멘탈헬스 측정 및 멘탈웰빙 관리시스템 기술개발 동향

A Study on Mental Health Assessment and Mental Wellbeing Management System

김민정 (M.J. Kim, minjkim@etri.re.kr) 인지·교통ICT연구실 책임연구원
박경현 (K.H. Park, hareton@etri.re.kr) 인지·교통ICT연구실 책임연구원
김정숙 (J.S. Kim, jungsook96@etri.re.kr) 인지·교통ICT연구실 책임연구원
김현숙 (H.S. Kim, hyskim@etri.re.kr) 인지·교통ICT연구실 책임연구원
권오천 (O.-C. Kwon, ockwon@etri.re.kr) 인지·교통ICT연구실 연구전문위원
윤대섭 (D.S. Yoon, eyetracker@etri.re.kr) 인지·교통ICT연구실 책임연구원/실장

ABSTRACT

As the COVID-19 crisis continues, working environments and lifestyles have been changed unexpectedly, therefore the importance of mental health in the working environments has been highlighted. When the workers' mental health deteriorates, there will be personal losses but also human resources losses caused productivity decrements of the company or the organization. Many researchers have been tried to solve these issues with the help of ICT technologies such as wearable devices. Most wearable healthcare devices have been designed to detect the physiological status of users and collect the physical activities of users, and their applications are gradually expanding. Those devices may be good candidates to prevent loss of human resources from working environments especially under the COVID-19 situation by continuously monitoring mental health status in connection with mobile devices and managing the mental health on their own by combining mental well-being with support solutions. In this paper, the development trend of mental health measurement and mental well-being support technologies is analyzed, and development prospects are examined.

KEYWORDS 멘탈웰빙, 멘탈헬스, 스마트 헬스케어, 스트레스 감지, 스트레스 완화

Ⅰ. 서론

경제협력개발기구(OECD)에서 최근 발행한 보고서에 의하면 코로나19(COVID-19) 사태에 따른 불안장애·우울증 증가 등과 같은 정신건강문제가 심화됨에 따라, 대응을 위한 정부 차원의 예산 지

* DOI: https://doi.org/10.22648/ETRI.2021.J.360504
* 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 "국제공동기술개발사업[과제번호 P0011894-지식근로자 대상 인공지능 기반 멘탈헬스/웰빙 관리 솔루션 개발]"의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

본 저작물은 공공누리 제4유형
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.
©2021 한국전자통신연구원

원 확대 노력과 함께 학교 및 직장에서의 정신건강 증진 프로그램의 필요성을 언급하고 있다[1]. 이와 함께 웨어러블 디바이스 보급이 급속히 확대되면서 웨어러블 디바이스를 이용해 신체적 건강뿐만 아니라 정신건강 관리를 돕는 멘탈헬스케어(Mental Healthcare) 관련 기술이 주목받고 있다. 세계보건기구(WHO)에서는 '멘탈헬스'를 "단순히 질병이 없는 상태가 아니라, 개인이 자신의 능력을 깨닫고 일상적인 삶의 스트레스에 대처할 수 있고 생산적으로 일할 수 있으며 자신의 지역 사회에 기여할 수 있는 웰빙 상태"로 정의하고 있다[2]. 적절한 스트레스는 직무수행에 몰입하고 만족을 주어 생산성을 높이는 효과도 있지만, 과도한 스트레스는 탈진/번아웃 우울증으로 연결될 위험이 많고, 만성 피로, 어깨 통증, 두통, 소화불량 등 다양한 질병으로 연결될 가능성이 높다. 스트레스로 인한 멘탈헬스 상태가 좋지 않을 경우 인적 손실뿐만 아니라 의료비용, 보험 지급액 등이 증가되어 국가 경제 산업적 손실을 증대하게 만든다. 2015년 정신 및 행동 장애로 발생되는 사회경제적 비용 규모는 약 7조 2천억 원으로 실제 의료이용으로 인한 사회경제적 부담보다 생산성 손실로 인한 사회경제적 비용 등의 간접비용으로 인한 부담 비중이 63.5%로 더 큰 것이 확인되었으며[3], 정신 및 행동장애의 사회경제적 비용은 급속한 증가세를 나타내고 있는 상태이다.

본고에서는 점차 그 중요성이 강조되고 있는 멘탈헬스를 위한 다양한 측정 기술과 멘탈웰빙을 지원하기 위한 기술 동향에 대해 살펴보고, 멘탈웰빙 지원 기술의 개발의 중요성에 대해 살펴보고자 한다.

Ⅱ. 멘탈헬스 측정 기술 동향

1. 설문 기반 멘탈헬스 측정

멘탈헬스를 측정하는 방법 중 대표적인 방법은 개인이 직접 자신의 스트레스 상태를 평가하는 설문지를 이용한 방법이다. 설문 기반 멘탈헬스 측정 기술은 목적에 따라 다양한 설문지들로 구성되며, 각 설문의 특징은 표 1과 같다[4 – 11]. 설문을 이용한 측정은 장비를 이용한 평가와 달리 비교적 쉽게 사용할 수 있는 이점은 있지만, 개인의 주관적 심리 상태에 의존하기 때문에 신뢰성이나 타당성의 근거가 부족한 것이 문제가 될 수 있다. 이를 극복하고자 코티졸(Cortisol) 농도와 같은 바이오마커를 이용해 타당성을 검증하거나 생체신호를 결합해 객관적인 데이터를 보완하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 설문 기반 멘탈헬스 측정은 1차 스크리닝 정보로 활용 후, 정신건강 전문의의 타당성 검토 과정을 통해 사용자의 상태를 객관적으로 진단 가능하다.

표 1 설문기반 멘탈헬스 측정

설문지명	특징
CSRS [4]	스트레스 반응 중 인지적 반응을 측정하고자 개발된 도구로서 스트레스 후에 일어날 수 있는 생각을 평가함
KOSS [5]	한국산업안전공단이 2005년 개발한 한국형 직무스트레스 측정 도구로 집단에 대한 상대적 직무스트레스 평가를 위해 사용하며, 개인에 대한 평가도구로의 사용을 제한함
PHQ–9 [6]	단축형 9개 문항을 우울증 선별도구로 활용됨
PSI [7]	국민건강영양조사 스트레스 측정도구로 우울, 긴장, 분노의 3가지 하부 영역을 포함
PSS [8]	주어진 생활사건을 스트레스로 인식하는 정도를 평가하기 위한 방법으로 제안되어, 개인이 실제로 느끼는 스트레스 정도를 평가하기에 적합함
PWI–SF [9]	GHQ–60 을 기초로 우리나라 실정에 맞게 수정 보완한 단축형 설문으로 사회심리적 스트레스 측정에 사용됨
SRI [10]	네 가지 스트레스 반응(감정적, 사회적, 인지적, 행동적 반응)이 포함된 스트레스 반응 척도를 위해 개발됨
WHO–5 [11]	주관적인 심리학적 웰빙을 평가하기 위해 사용됨

출처 Reproduced with permission from [4-11].

2. 생체신호 기반 멘탈헬스 측정

생체신호 기반 멘탈헬스 측정 기술은 웨어러블 디바이스를 이용한 맥파(PPG), 심전도(ECG), 뇌파(EEG), 피부전도도(EDA), 피부온도(SKT) 등의 생체신호를 측정하여 멘탈헬스를 분석하는 기술로, 웨어러블 기기가 다양해지고 각종 규제가 개선됨에 따라 다양한 상품 및 서비스 개발이 진행되고 있다. 웨어러블 기기의 응용범위가 넓어짐에 따라 다양한 형태의 웨어러블 기기를 이용하여 운동상태뿐만 아니라 심장박동과 수면상태, 심리상태에 대한 모니터링, 더 나아가서는 감정 인지가 가능해지고 있다. 가트너에 의하면 감정측정 인공지능 기능과 결합해 정신건강증진에 활용 가능한 개인용 웨어러블 기기의 비율이 2018년 1%에서 2022년 10%로 확대될 것으로 전망했다[12].

현재 출시된 웨어러블 디바이스들을 보면 그림 1[13]과 같이 손목형 스마트 밴드 타입, 안경이나 헤드셋 타입, 의류형 타입, 패치 타입 등 다양하다. IDC 조사에 의하면, 2022년 웨어러블 디바이스의 시장점유율은 스마트 시계 53.3%, 손목 밴드 24.7%, 스마트 의류 4.8%, 이어웨어 6.8%, 모듈형 웨어러블 로봇 0.3%, 기타 0.1%로, 스마트 의류와 이어웨어의 판매량이 증가할 것으로 예측했으며, 웨어러블 디바이스가 2022년까지 연평균 11.0%씩 성장할 것으로 전망했다(IDC, 2018)[14]. 각 디바이스에서 획득할 수 있는 정보도 기본적인 걸음수, 심장박동 수, 산소포화도, 호흡수 등과 같은 기본 센서 정보뿐만 아니라 수면효율, 활동량, 심박변이도(HRV) 분석에 의한 스트레스 정보 등의 멘탈헬스 분석에 활용될 정보를 추출할 수 있다.

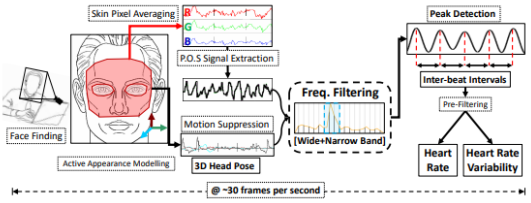
표 2는 웨어러블 장비 중 멘탈헬스 측정이 가능한 디바이스들과 추출 가능한 특징들을 요약하였다.

출처 Reprinted with permission from [13], CC-BY 4.0.

그림 1 웨어러블 헬스 모니터링 장비 종류 및 수집 정보

표 2 멘탈헬스 측정 웨어러블 디바이스

디바이스명	특징
갤럭시워치3	PPG기반 심박수 및 스트레스 지수를 제공 운동량, 걸음 수, 수면의 질 데이터 측정 및 관리
애플워치시리즈6	혈중산소포화도를 모니터링하여 수면상태나 초기 스트레스 징후 감지, 심박수, 심전도, 혈중산소 측정 가능하며 공황장애와 같은 정신건강 감지에 활용 가능
Fitbit Sense	EDA 센서를 이용하여 스트레스 모니터링 기능을 지원하고 수면 중 체온 측정 및 심장 리듬을 모니터링
Lief	스트레스조절 패치로 심박수와 호흡수를 모니터링하여 장시간의 스트레스 발생 시 사용자에게 진동 신호를 발생시키고, '바이오피드백'을 통한 스트레스 해소법 제공
옴니핏 브레인	뇌파 및 맥파를 측정하는 이어폰 일체형 헤드셋으로 스트레스 정도, 누적 피로도, 자율신경 건강도 등 정보 제공
Hexoskin	ECG 센서, 호흡 센서 및 가속도계가 장착된 단일 의류로서 심박수, 심박변이도(HRV), 호흡률, 일회 호흡량, 걸음 수, 케이던스, 예상 칼로리 소모량 등을 측정
Emfit QS	수면 중 호흡, 심박, 뒤척임, 돌아눕기 등 수면상태를 모니터링하고 심박변이도(HRV)와 스트레스 정도 등 정보 제공



출처 Reprinted with permission from [15], CC-BY.

그림 2 웹캠 이미지 기반 rPPG 신호 및 HRV 예측 연구 사례

3. 영상인식/AI 기반 멘탈헬스 측정

영상인식기반 멘탈헬스 측정 기술은 영상장치를 통해 얼굴 영상을 수집하고, 얼굴 영역 분리 및 특징점을 추출한 후 알고리즘 분석을 통해 감정 상태를 인식하거나, 얼굴 내 특정 영역의 색상 변화를 바탕으로 스트레스를 판단하는 기술이다. 얼굴의 특정 영역에 대한 움직임 및 혈류량 변화에 따른 색상 변화를 탐지하여 심박수(rPPG: Remote Photoplethysmography)를 측정하는 방법이 주로 연구되며(그림 2[15] 참고), 심박수 측정에 효과적인 RGB 채널을 기반으로 주파수 분석을 이용한 심박 정보를 추출하고 HRV 분석을 통해 스트레스 상태를 구분할 수 있다.

아마존은 레코그니션(Rekognition) 서비스를 통해 얼굴 표정에서 감정을 읽어 '행복함', '슬픔', '화남', '혼란', '혐오', '놀람', '안정', '두려움' 등 8가지 범주에 대한 얼굴의 감정을 평가하는 기술을 제공하고 있다[16]. 그러나 멘탈헬스 상태를 정확히 판단하기 위해서는 얼굴표정인식이나 음성인식뿐만 아니라 웨어러블 디바이스에서 수집된 라이프로그 데이터, 생체데이터, 사회적 관계 데이터 등의 다양한 데이터를 함께 분석할 필요가 있다. 이를 위해 딥러닝 등의 AI 기술발전을 바탕으로 AI 기반 멘탈헬스 측정 기술 개발의 필요성이 증가하고 있다.

III. 멘탈웰빙 지원 기술 동향

1. 전통적 멘탈웰빙 지원솔루션

정신심리학 전문가에 의한 멘탈웰빙 지원 방법은 명상, 독서, 산책, 음악 감상 등의 다양한 방법이 제안되고 있다. 그 중 영국 Sussex 대학의 인지신경심리학과 David Lewis 박사는 독서가 6분 만에 스트레스 지수를 68% 경감시키며, 음악 감상이 61%, 차 또는 커피 한 잔은 54%로 좋은 성과를 보인다는 연구 결과를 발표한 바 있다[17]. 또한, 30%의 산소와 파란색 조명이 스트레스 이완에 가장 효과적이라는 연구결과가 보고되었으며[18], 10분간의 마사지와 휴식도 부교감신경을 자극하여 정신적·육체적 긴장을 완화시켜 스트레스 경감 효과가 있다고 평가했다[19].

정신과적 관점에서 사용되는 스트레스 관리 훈련 기법은 표 3과 같이 신체적 관리 방법과 인지적 관리 방법으로 구별되는데, 신체적 관리 방법은 각성 수치(Arousal Level)를 감소시키기 위한 전략이고, 인지적 관리 방법은 사고방식이나 스트레스 평가 과정을 변경시켜주는 방안이다[20]. 점진적 근육이완법은 주요 부위 근육을 긴장시키다가 이완시키는 과정을 반복하여 스트레스로 인한 긴장상태에 근육을 이완시켜 스트레스를 감소시키는 훈련이고, 바이오피드백은 심박동수, 뇌파 등 생체정보를 제공하여 스스로 신체변화를 느껴 반응을

표 3 스트레스 감소 훈련 기법 유형

관리 방법	프로그램
신체적 방법	호흡법
	점진적 근육이완법
	바이오피드백
인지적 방법	명상법
	인지-행동기법

출처 Reproduced with permission from [20], CC-BY-NC 4.0.

조절할 수 있게 하는 방법이다. 인지-행동기법 훈련은 비합리적 사고를 교정하거나 긍정적 사고방식을 인지시키는 방법이다.

대중의 스트레스 관심도가 높아지면서 멘탈웰빙 지원을 위한 다양한 서비스가 개발되기 시작함에 따라, 전통적 멘탈웰빙 지원 방법을 기반으로 각종 웨어러블 기기와 IoT 기술들이 융합된 멘탈웰빙을 지원하는 방법 및 상용화된 서비스가 제공되고 있다.

2. 웨어러블 기기를 활용한 멘탈웰빙 지원 솔루션

웨어러블 기기는 신체 움직임 추적 장치에서 출발해 심박수, 수면의 질 등의 데이터를 수집하면서 우울증 치료 및 심리 안정 등 정신건강 관리를 돕는 멘탈웰빙 지원 토탈 솔루션으로 그 범위를 확장하고 있다. 웨어러블 기기와 결합된 멘탈웰빙 지원 솔루션을 살펴보면 표 4와 같다.

표 4 웨어러블 디바이스 기반 멘탈웰빙 지원 솔루션

디바이스명	특징
삼성헬스앱	갤럭시워치와 연동하여 스트레스, 불면증을 감지하고, 호흡 가이드와 명상관리 프로그램을 제공하여 스트레스 및 정신적 휴식을 관리할 수 있도록 안내
Fitbit	심박수를 바탕으로 스트레스 레벨을 측정하고 개인화된 심호흡 가이드를 제공하여 스트레스 감소 유도
옴니핏 마인드케어	뇌파(EEG)와 맥파(PPG)를 측정한 결과와 함께 심리검사를 병행해 스트레스 및 두뇌건강 분석결과를 바탕으로 치유/훈련 콘텐츠를 제공하는 맞춤형 정신건강 관리 서비스
뉴로스카이 (Neurosky)	헤드셋기반 웨어러블 기기로 뇌파(EEG) 신호를 활용해 스트레스를 줄이고 주의력을 높이고 학습능력을 도울 수 있도록 제공
뮤즈 (MUSE)	이어폰이 장착된 헤드밴드형 웨어러블 장치로 뇌파 신호를 모니터링하고, 두뇌 측정값에 따라 치유용 사운드를 제공해 집중력을 높이고 스트레스를 완화시킴

3. 모바일 앱 기반 멘탈웰빙 지원 솔루션

모바일 앱을 이용한 멘탈웰빙 솔루션은 코로나19(COVID-19)사태의 장기화로 인한 비대면 멘탈헬스 서비스의 중요성이 증가하는 상황에서 기존의 정신건강 서비스의 대안으로 주목받고 있다. 비대면 멘탈헬스 서비스 앱을 분류하면 크게 세 가지 유형으로 나뉘는데, 상담 서비스를 모바일 앱 기반 비대면으로 전환시킨 비대면 상담형, 사용자가 명상이나 스토리, 음악 등을 직접 선택하여 사용하는 단순 시청형, 전문가나 사용자에 의한 피드백에 기반을 둔 비공개 SNS 형으로 구분된다[21]. 서비스 유형에 따른 주요 멘탈웰빙 지원 앱의 특징을 살펴보면 표 5와 같다.

CALM의 경우 1,000만 이상 다운로드 수를 기록

표 5 멘탈웰빙 지원 앱

서비스유형	서비스명	특징
비대면 상담형	마인드인	모바일카메라 영상을 통해 심리상태 측정 후 감성케어 콘텐츠와 온라인 심리상담 연계
	트로스트	상담사 추천/선택 기반 실시간 채팅 상담과 비대면 전화 상담 등 모바일 앱 기반 심리 치료 서비스 제공
단순 시청형	CALM	가이드 명상, 호흡프로그램, 스트레칭 영상 등 마음챙김 주제에 따른 다양한 콘텐츠 제공
	마음프로그램	보건복지부가 개발한 스트레스 반응 조절을 위한 안정화 기법 훈련 프로그램
	마보	마음챙김 명상 단계별 가이드 및 명상 음악 제공
SNS형	마인드카페	상담전문가 또는 회원이 게시글에 피드백을 남기는 형태의 마음치유 SNS
	마성의 토닥토닥	보건복지부에서 개발한 모바일 앱 기반 인지행동치료 프로그램으로 왜곡되거나 부정적인 생각 방식을 수정하도록 지원

출처 Reproduced with permission from [21], CC-BY-NC 4.0.

하고 있으며, 트로스트의 경우도 10만 회 이상 다운로드 수를 기록하고 있는 것으로 보아 멘탈웰빙 지원 앱에 대한 수요는 비교적 높은 것으로 보인다. 이러한 멘탈웰빙 지원 앱들은 비교적 시간의 제약 없이 사용 가능하다는 장점이 있고 마음 진정과 스트레스 해소에 도움이 되나, 서비스의 사용성이나 비용 대비 효과, 콘텐츠에 불만이 있는 것으로 나타났다[21].

보건복지부에서도 코로나19 장기화에 따른 심리지원을 위해 마음프로그램, 정신건강자가검진, 마성의 토닥토닥 앱을 무료로 배포하였다[22]. 마음 프로그램에는 복식호흡, 근육 이완훈련, 명상 등의 훈련 방법을 제공하여 스트레스 반응을 스스로 조절하기 위한 안정화 기법을 익혀 일상생활에서 활용할 수 있도록 지원하고 있다.

이 외에 AI 기반의 멘탈헬스 지원 앱으로 챗봇인 Wysa와 Woebot, 디지털 AI 코치 기반 Happify, AI 기반의 테라피 챗박스인 Elomia, 국내 온라인 인공지능 챗봇인 심심이(SimSimi) 등이 있다. 인공지능 챗봇은 대화형 심리치료를 통해 정신건강의 셀프케어가 가능한 기술이다.

4. VR/AR 기반 멘탈웰빙 지원 솔루션

가상현실(VR)/증강현실(AR) 기술은 전통적인 엔터테인먼트 산업에서 출발하여, 인간이 통제 가능한 상황에서 몰입형 경험을 통해 마음속에 내재된 갈등 요인을 치료할 수 있기 때문에 외상후 스트레스 장애, 불안장애, 공포증, 심리장애 치료 등에 그 가능성을 인정받고 있다[23]. 특히, 미국 로스앤젤레스의 Cedars-Sinai 병원은 환자들의 스트레스 해소와 통증 완화를 위해 VR 기술을 활용하였으며, 스트레스와 통증이 완화되는 효과와 함께 치료비용까지 줄일 수 있었다는 결과가 보고되었다[24]. VR 기술은 최근 그 영역이 다양화되어 정신건강 및 웰빙을 위한 기술로도 응용분야가 확대되고 있다. VR 기반 멘탈웰빙 지원 솔루션 및 특징은 표 6과 같다.

표 6 VR기반 멘탈웰빙 지원 솔루션

제품명	특징
Nature Treks VR	영국정부기관과 공동 개발된 힐링 콘텐츠로서 자율적 가상여행을 통해 스트레스 관리와 심리치유에 도움이 되는 힐링여행 VR 서비스 제공
마인드풀니스	SKT와 용인세브란스 병원 정신건강의학과에서 30~40대 직장인들의 스트레스 경감을 위해 제작한 힐링VR 영상
옴니핏 VR	건강상태 자가 체크 후 심리 치유 VR 콘텐츠를 제공
TRIPP	몰입형 웰빙 가상현실 플랫폼으로 정신건강, 집중력, 생산성 향상이 가능한 웰니스 지원 앱

Ⅳ. 국내·외 서비스 시장 및 특허 동향

1. 서비스 시장 동향

대한무역투자진흥공사(KOTRA)의 최근 자료에 따르면 글로벌 디지털 헬스케어 시장규모는 2019년 1,064억 달러에서 연평균 29.6% 성장하여, 2025년 5,044억 달러로 성장을 전망했다(Global Market Insight 자료 KOTRA 인용)[25]. 코로나19(COVID-19) 이후 비대면 의료가 급증하고 디지털 헬스가 가속화되고 있으며, 코로나 블루에 따른 정신건강 관리에 대한 관심도 확대되고 있다. 또한, 스마트워치 및 웨어러블 디바이스가 향후 감염병 예방 등을 위한 필수기기로 수요가 급증할 것으로 예측하고 있으며 정신건강 문제도 주요 이슈로 등장해 이를 디지털로 해결하고자 하는 수요가 급증했다고 분석했다[25].

스마트 헬스케어는 헬스케어와 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 기술이 결합하여 개인별 건강관리와 진료가 가능한 분야로, 멘탈헬스케어는 스마

트 헬스케어가 포함하는 첨단 기술을 활용해 심리적 안정을 돕는 서비스나 프로그램을 의미한다. 의료서비스 패러다임이 기존 '치료 중심'에서, 스스로 건강을 관리하는 '예방 중심'으로 변화하는 추세이므로, 인공지능이나 빅데이터 기술을 이용해 멘탈헬스 상태를 예측하거나 웰빙을 지원하기 위한 기술에 관심이 높아질 것으로 예상된다.

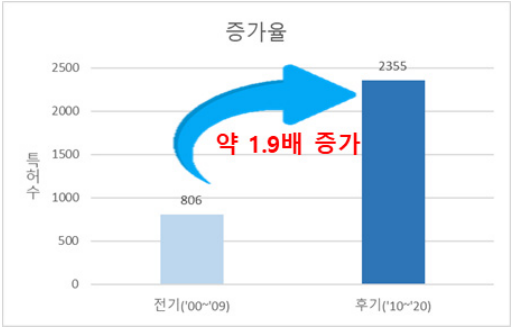
2. 특허 동향

멘탈헬스/웰빙 관리 기술과 관련한 특허 동향 분석을 위해 표 7과 같이 센싱 및 인지 모듈과 서비스 산업 융합 기술들로 분류한 후 소분류로 다시 세분화하여 각각 키워드를 도출하여 특허 동향 분석을 실시하였다.

특허 출원인 기준의 특허 검색 기간 전반(2000년대)과 후반(2010년대) 사이 해당 특허 출원 개수를

표 7 특허 분석 기술분류

대분류	중분류	소분류
멘탈헬스/웰빙 관리 솔루션	인지 모듈	무구속, 무접촉 센싱 및 인지패턴 진단, 추론, 분석 기술
	서비스 산업 융합	맞춤 교육 서비스 모델
		의료, 복지, 헬스
		생활, 엔터테인먼트, 모바일



출처 WINTELIPS DB 분석 결과.

그림 3 특허 출원 증가 추이

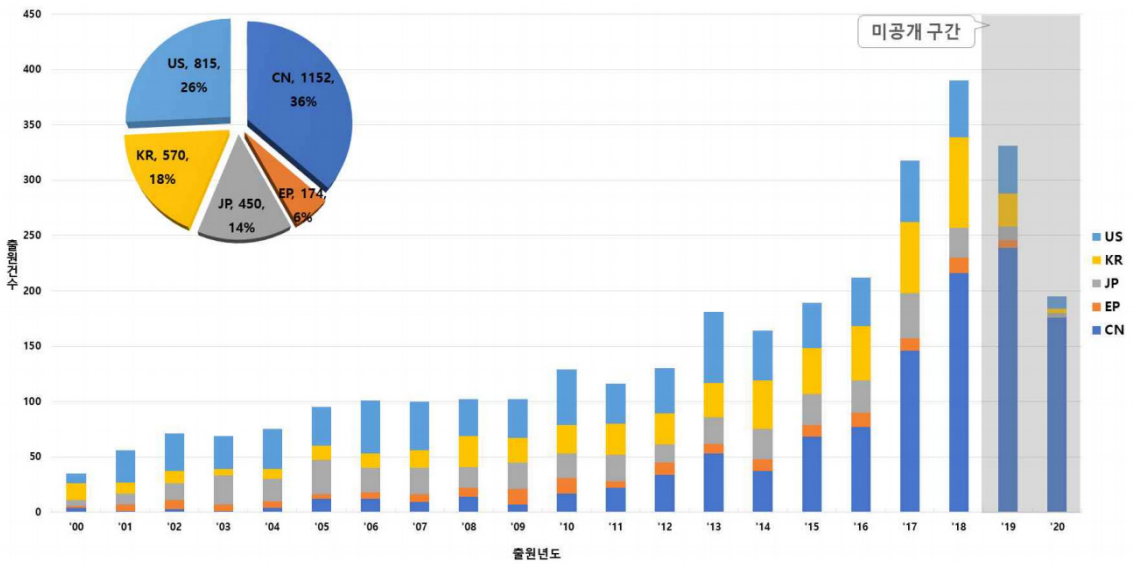
분석한 결과 멘탈헬스 및 웰빙 관리 서비스 분야와 관련된 특허 출원이 최근 10년 약 2배로 크게 성장하고 있음을 알 수 있다(그림 3 참고). 특히, 2000년 이후 현재까지 지속적으로 특허 출원 활동이 증가세를 보이고 있으며, 최근 5년 동안 크게 증가하고 있음을 알 수 있었다.

미국, 일본, 한국 주요 3국 모두 멘탈헬스 및 웰빙 관리 솔루션 분야에 꾸준하게 특허출원 활동이 이루어지고 있으며, 주요시장국 전체에서 중국특허청의 점유율이 36%로 가장 높으며, 다음으로 미국, 한국, 일본 순서로 확인되었다(그림 4 참고). 최근에는 신체적 헬스케어뿐만 아니라 정서적/정신적 헬스케어에 대한 관심도 높아지고 있으며, 인공지능 및 빅데이터 기술의 비약적인 발전도 관련 분야의 관심도가 높아지는 이유로 분석된다.

3. 국내·외 연구개발 동향

SWELL(Smart reasoning for Well-being at home and at work) 프로젝트는 네덜란드의 산학연 9개 기관이 참여하여 2011년부터 2015년까지 수행된 프로젝트이다[26]. 지식 근로자들의 컴퓨터 사용 기록, 고해상도 카메라를 이용한 얼굴 및 상반신 영상 촬영, Kinect depth 카메라를 이용한 신체 자세 정보, Mobi 디바이스를 이용한 ECG 정보 등을 수집하여 멘탈헬스를 분석하고 사무실에서 보다 건강한 업무 스타일을 갖도록 도와줄 수 있는 코칭 소프트웨어와 지식 근로자가 작업해야 하는 많은 정보를 처리하는 데 도움이 되는 스마트 정보 지원 도구를 개발하는 것을 목표로 진행되었다.

유럽과 미국의 연구 네트워크가 공동으로 참여한 AffecTech(Personal Technologies for Affective Health)는 EC H2020이 펀딩한 마리퀴리(Marie Sklodows-



출처 WINTELIPS DB 분석 결과.

그림 4 연도별–국가별 멘탈헬스/웰빙 관리 솔루션 특허 출원 및 점유율

ka–Curie) 혁신 훈련 네트워크 프로젝트이며, 2017년 1월부터 2021년 3월까지 수행되었다[27]. AffecTech 프로젝트에서는 일상생활에서 사람들의 감정들을 더 잘 이해하고 조절하기 위해 감정적 정신장애들을 가진 사람들을 도와주기 위한 혁신적 웨어러블 기술 플랫폼 개발하는 것을 목표로 하였다. Empatica E4 손목 밴드를 사용하여 수집된 HRV, 움직임, 호흡, 피부 온도, 피부전도 반응(EDA) 정보에서 추출된 Feature들과 사용자의 Self–Report들을 분석하여 감정 조절을 위한 웨어러블 시스템 및 어플리케이션 개발을 연구하였다.

우리나라는 과학기술 기반 사회문제 해결과제 중의 하나로 정신질환 분야를 포함하고, ICT 기술의 핵심인 AI를 기반으로 기술 융합을 통한 범부처적인 연구개발을 추진해왔다[28]. 보건복지부는 스마트 정신건강 기술개발 사업을 통해 AI를 활용하여 자살위험 예측기술, 지능형 정신건강 상담기술, 노인 마음 돌봄기술, AI 기반 정신건강 기술플랫폼 개발 등을 추진했다[29]. 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 헬스케어, 정신건강 및 인적요인과 관련된 연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 웨어러블 디바이스로 수집된 생체신호와 사회적 활동을 AI로 분석하여 정신질환을 분류하고 예측하는 서비스를 개발했다[30].

또한 한국전자통신연구원은 2019년 12월부터 산업통상자원부 EUREKA CLUSTER 사업으로 “지식근로자 대상 인공지능 기반 멘탈헬스/웰빙 관리 솔루션 개발(EU ITEA3 MAD@WORK 프로젝트)” 국제 공동 연구(5개국 17개 기관)를 수행 중에 있다. 국제 공동연구 과제의 목표는 직장 근로자의 웰빙 및 성과 향상을 위하여 웨어러블/환경 데이터를 결합하여 인공지능 기반으로 멘탈헬스 정보를 분석하고, 근무환경에서 효율적으로 적용 가능한 멘탈웰빙 솔루션 기술을 개발하는 것이다.

V. 결론

본고에서는 사회적으로 중요성이 강조되고 있는 멘탈헬스 측정을 위한 기술들을 설문 기반, 웨어러블 디바이스 기반, 영상인식/AI 기반 기술들로 구분하여 살펴보았고, 멘탈웰빙 지원을 위해 현재 제공되고 있는 기술들을 전통적 방식과 웨어러블 디바이스 기반의 방식, 그리고 모바일 앱이나 VR기반 방식으로 나누어 살펴보았다. 또한, 관련 서비스 시장이나 특허 및 연구 동향에 대해서도 살펴보았다.

멘탈헬스 관련 분야는 데이터 수집에서부터 모니터링, 진단, 예방, 치료에 이르기까지 시스템과의 긴밀한 상호작용을 통해 이루어져야 하는 기술이다. 다만, 멘탈헬스 상태는 개인의 프라이버시와 관련되어 민감한 문제가 생길 수 있으므로, 개인의 프라이버시를 침해하지 않는 범위 내에서 조심스럽게 접근해야 할 것으로 보인다. 향후 AI · 빅데이터 기술 등이 결합되면 사용자의 멘탈헬스 상태를 미리 예측하고 예방적 차원의 정서 관리 서비스의 제공도 가능해질 것으로 전망된다.

용어해설

스마트 헬스케어 헬스케어와 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 기술이 결합하여 개인별 건강관리와 진료가 가능한 기술

멘탈웰빙 일상적인 삶의 스트레스에 대처할 수 있고 생산적으로 일할 수 있으며 자신의 지역 사회에 기여할 수 있는 웰빙 상태

심박변이도 심장 박동의 시간적 변동 정도를 의미하며, 심장 주기로부터 다음 심장 주기 사이의 미세한 변이를 의미함. 스트레스 상태에서는 적응 능력 감소로 인해 변이가 작게 나타남

약어 정리

AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
CSRS	Cognitive Stress Response Scale
ECG	Electrocardiogram
EDA	Electrodermal Activity
EEG	Electroencephalogram
HRV	Heart Rate Variability
ICT	Information and Communications Technology
IoT	Internet of Things
KOSS	Korean Occupational Stress Scale
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PHQ-9	Patient Health Questionnaire-9
PPG	Photoplethysmography
PSI	Perceived Stress Inventory
PSS	Perceived Stress Scale
PWI-SF	Personal Well-being Index-Short Form
rPPG	Remote Photoplethysmography
SKT	Skin Temperature
SNS	Social Networking Service
SRI	Stress Response Inventory
VR	Virtual Reality
WHO	World Health Organization

참고문헌

[1] OECD, "Tackling the mental health impact of the COVID-19 crisis: An integrated, whole-of-society response," OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris, France, May 12, 2021.

[2] WHO, "Mental health: Strengthening our response," Aug. 2014.

[3] D.-S. Go et al., "A comparison of disease burden and the government budget for mental health in Korea," J. Ment. Health, 2020.

[4] K.B. Koh and J.K. Park, "Development of the cognitive stress response scale," J. Korean Neuropsychiatr Assoc. vol. 43, 2004, pp. 320-328.

[5] S.J. Changet et al., "Developing an occupational stress scale for korean employees," Korean J. Occup. Environ. Med. vol. 17, 2005, pp. 297-317.

[6] C. Han et al., “Validation of the patient health questionnaire-9 korean version in the elderly population: The ansan geriatric study,” Compr. Psychiatry. vol. 49, no. 2, 2008, pp. 218-223.

[7] Korea Centers for Disease Control and Prevention, “Development of the stress questionnaire for KNHANES: Report of scientific study service,” 2010.

[8] S. Cohen et al., “A global measure of perceived stress,” J. Health Soc. Behav. vol. 24, 1983, pp. 385-396.

[9] SJ. Chang, “The effects of social support on psychosocial distress among white collar workers,” The Graduate School Yonsei University, 1992.

[10] 고경봉 외, “스트레스 반응 척도의 개발,” 신경정신의학, 제39권 제4호, 2000.

[11] C.W. Topp et al., “The WHO-5 well-being index: A systematic review of the literature,” Psychother. Psychosom. vol. 84, no. 3, 2015, pp. 167-176.

[12] 아주경제, “웨어러블 기기 마음까지 보듬어줘요,” 2019. 12. 9.

[13] J.M. Peake, G. Kerr, and J.P. Sullivan, “A critical review of consumer wearables, mobile applications, and equipment for providing biofeedback, monitoring stress, and sleep in physically active populations,” Front. Physiol. vol. 9, article no. 743, 2018.

[14] 권혁, “차세대 웨어러블 디바이스 동향 분석을 통한 국내 중소기업 전략적 제언,” 정보통신기획평가원 주간기술동향, 2019. 4.

[15] A. Gudi, M. Bittner, and J. van Gemert, “Real-time webcam heart-rate and variability estimation with clean ground truth for evaluation,” Appl. Sci. vol. 10, article no. 8630, 2020.

[16] Amazon Rekognition, http://aws.amazon.com/rekognition

[17] D. Lewis, “Galaxy stress research,” Mindlab International, Sussex University, UK, 2009.

[18] 장은혜 외, “산소와 색채 조명 자극의 조합이 스트레스완화에 미치는 효과: 심리 및 자율신경계 반응을 중심으로,” 감성과학, vol. 22, no. 1, 2019, pp. 55-64.

[19] M. Meier et al., “Standardized massage interventions as protocols for the induction of psychophysiological relaxation in the laboratory: A block randomized, controlled trial,” Sci. Rep. vol. 10, article no. 14774, 2020.

[20] 우종민, “일차진료에서의 직장인 스트레스 대처법,” Korean J. Fam. Med. 제26권 제7호, 2005.

[21] 이예지 외, “비대면 멘탈헬스 서비스 사용자 경험 연구-국내 2030대 스트레스 및 불안을 중심으로,” 한국HCI학회 학술대회, 2021, pp. 243-248.

[22] 보건복지부, “코로나19로 지친 마음, 스마트폰으로 마음건강 챙기세요!,” 2020. 11.

[23] 박선영, “Virtual reality 기술의 정신치료적 활용,” NIPA 이슈리포트 2018-제36호, 2018. 9.

[24] V.C. Tashjian et al., “Virtual reality for management of pain in hospitalized patients: Results of a controlled trial,” JMIR Ment. Health, 2017.

[25] 대한무역투자진흥공사(KOTRA), “코로나19 이후 주요국 비대면 산업 동향 및 진출전략: 디지털 헬스,” 2021. 4.

[26] SWELL(Smart reasoning for Well-being at home and at work), https://swell-project.net/

[27] AffecTech(Personal Technologies for Affective Health), https://www.affectech.org/

[28] 범부처, “제2차 과학기술 기반 국민생활(사회) 문제 해결 종합계획,” 2018.

[29] 송근혜 외, “정신건강을 위한 인공지능 활용과 유망 서비스,” 전자통신동향분석, 제35권 제6호, 2020.

[30] 유한영 외, “정신건강 비서 서비스 기술,” 주간기술동향, 제1904호, 2019.