

심박수를 이용한 운동 강도 모니터링 서비스 앱 개발

조성윤*, 강지연°, 오현우*

Development of Exercise Intensity Monitoring Service APP Using Heart Rate

Seong-yun Cho*, Ji-yeon Kang°, Hyeon-woo Oh*

요 약

사람의 기대 수명이 100세까지 연장되면서 건강에 대한 관심이 많아졌고, 그와 동시에 건강을 유지하기 위해 규칙적인 운동을 하려는 사람들이 증가하였다. 하지만 자신의 조건에 맞는 운동을 찾는 것과 현재 진행하고 있는 운동이 적절한 것인지 알기 위해서는 전문가의 도움이 필요하고, 전문적인 지식이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 헬스케어 웨어러블 디바이스를 이용하여 사용자의 운동 중 심박수를 측정하고, 그로부터 운동 강도를 계산하여 사용자가 모니터링할 수 있는 어플리케이션을 구현하였다. 또한, 어플리케이션 사용자를 최소한의 건강 유지를 목적으로 사용한다고 가정하고, 보통 사람이 건강을 유지하는 데 필요한 주 3회 이상 중강도 운동을 수행할 수 있도록 사용자에게 피드백을 제공한다.

Key Words : Wearable, Heart Rate, Exercise Intensity, Moderate Exercise

ABSTRACT

As a person's life expectancy was extended to 100 years of age, interest in health increased, and at the same time, the number of people who tried to exercise regularly to maintain health increased. However, in order to find an exercise that suits your condition and to know whether the exercise you are currently doing is appropriate, you need the help of an expert, and you need specialized knowledge. Therefore, in this paper, we implemented an application that the user can monitor by measuring the user's heart rate during exercise using a healthcare wearable device and calculating the exercise intensity from it. In addition, it is assumed that the application user is used for the purpose of maintaining minimal health, and feedback is provided to the user so that the average person can perform the medium-intensity exercise at least three times a week necessary to maintain health.

1. 서 론

현대 의료 기술의 발달로 인간의 기대 수명이 점점 길어지면서 '100세 시대'가 시작되었다¹⁾. 100세 시대

를 맞이하면서 사람들은 제2의 인생을 준비하게 되었고, 자신의 노후 생활을 설계하고 있다. 사람의 건강은 100세 시대를 누리기 위한 필수 요소이므로 알맞은 건강 관리법에 대한 수요가 증가하고 있다.

※ 본 논문은 2018년 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행되었습니다. (20001841, “학습기반 지능형 상황인지 웨어러블 서비스 시스템 개발”)

♦ First Author : Intelligence Manufacturing Convergence Laboratory, ETRI, dodri0605@naver.com, 연구연수생, 학생회원

° Corresponding Author : Intelligence Manufacturing Convergence Laboratory, ETRI, jiyeon971023@gmail.com, 연구연수생, 학생회원

* Intelligence Manufacturing Convergence Laboratory, ETRI, hyunwoo@etri.re.kr, 책임연구원, 정회원

논문번호 : KICS202008-214-D-RN, Received August 31, 2020; Revised November 13, 2020; Accepted November 16, 2020

건강 관리의 핵심은 크게 영양과 운동이라 볼 수 있다. 그중에서 운동은 면역력을 증가시켜 질병 예방에 도움을 준다. 특히, 골밀도 증가에도 효과를 보여 골다공증과 심혈관계 질환을 예방할 수 있다. 이렇듯 운동은 신체, 체력, 정신적인 기능의 요인들에서 긍정적인 효과를 나타낸다²⁻⁴⁾.

운동은 자신의 건강을 지킬 수 있는 수단이지만, 자신에게 맞지 않은 과도한 운동을 수행하면 오히려 건강을 해칠 수 있는 원인이 될 수 있다. 바쁜 일상 속에서 짧은 시간에 큰 효과를 볼 수 있는 고강도의 운동이 인기를 얻기 시작했고, 그와 동시에 운동 부상 환자가 지속해서 늘고 있다⁵⁾. 또한, 과도한 운동은 증독 증상을 보일 수 있고, 그로 인해 우울증과 같은 심리적 증상까지 나타나기도 한다⁶⁾. 따라서 자신의 신체 조건에 알맞은 운동 강도로 꾸준히 운동을 지속하는 것이 좋다.

최근에 스마트 워치, 스마트 밴드 등 휴대성이 좋은 웨어러블 디바이스들이 유행하고 있다. 자신의 생체 데이터를 수집할 수 있는 웨어러블 기기와 스마트폰을 연동하여 생체 데이터를 수집하고, 스마트폰에서 시각화된 결과를 봄으로써 자신의 신체 상태를 점검할 수 있다. 기존에는 심박수나 호흡량을 보기 위해서는 특정 기기가 필요하고, 전문가가 동반되어야 했다. 하지만 웨어러블 기기를 사용하면 쉽게 착용할 수 있고, 스스로 자신의 심박수와 호흡량을 확인할 수 있다. 이를 활용하여 다양한 계층의 사람들이 건강 관리를 할 수 있도록 도와주는 웨어러블 기기를 개발하려 노력하고 있다^{7,8)}.

다양한 웨어러블 기기 중 가장 대표적인 것은 스마트 워치나 스마트 밴드와 같은 손목 밴드형 기기들이다. 손목에 착용할 수 있어 휴대성이 가장 좋으며, PPG 센서와 가속도 센서를 통해 사용자의 활동량을 측정한다. PPG 센서는 광입자를 통해 사람의 혈류량을 전기 신호로 변환하는 센서로, 혈류량의 변화를 통해 심박수를 알 수 있다. 그리고 가속도 센서를 더하여 사용자가 운동 중인지 비운동 중인지 구분할 수 있고, 활동량을 측정할 수도 있다^{9,10)}.

수집한 심박수와 활동량 정보를 사용하여 운동의 질을 높여주기 위한 선행 연구들도 진행되고 있다. 대표적으로 웨어러블 기기와 트레드밀을 결합한 연구가 있다. 웨어러블 기기를 장착한 채로 트레드밀에서 유산소 운동을 진행할 때, 사용자의 심박수를 측정하여 안정적으로 유지될 수 있도록 트레드밀을 제어하는 시스템을 개발하였다¹¹⁾.

하지만 트레드밀이 필요하다는 한계점이 있으므로

본 연구는 스마트폰을 통해 심박수를 관찰하여 사용자가 운동 강도를 조절할 수 있도록 도와주는 앱을 개발했다. 유산소 운동을 진행할 때 심박수를 측정하고, Karvonen 공식을 통해 운동 강도를 계산하여 사용자가 적정 운동 강도를 조절할 수 있도록 도와준다.

본 논문의 2장에서는 웨어러블 디바이스로부터 심박수를 측정하고, 운동 강도로 계산하는 방법에 관해 기술한다. 3장에서는 2장에서 확립한 운동 강도 계산 방식을 기반으로 애플리케이션의 구조 및 구현에 대해 보여준다. 마지막으로 4장에서는 향후 연구를 논의한다.

II. 심박수 기반 운동 강도 계산

2.1 심박수를 이용한 운동 강도 계산법

운동 강도를 계산하는 방법은 3가지가 있다. 첫 번째는 최대 산소 섭취량(VO2max)을 이용한 방법이다. 최대 운동 강도로 운동했을 때 단위시간 당 섭취하는 산소량을 측정하는 방법으로, 개인의 유산소 능력을 가장 정확하게 측정하는 방법이다. 하지만 고가의 측정 장비가 필요하고 전문가가 동반되어야 한다. 두 번째는 심박수를 이용한 방법으로, 일반적으로 Karvonen 공식을 이용해서 운동 강도에 맞는 목표 심박수를 구한다. 간단한 방법이지만 개인의 체력수준을 고려하지 않기 때문에 오차 범위가 크다. 마지막으로, 운동 자각도(RPE)를 이용한 방법이 있다. 운동 자각도는 운동을 할 때 느끼는 주관적인 감정을 척도로 나타내는 방법이다. 정확하게 기록한다면 신뢰성이 높고 실용적인 방법이나, 그렇지 않으면 오차 범위가 커질 수밖에 없다.

최대 산소 섭취량을 활용하기 위해서는 전문적인 기기가 필요하고, 운동 자각도는 운동을 할 때와 끝났을 때 느끼는 감정이 다를 수 있으므로 신뢰성이 높지 않다. 따라서 본 연구는 심박수를 이용하여 운동 강도를 설정하는 방법을 기반으로 애플리케이션 개발을 진행하였다.

먼저, 심박수를 이용하여 운동 강도를 설정하는 Karvonen 공식은 수식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} \text{최대 심박수}(HR_{max}) &= 220 - \text{나이}(Age) \\ \text{여유 심박수}(HRR) &= HR_{max} - HR_{rest} \quad (1) \\ \text{목표 심박수}(THR) &= HRR * \text{운동강도} + HR_{rest} \end{aligned}$$

먼저, 사용자의 나이를 입력하여 최대 심박수를 계

산한다. 그리고 최대 심박수에서 안정 시 심박수를 차감하여 여유 심박수를 얻는다. 그리고 목표 운동 강도를 여유 심박수와 곱하고, 안정시 심박수를 더해서 목표 심박수를 계산한다.

Karvonen 공식은 목표 운동 강도를 입력하고, 사용자의 심박수가 목표 심박수에 도달하면 목표 운동 강도로 운동하고 있음을 알 수 있는 공식이다. 하지만, 본 연구에서는 반대로 현재 심박수를 입력하여 운동 강도를 얻을 수 있는 공식이 필요했다. 따라서 Karvonen의 목표 심박수 공식을 수식 (2)와 같이 변환하였다.

$$\text{운동강도} = (THR - HR_{rest}) / HRR \quad (2)$$

수식 (1)을 역으로 변환한 공식으로, 목표 심박수는 운동 중일 때 나타나는 심박수를 의미한다. 그리고 안정 시 심박수(HR_{rest})는 사람의 평균 안정 시 심박수인 75로 설정하여 연구를 진행하였다.

2.2 심박수 데이터 수집

심박수 데이터 수집은 손목 밴드형 웨어러블 기기를 통해 이루어졌다. 웨어러블 기기는 PPG 센서를 통해 심박수를 계산하고, 그 값을 연결된 외부 기기로 보내준다. 측정된 심박수 그래프는 그림 1 및 그림 2와 같다.

그림 1의 안정 시 심박수 그래프는 70에서 110 사이의 심박수가 관찰된다. 그림 2의 운동 시 심박수 그래프를 보면 80에서 145 사이에 값이 관찰된다. 두 그래프를 보면 심박수 값의 변동이 잦은 것을 알 수 있다.

심박수 데이터로 계산되기 이전에 PPG 센서는 광전자를 사용해서 사람의 혈류량 변화를 전기 신호로

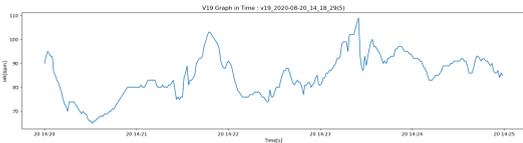


그림 1. 안정 시 심박수 그래프
Fig. 1. Heart rate graph in Rest

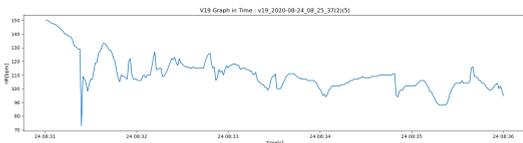


그림 2. 운동 시 심박수 그래프
Fig. 2. Heart rate graph in Exercise

바꾸는 기능을 한다. 이때 얻어지는 전기 신호는 AC 성분과 DC 성분으로 이루어지는데, AC 성분은 혈류량의 변화에 따른 값이고 DC 성분은 혈관이나 세포 조직에 대한 변동이 드문 값이다. 하지만 환경적인 요인이 변하면 DC 값이 민감하게 반응하고, 전체적인 PPG 데이터도 변동된다. 따라서 기본적으로 PPG 데이터는 변동이 잦기 때문에 그로부터 계산된 심박수 데이터 또한 값의 변화가 잦을 수 밖에 없다.

따라서 본 연구에서는 심박수 데이터를 임의로 정의한 단위시간만큼 모아서 그중 빈도가 가장 높은 심박수를 역변환한 Karvonen 공식에 넣을 목표 심박수로 선정하였다. 그림 1 및 그림 2의 그래프를 심박수가 관찰된 횟수에 대한 그래프로 변환하여 살펴보았다.

그림 3은 그림 1에서 관찰된 심박수들의 빈도를 그래프로 나타낸 것이다. 그림 4는 그림 2의 그래프를 동일하게 변환한 모습이다. 그림 3에서 가장 많이 측정된 심박수는 80 bpm 이다. 그리고 그림 4에서 가장 많이 측정된 심박수는 110 bpm 이다. 이 두 값을 역변환한 Karvonen 공식에 넣으면 심박수 80일 때 운동 강도는 0.041이 나오고, 심박수 110일 때는 0.291의 운동 강도가 계산된다. 이와 같은 방식으로 심박수를 통해 운동 강도를 계산하고, 실시간으로 보여줄 수 있는 애플리케이션을 개발하였다.

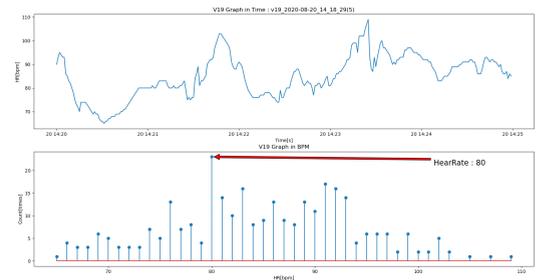


그림 3. 안정 시 심박수 횟수 그래프
Fig. 3. Heart rate Count graph in Rest

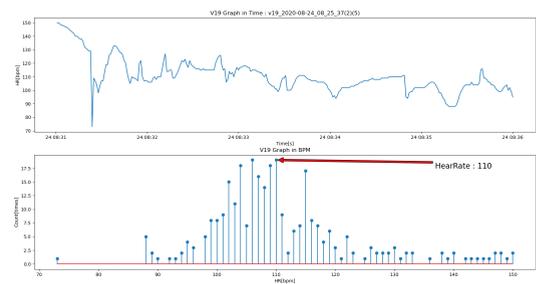


그림 4. 운동 시 심박수 횟수 그래프
Fig. 4. Heart rate Count graph in Exercise

III. 애플리케이션 설계 및 구현

3.1 애플리케이션 설계

본 장에서는 구현한 애플리케이션의 구조 설계에 대해 기술한다. 웨어러블 디바이스는 SAJNB 사에서 제작한 V19 제품을 사용했다. V19는 4개의 녹광 센서를 사용하여 더 정확한 PPG 값을 측정한다.

애플리케이션의 기본적인 구조와 동작 순서도는 그림 5, 6과 같다. 웨어러블 디바이스와 애플리케이션은 저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy)을 통해 통신하며, 디바이스로부터 심박수 데이터를 수집한다. 수집된 심박수를 Karnovan 공식을 활용해서 운동 강도를 계산한다.

주기 1분 동안 수집된 심박수 데이터로부터 운동 강도를 출력하고, 사용자는 운동을 하며 현재 운동 강

도를 관찰할 수 있다. 보통 사람의 안정 시 평균 심박수를 75로 설정하고, 운동 강도를 계산하면 정상 시엔 0.0~0.1의 수치가 나타난다. 그리고 중강도의 유산소 운동을 수행하게 되면 0.5~0.6의 수치가 계산된다. 사용자는 애플리케이션 화면을 통해 해당 수치들을 실시간으로 관찰할 수 있으며, 운동 강도 수치가 0.8을 넘어가게 되면 앱은 고강도 운동으로 인식한다. 고강도 운동으로 인식하면 장시간 운동은 건강을 해칠 수 있다는 메시지가 나타난다.

운동을 종료하면 운동 시간 동안 측정된 운동 강도와 측정 시간을 저장한다. 그리고 적절한 피드백을 메시지로 보여준다. 보통 운동 보조 앱을 사용하는 목적은 크게 3가지로 분류할 수 있다. 첫째는 최소한의 건강 유지를 위한 목적이고, 둘째는 체중을 감소하는 다이어트를 행하기 위함이다. 마지막으로 운동하는 몸을 만들고 관리하고자 기록하기 위한 목적으로 사용한다. 본 연구에서 구현하고자 하는 앱은 첫 번째 목적을 중점으로 한다. 앱 사용자가 최소한의 건강을 유지할 수 있도록 피드백을 수행한다. 그러기 위해서는 보통 주 3회 이상의 중강도 유산소 운동을 30분 이상 해주는 것이 필수적이다. 따라서 앱은 수집한 운동 시간과 운동 강도 데이터를 사용하여 주 3회 30분 이상 중강도 운동이 충족될 수 있도록 권장한다.



그림 5. 애플리케이션 구조
Fig. 5. Structure of Application

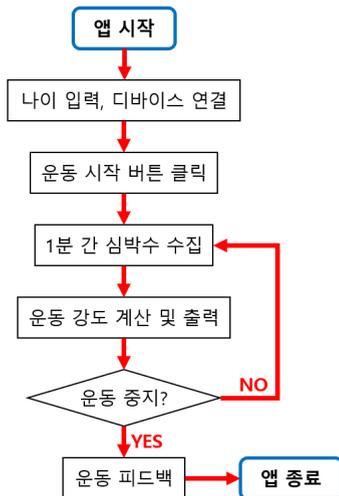


그림 6. 애플리케이션 순서도
Fig. 6. Sequence of Application

3.2 애플리케이션 구현

애플리케이션은 Android 운영체제를 기반으로 구현되었다. 본 연구는 상용화를 목적으로 두기보다 사용자의 생체 데이터를 수집하고, 모니터링하며 적정 운동량을 피드백 할 수 있는 앱을 구현하는 것이 목적이다. 따라서 최소한의 기능만을 구현하였다.

앱의 첫 화면에서는 사용자의 나이를 입력받는다. 사용자의 나이는 Karnovan 공식의 가장 기본적인 인자값이므로 필수적으로 얻어야 하는 정보이기 때문이다. 나이를 입력받는 첫 화면은 그림 7과 같다.

나이를 입력받으면 운동 중에 수집되는 심박수와 그로부터 계산되는 운동 강도를 실시간으로 보여주는 화면으로 이동한다. 화면의 모습은 그림 8과 같으며, 심박수를 보여주는 텍스트뷰, 운동 강도를 보여주는 텍스트뷰, 운동 시간을 보여주는 텍스트뷰 그리고 모든 측정을 시작하고 중지할 수 있는 버튼으로 구성되어 있다.

초기 화면에서 운동 시작 버튼을 클릭했을 때, 실행 화면으로의 변화는 그림 9와 같다. 심박수를 보여주는 텍스트뷰는 웨어러블 디바이스로부터 심박수 데이터를 받을 때마다 뷰가 갱신된다. 그리고 처음 1분 동안



그림 7. 나이 입력 화면
Fig. 7. UI to get the age of user



그림 8. 심박수 측정 및 운동 강도 출력 화면
Fig. 8. UI to show Heart Rate and Intensity of Exercise

데이터를 받게 되면 운동 강도를 보여주는 뷰의 문자열이 “데이터 수집중...”에서 “운동 강도 : x”로 변경된다. 그 이후에는 형식을 유지하면서 1분마다 계산되는 운동강도를 출력한다. 바로 운동 시간을 보여주는 텍스트뷰는 운동 시작 버튼을 클릭하고, 심박수 데이터가 수집되기 시작하는 시점부터 시간이 시작된다. 마지막으로 데이터 수집을 제어하는 운동 시작 버튼은 수집 중일 때는 “운동 중지”로 문자열이 바뀌고, 수집 중이지 않을 때는 “운동 시작”으로 버튼 문자열이 바뀐다.



그림 9. 초기 화면과 실행 화면
Fig. 9. Initial UI and Running UI



그림 10. 운동 중 실시간 피드백
Fig. 10. Realtime Feedback for Exercising

운동을 진행 중에 심박수가 높아져 운동 강도가 상승할 경우 그림 10과 같이 현재 운동 강도가 중강도, 고강도 인지 출력한다. 특히 고강도일 경우 장시간으로 운동했을 때 부상과 같은 악영향이 있을 수 있으므로 빨간색의 텍스트로 고강도임을 강조한다. 사용자는 실시간으로 현재 운동 강도를 파악하고, 자신에게 맞는 운동 강도를 즉시 조절할 수 있다.

3.3 기존 제품과 비교

본 연구에서 구현한 앱과 가장 유사한 제품으로 Zeopoxa에서 개발한 “달리기-조깅 측정기” 앱이 있다. 그림 11처럼 달리면서 운동 시간, 운동 거리, 스피드 등등 기본적인 운동 정보를 보여준다. 하지만 운동 강도를 보여주는 기능이 없어 고강도 운동으로 인한 위험에 취약하다.

따라서 Karvonen 공식을 이용하여 운동하는 사용자의 운동 강도를 실시간으로 보여주고, 이를 기반으

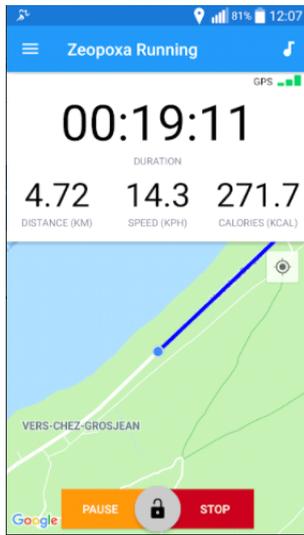


그림 11. Zeopoxa의 달리기-조정 측정기 앱
Fig. 11. Running App of Zeopoxa

로 고강도 운동 위험을 줄일 수 있는 본 연구의 앱을 사용한다면 많은 운동 부상 비율이 줄어들 것으로 보인다.

IV. 결 론

100세 시대가 시작되면서 건강 관리는 제2의 인생을 살기 위한 필수 요소가 되었다. 기본적으로 건강을 유지하기 위해서는 영양과 운동이 가장 필수적인 요소이며, 그중 운동은 면역력 증가와 신체 능력 증진 등 삶의 질을 높여주는 다양한 효과를 제공해준다.

하지만 과도한 운동은 오히려 중독 증세를 야기시키고, 건강을 오히려 해치는 악효과를 줄 수 있다. 운동에 대한 관심이 급증하면서 운동을 하는 사람은 증가하였지만, 과도한 운동으로 인해 부상을 입는 사람의 수 또한 증가하였다. 따라서 꾸준하고 적절하게 운동을 시행해야 건강을 유지할 수 있으며, 이를 위해서는 자신의 신체 조건을 정확히 파악하고 그것에 맞게 운동 강도를 조절해야 한다.

스마트 워치와 스마트 밴드와 같은 헬스케어 웨어러블 디바이스의 등장은 건강 관리가 전문적인 영역에서 실생활 영역으로 넓어질 수 있는 계기가 되었다. 누구나 디바이스를 통해 자신의 생리적인 정보들을 파악할 수 있게 되었다. 하지만 자신의 상태만 파악할 수 있을 뿐, 과도한 운동을 하고 있는지 파악하기 어렵다.

따라서 본 연구는 헬스케어 웨어러블 디바이스를

사용하여 운동을 진행할 때 과도한 운동을 방지할 수 있는 앱을 개발하였다. 유산소 운동과 가장 밀접한 심박수 데이터를 수집하여 현재 운동 강도를 측정하고, 과도한 운동을 수행하지 않도록 가이드라인을 제공한다. 실시간으로 앱 화면을 통해 운동 강도를 모니터링할 수 있기 때문에 자신의 신체에 무리가 가지 않도록 즉시 운동 강도를 조절할 수 있다.

하지만 본 연구에서 핵심이 되는 Karnoven 공식은 사람의 나이만을 고려한다는 결점이 존재한다. 운동은 나이의 영향을 받기도 하지만 개인이 가지고 있는 근육량, 유연성 등 다양한 요소의 영향을 받는다. 하지만 많은 요소들을 수집하기 위해서는 그만큼 많은 센서가 필요하게 되고, 다양한 정보들을 규합하여 정확하게 분석할 수 있는 지식이 필요하게 된다. 향후 연구에서는 웨어러블 디바이스로부터 최대한 많은 데이터를 수집하여 운동 강도를 산출할 수 있도록 확장 구현할 예정이다.

References

- [1] M. D. Choi, "Grounds for 100-year-old longevity," *Mag. SAREK*, vol. 45, no. 8, pp. 102-103, Aug. 2016.
- [2] J. K. Lee and B. Y. Kang, "Effects of regular exercise on the olfactory function as well as the physical and mental functions of the older females," *Korean J. Sports Sci.*, vol. 29, no. 2, pp. 955-967, Apr. 2020.
- [3] S. E. Lee, "Effect of regular exercise habit improves bone mineral density and arterial stiffness on university students," *The Korean J. Growth and Develop.*, vol. 24, no. 2, pp. 51-55, Jun. 2016.
- [4] H. K. Seo, "The impacts of physical activity on metabolism and immune reduction in sarcopenic obesity," *J. Coaching Develop.*, vol. 20, no. 2, pp. 91-96, Jun. 2018.
- [5] Y. K. Jeon and J. I. Choi, "Case study of exercise-induced rhabdomyolysis by spinning exercise," *J. Korean Soc. Wellness*, vol. 13, no. 2, pp. 455-462, May 2018.
- [6] I. S. Park, S. J. Lee, and I. J. Rhyu, "Exercise addiction," *J. Coaching Develop.*, vol. 9, no. 4, pp. 17-27, Dec. 2007.
- [7] Y. G. Chen and S. W. Lee, "A study on the

trend of development of wearable healthcare devices for the elderly,” *J. Korean Soc. Design Culture*, vol. 26, no. 1, pp. 245-260, Mar. 2020.

- [8] Y. M. Kwon and S. J. Kim, “A study on trends in wearable devices for the elderly,” *J. Korean Traditional Costume*, vol. 21, no. 4, pp. 143-156, Dec. 2018.
- [9] H. J. Baek and J. G. Cho, “Low complexity heart rate estimation algorithm for wearable device,” *KIEE Trans.*, vol. 67, no. 5, pp. 675-769, May 2018.
- [10] J. H. Sung, S. T. Choi, J. Y. Lee, and W. D. Cho, “Exercise detection method by using heart rate and activity intensity in wrist-worn device,” *KIPS Trans. Comput. and Commun. Syst.*, vol. 8, no. 4, pp. 93-102, Feb. 2017.
- [11] G. R. Yeom, J. S. Lee, J. Y. Jang, and J. D. Cho, “Treadmill control system based on heart rate maintenance and customized exercise intensity setting,” in *Proc. HCI KOREA 2017*, pp. 342-345, Gangwon, Feb. 2017.

조 성 윤 (Seong-yun Cho)



2014년 3월~현재: 한국기술교육대학교 전기전자통신공학부 학사과정 재학
 2020년 1월~2월: 한국전자통신연구원 동계 연구 연수생
 2020년 7월~8월: 한국전자통신연구원 하계 연구 연수생

<관심분야> 정보통신공학, 소프트웨어공학, 모바일 프로그래밍

[ORCID:0000-0001-7821-2140]

강 지 연 (Ji-yeon Kang)



2020년 8월: 한국전자통신연구원 인턴 수료
 2017년 3월~현재: 덕성여자대학교 컴퓨터공학과 학사과정 <관심분야> 컴퓨터공학, 인공지능, 임베디드 시스템
 [ORCID:0000-0002-7485-3079]

오 현 우 (Hyeon-woo Oh)



1999년 2월: 아주대학교 정보통신공학부 학사
 2001년 2월: 아주대학교 정보통신대학원 컴퓨터공학과 석사
 2011년 2월: 충남대학교 컴퓨터공학과 박사

2001년 1월~현재: 한국전자통신연구원 지능화용합 연구소 지능-제조융합연구실 책임연구원, Project Leader
 <관심분야> 스마트제조, 웨어러블 디바이스, 소프트웨어 센서, 상황인지 플랫폼, 실감서비스 플랫폼, Giga Korea 서비스 플랫폼, 홈네트워크 시스템, 임베디드 시스템

[ORCID:0000-0002-4887-2356]