

논문 2020-57-6-6

# 인공지능 기반의 스마트 헬스케어 운동관리를 위한 애플리케이션 구현

## ( Implementation of Application for Smart Healthcare Exercise Management Based on Artificial Intelligence )

하 태 용\*, 이 후 진\*\*

( Taeyong Ha and Hoojin Lee<sup>©</sup> )

### 요 약

스마트폰을 활용하여 개인의 건강을 실시간 관리하는 트렌드의 확산과 더불어 헬스케어 관련 디바이스가 많은 관심을 받고 있지만, 현재는 사용자가 비디오 콘텐츠나 피트니스 앱을 통한 강사 따라하기형에 많이 의존하고 있다. 본 연구에서는 인공지능(Artificial Intelligence: AI) 합성신경망(Convolutional Neural Network: CNN) 모델인 PoseNet을 활용하여 자세 추정 학습을 하고 이를 통한 인체 좌표를 분석하여 동작의 일환으로 손뼉치기를 구현하며, 그 결과값을 신진대사 해당치(Metabolic Equivalent of Task, MET)로 환산하여 보여주는 스마트 헬스케어 운동관리 시스템을 애플리케이션으로 구현하고자 한다. 특히, PoseNet은 카메라 기능이 지원되는 디바이스가 있다면 언제 어디서든 브라우저를 통해 실시간 자세 추정을 통한 동작 분석으로 MET를 활용한 사용자의 운동 칼로리 소모량을 파악하는 도구로서 효과적이며, 헬스케어 플랫폼의 많은 기능 중 스마트 헬스케어 서비스를 개발하고자 하는 목적에 상당히 부합하는 모델이라 그 활용성이 매우 클 것으로 판단된다.

### Abstract

With the spread of the trend of real-time management of personal health using smartphones, and healthcare-related devices are receiving a lot of attention, users are now relying heavily on following the instructor through video content or fitness apps. In this study, the Artificial Intelligence (AI) Convolutional Neural Network (CNN) model, PoseNet, is used to learn pose estimation, analyze human coordinates through this, and implement clapping as part of the motion. We intend to convert the value into the Metabolic Equivalent of Task (MET) and it is also intended to be implemented as a smart healthcare exercise management system application. In particular, PoseNet is effective as a method for determining the calorie consumption of a user's exercise using MET for the motion analysis of real-time pose estimation through a browser, whenever and wherever a device with a camera function is supported. Thus, PoseNet can be considered to be very useful, since it is a model that satisfies the purpose of developing smart healthcare services.

**Keywords :** AI, Deep Learning, PoseNet, Fitness, Healthcare

### I. 서 론

최근 일반인의 건강에 대한 관심의 지속적인 증가는 모바일 헬스케어와 그와 관련된 콘텐츠산업의 관심 증가

로 나타나고 있다<sup>[1]</sup>. 이는 스마트폰 등의 모바일 디바이스를 활용하여 개인의 건강상태를 실시간으로 확인할 수 있는 콘텐츠에 대한 관심 증가로 이어지고 있으나, 관련 기술의 발전과 시장에서의 수용성 측면에서는 초기 시장 진입 단계로 지속적인 기술개발과 콘텐츠의 개발 및 확산이 요구되어지고 있는 상황이다<sup>[2]</sup>. 따라서 이러한 요구 사항을 보다 효율적으로 해결하고자 하는 수단으로 인공지능(Artificial Intelligence: AI) 딥러닝(Deep Learning: DL) 기술을 적용한 객체 인식 및 검출 알고리즘을 활용함으로써 가시적인 성과를 보이고 있다<sup>[3]</sup>.

\* 학생회원, \*\* 평생회원, 한성대학교 스마트융합컨설팅학과 (Department of Smart Convergence Consulting, Hansung University)

© Corresponding Author(E-mail : hjlee@hansung.ac.kr)

※ 본 연구는 한성대학교 교내학술연구비 지원과제임.

Received ; March 25, 2020 Revised ; April 21, 2020

Accepted ; April 22, 2020

기존 헬스케어 프로그램은 단순 따라하기 수준의 콘텐츠가 주류를 이루고 있어 실제 사용자의 동작을 분석하기 어렵다<sup>[4]</sup>. 또한, 기존 콘텐츠는 운동량에 대한 기초적인 정보를 제공하고는 있지만, 운동량에 대한 칼로리를 분석하여 제공하는 콘텐츠나 디바이스는 아직 출시되지 않고 있다.

본 연구의 이전 연구에서는 AI 기반의 PoseNet을 적용한 자세 추정 학습으로 손뱉 치기 동작의 운동량 분석에 인공지능 딥러닝 뼈대인식 기술 기반의 실시간 자세 추정 기법을 적용하여, 정확한 운동의 동작 분석을 할 수 있었다<sup>[5]</sup>. 이와 같은 이전 연구의 결과를 토대로 본 연구에서는 시간과 장소에 구애받지 않고 사용자의 편의성에 초점을 맞춘 스마트 헬스케어 애플리케이션을 구현하고자 한다. 동작 인식과 운동 관리를 동시에 수행할 수 있는 시스템 구성을 위해 신체 활동 목록의 동작 유형별 신진대사 해당치(Metabolic Equivalent of Task : MET)를 활용한 운동관리 애플리케이션을 구현하였다. 이로써 운동 종목과 시간 그리고 운동량의 분석 제시를 통하여 사용자의 실시간 운동 칼로리 소모량에 대한 계산 정보를 효과적으로 제공할 것으로 기대된다.

## II. 선행 연구 및 한계

### 1. 인공지능

#### 가. PoseNet

PoseNet은 키 바디 조인트의 위치를 추정하여 이미지 또는 비디오에서 사람의 포즈를 추정하는 데 사용할 수 있는 비전 모델이다. Google Creative Lab에서 출시했으며 TensorFlow.js에서 실행되므로 브라우저에서 실시간 포즈 추정이 가능하다. PoseNet을 사용하여 단일 포즈 또는 다중 포즈를 추정 할 수 있으며 각 알고리즘마다 제각기 다른 알고리즘이 사용된다. 여기서는 단일 포즈 추정 알고리즘을 기반으로 자세 추정 학습을 하고자 한다<sup>[6]</sup>.

#### 나. PoseNet 측정 방법

그림 1과 같이 PoseNet 자세 추정의 제 1단계에서, 정사각형 이미지가 사전 훈련된 모델을 통해 공급된다. 사용자는 PoseNet으로 로드된 모델은 입력 이미지에서 사람을 감지하고 17개의 키포인트(눈, 코, 귀, 어깨, 팔, 다리 등)에 대한 신뢰도 점수 및 위치 뿐만 아니라 포즈

신뢰도 점수를 반환한다. PoseNet은 이미지를 처리 할 때 사용자가 선택한 출력 단계에 따라 원본 이미지를 축소한다. 확장된 회선은 모델이 더 큰 출력 해상도를 만들어야 할 때 사용된다. 모델 출력은 키포인트 히트 맵(키 포인트 당 하나의 채널) 및 오프셋 벡터(키 포인트 당 두 개의 채널 (x, y))이며, 오프셋 벡터는 키 포인트 현지화 정확도를 향상시킨다. 키 포인트를 얻기 위해 각 신체의 최고 점수 히트 맵 x 및 y 지수에 출력 보폭을 곱한 다음 해당 오프셋 벡터에 추가한다. 마지막으로 각 키 포인트 신뢰 점수는 히트 맵 위치의 신뢰 점수로서 자세 신뢰도 점수는 키 포인트 점수의 평균이다<sup>[6~8]</sup>.

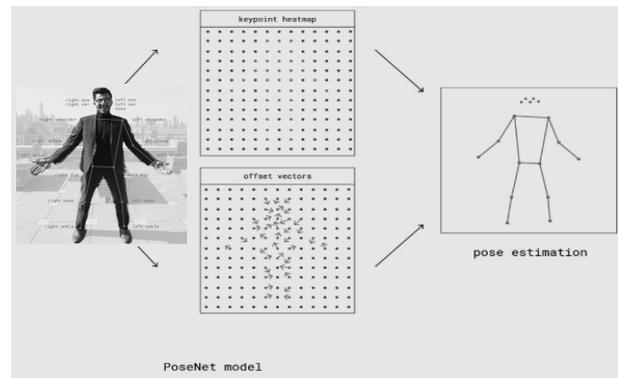


그림 1. PoseNet의 단일 포즈 Estimation 알고리즘  
Fig. 1. Single-Pose Estimation Algorithm of PoseNet<sup>[6]</sup>.

### 2. 신체활동목록

#### 가. MET

신체활동 내용별로 표준화된 목록인 신체 활동 개요서(Compendium of Physical Activity)가 1993년 Ainsworth, W. L. Haskell, Leon, Jacobs, Montoye 등에 의해 개발되어 2003년 Ainsworth, W. L. Haskell, Whitt, Irwin, Swartz 등에 의해 개정되었다. 개정된 신체활동 목록들은 21개 카테고리로 활동유형별 605개 활동내용에 대한 MET 점수에 대해 0.9 MET부터 18 MET까지 제시하고 있다<sup>[9]</sup>.

이를 통해 MET는 신체 활동 에너지 비용을 평가하는 척도로서 체중과는 별도로 1 MET = 1 kcal/kg/h이며, 또한 MET를 “정규화된 에너지”라고도 한다. 본 논문에서의 MET 값은 미국 스탠퍼드 대학에서 함께 제시한 신체 활동 개요서를 기반으로 하였다<sup>[10]</sup>.

#### 나. MET 분류

MET 점수는 신체활동에 대한 강도를 의미하는데, 1

MET은 안정시의 대사율(Resting Metabolic Rate: RMR)과 동일하게 해석되며, RMR(1 MET)과 비교해서 2 MET, 3 MET 등 형태로써 활동의 강도를 표시할 수 있다. 표 1과 같이 1 MET을 정의할 때 열량을 지표로 하면 1 Kcal · min · hour, 산소섭취량으로 하면 3.5 mL · kg · min 으로 표시할 수 있다. 신체활동 수준으로 3-6 MET은 중강도 신체활동이며, 6 MET 이상을 고강도 신체활동으로 구분하고 있다. 따라서 저강도에 해당하는 신체활동의 의미는 3 MET 미만의 활동들이 해당된다<sup>[11]</sup>.

표 1. 신체활동 수준 분류  
Table1. Physical Activity Level Classification.

Division	Light Intensity Activities	MET < 3	Moderate Intensity Activities	MET 3 to 6	Vigorous Intensity Activities	MET >= 6
Physical activity	Writing, Desk Work, Using Computer	1.5	Walking, 3.0 mph (4.8 km/h)	3.0	Aerobic Dancing, Medium Effort	6.0
	Walking Slowly	2.0	Sweeping or Mopping Floors	3 to 3.5	Bicycling, on Flat, Jumping Jacks	6.0 >6.0

### 3. 스마트 헬스케어

#### 가. 스마트 헬스케어

스마트 헬스케어는 의료와 ICT 기술의 융합 형태로 데이터 기반의 지능화된 서비스로 개인별 건강상태를 시간과 장소의 제약 없이 실시간으로 모니터링하고 건강정보 및 상태 등을 분석하여 최적화 맞춤형 건강 진료를 제공하는 서비스 또는 시스템으로 정의한다<sup>[12]</sup>.

스마트 헬스케어란 헬스케어와 인공지능(AI), 사물인터넷, 빅데이터, 나노, 클라우드 등의 기술들이 융합된 새로운 개념으로써 기존 헬스케어 영역에서 벗어나서 언제 어디서나 개인이 손쉽게 건강관리를 받을 수 있는 분야이며, 4차 산업혁명의 핵심기술인 인공지능, 웨어러블 디바이스, 사물인터넷 등 접목하면서 더욱 광범위한 변화가 일어나고 있다<sup>[13]</sup>.

#### 나. 헬스케어 어플리케이션 유형별 분류

표 2와 같이 모바일 헬스케어에는 센서와 기기를 포함하는 하드웨어, 정보의 제공을 위한 애플리케이션과 같은 소프트웨어적인 요소를 모두 포함한다<sup>[14]</sup>.

표 2. 모바일 헬스케어 유형별 분류  
Table2. Classification of Mobile Healthcare by Type.

Forms & Examples	Biosensors & Examples
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wearable Device</li> <li>- Bluetooth Headsets</li> <li>- Smart Watches</li> <li>- Smart Clothes</li> <li>- Smart Band</li> <li>- Smart Glasses</li> <li>- Smart Shoes</li> <li>- Patch &amp; Tattoos</li> <li>- Smart Implants</li> <li>○ Smart Devices</li> <li>- Smart phone</li> <li>- Smart Pad</li> <li>○ Other</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Activity Monitors</li> <li>- GPS</li> <li>- Acceleration Sensor</li> <li>- Vibration Motor</li> <li>- Detection Sensor</li> <li>○ Physical Index Monitors</li> <li>- Electrocardiogram (ECG) (e.g., AliveCor)</li> <li>- Electromyography (EMG)</li> <li>- Blood Oxygen Saturation and Pulse Measurement</li> <li>- Blood Glucose Measurement</li> </ul>

#### 다. 스마트 헬스케어 프레임워크

스마트 헬스케어 프레임워크의 체계에 따라 표 3와 같이 재택 개인 생활 및 건강관리 시스템 관점으로 구분하여 제시하고자한다<sup>[15]</sup>.

표 3. 재택 개인생활 및 건강관리 시스템 분야 연구 동향  
Table3. Research Trends in Home Personal Life and Health Care Systems<sup>[15]</sup>.

Division	Research Trend Summary and Features
Service	Monitor the health status of home users using a wearable wireless human body sensor and a smart phone, and use it as a means of self-management and health intervention for lifestyle by themselves.
Data	Stores biometric health care information on a smartphone and utilizes it to combine it with external information to properly manage and intervene in health
Network	For health monitoring, a smartphone is used as a gateway connecting the traditional medical system area and the wearable biosensor area.

### III. 연구 방법

본 연구는 그림 3과 같이 ① 인공지능 자세 추정 의 일환으로 손뼉치기를 수행하고 ② 손뼉치기의 운동량을 MET 칼로리 환산 ③ 최종 운동량 결과를 스마트 헬스케어 구현까지 하고자 한다.

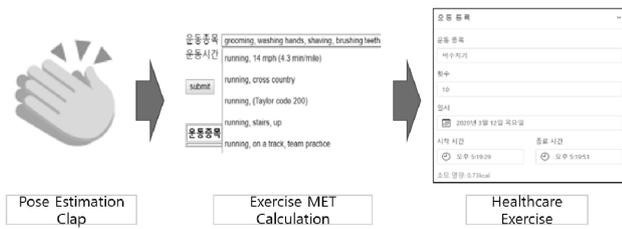


그림 3. 손뽁치기 운동의 헬스케어 운동관리 구현  
Fig. 3. Health Care Exercise Management of Clapping Exercise.

1. 손뽁 치기 파악

PoseNet은 인체 부위의 주요 위치를 감지하여 해당 이미지나 동영상으로 부터 사람의 포즈를 추정하는 비전 모델이다. 스마트 헬스케어 동작 인식 모델 학습을 위한 설정은 그림 4와 같다.



그림 4. PoseNet 동작 추정 화면  
Fig. 4. PoseNet Pose Estimation Screen.

PoseNet을 활용하여 사람의 운동 동작 중 ‘손뽁 치기’ 동작을 카메라 앞에서 손뽁을 치면 PoseNet을 통해 얻은 관절들의 위치 정보들을 가공하여 손뽁 친 횟수를 세고 이를 화면에 표시해 주는 구조로 아래의 그림 5와 같이 알고리즘으로 구성된다<sup>[5]</sup>.

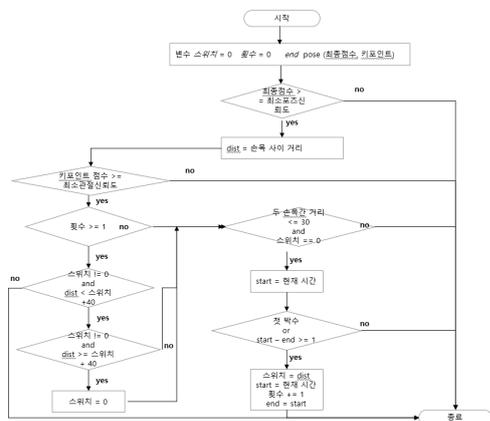


그림 5. 손뽁 횟수 카운트 순서도  
Fig. 5. Applause Count Flowchart<sup>[5]</sup>.

2. 운동량 측정 방법

신체활동 목록을 사용하여 에너지 소비량을 계산하는 방법으로 아래와 같은 방법을 사용하여 스마트 헬스케어 시스템의 데이터베이스에 저장하고자 한다.

첫 번째 단계로 PoseNet의 손뽁치기 동작을 표 4와 같은 형식으로 데이터베이스에 저장되도록 한다. 신체활동 목록에 손뽁치기 MET 코드가 없으나 유사한 운동 강도의 집안 활동의 설거지, 칫솔질 등 2.0 MET를 적용하고자 한다.

표 4. 데이터베이스 저장 내용

Table4. Database Storage Contents.

USER ID	Date	Start Time	End Time	MET Code	Momentum	Exercise time
1 user	2020. 01.01	14:11 :55	14:21: 55	13040	10	10min

두 번째 단계로 표 5와 같이 현재 605개 신체활동 목록(MET) 테이블 생성을 위해 카테고리 01-21까지 있으며, 5자리 코드의 처음 두 자리는 일반 범주를 나타내며 605개 항목이 있다.

표 5. MET 기준정보

Table5. MET Standard Information.

Category	Codes	METs	Description
Home Activity	05011	2.3	Cleaning, Sweeping,
Self Care	13040	2.0	Walking Slowly
Occupation	11792	3.5	Walking on Job, 3.0 mph, in Office

3. 헬스케어 반영 방법

스마트 헬스케어 시스템은 그림 6과 같이 서비스를 제공하는 목적으로 개발하고자 한다.

첫 번째 단계로 사용자가 운동 정보를 입력할 때 운동 종목, 시간을 입력 후 확인을 누르면 웹 서버에 칼로리 계산을 요청하고 서버는 칼로리 계산 후 계산된 칼로리를 전달해 화면에 표시한다.

두 번째 단계로 사용자가 운동 정보를 스마트 헬스케어의 운동관리로 연계하여 사용자 데이터베이스에 저장한다.

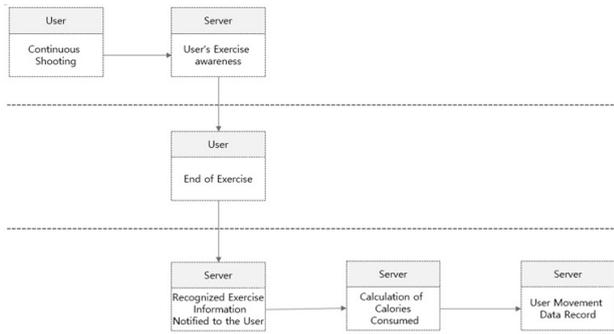


그림 6. 시스템 흐름도 예  
Fig. 6. System Flow Chart Sample.

#### IV. 애플리케이션 구현 결과 및 의미

첫 번째 PoseNet의 인식한 포즈의 키포인트와 그에 따른 골격을 화면에 그려주는 방식으로, 필요한 변수는 미리 선언해 주었으며, Python Matplotlib 라이브러리를 사용해 데이터 셋 분석 그림 7과 같이 손목 관점으로 분석하였다. 색깔 상으로 파랑 - 서있는 자세, 주황 - 앉아있는 자세, 초록 - 스쿼트 자세이다. 두 그래프는 각각 왼쪽 손목, 오른쪽 손목 좌표를 나타낸다. 공통적으로 앉아 있는 자세인 주황색의 Y 좌표가 가장 큰 값을 가지고, 나머지 서 있는 자세와 스쿼트 자세의 Y 좌표는 비슷한 값을 가진다. 즉, 실제 앉은 자세에서는 손목의 위치가 바닥과 가깝게 되며, 서 있는 자세와 스쿼트 자세는 중간쯤에 위치된다. X 좌표를 보면, 서 있는 자세와 앉아 있는 자세는 비슷하게 위치한다. 그러나 스쿼트 자세는 대각선으로 선 자세에서 팔을 오른쪽으로 들기 때문에, 왼쪽 손목의 X 좌표가 다른 자세보다 오른쪽으로 치우쳐져 있다.

최종적으로, 각 자세별 좌표의 특징이 명확해서 이를 바탕으로 자세추정 모델의 정확도 분류를 확인하였다.

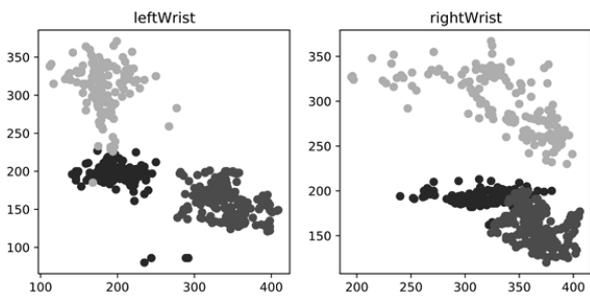


그림 7. 자세 추정 동작 인식 분석  
Fig. 7. Applause Gesture Recognition Screen.

두 번째 손뽀치기 동작을 인식하는 방법을 요약한 세 가지 키워드는 그림 8과 같이 손목 사이의 거리, 스위치 변수, 시간차 계산이다. 목 간 거리 정보만 가지고 손뽀 친 횟수를 세려고 할 때에 손바닥을 맞댄 채 계속 가만히 있어도 손뽀 친 횟수가 증가하는 문제가 발생했다. 그래서 손바닥이 한번 맞대진 후에 일정 거리 이상 떨어졌는지 확인하는 스위치 변수를 두는 동시에, 손바닥이 포개지는 순간을 포착한 후 손뽀 횟수를 증가시키는 그 사이의 시간차를 계산하도록 하여 이중으로 카운트되는 문제가 발생하지 않도록 하였다<sup>[5]</sup>.

```

if(dist <= 80 && _switch == 0) {
    start = new Date();
    var audio = document.getElementById("myAudio");
    if (count == 0 || (start - end >= 1000)) {
        _switch = dist;
        count = count + 1;
        document.getElementById("clap").innerHTML = '박수 ' + count;
        myAudio.play();
        myAudio.currentTime = 0;
        audio.play();
        end = start;
    }
}
    
```

그림 8. 손뽀 동작 인식 소스 예  
Fig. 8. Applause Gesture Recognition Source Example.

동작 인식으로 PoseNet을 활용하여 사람의 운동 동작 중 가장 단순한 편에 속하는 ‘손뽀 치기’ 동작을 인식 결과로서 그림 9와 같이 화면 하단에 손뽀 친 횟수가 표시된다<sup>[5]</sup>.



그림 9. 손뽀 동작 인식 화면  
Fig. 9. Applause Gesture Recognition Screen.

세 번째 PoseNet 자세 추정의 박수 치기 운동량에 따른 결과 값과 신체활동 목록에 의거하여 MET 모델 설계에 따른 구현 결과로서 스마트 헬스케어로 연계된 내용을 각 단계별로 구현 결과를 보여주하고자 한다.

1 단계: 그림 10에서는 ‘직접 등록’은 운동량에 따라 소모 칼로리 계산하여 직접 운동한 내역을 입력하는 버튼과 ‘촬영하여 등록’은 카메라를 통해 사용자의 운동

활동을 인식하여 해당 내역을 등록하는 버튼을 보여주고 있다.



그림 10. 운동 등록  
Fig. 10. Exercise Registration.

2 단계: 그림 11은 ‘촬영하여 등록’ 시 사용자가 운동할 항목을 선택하는 화면이다. HTML Media API를 통해 기기의 카메라 기능을 사용한다.



그림 11. 직접 운동할 항목을 선택하는 화면  
Fig. 11. Screen to Select Items to Exercise.

3 단계: 그림 12에서는 운동할 종목을 선택하도록 드롭다운 형식으로 구현하여 서버 데이터베이스에 저장된 항목들을 가져와서 출력하는 것을 보여주고 있다.



그림 12. 데이터베이스에 저장된 운동항목  
Fig. 12. Exercise Items Stored in The Database.

4 단계: 그림 13은 사용자의 자세를 추정하여 선택된 운동을 인식하고, 경과 시간과 운동 횟수를 실시간으로 출력하였다. 운동 완료시 등록 버튼으로 운동 등록 화면으로 넘어가며, 인식되었던 운동 결과를 자동으로 입력하는 것을 보여주고 있다.



그림 13. 박수치기 인식 중 화면  
Fig. 13. Screen while Applause is Recognized.

5 단계: 마지막 단계로서 그림 14는 운동한 시간을 바탕으로 손뼉치기에 맞는 MET값과 계산하여 소모한 열량을 출력하여 보여주고 있다. 등록 버튼을 누르면 사용자 데이터베이스에 운동 기록이 저장된다.



그림 14. 손뼉치기에 맞는 소모 열량 출력  
Fig. 14. Consuming a Calorie Output for the Applause.

그림 15는 스마트 헬스케어 운동관리를 위한 애플리케이션 구현의 운동관리에서 사용자의 운동 이력과 운동 소모 열량에 관한 정보를 일별로 제공한다.



그림 15. 스마트 헬스케어 운동관리 화면  
Fig. 15. Smart Healthcare Exercise Administration Screen.

## V. 결 론

본 연구에서는 PoseNet 자세 추정을 통해 그 결과값을 이용하여 손뻑치기라는 하나의 동작에 대해 MET를 활용하여 운동량을 분석하는 스마트 헬스케어 시스템을 실제 애플리케이션 형태로 구현한 결과를 제시하였다.

PoseNet은 카메라 기능이 지원되는 디바이스가 있다면 언제 어디서든 브라우저를 통해 실시간 자세 추정을 통한 동작 분석으로 사용자의 운동량에 대해 MET를 활용한 칼로리 소모량을 파악할 수 있는 효과적인 방법이다. 특히, 인체의 동작 유형을 측정하고 정확한 자세를 코칭하며 운동 시간과 운동량 분석 및 인터페이스를 통한 스마트 헬스케어 운동관리 구현으로 사용자에게는 칼로리 소모량 및 운동 분석 등 사용자에게 양보다 질적인 정보를 제공하여 스마트 헬스케어 운동관리에서 경쟁력 있는 건강관리 서비스가 될 수 있을 것으로 예상된다.

향후 PoseNet은 헬스케어 플랫폼의 많은 기능 중 스마트 헬스케어 서비스를 개발하고자 하는 목적에 상당히 부합하는 모델이라 그 활용성이 매우 클 것이라 판단된다. 또한 앞으로 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 비접촉 비즈니스와 관련된 서비스로 헬스케어 산업에 호재로 작용할 것으로 보이며, 추후 연구 과제로 음식 이미지 인식을 통한 식사관리를 추가한다면 스마트 헬스케어 대사관리 시스템 발전을 가속화하는 촉매제가 될 것으로 보인다.

## REFERENCES

- [1] I. J. Lee, "Current Status and Direction of Business Promotion in ICT Industry for Mobile Health Market", *Weekly Technology Trend*, NIPA, pp. 1-8, Jul. 2011.
- [2] Y. S. Choi, "Smart Device Trend Magazine", *IITP*, vol. 17, pp. 46-49, Dec. 2015.
- [3] K. E. Ko and K. B. Shim, "Trend of Object Recognition and Detection Technology Using Deep Learning", *Journal of Control Robotics and Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 17-24, Jun. 2017.
- [4] T. Y. Ha and H. Lee, "Presenting Direction for the Implementation of Personal Movement Trainer through Artificial Intelligence based Behavior Recognition", *Journal of the Korea Convergence Society*, vol. 10, no. 6, pp. 235-242, Jun. 2019.
- [5] T. Y. Ha and H. Lee, "Analysis on the Mobile Healthcare Behavior using an Artificial Intelligence Based Pose Estimation", *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 57, no. 1, pp. 63-69, Jan. 2020.
- [6] Real-time Human Pose Estimation in the Browser with TensorFlow.js, <https://medium.com/tensorflow/>
- [7] G. Papandreou, et al., "PersonLab: Person Pose Estimation and Instance Segmentation with a Bottom-Up, Part-Based, Geometric Embedding Model", *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Mar. 2018.
- [8] G. Papandreou, et al., "Towards Accurate Multi-person Pose Estimation in the Wild", *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Apr. 2017.
- [9] W. L. Haskell, et al., "Physical Activity and Public Health: updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association, *Circulation*", vol. 116, no. 9, pp. 1081-1093, Aug. 2007.
- [10] M. J. Lamonte and B. E. Ainsworth, "Quantifying Energy Expenditure and Physical Activity in the Context of Dose Response", *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 33, no. 6, pp. s370-s378, Jun. 2001.
- [11] M. Y. Lee, "Preparation in the Aspect of Survey Evaluation for the Development of Korean Physical Activity Guidelines", *Journal of the Korean Society of Physical Measurement Evaluation*, vol. 13, no. 3, pp. 17-31, Dec. 2011.
- [12] NIPA, "A Case Study on Introduction to Smart Healthcare Services", Nov. 2017.
- [13] Ministry of Food and Drug Safety, "2018. Smart Health Care Technology Standard Strategy Report", Aug. 2018.
- [14] S. H. Lee and S. S. Yoo, "Mobile Healthcare Application Status and Forecast", *Information and Communication Broadcasting Policy*, vol. 26, no. 17, pp. 1-23, Sept. 2014.
- [15] N. K. Lee, et al., "Research Framework and Research Trends in the Field of Healthcare Information Technology", *Informatization Policy*, vol. 21, no. 3, pp. 3-32, Fall 2014.

— 저 자 소 개 —



하 태 용(학생회원)  
1996년 동아대학교 수학과 학사  
졸업.  
2013년 한성대학교 지식서비스  
컨설팅학과 석사 졸업.

2020년 한성대학교 스마트융합컨설팅학과 제품  
전공 박사 과정 수료  
<주관심분야: 스마트 팩토리, 인공지능, 헬스케어,  
보건의료>



이 후 진(평생회원)  
1997년 서울대학교 전기공학부  
학사 졸업.  
2002년 The University of Texas  
at Austin ECE 석사 졸업.  
2007년 The University of Texas  
at Austin ECE 박사 졸업.

2009년~현재 한성대학교 IT융합공학부 및 스마트  
융합컨설팅학과 교수  
<주관심분야: 통신 및 네트워크, 멀티미디어 신호  
처리, 사이버보안>