솔에 디바이스 모듈을 삽입한 상태에서 모듈과 사용자 단말기 간 1,000회 반복한 블루투스 패킷 통신 신뢰도가 8m 이내에서 100%임을 확인하였다. 단말과 서버간 WiFi 패킷 통신 신뢰도 역시 1,000회 기준 100%임을 확인하였다. 그리고, 걸음수와 에너지 소모량이 핏가이드 제품에 비해 각각 8%, 3%대 오차 수준임을 확인하였으며, 신발 디바이스 모듈의 인가전압은 2.8V, 소비 전류는 3.3mA 수준에서 정상 동작함을 확인하였다.

기대 효과로는 언제 어디서나 사용자의 운동 정보를 원격에 위치한 서버에 실시간 저장케 함으로써 운동량을 지속적으로 체크 및 분석할 수 있다. 이를 통해 트레이너는 운동자들을 종합적, 체계적으로 관리할 수 있어 운동자에게 최적화된 운동 및 식단 정보 제공이 가능하다. 따라서 피트니스 센터에서의 운동 회원 관리뿐만 아니라 운동선수 훈련, 군사 훈련 등 다양한 방면에 활용이 가능하다.

추후과제는 기능 및 성능 보안을 통해 상용화 제품화 하는 것이다.

### References

- [1] S. P. Jeon, "A study on the development of personalized health care system for smart convergence healthcare," Ph.D. dissertation, Hansung University Graduate School, 2018.
- [2] <http://feetguider.com/html/korean/main.php>
- [3] [http://footlogger.com/hp\\_new/](http://footlogger.com/hp_new/)
- [4] <http://iofitshoes.com/iofit-golf/>
- [5] <http://www.androguider.com/2017/03/xiaomi-m>

inutes-ultra-smart-sportswear.html

- [6] [http://m.blog.daum.net/jejoup1/3177?np\\_nil\\_b=1](http://m.blog.daum.net/jejoup1/3177?np_nil_b=1)
- [7] <https://www.samsung.com/sec/apps/samsung-health/>
- [8] <https://www.apple.com/ios/health/>
- [9] M. Enkhtuvshin, "Health coaching system based on the exercise information extraction algorithm," M.S. Thesis, Dept. Electrical, Electron. & Info. Commun. Eng., Tongmyong Univ., 2019.

#### 권순량 (Soon-ryang Kwon)



1982년 2월: 동아대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1984년 2월: 부산대학교 전자공학과 졸업(공학석사)  
 1999년 9월: 충남대학교 전자공학과 졸업(공학박사)  
 1984년 3월~1999년 8월: 한국

전자통신연구원 책임연구원

1999년 9월~현재: 동명대학교 전자및의용공학부 교수  
 <관심분야> 위치기반서비스, 센서네트워크, 홈네트워크, 이동통신시스템, ITS

#### 막마르 엔흐툽신 (Enkhtuvshin Myagmar)



2015년 6월: 동명대학교 경영정보학과 졸업(학사)  
 2019년 2월: 동명대학교 전기전자정보통신공학과 졸업(공학석사)  
 2019년 9월~현재: 동명대학교 전기전자정보통신공학과 박사과정 재학중

<관심분야> 위치기반서비스, 센서네트워크, 홈네트워크, 이동통신시스템