한국정밀공학회지 제 32 권 2 호 pp. 199-208 February 2015 / 199
J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 32, No. 2, pp. 199-208 http://dx.doi.org/10.7736/KSPE.2015.32.2.199
ISSN 1225-9071(Print), ISSN 2287-8769(Online)

착용형 웰니스 센서 및 장치 관련 기술 응용 현황

Wearable Wellness Sensors and Devices (WWSD): State of the Arts and Challenges

안범모 [1,✉]
Bummo Ahn[1,✉]

1 한국생산기술연구원 휴먼문화융합연구실용화그룹 (Human and Culture Convergence Technology R&BD Group, Korea Institute of Industrial Technology)
✉ Corresponding author: bummoahn@gmail.com, Tel: +82-31-8040-6882

Manuscript received: 2014.4.7 / Revised: 2014.10.14 / Accepted: 2014.11.17

The aim of this paper is to review recent developments and commercialized products in the field of wearable wellness sensors and devices (WWSD). Although there are several dedicated researches, the completed theories and systematic techniques have not been well established. Therefore, we divided the WWSD into four different topics (healthcare, safety & prevention, gaming & lifestyle, and sports & fitness), and review the state of the arts and challenges on the applications on the sensor and device technologies with particular focus on WWSD. We also review the limitations of the current technologies on the developments and commercialized products. Finally, we suggest and discuss new research topics related on the four topics of the WWSD.

Key Words: Wellness (웰니스), Wearable technology (착용형 기술), Sensor (센서), Device (장치)

기호설명

WWSD = wearable wellness sensors and devices
PWTT = Pulse Wave Transit Time

1. 서론

착용형 기술(Wearable technology)은 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 착용형 컴퓨터 기술로 나누어진다.[1] 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 사용자가 언제, 어디서나 네트워크 연결된 임의의 기기를 통해 컴퓨팅할 수 있는 기술이며, 착용형 컴퓨터 기술은 사용자가 몸에 착용할 수 있는 형태의 컴퓨터를 언제 어디서나 휴대하여 사용할 수 있는 기술을 말한다.[1] 특히, 착용형 컴퓨터 기술은 1961년 룰렛 게임 예측장치 개발을 시작으로 1990년대 이후 지속적으로 발달해왔다.[2]

웰니스(Wellness)는 건강한 상태를 유지하고 웰빙을 위한 잠재력을 극대화하기 위한 체계적인 노력(process)을 의미하며, 웰니스의 어원은 연구목적과 적용 방향에 따라 “well-being + happiness” 또는 “well-being + fitness” 등의 합성어 개념으로 이해된다.[3] 웰니스는 일반인 대상으로 육체적, 정신적, 감성적 데이터를 모니터링해서 건강의 유지 및 증진이 가능한 솔루션을 제공하는 기술과 서비스를 통칭하고 있다.[3]

Copyright ⓒ The Korean Society for Precision Engineering
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Fig. 1 Wearable wellness sensors and devices (WWSD)

(a) (b) (c)

Fig. 2 Blood pressure monitors: (a) Invasive type monitor (Philips) (b) Non-invasive cuff deflation type monitor (Omron) (c) Non-invasive PWTT type monitor[7,8]

본 논문에서 제안 하고자 하는 것은 착용형 웰니스 기술(Wearable Wellness Technology)이며, 본 기술을 통해 개발된 다양한 착용형 웰니스 센서 및 장치(WWSD, Wearable Wellness Sensors and Devices)에 대해 조사하고 비교 분석한 결과를 보여주고자 한다. 먼저 착용형 웰니스 기술은 착용 형 컴퓨터 기술에 웰니스의 개념이 융합된 것으로써 Fig. 1에서 보여주는 것과 같이 Healthcare & Wellness, Safety & Prevention, Gaming & Life Style, Sports & Fitness와 같이 크게 네 가지로 나눌 수 있었다. 각 분야에 대해 국내외 여러 연구기관 및 기업에서 연구 개발 중에 있지만, 체계적이고 완성도가 높은 기술과 이론이 확립되지 않았다. 특히, WWSD와 관련된 적용 기술, 특징, 및 한계점을 통합하고 정리한 자료는 상당히 부족하다.

따라서 본 논문에서는 착용형 웰니스 기술이 적용된 센서와 장치를 조사하고 앞에서 제안한 네 가지 분야에 따라 분류하고 기술현황 및 특징을 살펴보겠다. 또, 각 분야에서 개발된 센서 및 장치의 한계점을 살펴보고, 이를 극복하기 위한 방안을 살펴보겠다. 끝으로 각 세부 분야에 대한 기술 및 관련 아이디어에 대해 정리해보겠다. 2장에서는 현재 개발된 WWSD 관련 사례에 대해서 각 분야에 따라 조사했다. 3장에서는 2장에서 언급한 사례들의 한계점을 살펴보았으며, 이러한 한계점을 극복하기 위한 연구 방향을 제시했다. 4장에서는 결론과 함께 앞으로 가능성 있는 새로운 연구 주제 및 관련 기술을 제시했다.

2. WWSD 관련 기술 적용 사례

2.1 Healthcare 분야

Healthcare 분야는 크게 만성질환 환자의 건강관리와 일반인의 활동량 측정을 위한 두 가지 목적으로 구분 수 있다.

2.1.1 만성질환 환자 건강관리

오늘날 만성질환 환자의 건강 관리에 사용되는 생체신호는 혈압, 혈당, 심전도, 맥박 등이 있다.

혈압 측정기는 혈압 관련 합병증 예방을 위해 혈압 관련 증상을 조기 발견하고 실시간으로 혈압 상태 관찰을 위해 사용되며, 환자는 장치를 항상 소지하고 장시간 측정해야 된다. 측정 방식은 크게 침습형과 비침습형이 있다. 침습형은 혈관에 카테터를 삽입하여 압력을 직접 측정하는 방법이며, 비침습형은 팔에 커프를 감고 공기를 주입해서 동맥을 압박/이완시키면서 혈압을 측정하는 방법과 심전도와 혈중산소포화농도를 이용해 혈압과 비례하는 수치를 나타내는 PWTT (Pulse Wave Transit Time)를 얻어내고 이를 통해 혈압을 획득하는 방법이 있다. Fig. 2(a)에서 보여주는 Philips에서 개발된 혈압계는 움직임과 잡음을 제거할 수 있는 필터가 적용되었다.[4] Fig. 2(b)에서는 Omron 에서 개발된 커프 배기 방식의 혈압 측정기,[5] (c)에서는 ECG와 SpO2를 이용하여 측정된 PWTT 기반 측정기를 보여주고 있다.[6] 특히, 최근에는 PWTT와 혈압의 관련성에 관한 다양한 연구를 수행하고 있다.[7,8]

당뇨병 환자들이 사용하는 혈당계는 채혈식과 무채혈식 혈당계가 있다. 채혈식 혈당계는 전극 분해 방식으로 마이크로 혈당센서용 검출회로와 여러 개의 전극으로 구성된 바늘 형태의 탐침이 혈액 속의 포도당의 농도를 측정하고 전류로 변환하여 혈당을 측정한다. 무채혈식 혈당계는 역삼투압 방식 및 전자기 데이터 기반 패턴 분류법을 통해 혈당을 측정한다. 채혈식 혈당계는 Fig. 3(a)에서 나타낸 것과 같으며,[9,10] (b)는 역삼투압 방식 혈당계를 보여주고 있다.[11,12]

(a) Blood gathering types[9,10]

(b) Reverse osmosis pressure types[11,12]

Fig. 3 Blood glucose monitors

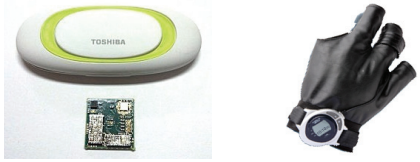
(a) (b)

(c)

Fig. 4 Electrocardiograph: (a) YM412i electrocardiograph (MEDIANA Inc.), (b) ER-1000 electrocardiograph (Boryung Soo & Soo Co Ltd.), (c) DigiTrak XT Holter recoder (Philips)

심전도 측정기는 병원에서 다양한 질병 관찰용으로 사용되며 12개의 리드를 이용해서 심전도 신호를 측정한다. 최근에 무선 기반 휴대용 심전도 측정기 개발 및 5~6개의 리드를 통해 기존의 측정 신호와 유사한 결과를 도출할 수 있는 방법 등 다양한 연구가 진행되고 있다.[4,13,14]

만성질환 환자의 맥박을 측정하기 위해 다양한 제품이 개발되었으며 관련 연구를 수행했다. 최근에는 가슴밸트, 손목시계 형태의 센서를 통해 근전도 신호를 측정하고 이를 기반으로 맥박을 측정하는 방법과, 손가락, 귓볼 등에 LED및 광다이오드를 통해 획득 가능한 광전용적맥파를 통해 맥박을 측정할 수 있다.[15-18] 특히, 사용자가 인지하지 못한 상황에서 맥박을 측정하기 위해 베개 또는



(a) (b)

Fig. 5 Pulsimeter: (a) Silmee (Toshiba), (b) HRM-1000 (H3 System Co., Ltd.)

(a) (b)

(c) (d)

Fig. 6 Physical activity monitors: (a) RS400 (Polar), (b) Shine (Misfit), (c) Pebble (Fitlinxx), (d) LifeCoordi400 (Du-Sung Technology Co., Ltd.)

의자 등에 부착된 압력센서 또는 압전센서를 통해 맥박을 측정하거나, 옷 위에 부착해서 맥박을 측정하기 위해 전자장 및 신호 고증폭기를 적용한 제품을 개발하기도 했다.[19]

2.1.2 활동량 측정

활동량은 인간이 움직여 행동하기 위해 필요한 열량이며, 활동 상태 또는 체위 등에 따라 다르게 나타난다. 과거 인간의 활동량을 측정하는 방법은 chamber calorimetry를 이용 직접 측정법과 호흡가스분석기를 통해 섭취산소량을 이용하는 간접 측정법이었다.[20-23] 그러나 현재는 일상생활이나 운동 시 다양한 형태의 휴대용 단말기를 통해 활동량을 측정할 수 있다. 현재 판매 중이며 개발된 활동량계를 살펴보면 다음과 같다. Polar에서 개발한 RS400은 가장 널리 사용되고 있는 제품으로 손목시계, 가슴벨트, 신발 에 탈/부착할 수 있다.[24] 이 제품을 통해 사용자의 심박수와 칼로리를 측정할 수 있으며, 측정된 데이터는 시계형태의 데이터 저장 장치에 저장되고 PC의 응용 프로그램을 통해

살펴볼 수 있다. Misfit 사에서 개발한 Shine은 지름이 27.5mm이며 3.3mm 두께의 단추 모양의 활동량계로 가방이나 옷 신발 등에 탈/부착할 수 있다.[25] 또, 스마트폰 기반의 활동량 관리 응용 프로그램을 제공하고 있다. Fitlinxx에서 개발한 Pebble은 Shine과 같이 다양한 위치에 부착해서 사용자의 활동량을 측정할 수 있다.[26] 국내에서 개발된 두성기술의 LifeCoordi400 은 손목 시계 형태 또는 목걸이 형태로 제작 되었으며 운동 중을 위해 생활방수 및 절전기능이 포함되었다.[27]

2.2 Safety & Prevention 분야

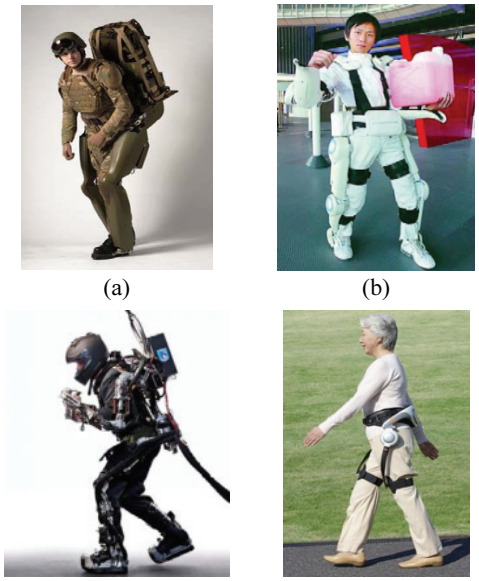
Safety & Prevention 분야는 크게 근력보조장치, 보조기, 근골격계 환자용 재활기구 및 로봇, 안전 및 사고예방 기구로 나눌 수 있다.

2.2.1 근력 보조 장치

정상인의 근력 증강을 위한 보조장치로 군용, 중공업 및 건설현장에서 무거운 물체를 옮기거나 관련 작업을 수행하거나 거동이 불편한 고령자의 근력을 보조하기 위해 개발된 장치이다(Fig. 7). UC Berkeley에서 개발된 BLEEX는 산업 및 군사적 용도로 사용자의 근력을 보조해주는 장치이다.[28-30] 이 장치는 착용형 외골격 시스템으로 사용자의 움직임을 파악하여 7자유도 구동이 가능하며 최대 75kg까지 지지할 수 있으며, 최대 2시간 정도 사용할 수 있다. Tsukuba 대학에서 개발한 HAL은 EMG 신호를 이용한 전신 근력 보조용 로봇으로 장애인 또는 노인을 위한 일상 생활 근력 보조기구로 사용하기 위해 개발되었으며, 군사용 목적으로도 사용 가능하다. 최근 후쿠시마 원전 사고 지역 청소를 위해 HAL을 사용하기도 했다.[31-33] Sarcos사에서 개발한 XOS exoskeleton은 2000년 미국방부 지원에 의해 연구를 시작하게 되었으며, 전체 시스템은 68kg이며, 최대 91kg까지 지지하며 24시간 사용 가능하다.[34] 최근 Honda Motor사에서는 보행능력이 떨어진 고령자의 보행분석을 통해 독립적인 보행을 보조해주는 장치인 Stride Management Assist Device를 개발했다.[35] 이 장치는 가볍고 누구나 쉽게 착용할 수 있으며 상용화 된 제품이다.[36]

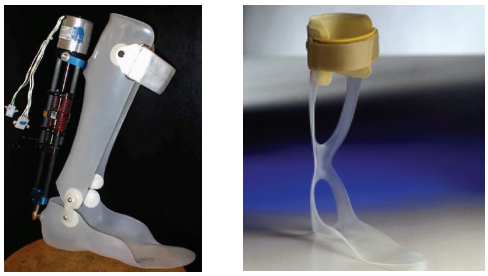
2.2.2 보조기

보조기는 신/근/골격계 환자의 보행 보정을 위해 상/하지, 체간, 머리 또는 목과 그 중간 골격의



(a) (b) (c) (d)

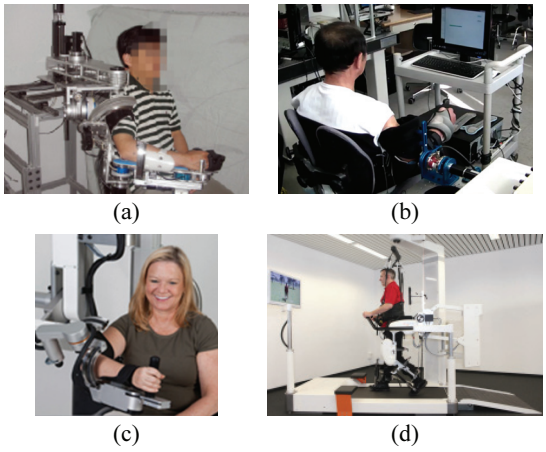
Fig. 7 Exoskeleton systems: (a) BLEEX,[28-30] (b) HAL,[31-33] (c) XOS,[34] (d) Stride management assist device[35]



(a) (b)

Fig. 8 Orthosis: (a) Active ankle foot orthosis,[36] (b) 28U9 (Ottobock)[37]

관절부에 사용할 수 있는 단일 및 조립품으로 구성된다(Fig. 8). MIT Media Lab에서는 근력이 부족한 환자를 위해 능동형 발목관절 보조장치를 개발했다.[36] 특히, 부족한 근력으로 인해 장비의 마찰이나 관성력의 저항을 최소화하기 위한 스프링 기반의 동력전달 장치를 개발했다. 수동형 보조기는 Ottobock사에서 개발한 다양한 제품이 있다. 카본 복합소재를 사용해 플라스틱보다 강하고 가벼우며 탄성력이 뛰어나 보다 자연스러운 보행이 가능하며, 탄성력에 의해 족하수 및 보행 시 추진력을 제공할 수 있다.[37]

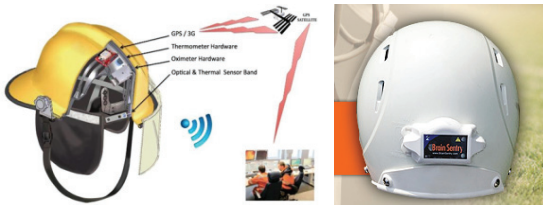


(a) (b) (c) (d)

Fig. 9 Rehabilitation systems: (a) IntelliArm system (Rehabilitation Institute of Chicago), (b) Shoulder rehabilitation system (KAIST), (c) ARMEO (Hocoma), (d) LOKOMAT (Hocoma)

2.2.3 근골격계 환자용 재활기구 및 로봇

재활은 장애인에게 신체적, 심리적, 사회적 생활능력을 회복시켜 개인적 독립생활을 할 수 있도록 하는 것이며 상지, 하지, 그리고 인지 재활로 이루어진다. 고령화 시대를 맞아 뇌졸중, 치매 등 노인성 질환이 함께 증가하면서 관련 질환에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 시카고 재활연구소에서는 뇌졸중 환자의 상지 재활시스템을 개발했다.[38] 어깨를 자유롭게 움직일 수 있도록 자유도를 향상시켰으며, 운동능력의 향상도를 검증하기 위해서 운동범위 및 EMG 신호를 확인할 수 있다. 최근에는 어깨와 팔꿈치 재활 시 손 사용이 원활하지 않으므로 물건 집기가 가능하도록 재활훈련 시스템을 개선했으며, 그 효과에 대한 후속 연구를 진행하고 있다. KAIST Biorobotics Lab에서는 환자의 정상 팔의 근전도 신호를 통해 질환이 있는 팔의 관절에 보조적인 토크를 가해줄 수 있는 재활 시스템을 개발했다.[39] 이 시스템을 통해서 근육의 활성도 변화 추이를 살피고 이때 가한 보조적인 부하에 의한 효과를 검증하는 연구를 수행했다. 상용화된 재활 기구 및 로봇은 스위스의 Hocoma 사가 개발한 상지 재활 시스템 (ARMEO) 및 하지 재활 시스템 (LOKOMAT)이 있다(Fig. 9(c), (d)).[40] 다양한 가상/증강현실 기술 기반의 재활운동 콘텐츠를 이용해서 재활치료 효과를 증대시켰으며, 재활운동을 평가할 수 있는 다양한 프로그램을 개발 및 적용했다.



(a) (b)

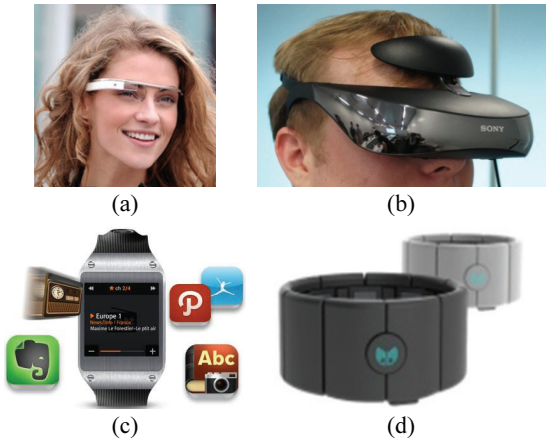
Fig. 10 Safety and prevention systems: (a) Smart fire rescue helmet (Rehabilitation Institute of Chicago), (b) Brain sentry system (Brain sentry)

2.2.4 안전 및 사고예방 기구

안전 및 사고예방을 위한 착용형 기구는 소방관, 군인, 등 극한 환경에 놓여있는 사용자나, 위험한 운동이 필요한 선수에게 치명적인 사고 발생 전 사용자의 관찰 및 사고 예방을 위한 장치를 말한다. 현재 연구 개발 단계에 있으며, 개발된 제품은 Fig. 10과 같다. 캐나다 Vancouver Coastal Health Research Institute에서는 소방관을 위해 맥박 및 심박수를 측정할 수 있는 헬멧을 개발했다.[41] 조직 산소공급을 통해 맥박을 측정했으며, 근적외분광분석법을 통해 비침습적인 방법으로 심박수를 측정할 수 있으며, 위치추적 장치가 내장 되어 있다. 미국의 Brain Sentry사는 미식 축구 운동 중 유소년 선수들의 뇌에 상당히 큰 충격이 가해짐으로 인해 많은 사고가 발생하는 점을 예방하기 위해 운동 중 충격량을 측정할 수 있으며, 헬멧에 장착할 수 있는 장치를 개발했다.[42]

2.3 Gaming & Lifestyle 분야

Gaming & Lifestyle 분야는 ICT(Information and Communication Technology) 기반의 착용형 웰니스 센서 및 장치에 관한 연구 및 제품이 주류를 이루고 있다. IT 리서치 기업 ABI Research에 따르면 내년까지 관련 산업 시장이 크게 확대되어 대기업 간 경쟁이 본격화될 것으로 전망했다.[43] 특히, 최근 스마트폰이 보급됨에 따라 최신 ICT 기술 기반의 다양한 착용형 센서 및 디바이스가 개발되었다. 구글은 500만화소 카메라, 이어폰, 소형마이크가 내장되어 있는 구글 글래스를 개발했다.[44] 또, Wi-Fi나 Bluetooth를 이용해서 스마트기기와 연동할 수 있게 만들었다. SONY에서는 가상현실 기반 게임 및 다양한 분야에 적용할 수 있으며, 가볍고 무선통신이 가능한 HMD (Head Mounted Display, HMZ-T3W)를 개발했다.[45] 삼성은 스마트 워치 형



(a) (b) (c) (d)

Fig. 11 ICT based wearable devices: (a) Google Glasses (Google), (b) HMZ-T3W (SONY), (c) Galaxy Gear (Samsung), (d) MYO (Thalmic labs)

태의 착용형 기기로써 갤럭시 휴대폰 단말기와 연동 시 통화가 가능하며, 인터넷 및 미디어 사용, 카메라 기능, 등 다양한 기능을 사용할 수 있는 Galaxy Gear를 개발했다.[46] 캐나도의 THALMICLABS에서 개발한 MYO는 팔뚝 근육의 근전도 신호를 측정하고 이를 다양한 입력 신호로 변화시켜줌으로써 전자기기를 제어할 수 있다.[47]

2.4 Sports & Fitness 분야

Sports & Fitness 분야는 크게 여가활동 시 부상예방 및 통증 완화용 기구와 착용형 운동기구로 나눌 수 있다.

2.4.1 부상 예방 및 통증 완화용 기구

스포츠 및 레저 활동 증가에 따라 운동 시 필수적인 도구로 집중력과 근력을 조력해주고 나아가 활동 시 부상예방 및 가벼운 부상의 통증완화에 도움을 주는 기능을 갖추고 있는 운동 보조기구를 말한다. 무릎, 발목, 손목, 팔꿈치, 어깨 등에 착용해서 관절을 효과적으로 압박함으로써 비정상적인 활동을 제한하며 충격이나 진동을 흡수할 수 있어야 한다. 최근에는 장시간 착용을 위해 혈액순환에 어려움이 없어야 하고 통풍이 잘되는 재료를 사용해서 제작한다. 해외 기업으로는 Mueller Sports Medicnie, ZAMST, 나이키 등이 있으며, 국내에는 SPOMED 등이 있다. 관련 제품은 Fig. 12에서 보여주는 것과 같다.[48-51]

(a) (b) (c) (d)

Fig. 12 Brace: (a) Hg80 (Mueller Sports Medicine), (b) ZW-1 (ZAMST), (c) FE0122 (NIKE), (d) SM-909 (SPOMED)

(a) (b)

Fig. 13 Wearable fitness systems: (a) Slendertone System (Slendertone Bio-Medical Research), (b) Vibro Sauna Belt (ER Rovera)

2.4.2 착용형 운동기구

최근 건강에 대한 관심이 급격히 증가함에 따라 많은 사람들이 운동의 필요성을 느끼고 있다. 하지만 운동할 수 있는 시간이나 장소의 부족을 극복하기 위해 최근 시간/공간의 제약이 없는 착용형 운동기구 개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 상용화 된 제품을 살펴보면 다음과 같다. Slendertone Bio-Medical Research에서 개발한 Slendertone System은 전기 자극을 근육에 인가함에 따라 수축/이완 운동을 반복적으로 가해줄 수 있는 운동기구이다.[52] 복부, 팔, 엉덩이 등 다양한 위치에 적용할 수 있으며, 그 효과가 20~40분 착용한 효과가 120회의 윗몸 일으키기와 유사한 운동효과를 발생시켜준다고 한다. 이탈리아 ER Rovera에서 개발한 Vibro Sauna Belt는 진동 자극 및 열을 인가함으로써 혈액순환 및 근육피로를 풀어줄 수 있는 마사지 기구이다.[53]

3. 기존 WWSD 기술적 한계점

3.1 Healthcare 분야

만성질환 환자의 건강관리 센서 및 장치와 연동되는 다양한 유료 온라인 측정정보 관리서비스가 제공되고 있다. 하지만 비용 발생에 따른 사용자 반감으로 인해 자동응답기능 등의 무료서비스 필요성이 대두되고 있다. 특히, 측정된 정보의 신뢰도가 높지 않으며, 임상연구 결과가 기반된 근거자료가 부족하다. 또, 측정정보 기반의 다양한 index 모델이 부족하며, 외형적으로 사용자에게 호감을 주지 못하는 한계점이 있다. 따라서 다양한 임상연구 결과를 통해 측정된 결과를 분석할 수 있는 방법이 필요하고, 다양한 index모델을 통해 사용자에게 정보를 보다 효율적으로 전달할 수 있는 방안을 모색해야 한다. 또, 사용자에게 호감을 줄 수 있는 디자인 기법을 통해 센서 및 장치 소형화 및 통합화를 위한 노력이 필요하다.

활동량 측정을 위한 방법으로는 가속도센서를 이용하는 경우와 GPS를 이용하고 있다. 이를 통해 동전 크기의 단말기를 개발했으며, 사용자에게 호감을 줄 수 있는 크기 및 형태를 고려한 제품이 개발되었고, 이미 상용화되었다. 하지만 만성질환 환자 건강관리 용 센서 및 장치에 대한 연구 결과와 유사한 활동량 측정 결과와 관련된 정확한 임상 연구 결과가 부족하다. 또, 이를 사용자에게 효율적으로 전달할 수 있는 index 모델이 부족하다. 따라서 이러한 점을 개선하기 위해 지속적인 노력을 할 필요가 있다.

3.2 Safety & Prevention 분야

근력 보조 장치는 개발 및 연구 중인 경우가 대부분이고, 일본 및 미국에서 상용화 제품을 개발했다. 제품의 가격이 상당히 고가이기 때문에 일반인이 사용하기에는 쉽지 않고, 군사용 및 산업용으로 사용되고 있다. 최근 고령자를 위한 복지의 한 방법으로 일부 백화점 및 공공기관에서 배치해 놓는 경우가 있다. 앞으로는 사용자에 따라 세분화하여 사용성을 높이는 연구가 필요할 것이다.

장애인의 보조기는 현재 기계식 및 전자식 장치를 개발하는 단계에 있다. 운동 자유도에 따른 사용자의 사용성 평가, 일반인과 유사한 보행 시 적합한 장딴지 및 발바닥 압력 분포 전달법, 발끌림 현상을 최소화하여 일반인의 보행과 유사하게 만들어 주기 위해 발을 들어주는 장치에 대한 연구, 보행 시 다른 발의 에너지를 이용하거나, 무릎 또는 고관절 운동을 이용한 보조적 장치를 통해 발 또는 무릎의 움직임을 보조해 주기 위한 방법에 대한 연구 등 다양한 연구를 수행하고 있다. 또한 이를 실제로 구현하기 위한 임상연구를 수행하고 있다.

근골격계 환자용 재활기구 및 로봇은 최근 주요 노인성 질환인 뇌졸중, 치매 등과 관련해서 다양한 수요가 발생하고 있다. 특히, 재활훈련 시 환자의 의도/집중도 및 훈련 강도에 따른 재활훈련 효과를 규명하는 연구가 국내/외 활발히 수행되고 있다. 또한 가상현실 기술 등을 통해 환자의 흥미를 유발시킬 수 있는 서비스 콘텐츠와 관련된 연구도 수행되고 있다.

끝으로, 안전 및 사고예방 기구는 현재 연구개발 단계의 제품이 대부분이며 관련 제품이 상당히 부족하다. 현재 ICT기술과 센서 기술의 융합을 통해 다양한 제품들이 연구 개발되어 만들어 지고 있으나, 건설현장 및 고위험 현장에서 발생하는 부상 및 사망 사고를 예방하거나 응급처치 관련 제품의 연구가 좀 더 필요하다.

3.3 Gaming & Lifestyle 분야

ICT 기반의 착용형 웰니스 센서 및 장치에 대해 전세계 다양한 기업 및 연구기관에서 관련 연구가 수행되고 있다. 최근에는 무선통신 기술을 통해 스마트기기와 연동되는 착용형 장치와 연동 시 사용할 수 있는 소프트웨어 기반의 서비스 콘텐츠 관련 연구를 수행하고 있다. 또한, 소재 및 디자인의 차별화를 활용해 착용형 장치의 존재감을 최소화하기 위한 연구가 수행되고 있다.

3.4 Sports & Fitness 분야

부상 예방 및 통증 완화용 보호대와 관련된 연구는 필요성의 부족에 따라 연구가 상당히 부족하다. 따라서 제품 소재 특성(친환경성, 경량성, 탄력성, 통풍/보온 등)의 차별화, 인체역학적 설계(해부학적 관절 정보 반영), 운동역학적 설계(비정상적인 활동 제한, 충격/진동 흡수 등) 등 다양한 점을 고려해야 될 필요성이 있다. 또한, 정확한 임상적 검증 실험 및 결과를 기반으로 연구 및 개발이 진행될 필요가 있다.

최근 건강에 대한 관심이 급증함에 따라 많은 사람이 운동을 시간/공간적 제약을 받지 않고 하고 싶어한다. 이러한 점을 실현해주기 위해 개발

한 것이 착용형 운동기구이다. 적용된 기술을 살펴보면 근육에 전기자극을 인가함으로써 근육을 수축/이완시켜주는 기술과, 근육 및 피부에 쌓인 피로를 풀어주기 위해 진동모터를 통해 기계적인 자극을 인가하는 기술, 혈액순환을 도와주기 위해 피부에 접촉되는 부분의 온도를 조절해주는 기술 등이 있다. 현재 제품의 부피를 최대한 줄여서 활동 중에도 착용하고 운동할 수 있는 제품의 개발이 필요하며, 사용자의 다양한 선호도를 파악하고 이를 반영할 필요가 있다.

4. 결론

본 문헌 조사 결과는 WWSD와 관련된 다양한 연구 및 제품 동향을 살펴보았으며, 적용 기술현황, 한계점 및 보완되어야 할 점 등을 살펴보았다. 이 분야는 체계적이고 완성도가 높은 기술과 이론이 아직 확립되지 않았고, 앞으로 해결되어야 할 다양한 한계점을 찾을 수 있었다. 하지만, 이를 극복한다면 성장 가능성이 높은 연구 분야임이 분명하기 때문에 다음과 같이 각 세부 분야에 대한 기술 및 관련 아이디어에 대해 정리해보겠다.

먼저 Healthcare 분야에서는 하루 중 자동차에서 보내는 시간 동안 사용자의 건강을 관측 및 예측할 할 수 있다. 안전벨트, 의자, 핸들, 기어변속 손잡이, 등 차량 탑승 시 사용자와 접촉이 가능한 위치에 부착된 생체 신호를 측정할 수 있는 센서를 통해 차량 탑승 시 사용자의 건강 상태를 파악할 수 있다. 또, 위급 상황이 관측된 경우 측정된 신호를 인근 병원 및 관련 기관에 전송할 수 있는 정보 통신 및 관련 기술에 대한 연구가 필요하다. 이외에 활동량계 분야에서는 모든 사람이 구매가능하며 지속적인 사용이 가능하도록 스마트폰과 연동되며, 소형 및 저가의 액세서리 형태의 활동량계 개발이 필요하다. 운동화의 깔창에 부착한 압력 센서를 이용해서 사용자의 몸무게, 활동량, 보행패턴 등의 정보를 측정할 수 있으며, 스마트폰으로 전송하여 사용자가 확인할 수 있어야 할 것이다.

Safety & Prevention 분야에서는 근/골격 계 질환자 재활 시 환자의 의도에 따른 훈련을 받을 경우 재활효과가 커진다고 보고되었다. 이를 통해 환자에게 흥미를 유발시킬 수 있는 다양한 서비스 컨텐츠를 제공할 수 있는 능동재활기구에 대한 연구가 필요하다. 특히, 최근에는 관련분야의 연구기관 및 기업에서 손목이나 손가락 재활을 위한 기구 및 장치 개발에 대한 연구를 수행할 필요가 있다고 언급하고 있다. 군인, 경찰, 소방관을 위한 다양한 정보 통신 기술이 적용된 시계 단말기 형태의 통신기기 기술 개발이 필요하다. 오늘날 사용하고 있는 무전기는 부피가 커서 휴대성이 떨어지며 기능적인 면에서 제한적이다. 따라서 사용자의 인체 상황 정보 인식 기능, 인터넷 등 다양한 미디어를 통한 정보 검색 기능, 소형화 등이 구현된다면 사용자에게 널리 사용될 수 있을 것이다.

Gaming & Lifestyle 분야에서는 최근 스마트폰이 널리 사용됨에 따라 스마트 폰으로 축적된 사용자의 행위정보 및 상황 정보를 얻을 수 있다. 축적된 개인 선호도 정보를 생성하고 이를 통해 생활기기를 제어하거나 권고 서비스를 제공할 수 있는 정보 통신 기술 및 개인화 환경 구축을 위한 연구가 필요하다. 가상현실 분야의 활성화를 위해 다양한 하드웨어/소프트웨어 인터페이스 개발이 필요하다. 특히, 기존 하드웨어 인터페이스가 지니는 가격적인 문제점을 극복하기 위해 저가의 구동기 및 센서를 통한 개발이 이루어져야 한다.

끝으로 Sports & Fitness 분야에서는 중년의 여성이나 출산 경험을 한 여성의 경우 대부분 요실금 및 배뇨기능 장애를 지니고 있다. 또, 남성의 경우 비뇨기 장기 관련 질환치료 후 다양한 부작용이 발생하고 있다. 따라서 이를 개선하기 위해 다양한 연구를 수행하고 있지만, 실질적인 운동방법이나 운동을 할 수 있는 장치에 대한 연구가 많이 부족하다. 따라서 비뇨기 장기 기능 개선을 위한 골반근육 강화 운동 방법 및 운동기기에 대한 연구가 필요하다. 기존에 개발된 다양한 착용형 운동기구가 지니는 부피 및 휴대성의 한계점을 극복할 수 있도록 소형화 및 오랜 지속성이 가능한 새로운 형태의 운동기구 개발이 필요하다.

앞서 언급한 연구 아이디어는 본 문헌 조사 결과 및 관련 연구 분야를 바탕으로 도출 된 것이며 이외에도 다양한 주제가 있다. 또 각 연구를 수행하기 위해 여러 가지 부족한 기반 기술에 대한 연구가 필요할 것이다. 무엇보다도 이 분야는 앞으로 성장 가능성이 높은 연구 분야이기 때문에 지속적인 관심과 다양한 연구 개발이 필요하다.

REFERENCES

1. Wikipedia “Wearable technology,” http://en.wikipedia.org/wiki/Wearable_technology (Accessed 13 JAN.

2014)
2. Randell, C., “Wearable Computing: A Review,” Technical Report CSTR-06-004, University of Bristol, 2005.
3. MKE Office of Strategic R&D Planning, KITECH, “Future Wellness Industry Trend Analysis and Development Plan,” 2012.
4. Philips, “Health Care,” http://www.healthcare.philips.com/kr_ko/ (Accessed 13 JAN. 2014)
5. OMRON Global, “Healthcare,” http://www.omron.jp (Accessed 20 JAN. 2015)
6. Roche Diagnostics, “Products,” http://www.roche.com (Accessed 20 JAN. 2015)
7. Sugo, Y., Ukawa, T., Ishihara H., Kazama, T., and Takeda, J., “A Novel Continuous Cardiac Output Monitor Based on Pulse Wave Transit Time,” Proc. of International Conference of the IEEE EMBS, pp. 2853-2856, 2010.
8. Sugo, Y., Sakai, T., Terao, M., Ukawa, T., and Ochiai, R., “The Comparison of a Novel Continuous Cardiac Output Monitor Based on Pulse Wave Transit Time and Echo Doppler during Exercise,” Proc. International Conference of the IEEE EMBC, pp. 236-239, 2012.
9. Roche Diagnostics, “Products,” http://www.roche.com (Accessed 13 JAN. 2014)
10. Greencross, “Products,” http://www.greencross.co.kr (Accessed 13 JAN. 2014)
11. Vashist, S. K., “Non-invasive Glucose Monitoring Technology in Diabetes Management: A review,” Analytica Chimica Acta, Vol. 750, No. 31, pp. 16-27, 2012.
12. KMH Inc., http://kmholdings.com (Accessed 13 JAN. 2014)
13. MEDIANA USA, Inc., “http://www.medianatech.com (Accessed 13 JAN. 2014)
14. Soo&Soo, Ltd., “Product,” http://www.isoonsoo.co.kr/ (Accessed 20 JAN. 2015)
15. Allen, J., “Photoplethysmography and its Application in Clinical Physiological Measurement,” Physiological Measurement, Vol. 28, Paper No. R1-39, 2007.
16. Kunesch, E., Binkofski, F., and Freund, H. J., “Invariant Temporal Characteristics of Manipulative Hand Movements,” Experimental Brain Research, Vol. 78, pp. 539-546, 1989.
17. Watanabe, K., Watanabe, T., Watanabe, H., Ando, H., Ishikawa, T., et al., “Noninvasive Measurement of Heart Beat, Respiration, Snoring and Body Movements of a Subject in Bed via a Pneumatic Method,” IEEE Transaction on Biomedical Engineering, Vol. 52, pp. 2100-2107, 2005.
18. Xiong, Y. and Quek, F., “Hand Motion Gesture Frequency Properties and Multimodal Discourse Analysis,” International Journal of Computer Vision, Vol. 69, pp. 353-371, 2006.
19. Han, H. and Kim, J., “Artifacts in wearable Photoplethysmographs during Daily Life Motions and their Reduction with Least Mean Square based Active Noise Cancellation Method,” Vol. 42, pp. 387-393, 2012.
20. Zhang, K., PI-Sunyer, F. X., and Boozer, C. N., “Improving Energy Expenditure Estimation for Physical Activity,” Medicine & Science in Sports & Exercise, Vol. 36, No. 5, pp. 883-889, 2004.
21. Balogun, J. A., Farina, N. T., Fay, E. Rossmann, K., and Pozyc, L., “Energy Cost Determination using a Portable Accelerometer,” Physical Therapy, Vol. 66, pp. 1102-1109, 1986.
22. Rising, R., Harper, I. T., Fontvielle, A. M., Ferraro, R. T., Spraul, M., and Ravussin, E., “Determinants of Total Daily Energy Expenditure: Variability in Physical Activity,” American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 59, pp. 800-804, 1994.
23. Luke, A., Maki, K. C., Barkey, N., Cooper, R., and Mcgee, D., “Simultaneous Monitoring of Heart Rate and Motion to Assess Energy Expenditure,” Medicine and Science in Sports Exercise, Vol. 29, pp. 144-148, 1997.
24. Polar, “Products,” http://www.polar.com (Accessed 20 JAN. 2015)
25. Misfit, “Products,” http://www.misfitwearables.com (Accessed 20 JAN. 2015)
26. Fitlinxx, “FitLinxx Products,” http://www.fitlinxx.net. (Accessed 20 JAN. 2015)
27. Du-Sung Technology, “Wearable,” http://www.du-sung.com/ (Accessed 20 JAN. 2015)
28. Kazerooni, H., Racine, J. L., Hwang, L., and Steger, R., “On the Control of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton (BLEEX),” Proc. of the IEEE

International Conference on Robotics and Automation, pp. 4353-4360, 2005.
29. Kazerooni, Steger, R. and Hwang, L., “Hybrid Control of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton (BLEEX),” The International Journal of Robotics Research, Vol. 25, pp. 561-573, 2006.
30. Zoss, A. B., Kazerooni, H., and Chu, A., “Biomechanical Design of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton (BLEEX),” IEEE ASME Transaction on Mechatronics, Vol. 11, No. 2, pp. 128-138, 2006.
31. Lee, S. and Kawamoto, H., “Power Assist Control for walking aid with HAL-3 based on EMG and Impedance Adjustment around knee joint,” Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vol. 2, pp. 1499-1504, 2002.
32. Kawamoto, H. and Sankai, Y., “Power Assist Method based on Phase Sequence and Muscle Force Condition for HAL,” Advanced Robotics, Vol. 19, No. 7, pp. 717-734, 2005.
33. Suzuki, K., Mito, G., Kawamoto, H., Hasegawa, Y., and Sankai, Y., “Intention-based Walking Support for Paraplegia Patients with Robot Suit HAL,” Advanced Robotics, Vol. 21, No. 12, pp. 1441-1469, 2007.
34. Jacobsen, S. C., Olivier, M., Smith, F. M., Knutti, D. F., Johnson, R. T., et al., ‘‘Research Robots for Applications in Artificial Intelligence, Teleportation and Entertainment,’’ The International Journal of Robotics Research, Vol. 23, No. 4-5, pp. 319-330, 2004.
35. Honda, “Walk assist,” http://corporate.honda.com/innovation/walk-assist/ (Accessed 20 JAN. 2015)
36. Blaya, J. A. and Herr, H., “Adaptive Control of a Variable-Impedance Ankle–Foot Orthosis to Assist Drop-Foot Gait,” IEEE Transaction on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 12, No. 1, pp. 24-31, 2004.
37. Ottobock, “Users & Patients,” http://www.ottobock.com (Accessed 20 JAN. 2015)
38. Ren, Y., Kang, S. H.., Park, H. S., Wu, Y. N., and Zhang, L. Q., “Developing a Multi-Joint Upper Limb Exoskeleton Robot for Diagnosis, Therapy, and Outcome Evaluation in Neurorehabilitation,” IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 21, No. 3, pp. 490-499, 2012.
39. Park, K., Lee, D., and Kim, J., “Estimation of Shoulder Flexion Torque and Angle from Surface Electromyography for Physical Human-Machine Interaction,” J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 28, No. 6, pp. 663-669, 2011.
40. Hocoma, “Products,” http://www.hocoma.com (Accessed 20 JAN. 2015)
41. Vancouver Costal Health Research Institute, “Dr. Babak Shadgan – 2012 Wearable Technology World Cup Winner,” http://www.vchri.ca/awards/articles/2013/04/18/dr-babak-shadgan-%E2%80%93-2012-wearable-technology-world-cup-winner (Accessed 13 JAN. 2014)
42. Brain Sentry, “Our Products,” http://brainsentry.com (Accessed 20 JAN. 2015)
43. ABI Research, “$US100 Billion Cybersecurity Spending for Critical Infrastructure by 2020,” http://www.abiresearch.com (Accessed 20 JAN. 2015)
44. Google, “The Glass Explorer Program,” http://www.google.com/glass/start (Accessed 13 JAN. 2014)
45. SONY, “Wireless Personal 3D Viewer, HMZ-T3W,” http://www.sony.co.uk/product/personal-3d-viewer/hmz-t3w (Accessed 13 JAN. 2014)
46. Samsung, “Samsung Gears,” http://www.samsung.com (Accessed 20 JAN. 2015)
47. THALMICLABS, “MYO,” https://www.thalmic.com (Accessed 20 JAN. 2015)
48. Mueller Sports Medicine, “By Body Part,” http://www.muellersportsmed.com (Accessed 20 JAN. 2015)
49. ZAMST, “Products,” http://www.zamst.com (Accessed 20 JAN. 2015)
50. NIKE, “NIKE Store,” http://www.nike.com (Accessed 20 JAN. 2015)
51. SPOMED, “Product,” http://www.spo-med.com (Accessed 20 JAN. 2015)
52. Slendertone Bio-Medical Research, “Slendertone,” http://www.slendertone.com (Accessed 20 JAN. 2015)
53. ER Rovera, “Home Fitness,” http://www.rovera.com (Accessed 20 JAN. 2015)