[Original Article]

The analysis of the characteristic types of motion recognition smart clothing products

Hyobin Im and Hyun Zin Ko[†]

Dept. of Apparel Design, Konkuk University, Korea

동작인식 스마트 의류제품의 특징적 유형 분석

임 효 빈 · 고 현 진[†]

건국대학교 의상디자인과

Abstract

The purpose of this study is to utilize technology as basic data for smart clothing product research and development. This technology can recognize user's motion according to characteristics types and functions of wearable smart clothing products. In order to analyze the case of motion recognition products, we searched for previous research data and cases referred to as major keywords in leading search engines, Google and Naver. Among the searched cases, information on the characteristics and major functions of the 42 final products selected on the market are examined in detail. Motion recognition for smart clothing products is classified into four body types: head & face, body, arms & hands, and legs & feet. Smart clothing products was developed with various items, such as hats, glasses, bras, shirts, pants, bracelets, rings, socks, shoes, etc., It was divided into four functions health care type for prevention of injuries, health monitor, posture correction, sports type for heartbeat and exercise monitor, exercise coaching, posture correction, convenience for smart controller and security and entertainment type for pleasure. The function of the motion recognition smart clothing product discussed in this study will be a useful reference when designing a motion recognition smart clothing product that is blended with IT technology.

Keywords: motion sensing(동작인식), contact-based motion recognition(접촉식 동작 인식), non contact-based motion recognition(비접촉식 동작인식), motion sensor(모션센서), wearable smart clothing product(웨어러블 스마트 의류 제품)

Received June 30, 2017
Revised August 17, 2017
Accepted August 28, 2017

[†]Corresponding author
(ziniko@konkuk.ac.kr)

ORCID
Hyobin Im
<http://orcid.org/0000-0002-3734-8612>
Hyunzin Ko
<http://orcid.org/0000-0001-8763-3422>

I. Introduction

최근 IT 기술의 발달로 다양한 기능을 수행하는 스마트 기기의 개발이 증가하면서 몸에 착용하여 컴퓨팅할 수 있는 웨어러블 디바이스의 보급률이 높아지고 있다. 착용 가능한 웨어러블 디바이스는 소형화되어 있어 이제 사용자와 한 몸처럼 움직일 수 있는 편리함을 추구하며, 사용자 중심의 인터페이스로 변화되고 있다. 사용

자 중심의 인터페이스는 인식 대상에 따라 음성인식, 동작인식, 뇌파인식 등으로 나누어지며, 이 중 동작인식기술은 사용자의 직관적이고 일상적인 동작을 자연스럽게 파악하여 기존의 입력방식에 대한 대안으로 시장의 주목을 받고 있다.

동작인식은 가상/증강 현실을 위한 인터페이스로의 사용이나 컴퓨터 게임, 애니메이션, 영화 등에서 캐릭터들의 사실적인 행동감 표현과 개인의 건강상태를 관리하기 위한 건강정보 모니터링, 좀 더 효율적인 스포츠 활동을 위한 스포츠 동작교육, 재활치료, 자세교정 등 특정 목적 달성을 위해 연구되어지고 있으며, 그 활용 분야도 점점 확대되고 있는 추세이다. 이처럼 동작인식 기술은 영화, 게임, 스포츠, 헬스케어, 교육, 재활치료 분야 등을 중심으로 사용자의 동작을 분석하여 사용자의 편의 및 삶의 질 향상에 기여하고자 연구되어져 왔으며, 의류분야에서도 IT 기술과 섬유산업이 결합된 기술들이 융·복합되어 착용자의 동작을 인식할 수 있는 제품이 개발되어 등장하고 있다.

지금까지 동작인식에 관련한 선행연구는 동작인식을 위한 시스템 개발에 관한 연구(Jung, Park, & Choi, 2009; Lee, 2016; Son, 2006), 동작인식을 이용한 모션분석에 관련된 연구(Heo & Ha, 2015; Lee & Kwon, 2016), 동작인식 기술을 적용한 게임개발 연구(Chae, 2014; Jang, 2012; Yoon & Park, 2013), 동작인식 기술 및 동향에 관한 연구(Cha, Ha, Lee, & Kim, 2015; Chang, Ryu, & Park, 2014; Ryu, 2015), 동작인식 방법을 제안한 연구(Kim et al., 2009; Lee, Kim, & Kim, 2010) 등 동작인식 기술에 대한 연구는 꾸준히 발표되고 있지만, 효율적인 동작인식의 방법을 위한 시스템 개발 및 동작인식에 관한 기술적인 측면만을 나열한 것으로써 동작인식 의류제품과 관련된 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 최근 동작 인식에 관한 기술 개발이 활발히 이루어지고 있는 웨어러블 디바이스 기반 동작인식 스마트 의류제품의 특징적 유형 및 기능에 따른 기술 및 동향을 조사, 분석하여 계속적으로 개발이 진행되고 있는 사용자 동작인식을 위한 스마트 의류제품의 연구 및 개발을 위한 방향설정에 기초자료로 활용하고자 한다. 본 연구에 있어 동작인식 스마트 의류제품의 특징적 유형 및 기술을 분석하기 위

하여 문헌연구와 사례연구를 병행하였다. 먼저 관련 선행연구와 관련기사, 기술서, 보고서 등 다양한 문헌 자료에 관한 리서치를 바탕으로 동작인식에 대한 의미 및 기술의 개념을 살펴보고, 인식방법에 따라 접촉식과 비접촉식으로 구분하여 동작인식 기술을 고찰하였다. 사례분석을 위한 제품 관련 자료 수집 방법은 대표적 검색엔진인 네이버(www.naver.com)와 구글(www.google.com)에서 스마트 웨어, 스마트 의류, 웨어러블 디바이스, 웨어러블 테크놀로지, 모니터링 스마트 제품, 액티비티 트래커 등 6개의 한영 키워드로 1차 검색을 실시한 후 도출된 제품들 중 2차 핵심 키워드인 동작인식, 모션인식, 모션센싱, 움직임 인식 등으로 검색되고 있는 사례와 선행연구 자료에서 2차 핵심 키워드가 언급된 사례들 중 유사 제품들을 정리하고, 2010년 이후부터 현재까지 출시되어 시판되고 있는 최신 버전의 제품들로 최종 42개의 제품들을 선정하였다. 선정된 모션인식 스마트 의류제품들은 모자, 안경, 셔츠, 밴드, 반지, 양말, 깔창, 신발 등 다양한 웨어러블 아이템으로 나타났다. 신체영역별 움직임 동작이 다르므로 모션인식 스마트 의류제품을 착용하는 신체 영역별 유형으로 분류하였고, 해당 브랜드 홈페이지와 관련 기사 등을 통해 수집한 자료들을 바탕으로 특성 및 주요 기능들에 대한 정보를 구체적으로 탐색하였다. 또한 신체영역별 동작인식 스마트 의류 제품들의 특징적 유형 및 기능을 동작인식에 대한 기술적 측면에서 분석하였다.

II. Definition and Type of Motion Recognition Technology

1. Motion recognition technology

동작인식(motion recognition)은 동작(motion)과 인식(recognition)이 결합된 말로 사람의 신체 부위인 몸통·손·발 등의 움직임을 감지하여, 어떠한 자세를 취했는지, 어떠한 행동을 행하고 있는지를 파악하고 분석하는 것으로 단순한 움직임에서부터 연속적인 움직임을 모두 포함한다. 동작인식 기술이란 카메라나 동작인식센서 및 장치를 통하여 사용자의 신체 움직임 정보를 획득하고, 획득한 데이터를 디지털신호로 바꾸어 컴퓨터가 인식하는 기술을 말한다.

동작 인식을 위해 주로 사용되는 센서는 관성측정

장치(Inertial Measurement Unit: IMU)로서, 하나의 IMU 센서에는 물체의 회전을 감지하는 자이로 센서, 속도의 변화를 감지하는 가속도 센서, 지구 자기장에 대한 센서의 방향을 감지하는 지자기 센서가 통합되어(Cha et al., 2015) 3차원 공간에서 자유로운 움직임을 인지하고, 이동 패턴을 산출한다. 자이로, 가속도, 지자기 센서들은 이동 또는 회전하면서 발생하는 데이터가 변화량만큼의 수치화 형태로 나타나기 때문에 모션 인식 활용에 적합하다(Kwon, Choi, Lim, & Joung, 2016). 미세전자기계시스템(Micro Electro Mechanical System: MEMS)을 활용한 센서 제작기술의 발달은 소형화, 저전력화 등을 구현하여 사용자의 모션 및 이동정보를 추적하는 착용 가능한 의료제품으로까지 확대되어져 동작인식 기술이 가속화되고 있다.

2. Type of motion recognition technology

동작인식은 신체의 접촉 여부에 따라 접촉식 방식과 비접촉식 방식으로 구분된다. 접촉식 동작인식기술은 센서나 장치를 사용자 신체에 접촉하여 획득한 데이터를 동작인식에 이용하는 방식으로 이는 센서 및 장치가 신체에 직접 접촉되기 때문에 사용자의 정확한 동작데이터 취득이 가능하나, 장비를 착용해야 하는 불편함으로 사용자의 움직임이 부자연스러울 수 있다(Lim, Kim, & Kim, 2012).

접촉식 동작인식 방식은 센서 및 장치를 포함한 컨트롤러 디바이스의 부착위치 및 사용형태에 따라 hand holder형, wearable형, 체중계 형으로 구분할 수 있다(Yoon, 2014). Hand holder형은 손에 들고 있는 컨트롤러를 통하여 사용자의 움직임을 인식하고, 게임 및 화면을 제어하는 것으로 스마트폰, 게임기, 스마트 TV 리모컨 등이 있다. Wearable형은 사용자의 신체에 착용하여 움직임을 인식하는 것으로 디바이스의 신체 부착위치에 따라 머리, 몸통, 팔과 손, 다리와 발 4부위로 나누어지며, 제품으로는 모자, 안경, 귀걸이, 슈트, 시계, 밴드, 반지, 신발, 깔창, 발찌, 양말 등이 있다. 체중계형 동작인식은 디바이스 위에서의 움직임을 압력센서를 통하여 인식하는 것으로 댄스게임기, 닌텐도, Wii Fit 등이 있다. 이러한 접촉식 동작인식기술 중 사용자의 신체에 부착하여 획득한 데이터를 이용하는 웨어러블 형태가 최근 주목을 받고 있으며(Ryu, 2015), 이는 초고속 네트워크와 근거리 무

선 통신기술, 초소형 센서기술, 저전력기술 등으로 웨어러블 형태의 디바이스가 소형화, 저전력화, 경량화되어 가능하게 되었다.

비접촉식 동작인식기술은 주로 카메라를 이용해 사용자의 움직임 정보를 추적하고 인식하는 시각기술을 기반으로 하는 방식으로 사용자의 움직임은 자연스럽지만 카메라나 센서의 범위를 벗어날 수 없는 단점과 함께 사용자 움직임에 대한 특징점을 찾고, 이를 추적하는데 기술적인 어려움이 있어(Lee, 2013) 정확한 데이터 획득이 어렵고, 정교한 움직임의 인식에 한계가 있다(Yoo, 2016). 또한, 사용자 움직임을 실시간으로 빠르게 추적할 수 있으나, 카메라의 위치, 광원의 간섭, 그림자 등과 같은 외부 요인에 취약한 단점이 있어(Choi, 2014) 적외선인 깊이(depth)값을 이용한 인식방법을 사용한다. 깊이 정보를 이용한 동작인식 기술의 대표적인 사례로는 마이크로소프트의 동작인식 컨트롤러인 키넥트(Kinect)와 림모션(Leap Motion)이 있다(Kim & Sung, 2014).

키넥트는 적외선 프로젝터와 RGB를 인식하는 일반 카메라 모듈, 적외선을 인식하는 적외선 카메라와 같이 3개의 렌즈로 구성되어 있다. 적외선 프로젝터가 픽셀 단위로 투사하고, 적외선 카메라가 이 픽셀들을 수신한 뒤 픽셀간 거리 등으로 이미지의 3차원 좌표를 만들어 인식하게 된다(Korean Patent No. 10-1613431, 2016). Leap Motion은 저렴한 가격으로도 초고정밀 해상력과 빠른 인식 성능을 제공하며, 데스크톱과 같은 근거리 환경에서 마우스를 대체하거나 문자 입력을 지원하여 기존의 데스크탑 인터페이스를 어느 정도 대체하고 있다(Seo, 2013). 림모션의 작동원리도 키넥트와 비슷하다. 적외선을 이용해 동작을 인식하며, 키넥트보다 200배 높은 감도를 가지며, 1/100mm의 움직임까지 감지한다(Kim & Sung, 2014). 키넥트가 모니터의 정면에 위치하여 동작을 인식한다면 림모션은 화면 아래에 위치하여 손동작을 인식하며 컴퓨터에 마우스와 키보드의 기능을 대신하여 입력 장치로 사용되고 있다.

본 연구에서는 최근 주목받고 있는 웨어러블 형태의 접촉식 동작인식 의료제품을 중심으로 센서 및 장치를 포함한 디바이스의 신체 부착위치 및 접촉방식에 따른 특성과 기능을 살펴보고, 사용목적에 따라 유형을 분류하여 살펴보고자 한다.

III. Type of Motion Recognition Smart Clothing Products by Body Area

동작인식 스마트 의류제품을 착용하는 신체위치에 따라 머리와 얼굴, 몸통, 팔과 손, 다리와 발 4부위로 나누어(Suh & Roh, 2015) 제품 유형과 기능 및 주요 특성을 살펴보았다.

1. Head and face

머리와 얼굴에서 보여지는 동작인식 스마트 제품은 모자와 안경, 이어링 등 액세서리 형태의 제품으로 개발되고 있다. 생체 데이터 및 움직임 정보를 통해 신체 보호 및 부상 방지를 위한 건강상태를 모니터링하는 기능을 가지고 있다.

운동 중 머리의 충격을 LED 불빛으로 알려주어 부상방지에 도움을 주는 MC10 업체와 리복이 공동으로 개발한 체크라이트(Checklight)모자, 비정상적인 움직임을 감지하여 사고 발생 시 머리와 목을 보호하는 회브딩(HÖVDING)사의 자전거 전용 헬멧(Fig. 1), 칼로리 소모와 심박수를 체크해 활동 추적 및 건강 상태를 모니터링 할 수 있는 라이프 빔 모자(Life BEAM hat)와 주울 귀걸이(Joule Earing)(Fig. 2), 운동자의 움직임 및 눈의 깜박임을 감지해 건강신호를 알려주는 진스 밌(JINS MEME) 안경(Fig. 3) 등이 대표적 아이템이다. 이 중 진스 밌 안경은 사용하는 앱에 따라 안구활동을 통해 졸음운전을 방지할 수 있도록 졸음 정도를 알리고, 경고하거나 뛰는 자세를 통해 운동 내용 기록과 자세를 바로 잡을 수 있도록 운동 모니터링 기능도 가능한 제품이다(Reinia, 2015).

2. Torso

몸통에서 보여지는 동작인식 스마트 제품은 브라, 셔츠, 팬츠, 폴 바디슈트와 같은 의복형태가 주를 이루고 있다. 심장박동과 호흡 같은 생체 데이터 모니터링을 통한 건강상태와 운동량 분석 기능이 주를 이루고 있다.

캐나다 옴시그널(Omsignal)의 옴브라(OMbra)(Fig. 4), 미국 빅토리아 시크릿(Victoria secret)의 스마트 스포츠 브라(Smart sports Bra)와 미국 랄프로렌(Ralph Lauren)과 캐나다 옴시그널(Omsignal)이 함께 손잡고 제작한 폴로 테크(Polo tech)(Fig. 5), 블랙야크(BLACK

YAK)의 야크 온 P(Yak ON P), 미국 센소리아(Sensoria)의 스마트 티셔츠(Smart T- Shirt), 캐나다 헥소스킨(Hexoskin)(Fig. 6), 프랑스 시티즌 사이언스(Cityzen Science)의 D-shirts 등은 상의 제품으로 운동 시 착용자의 생체신호를 실시간으로 측정하여 이동한 거리, 심장박동, 소모된 칼로리, 운동 레벨 정도 등 운동 상태와 성과를 사용자에게 알려준다. 상의와 하의 세트 구성인 미국 MAD Apparel사의 아토스(Athos)(Fig. 7), 미국의 엔플럭스(Enflux)(Fig. 8), 캐나다의 헤도코(Heddoko)는 운동 시 실시간으로 자신의 운동모습을 3D 아바타를 통해 나의 운동 자세와 표준자세를 함께 보여주어 트레이너와 학습하는 것과 같은 기능을 제공하여 혼자서도 자세교정이 가능한 제품이다. 필란드 마이온텍(Myontec)의 엠바디(Mbody)는 반바지 형태의 의복으로 근육의 움직임 및 근육의 좌우/앞뒤 발란스 등을 휴대폰을 통해 실시간으로 볼 수 있고, PC에서 움직임의 상태 분석도 가능하다. 미국 레스트 디바이스(Rest Devices)사의 폴 바디 슈트인 미모(Mimo)는 아기의 호흡, 자세, 활동 상태 등을 감지하고 모니터링하여 이상이 발생하면 경보음이 울린다. 미국의 루모 바디 텍(Lumo Body Tech)사의 루모백(Lumoback)(Fig. 9)은 사용자의 자세가 바르지 않으면 진동이 울려 바른 자세를 유지할 수 있도록 도움을 주는 허리 벨트로 데이터를 누적해 시간대별로 구분해서 확인 가능한 제품이다(Kim, 2013).

3. Arm and hand

팔과 손 부위의 제품은 밴드, 반지 등과 같은 액세서리 형태의 제품 등으로 개발되고 있으며, 손과 팔의 움직임을 통해 스마트 기기를 컨트롤하거나 신체 바이오리듬으로 건강정보 제공 및 운동량 측정과 보안 인증, 운동 코칭 등의 기능적인 요소뿐만 아니라, 다양한 색상으로 패션 액세서리의 장식적인 요소도 함께 가지고 있다.

미국 RHL비전테크놀로지(RHL vision technology)사의 핀(Fin)링(Fig. 10), 일본 로그바(Logbar)사의 링(Ring)(Fig. 11), 한국 유즈브레인넷(UZbrainnet)사의 모션 링(Motion ring) 등은 반지 형태의 제품으로 손가락의 움직임을 통하여 컴퓨터나 주변의 스마트 기기의 입력, 작동, 제어가 가능한 컨트롤러 기능을 가지고 있다. 밴드 제품으로는 사용자의 심박수 및 움

직임을 통하여 칼로리 소모량, 하루 활동량, 운동시간 등 운동량을 모니터링하고, 사용자가 목표를 달성할 수 있도록 정보를 제공하는 미국 핏빗(Fitbit)사의 핏빗 차지 HR(fitbit charge HR)밴드, 중국 샤오미(Xiaomi)사의 미 밴드(Mi band), 미국 조본(Jawbone)의 조본 업(Jawbone Up)밴드, 미국 나이키와 애플(Nike & Apple)사의 퓨얼밴드(Fuel band)(Fig. 13), 한국 인바디(Inbody)사의 인바디 밴드(Inbody band)와 사용자 고유의 심장박동이나 특정한 동작으로 잠금이 해제되는 보안 인증 기능을 가진 캐나다 바이오넘(Bionym)사의 나이미(Nymi)밴드, 상황에 맞는 효과음을 구현해주는 스마트 장난감인 일본 모프(Moff)사의 모프(Moff)밴드, 착용자의 테니스 운동경기를 분석해서 운동이 끝난 후에 효과적인 경기운영을 할 수 있도록 정보를 제공하는 오스트레일리아 벤처기업(Venture Company)의 스매쉬(Smash)밴드, 동작인식 기반의 근육감지 입력장치 기능을 가진 미국 탈믹랩(Thalmic Lab)의 마이요(Myo) 암밴드(armband)(Fig. 12) 등이 있다.

4. Legs and feet

다리와 발에 착용하는 동작인식 스마트 제품은 발찌, 양말, 깔창, 신발 등으로 개발되고 있다. 양말, 깔창, 신발은 발바닥에 가해지는 압력분포를 통해 신체 하중의 균형감 및 걸음걸이 등의 건강상태를 체크하고, 운동량 및 운동 자세를 측정하는 기능을 가지고 있다.

발찌제품으로는 다리의 움직임을 통하여 속도, 거리, 시간, 활동량 등의 정보를 알려주는 미국 플라이피트(Flyfit) 피트니스 밴드(Fitness band)(Fig. 14)와 아기의 심박수를 측정하여 정상적이지 않은 상태를 감지하면 부모의 스마트폰으로 알려주는 미국 스프라우틀링(Sproutling)사의 베이비 모니터(Baby Monitor)(Fig. 15)가 있다. 양말은 발바닥의 압력센서를 통하여 사용자의 걸음걸이를 측정하는 미국 센서리아(Sensoria)사의 스마트 양말(Smart socks)(Fig. 16)과 심장박동, 산소포화도 등과 같은 호흡을 모니터링하는 미국 아웃렛(Owlet)의 베이비 모니터 스마트 양말(Baby monitor's smart socks)이 있다. 깔창은 걸음걸이 나 달리기 자세의 흐트러짐을 감지하는 당뇨병 환자를 위해 고안된 프랑스 신생기업 핏미(FeetMe)사의

스마트 깔창 핏미(FeetMe)(Fig. 17), 활동량과 신체의 균형 및 건강을 체크할 수 있는 한국 비엠시스(BMsys)사의 핏 가이드(Feet Guider), 자세교정 및 건강정보를 제공하는 한국 쓰리엘 랩스(3L Labs)의 풋 로거(Foot Logger), 달리기 자세를 실시간으로 분석하여 자신의 달리기 양식을 개선하고, 운동장애 방지와 무릎부상 예방을 위한 영국 ReTiSense사의 Stridalyzer(Fig. 18) 등이 있다. 신발은 발 움직임을 감지하여 착용자의 모든 운동 활동을 관리해주는 스마트한 제품으로 운동량 및 이동정보를 추적하는 미국 나이키(Nike)사의 나이키 플러스(NIKE+)와 바른 자세와 적절한 스피드로 조깅 같은 운동을 할 수 있도록 도와주는 미국 알트라러닝(Altrarunning)사의 알트라 헤일로 테크 슈(Altra Halo Tech Shoe)(Fig. 19), 골프 스윙 시 양 발의 밸런스, 무게중심 이동, 지지력 등 자신의 자세뿐만 아니라, 다른 플레이어의 스윙과 비교해 피드백을 제공하는 한국 솔티드 벤처(SALTED VENTURE)사의 아이오프트(Iofit)(Fig. 20) 골프화 등이 있다.

지금까지 살펴 본 동작인식 스마트 의류제품의 신체 부위별 유형 및 제품의 주요 특성을 정리해 보면 <Table 1>과 같다.

IV. The Analysis of the Type of Motion Recognition Smart Clothing Products

신체부위별 동작인식 스마트 의류제품의 특성과 기능을 고찰한 결과, 사용목적에 따라 4가지 유형인 헬스케어(healthcare)형, 스포츠(sports)형, 생활편의형(convenience), 엔터테인먼트(entertainment)형으로 분류하고, 기능별 세부기술을 분석하였다.

1. Healthcare type

헬스케어형(healthcare type)은 동작인식 스마트 의류제품을 통해 사용자의 생체 신호 및 움직임이 측정, 분석되어 사용자나 보호자에게 건강상태가 전달됨으로써 신체보호 및 건강 유지 관리와 질병 예방을 위한 즉각적인 행동이 가능할 수 있도록 하는 기능을 가진 제품을 의미한다. 개발된 헬스케어형 제품은 신체 보호를 위한 부상방지용, 생체신호 및 활동상태 감지를 통한 건강모니터링용, 잘못된 자세로 인해 건강에

<Fig. 1> Hövdings 2.0 airbag Helmet: Hövding.
From. Hövding. (n.d.).
<https://shop.hovding.com>

<Fig. 2> Joule Earring: BioSensive.
From. BioSensive Technologies. (n.d.).
<http://shopjoule.com>

<Fig. 3> Jins MEME: Jins.
From. Jins EMEM. (n.d.).
<https://jins-meme.com>

<Fig. 4> OMbra: Omsignal.
From. Omsignal. (n.d.).
<https://www.omsignal.com>

<Fig. 5> PoloTech™: Ralph Lauren.
From. Jo. (2014).
<http://www.itnk.co.kr>

<Fig. 6> Hexoskin shirt: Hexoskin.
From. Hexoskin. (n.d.).
<https://www.hexoskin.com>

<Fig. 7> Athos: Athos.
From. Athos. (n.d.).
<https://www.liveathos.com>

<Fig. 8> Enflux Smart Clothing: Enflux.
From. Chang. (2016).
<https://www.digitaltrends.com>

<Fig. 9> LUMObac: Lumo Bodytech.
From. Kim, B. J. (2013).
<https://www.appstory.co.kr>

<Fig. 10> Fin ring: RHL vision.
From. Choi. (2015).
<http://navercast.naver.com>

<Fig. 11> Logbar ring: Logbar.
From. Jeon. (2015a).
<http://biz.newdaily.co.kr>

<Fig. 12> Myo: Thalmic Labs.
From. Thalmic Labs. (n.d.).
<https://www.myo.com>

<Fig. 13> Fuel Band: NIKE & Apple.
From. Kim, M. K. (2013).
<http://www.kinews.net>

<Fig. 14> Fly Fit: Fly Fit.
From. Lee. (2014).
<http://techholic.co.kr>

<Fig. 15> Baby monitor: Sproutling.
From. sproutling. (2015).
<https://sproutling.com>

<Fig. 16> Sensoria socks: Sensoria.
From. Sensoria. (n.d.).
<http://www.sensoriafitness.com>

<Fig. 17> FeetMe: FeetMe.
From. Sin. (2015).
<http://www.bizion.com>

<Fig. 18> Stridalyzer: ReTiSense.
From. ReTiSense. (2015).
<http://www.retisense.com>

<Fig. 19> Altra Halo Tech Shoe: Altrarunning.
From. Jeon. (2015b).
<http://biz.newdaily.co.kr>

<Fig. 20> Iofit shoes: Salted Venture.
From. Salted Venture. (2017).
<http://iofitshoes.com>

<Table 1> Motion recognition smart clothing products by body area

	Item	Brand	Product	Country(Year)	Character
Head & face	Hat	Reebok & MC10	Checklight	USA(2013)	Head impact detection and injury prevention
		Hövdning	Hövdings 2.0 airbag	Sweden(2013)	Abnormal motion detection Head and neck protection
		Life Beam	Smart Hat	Israel(2014)	Bio-signal in real time measurement Calorie, heart rate check, activity tracking
	Earing	BioSensive Technologies	Joule	Canada(2017)	Calorie, heart rate check, activity tracking Health status monitoring
	Glass	Jins	JINS MEME	Japan(2015)	Eye movement, blink detection Health, drowsiness and fatigue monitoring
Torso	Bra	Omsignal	OMbra	Canada(2014)	Bio-signal in real time measurement Calorie, heart rate check, activity tracking Exercise level, status, performance
		Victoria'ssecret	Smart Sports Bra	USA(2014)	
	Shirt	Ralph Lauren	PoloTech™	USA(2014)	
		Omsignal	Smart Shirts	Canada(2014)	
		BLACK YAK	YAK ON P	Korea(2015)	
		Hexoskin	Hexoskin	Canada(2014)	
		Cityzen Sciences	D-Shirts	France(2014)	
	Shirt + pants	MAD apparel	Athos	USA(2014)	Bio-signal in real time measurement Calorie, heart rate check, activity tracking
		Enflux	Enflux	USA(2016)	Measuring muscle movement Exercise posture displayed as 3D avatar
		Heddoko	Heddoko	Canada(2015)	Joint motion measurement Exercise posture displayed as 3D avatar
	Pants	Myontec	Mbody	Finland(2014)	Measuring biometric. Measure muscle movement.
	Body suit	Rest Device	MIMO	USA(2014)	Bio-signal in real time measurement Health status monitoring
	Belt	Lumo Bodytech	Lumoback	USA(2012)	Waist posture displayed as an avatar. Posture correction.
Arm & hand	Band	Venture company	Smash	Australia(2015)	Analysis of tennis game. Coaching according to your abilities.
		Bionym	Nymi	Canada(2014)	Heart rhythm pattern and motion recognition Security certification
		Fitbit	Fitbit charge HR	USA(2015)	Exercise and physical activity measurement (Calorie consumption, exercise time, distance, number of steps)
		Xiaomi	Mi band	China(2014)	
		Jawbone	Jawbone up	USA(2013)	
		NIKE & Apple	Fuel band	USA(2013)	
		Inbody	Inbody band	Korea(2016)	

<Table 1> Continued

	Item	Brand	Product	Country(Year)	Character
Arm & hand	Band	Moff	Moff band	Japan(2016)	Provides sound effects after detecting motion.
		Thalmic Labs	Myo	USA(2013)	Muscle detection Smart Device Control
	Ring	RHL vision technology	Fin	USA(2015)	Motion detection Smart device control.
		Logbar	Logbar ring	Japan(2014)	
		Uzbrainnet	Motion ring	Korea(2014)	
Legs & feet	Anklet	Flyfit	Flyfit	USA(2014)	Exercise and physical activity measurement (Speed, distance, time, calorie consumption)
		Sproutling	Baby monitor	USA(2014)	Measurement of vital signs, sleep patterns.
	Socks	Sensoria	Smart socks	USA(2013)	Exercise and physical activity measurement (Speed, distance, time, heart rate) Gait measurement, posture correction
		Owlet	Smart socks	USA(2014)	Measurement of vital signs, breathing (Heart rate, oxygen saturation, body temperature)
	Insole	ReTiSense	Stridalyzer	England(2015)	Analysis of walking, running posture. Injury prevention.
		BMSYS	Feet guider	Korea(2015)	Body balance and health check, Provides customized exercise methods.
		Feetme	Feetme	France(2015)	Analysis of foot and running postures. Providing health information Designed for diabetic patients.
		3L Labs	Foot Logger	Korea(2015)	Body load balance detection. Step analysis. Providing health information
	Shoes	Altrarunning	Altra Halo Tech	USA(2015)	Correct posture, pressure distribution measurement. Fatigue and injury prevention.
		NIKE	NIKE+	USA(2010)	Measure distance, calories, time and momentum during exercise. Exercise capacity measurement.
		Salted Venture	Iofit golf	Korea(2017)	Golf pose analysis and comparison.

무리가 가지 않도록 체크해주는 자세교정용으로 분류된다. 부상방지용은 비정상적인 움직임을 모션센서가 감지하여 제품이 자동으로 부풀어 올라 착용자의 목과 머리를 보호하는 자전거 전용 헬멧과 운동 시 머리 충격 정도를 가속도 센서, 각속도 센서로 감지하여 LED 불빛으로 코치나 보호자에게 알람을 주어 부상을 방지할 수 있도록 도움을 주는 Checklight 모자가 있다. 부상방지용 제품들은 보호하고자 하는 신체 위치에 센서가 부착되어 사용되고 있다.

건강모니터링 제품으로는 착용자의 호흡, 심박수, 체온, 자세 등 생체신호 및 활동상태를 감지하여 보호자에게 알려주는 Mimo, Sproutling 발찌, Owlet Baby Monitor 양말 등과 같은 유아용 제품과 사용자 본인에게 알람을 주어 스스로 건강상태를 확인할 수 있는 JINS MEME 안경과 Joule 귀걸이가 있다. 자세교정용은 착용자의 움직임을 파악해 바른 자세를 유지할 수 있도록 정보를 제공하는 제품으로 가속도 센서를 이용하여 신체의 움직임을 파악하고, 사용자가 잘못

된 자세를 취할 때 알림을 주는 Lumoback 허리벨트와 발바닥의 압력센서에 가해지는 압력분포를 측정하여 착용자의 신체의 균형 및 자세의 흐트러짐을 감지하여 자세교정과 건강정보를 제공하는 FeetMe, Feet-Guider, Foot Logger 등의 신발 깔창이 있다.

헬스케어형은 모자, 안경, 벨트, 깔창 등 액세서리 형태 제품으로 주로 출시되어 개인의 질병 예방 및 건강관리를 위해 사용자 또는 보호자에게 착용자의 건강정보를 제공해주는 건강 모니터링용으로 활용되고 있다.

2. Sports type

스포츠형(sports type)은 특성화된 전문 스포츠 활동 시 착용하는 제품으로 동작인식 스마트 의류제품을 통해 착용자의 운동 시 수행되는 움직임 데이터를 수집 분석하여 보다 과학적인 피드백 제공 등 운동정보 제공 기능을 주목적으로 하는 동작인식 스마트 의류제품군이다. 개발된 스포츠형 제품으로는 경기력을 향상시키기 위해 운동량 및 운동 활동을 모니터링하는 운동모니터링용 제품, 착용자의 행동 분석을 통해 운동정보를 제공하는 코칭용 제품, 올바른 자세정보를 제공하는 자세교정용 제품으로 분류된다. 운동모니터링용 제품은 상의에 착용하는 브라와 셔츠 형태의 의복과 발목, 손목에 착용하는 밴드타입이 주를 이루고 있다. 심박센서와 가속도센서를 이용하여 심박수 등 신체의 바이오파를 측정하거나, 칼로리 소모량, 하루 활동량, 운동시간 등 사용자의 움직임 양을 측정하여 정보를 제공하고, EMG 센서를 통하여 근육의 움직임까지 모니터링하여 모바일 앱으로 운동성장에 대한 분석 표시도 가능한 기능을 가지고 있다. 코칭용 제품으로는 Smash밴드와 Nike+ 등이 있으며, 착용자의 행동 데이터를 분석하여 효과적인 경기운영을 할 수 있도록 운동정보를 제공한다. 자세교정용은 인체에 밀착된 의복 또는 텍스타일 기반으로 된 양말, 인솔, 신발 등과 같은 액세서리 제품으로 잘못된 자세로 인한 피로감 및 부상의 위험을 예방하거나, 운동능력 향상을 위한 기능을 제공한다. 상의와 하의로 구성된 Enflux와 Heddoko는 여러 개의 센서가 내장되어 자신의 운동모습을 3D 아바타를 통해 알려주어 트레이너와 학습하는 것과 같은 자세교정 효과를 볼 수 있다. 인솔 및 신발 제품으로는 Stridalyzer, Sensoria smart socks, Altra Halo Tech Shoe,

Iofit이 있으며, 이 제품들은 압력센서와 가속도 센서가 내장되어 양발의 지지력 및 압력분포, 움직임을 인식하고, 바른 자세로 운동할 수 있도록 도움을 준다.

스포츠형은 브라, 셔츠, 바지, 밴드, 깔창, 신발 등 의류와 액세서리 형태 제품으로 개발되어 사용자에게 스마트폰 연동을 기반으로 운동레벨, 운동속도, 이동거리, 운동성과, 운동자세 등 다양한 운동정보를 알려줌으로써 사용자 스스로 자신의 운동정보를 모니터링하고, 효율적인 스포츠 활동을 할 수 있도록 도와주는 기능을 제공한다.

3. Convenience type

생활편의형(convenience type)은 일상생활에서 간단한 동작으로 컨트롤러 기능을 대신하는 생활편의 스마트 상품으로 생체신호 및 몸의 움직임을 측정하고 분석하여 스마트 정보기기를 제어하는 스마트 컨트롤러 기능과 개인의 고유 생체 정보를 통한 보안 기능을 가지고 있다. 스마트 컨트롤러 형은 주로 액세서리 형태인 핀(Fin)링, 로그바(Logbar)링, 모션(Motion)링과 같은 반지형태의 제품이 지닌 기능으로 반지를 착용한 손가락의 움직임을 모션센서가 인식하여 스마트폰뿐만 아니라, 블루투스나 연동된 주변의 장치에 데이터를 전달함으로써 컴퓨터나 주변의 스마트 기기의 입력, 작동, 제어가 가능하여 움직임이 불편한 장애인들에게 도움을 줄 수 있다. 사용자의 팔에 착용하여 사용하는 암밴드 형태의 입력장치인 Myo는 팔 근육을 움직일 때 나오는 전기신호를 인식하여 주변의 기기를 제어한다. 보안 인증 기능을 가진 바이오넘(Bionym)의 나이미(Nymi)밴드는 손목과 Nymi의 윗부분에 두 개의 전극을 가지고 있으며, 사용자의 손가락을 통한 전류의 흐름을 이용해 심장박동 패턴을 인식하여 잠금이 해제되는 제품(Son, 2014)으로 생활의 편의를 제공한다.

4. Entertainment type

엔터테인먼트형(entertainment type)은 동작인식 스마트 의류제품을 통해 사용자의 움직임을 측정 분석하여 오락 및 게임 놀이인 가상공간에서 사실적인 생동감을 주어 사용자에게 재미를 제공하는 것을 의미한다. 대표적인 제품인 모프(Moff)밴드는 시계형 장난감으로 손목에 장착해 여러 동작을 취하면 가속도

센서, 자이로센서를 통해 사용자의 움직임을 분석하고, 스마트폰과 블루투스로 연결하여 사용자의 모션에 따라 상황에 맞는 효과음을 구현해주어 재미를 제

공한다.

동작인식 스마트 의류제품 기능별 인식 및 센서 기술을 정리해 보면 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Technology by type of motion recognition smart clothing products

Type	Function	Product	Technology			
			Recognition	Feedback	Sensor	Sensor Contact area
Health-care	Injury prevention	·Hövdings 2.0 airbag	·Abnormal motion	·Automatic air bag operation	·Motion	·Neck
		·Checklight	·Motion detection due to head impact	·Shows LED light (Guardian)	·Accelerometer ·Gyroscope	·Head
	Health monitoring	·Mimo ·Owlet baby socks ·Sproutling monitor	·Vital signs when sleeping	·Smart phone display(Guardian) ·Alarm	·Heart rate ·Acceleration	·Body ·foot
		·Joule Earing	·Vital signs when activity	·Smart phone display	·Heart rate ·Acceleration	·Ear
		·Jins meme	·Eye movement ·Blink detection		·EOG ·Acceleration	·Nose ·Glasses leg
	Posture correction	·Feet Me ·Feet Guider ·Foot Logger	·Foot pressure	·Smart phone avatar display ·Vibration	·Pressure ·Acceleration	·Sole of the foot
		·Lumoback	·Waist posture		·Lumo lift	·Waist
Sports	Heart rate & exercise monitoring	·Life beam hat	·Biological signal	·Smart phone display	·Heart rate ·Acceleration	·Forehead
		·Ombra ·Sports Bra ·PoloTech ·Yark on-P ·Hexoskin ·D-shirt	·Biological signal		·Heart rate ·Acceleration ·Gyroscope	·Chest
		·Fitbit band ·Mi band ·Jawbone Up ·Fuelband ·Inbody band	·All movements of daily life ·Exercise movements ·Biological signal	·Smart phone display ·Voice	·Heart rate ·Acceleration	·Wrist
		·Fly Fit				·Ankle
		·Athos	·Biological signal ·Muscle move		·Heart rate ·EMG	·Chest, wrist ·Arm, torso ·Calf, leg
		·Mbody	·Muscle move		·EMG	·Calf
	Exercise coaching	·Smash	·Exercise motion	·Smart phone display	·Acceleration	·Wrist
		·Nike+				·Sole

<Table 2> Continued

Type	Function	Product	Technology			
			Recognition	Feedback	Sensor	Sensor Contact area
Sports	Exercise posture correction	·Enflux ·Heddoko	·Motion ·Vital signal	·Smart phone display(3D avatar)	·Motion	·Chest, wrist ·Arm, torso ·Calf, leg
		·Stridalyzer ·Sensoria smart socks ·Altra Halo Tech Shoe ·Iofit golf	·Plantar pressure change	·Smart phone display	·Pressure ·Acceleration	·Sole
Convenience	Smart controller	·Fin ·Logbar ring ·Motion ring	·Finger motion	·Text input ·Device control	·Motion sensor	·Finger
		·Myo	·Arm muscle motion	·Device control	·EMG ·Acceleration	·Arm
	Security	·Nymi	·Heart rate pattern	·Authentication ·Unlock	·ECG	·Wrist ·finger
Entertainment	Pleasure	·Moff band	·Hand motion	·Sound	·Acceleration ·Gyroscope	·Wrist

V. Conclusion and Discussion

본 연구는 동작인식 스마트 의류제품의 특징적 유형과 기능에 따른 기술 및 동향분석을 목적으로 현재 시판되고 있는 의류제품 사례를 착용하는 신체 영역별 유형으로 분류하고, 사용목적 및 기능에 따라 각각의 제품들을 기술적 측면에서 분석하였다. 동작인식 스마트 의류제품은 머리와 얼굴, 몸통, 팔과 손, 다리와 발 등 착용하는 신체위치에 따라 4가지 유형으로 분류되었다. 머리와 얼굴은 모자, 안경, 이어링 등 액세서리 형태로, 몸통은 벨트 등의 액세서리와 브라, 셔츠, 팬츠 등의 의복이 주류를 이루었고, 팔과 손은 팔찌, 밴드, 반지 등으로, 다리와 발은 발찌, 양말, 깔창, 신발 등 텍스타일 형태의 다양한 아이টে으로 개발되고 있었다.

동작인식 스마트 의류제품은 특징적 기능에 따라 헬스케어, 스포츠, 생활편의, 엔터테인먼트 등 4가지 기능으로 분석할 수 있다. 한 제품에 한 가지 또는 여러 가지 기능이 포함된 제품도 있었으며, 여러 기능이 포함된 제품들은 주요 기능을 중심으로 분류하였

다. 헬스케어형은 건강한 삶을 위해 신체 보호 및 건강 유지 관리와 질병 예방을 위한 기능 등이 포함된 제품으로 신체보호, 부상방지, 건강 모니터, 자세교정 등을 위한 제품으로 나타났다. 스포츠형은 효율적인 스포츠 능력 강화를 위해 운동정보 및 과학적인 피드백을 제공하는 제품으로 신체 상태 및 운동레벨, 운동 속도 등을 운동 모니터, 운동 코칭, 자세교정 등을 위한 제품으로 나타났다. 생활편의형은 간단한 동작으로도 주변의 스마트 기기를 컨트롤할 수 있는 기능을 제공하여 생활에 편리함을 주는 제품으로, 엔터테인먼트형은 오락 및 게임 놀이인 가상공간에서 사실적인 생동감으로 재미를 제공하는 제품으로 나타났다. 이 중 건강과 스포츠 분야에서 많은 제품이 편중되어 개발되고 있었다. 기술적 측면에서는 인식 내용 및 대상에 적합한 센서 기술과 데이터 전송 및 다양한 정보알림 등을 위한 통신기술, 취득된 데이터를 빠르고 정확하게 분석하여 다양한 알림방법을 통해 피드백할 수 있는 기술이 융합되어 나타나고 있었다.

본 연구는 모션인식 스마트 의류제품에 대한 사례 분석 연구로 구글 사이트에서 검색된 시판되고 있는

의류제품과 학술지에서 언급된 모션인식 스마트 의류 제품만을 선정하여 주요 기능과 특성을 분석하였다는 한계를 지닌다. 앞으로 이에 대한 많은 연구가 필요하며, IT 기술이 발달된 것과 같이 IT 기술과 융합된 동작인식 스마트 의류제품도 다양하게 개발될 것이라 예상된다. 향후 후속연구에서는 빠른 변화와 발전을 보이는 IT 기술과 융합된 제품 중 동작인식 외에 다른 기능을 가진 의류제품의 특성 및 기술적 측면에 대한 연구도 의미 있으리라 사료된다.

References

- Athos. (n.d.). Athos. Retrieved March 3, 2017, from <https://www.liveathos.com/athletes>
- BioSensive Technologies. (n.d.). Joule back ring. Retrieved March 3, 2017, from <http://shopjoule.com>
- Cha, J. K., Ha, G. T., Lee, S. H., & Kim, S. H., (2015). 가상 현실, 증강 현실 동작인식을 위한 웨어러블 센서 기술 [Wearable sensor technology for recognition of virtual reality and augmented reality motion]. *Magazine of the IEEK*, 42(6), 63-70.
- Chae, Y. S. (2014). A serious game design and prototype development for rehabilitation using KINECT tools. *Journal of Korea Multimedia Society*, 17(2), 248-256. doi:10.9717/kmms.2014.17.2.248
- Chang, J. Y., Ryu, M. W., & Park, S. C. (2014). Technology trends of range image based gesture recognition. *Electronics and Telecommunications Trends*, 29(1), 11-20.
- Chang, L. (2016, March 19). Enflux smart clothing is the full-body wearable for the fitness fanatic. *Digital Trends*, Retrieved March 3, 2017, from <https://www.digitaltrends.com/health-fitness/enflux-smart-clothing>
- Choi, D. S. (2015, June). 웨어러블 디바이스의 진화-스마트를 입은 제품들 [The evolution of wearable devices: Smart products]. *Navercast*, Retrieved March 3, 2017 from http://navercast.naver.com/magazine_contents.nhn?rid=1103&contents_id=92086
- Choi, H. S. (2014). Kinect-based motion recognition model for the 3D contents control. *The Journal of the Korea Contents Association*, 14(1), 24-29. doi:10.5392/JKCA.2014.14.01.024
- Heo, G., & Ha, J. E. (2015). Analysis of table tennis swing using action recognition. *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, 21(1), 40-45. doi:10.5302/J.ICROS.2015.14.0078
- Hexoskin. (n.d.). Hexoskin shirt. Retrieved March 3, 2017, from <https://www.hexoskin.com>
- Hövdning. (2013). Hövdning 2.0 Airbag Helmet. Retrieved March 5, 2017, from https://shop.hovding.com/bilder/artiklar/zoom/3315r_2.jpg
- Industry Academic Cooperation Foundation Chosun University. (2016). *Korean Patent No. 10-1613431*. Daejeon: Korean Intellectual Property Office.
- Jang, C. I. (2012). A study of the physical experience using serious game design traffic safety education for children applied using 3D depth gesture recognition technology. *Journal of Korea Game Society*, 12(6), 5-14. doi:10.7583/JKGS.2012.12.6.5
- Jeon, S. H. (2015a, May 18). 차기 웨어러블은 '스마트링' 이젠 '반지의 전쟁' [Next wearable is 'smart ring' now 'War of the Ring']. *Newdaily*, Retrieved March 3, 2017, from <http://biz.newdaily.co.kr/news/article.html?no=10074411>
- Jeon, S. H. (2015b, June 25). 피트니스용품에 부는 웨어러블 바람... "IT 입으니, 운동효과 '쑥'" [Wearable wearable wear for fitness... "IT wear, exercise effect 'mugwort'"]. *Newdaily*, Retrieved March 3, 2017, from <http://biz.newdaily.co.kr/news/article.html?no=10078002>
- Jins MEME. (n.d.). JINS MEME. *Jins*, Retrieved April 28, 2017, from <https://jins-meme.com/en/products/es>
- Jo, J. H. (2014, September 16). 국내 패션산업 '빅데이터 활용'이 관건 [Domestic fashion industry 'Big data utilization is key']. *The International Textile-Fashion News*, Retrieved March 3, 2017, from <http://www.itnk.co.kr/news/articleView.html?idxno=43811>

- Jung, K. K., Park, H. S., & Choi, W.-S. (2009). Development of daily life monitoring system using RFID. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 14(7), 49-56.
- Kim, B. J. (2013, September 23). 스마트한 자세 교정기, '루모백' 출시 [Smart posture correction device, 'LUMOback' released]. *APPSTORY*, Retrieved March 3, 2017, from <http://monthly.appstory.co.kr/it4604>
- Kim, M. K. (2013, October 16). 나이키 '퓨얼밴드 SE' 공개, 11월 16일 출격 [Nike 'Fuel band SE' released, November 16th]. *Kinews*, Retrieved March 3, 2017, from <http://www.kinews.net/news/articleView.html?idxno=40490>
- Kim, S. K., Park, G. H., Jeon, S. H., Yim, S. H., Han, G. J., Choi, S. M., & Choi, S. J. (2009). HMM-based motion recognition with 3-D acceleration signal. *KIISE Transactions on Computing Practices*, 15(3), 216-220.
- Kim, S. K., & Sung, K. (2014). Prospect of non-touch user interface technique. *Journal of Advanced Navigation Technology*, 18(3), 242-247. doi:10.12673/jant.2014.18.3.242
- Kwon, S. H., Choi, Y. S., Lim, S. J., & Joung, S. T. (2016). A implementation of user exercise motion recognition system using smart-phone. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 17(10), 396-402. doi:10.5762/KAIS.2016.17.10.396
- Lee, B. K. (2016). An implementation of Taekwondo action recognition system using multiple sensing. *Journal of Korea Multimedia Society*, 19(2), 436-442. doi:10.9717/kmms.2016.19.2.436
- Lee, H. J., & Kwon, J. H. (2016, January). Gender differences in the pelvis & shoulder motion during the gait using motion capture data. *Proceedings of the Society of CAD/CAM Conference, Pyeongchang*, 829-835.
- Lee, J. G., Kim, J. H., & Kim, T. Y. (2010). Fingertip extraction and hand motion recognition method for augmented reality applications. *Journal of Korea Multimedia Society*, 13(2), 316-323.
- Lee, J. H. (2013, May 24). 스마트 UI/UX 기술 및 산업 동향 [Smart UI/UX technology and industry trends] [LinkedIn Slide Share]. Retrieved March 3, 2017, from <https://www.slideshare.net/opendori/ui-ux-21842153>
- Lee, S. W. (2014, March 5). 헬스케어, 이번엔 스마트 발찌? [Health care, this time smart Anklet?]. *Tech Holic*, Retrieved March 3, 2017, from <http://www.techholic.co.kr/news/articleView.html?idxno=13461>
- Lim, C. J., Kim, D. H., & Kim, Y. J. (2012). 동작인식기반 게임콘텐츠의 현황과 전망 [Current status and prospect of game contents based on motion recognition]. *Magazine of the IEEE*, 39(4), 18-26.
- Omsignal. (n.d.). OMbra. Retrieved March 3, 2017, from <https://www.omsignal.com/pages/ombra>
- Reinia. (2015, October 16). 웨어러블 안경 진스 밈 (JINS MEME), 안경 쓰니 내 피로가 보이네? [Wearable glasses JINS MEME, Can you see fatigue wearing glasses?]. *TECHG*, Retrieved March 3, 2017, from <http://techg.kr/9863>
- Retisense. (2015). Stridalyzer. Retrieved May 3, 2017, from <http://www.retisense.com>
- Ryu, H. S. (2015, March 5). 동작인식 기술 트렌드 및 시사점 [Motion recognition technology trends and implications]. *Digieco Report*, Retrieved May 3, 2017, from <http://www.digieco.co.kr/KTData/Report/FILE/PDF/동작인식%20기술%20트렌드%20및%20시사점201503051425517389545.pdf>
- Salted Venture. (2017). Iofit shoes. Retrieved May 3, 2017, from <http://iofitshoes.com/iofit-golf-solution>
- Sensoria. (n.d.). Sensoria Socks. Retrieved May 3, 2017, from <http://store.sensoriafitness.com/sensoria-fitness-smart-socks>
- Seo, J. H. (2013, July 10). 닥치고 동작 모션인식 2.0 키넥트 이후의 모션인식 기술 [Shut-down motion recognition 2.0 Kinect after motion recognition technology] [LinkedIn Slide Share]. Retrieved May 3, 2017, from <https://www.slideshare.net/JonghoonSeo/20-24091955>
- Sin, Y. S. (2015, June). 올바른 걸음걸이를 만들어주

- 는 스마트 깔창 '핏미' [Make a right gait smart insole 'Feetme']. *Bizion*, Retrieved May 3, 2017, from http://www.bizion.com/bbs/board.php?bo_table=gear&wr_id=811
- Son, D. K. (2006). *The conducting motion recognizing system using acceleration sensors for the virtual orchestra*. Unpublished master's thesis, KAIST, Daejeon, Korea.
- Son, Y. R. (2014, April 2). 사물 인터넷 시대에는 '센서 플러스'가 돈된다 [Age the internet of things, 'sensor plus' is money]. *MKnews*, Retrieved May 3, 2017, from <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2014&no=515380>
- Sproutling. (2015). Baby monitor. Retrieved May 3, 2017, from <http://sproutling.com>
- Suh, S. E., & Roh, J. S. (2015). A study on smart fashion product development trends. *The Research Journal of the Costume Culture*, 23(6), 1097-1115. doi:10.7741/rjcc.2015.23.6.1097
- Thalmic Labs. (n.d.). Myo. Retrieved March 3, 2017, from <https://www.myo.com>
- Yoo, M. W. (2016, July). 동작인식을 위한 3D 센싱 기술 [3D sensing technology for motion recognition]. *계장기술* [Instrument technology], 102-111.
- Yoon, H.-C., & Park, J.-S. (2013). Gesture-based game character animation using motion data captured from the Kinect sensor. *Journal of The Korean Society for Computer Game*, 26(2), 147-153.
- Yoon, H. J. (2014, July 26). IOT/웨어러블 디바이스에서의 동작인식 기술 및 활용분야 [IOT/wearable device motion recognition technology and application field] [LinkedIn Slide Share]. Retrieved May 3, 2017, from <https://www.slideshare.net/firehj/io-t-2014-07-26>