

디지털 휴먼증강 전개와 미래 유망 서비스



박종현
(한국전자통신연구원 기술정책연구본부
책임연구원)

CONTENTS

- I. 들어가며
- II. 디지털 휴먼증강 개요 및 동향
- III. 디지털 휴먼증강 미래 유망 서비스
- IV. 문화체육관광분야 시사점
- V. 결론

문화정보 이슈리포트
2022-7호(제37호)

디지털 휴먼증강 전개와 미래 유망 서비스

박종현(한국전자통신연구원 기술정책연구본부
책임연구원)

요약

저출산·고령화로 인한 고령화 사회로의 인구구조 변화, 복잡하고 고도화된 사회관계와 코로나 팬데믹 장기화에 따른 개인 일상의 정서·심리적 불안 확산 등 사회문제 해결 이슈와 인공지능(AI), 정보기술(IT), 생명공학기술(BT), 로봇, 뇌 과학 기술의 발전과 융합을 통해 신체적으로 건강하고 두뇌 활동이 강화되며 풍부한 감성 기반 삶의 질 향상에 대한 니즈는 디지털 휴먼증강에 대한 높은 관심으로 이어지고 있다. 디지털 휴먼증강은 AI, BT 등 이종 기술간 융합을 통해 인간의 신체·두뇌·감성 능력의 저하를 예방하고 회복 및 향상을 통해 지속적인 건강한 삶을 가능하게 하는 기술이다. 이에 본 글에서는 국내외 문헌조사와 전문가 의견을 토대로 미래 유망한 디지털 휴먼증강 기술·서비스를 도출하고 활성화 방향을 제언하고자 한다.

I. 들어가며

- 낮은 출산과 인간의 수명 연장은 우리나라의 초고령화 사회로의 진입을 가속화
 - 경제협력개발기구(OECD) 회원국 중 최악의 저출산 국가인 우리나라는 코로나 상황에서 출생아 수가 더욱 줄어들어 합계출산율*이 0.81명으로 역대 최저치를 기록¹⁾
 - * 15~49세 여성 1명이 평생 낳을 것으로 예상되는 출생아 수의 평균
 - 국내 총인구 중 65세 이상 노인 인구 비중이 20.3%(2025년), 25.0%(2030년)를 넘어설 것으로 전망됨에 따라 매우 빠른 속도로 세계 최고의 고령화 국가로 진행 전망²⁾
 - 인구 고령화에 따라 근육 약화, 척추질환 등 근골격계 질환 및 신체적 기능 저하 발생

- 노인 인구의 빠른 증가와 이로 인한 고령화로의 급격한 도래는 고령자의 치매 유병률 증가를 촉진
 - 65세 이상 고령자의 치매환자 수는 84만 명(2020년)에서 137만 명(2030년)으로 1.6배 증가할 것으로 전망되며, 전체 고령자 중 치매 환자 비중은 약 10%로 노인 10명 중 한 명이 치매 환자가 될 것으로 전망³⁾

- 복잡하고 고도화된 사회관계는 개인 일상의 불안정성을 야기하고, 예기치 않은 코로나 팬데믹의 장기화로 인해 개인은 다양한 형태의 정서적·심리적 어려움에 직면함에 따라, 정신적 건강 증진에 대한 필요성 증대
 - 우리나라의 우울증 유병률은 36.8%로 OECD 국가 중 1위로 국민 10명 중 4명이 우울증·우울감을 느낌⁴⁾
 - 우리나라의 30대 이상 자살률은 OECD 회원국 중 가장 높아 심각한 사회문제로 부각⁵⁾
 - 전 세계적으로 코로나19 확산 이후 우울감을 느끼거나 우울증이 있는 비중이 36.8%로 OECD 조사대상 15개 국가 중 가장 높게 나타남⁶⁾

- 노인, 근로자 등 근골격계 질환 예방·치료 및 산업 현장의 생산성 향상을 위해 외골격 또는 웨어러블 로봇에 대한 수요 증대

1) 통계청, 인구동향 조사, 2021.

2) 통계청, 고령자 통계, 2020.

3) 보건복지부 노인성치매임상연구센터, 2019.

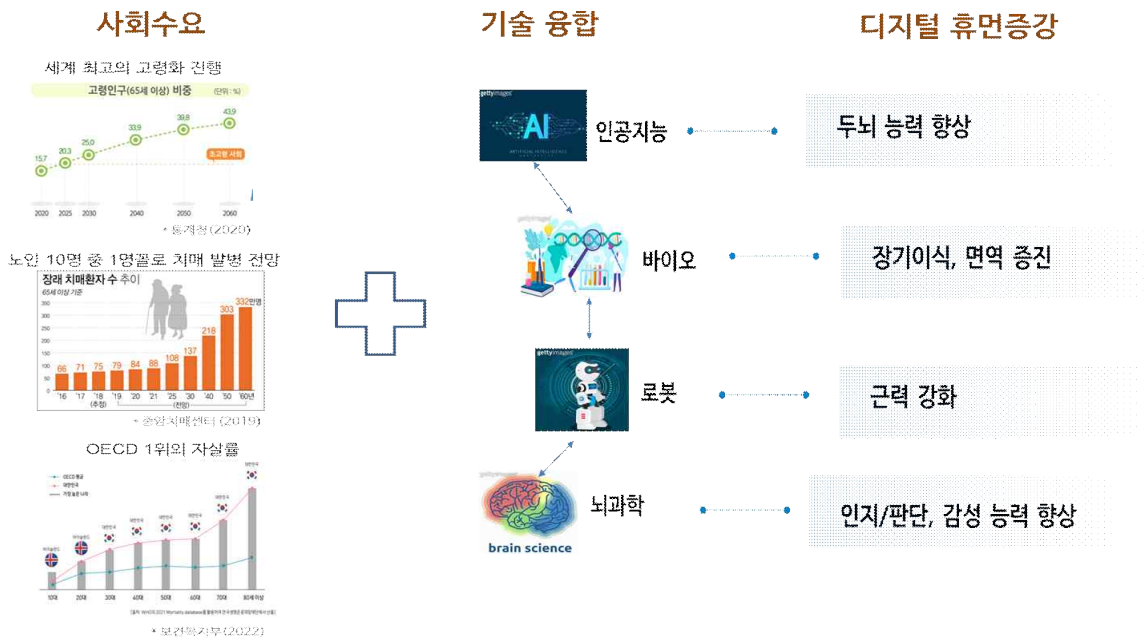
4) 메디컬 뉴스, 한국, 우울증 OECD 1위, 36.8%, 우울증 치료율은 최저, 2021.05 (<http://mdon.co.kr/news/article.html?no=31451>)

5) 보건복지부, 2022 자살예방 백서, 2022.

6) 경제협력개발기구(OECD), 코로나19 위기가 정신건강에 미치는 영향, 2021.

- 첨단 융복합 기술 발전과 안전하고 건강한 삶에 대한 관심 증대로 개인을 비롯한 다양한 산업·공공 분야에서 근력 향상에 대한 요구가 높아짐
- * 산업, 군사, 의료, 물류, 소방 등 다양한 분야에서 외골격·웨어러블 로봇 활용 수요 증가

- 인공지능, 바이오, 로봇, 뇌 과학 등 기술의 발전과 기술 간 융합은 인간중심 기술개발을 촉진
 - 인공지능의 데이터 분석·예측, 인간-로봇 인터페이스 기반 외골격 및 로봇 공학 기술, 유전체 분석과 개인 생체정보 기반 바이오 기술, BMI(Brain-Machine Interface)와 인지·판단 등 뇌 과학 등 기술의 발전이 빠르게 전개
 - 인공지능, 바이오, 로봇, 뇌과학 등 기술 간 융합 활성화로 신체, 정서, 인지 역량 향상 등 휴먼증강을 견인



〈그림 1〉 사회수요와 기술 융합 결합을 통한 디지털 휴먼증강

- 고령화 사회, 치매 환자 증가, 신체적 기능 저하, 정서적·심리적 불안 증가 등 당면한 사회문제에 대응해 신체적으로 건강하고 두뇌 활동이 강화되며 풍부한 감성 기반 삶의 질 향상을 추구하는 디지털 휴먼증강에 대한 관심 증대
- 이에 본 글에서는 디지털 휴먼 증강의 개념 정의와 범위, 국내외 정책 및 연구·서비스 동향을 살펴보고 산학연 전문가 의견수렴 등을 통해 디지털 휴먼증강 유망 기술·서비스를 도출하고 문화체육관광 분야의 활용 가능성과 디지털 휴먼증강 활성화를 위한 방향을 제언

II. 디지털 휴먼증강 개요 및 동향

1. 디지털 휴먼증강 개요

- 디지털 휴먼증강은 다양한 이종기술(IT, AI, BT, 로봇 등) 간 융합을 바탕으로 인간의 신체·두뇌·감성 능력의 저하를 예방하고 개선·회복을 넘어 향상을 통해 지속해서 인간의 건강한 삶을 가능하게 하는 기술임⁷⁾



〈그림 2〉 디지털 휴먼증강 개념 및 범위

- 디지털 휴먼증강은 크게 신체능력, 두뇌능력, 감성능력 증강 및 디지털 휴먼 트윈으로 구성
 - (신체 능력 증강) 근력, 감각, 면역, 장기 등 물리적인 신체 능력의 저하를 예방하고 개선 및 향상을 의미
 - * 거동이 불편한 노인들을 위한 보행보조 로봇, 산업현장에서 무거운 짐을 들거나 오랜 작업을 견딜 수 있는 근력과 지구력 강화를 위한 착용형 슈트, 상실된 감각 기능을 보완, 면역력을 강화하고 손상된 장기의 디지털화된 인공장기로의 대체 및 관리 등
 - (두뇌 능력 증강) 기억, 인지 능력의 저하 예방과 기능의 향상 및 창의 증진
 - * 노화, 질병으로 저하된 기억력을 복원·저장하고 상황판단이나 이해력 등의 인지능력을 향상

7) 한국전자통신연구원&한국과학기술기획평가원, 디지털 휴먼증강 유망 기술·서비스, 2020. 4

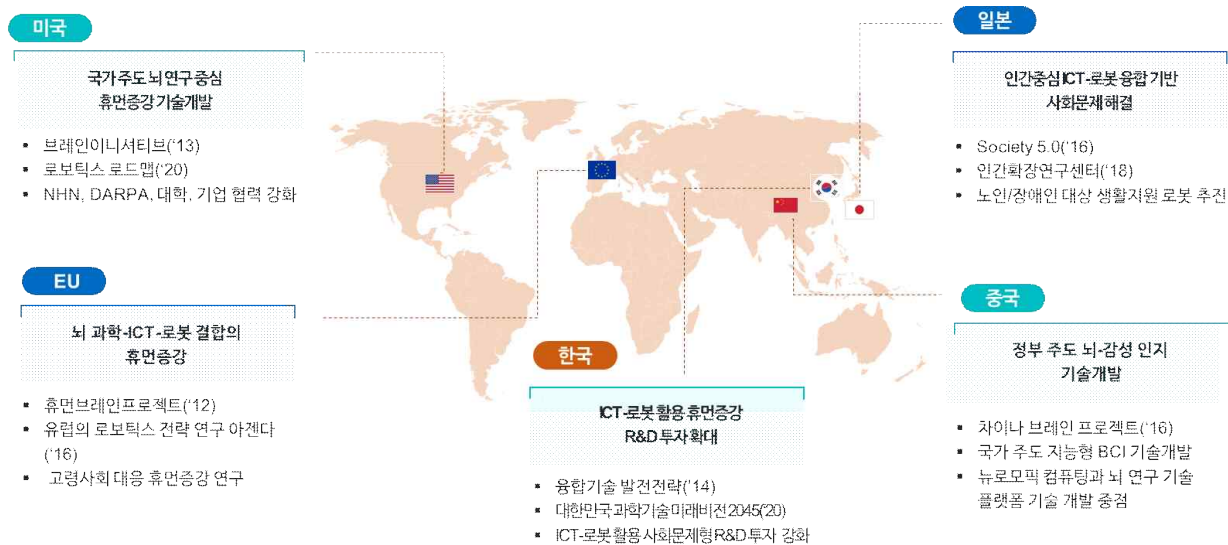
- (감성 능력 증강) 소통 능력을 향상하고 우울증, 공황장애 등과 같은 이상 감정을 제어
 - * 주변 사람과의 소통 기회가 적은 독거노인에게 감성 교류가 가능한 인공지능 로봇과의 소통을 통한 감성 치유, 인공지능과 개인의 감성 데이터를 활용해 우울증, 공황 장애 등의 이상 감정을 예방하고 치료
 - (디지털 휴먼 트윈) 개인 생활과 의료정보를 바탕으로 사이버 공간에 가상 개인을 복제해 시뮬레이션을 통해 신체·두뇌·감성 능력 증강을 위한 맞춤형 솔루션을 제공
 - * 디지털 트윈을 통해 수술, 투약, 운동, 심리치료 기법 등 다양한 시뮬레이션을 적용하고 그 효과와 위해성을 추정하고 이를 바탕으로 실제 인간에게 최적의 솔루션을 제공
- 디지털 휴먼증강은 인공지능, 빅데이터, CPS(Cyber Physical System) 등 정보통신·전자공학, 뉴로모픽 칩, BMI(Brain-Machine Interface) 등 뇌공학, 유전체 분석, 시·청각 감각기술, 인공장기 기술 등 바이오·생명공학, 근력증강 로봇 기술 등 로봇 제조 공학 등 다양한 이종의 융합기술로 구현

2. 디지털 휴먼증강 정책 동향

- 디지털 휴먼증강은 현재 우리나라를 비롯하여 세계적으로도 활발하게 연구되고 있는 분야로, 해외 주요국에서는 휴먼증강 기술을 자국의 유망 성장 산업 분야로 선정하여 R&D에 대한 투자 확대 및 정책적 지원에 적극적임
- 우리나라와 유럽, 일본은 ICT와 로봇을 중심으로 당면한 사회문제 해결을 위한 R&D와 정책 지원에 집중하고 있으며, 미국과 중국은 뇌 연구 중심의 휴먼증강을 위한 기술개발 추진⁸⁾
- (미국) 브레인이니셔티브('13)를 중심으로 국가 주도의 뇌 연구프로젝트 추진을 시작으로 국립보건원(NIH), 방위고등연구계획국(DARPA), 대학, 기업간 협력을 강화, 휴먼증강 상용화 R&D 강화
 - (유럽) 고령화 사회에 대응한 고령자의 신체·정신 건강을 증진하는 휴먼증강 연구에 집중
 - (일본) 인간중심의 ICT 융합을 바탕으로 노인과 장애인 대상 생활지원 로봇 프로젝트 중점 추진
 - (중국) 국가 주도의 중국 브레인프로젝트('16) 시작으로 뇌와 감성인지 연구, 뇌 질환, 지능형 BCI(Brain-Computer Interface) 등 기술개발 역량 강화

8) The White House, The Brain Initiative, 2013; Computing Community Consortium, US Robotics Roadmap, 2013; 한국산업기술진흥원, 유럽 로보틱스 전략 연구 아젠다, 2016; 과학기술정책연구원, 일본의 제4차 산업혁명 대응 정책과 시사점, 2017; 융합연구정책센터, 뇌연구 국내외 정책동향; 2018; 국가과학기술심의회, 창조경제 실현을 위한 융합기술발전전략, 2014; 과학기술정보통신부, 대한민국 과학기술 비전 2045, 2020 등 참조

- (한국) 대한민국 과학기술 미래비전 2045('20)을 통해 휴먼증강을 국가 유망성장 기술·산업으로 선정하여 국가 차원의 정책지원을 강화하였으며, ICT를 통해 사회문제 해결을 위한 R&D 투자 확대



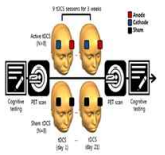


〈그림 3〉 주요국의 디지털 휴먼증강 정책 동향

3. 디지털 휴먼증강 연구·서비스 동향

- 디지털 휴먼증강 향상을 위해 다양한 이종의 융합기술을 통한 연구가 확대되었으며, 기존의 재활치료, 근력 지원 등 신체능력 증강 연구에서 두뇌·인지 및 감성 능력을 향상하는 연구로 범위가 확장
- 인공지능과 빅데이터 기술 등의 발전 및 결합을 통해 지능형 개인 맞춤형 휴먼증강 기술 연구로 발전
- 해외 주요국은 산학연중심으로 디지털 휴먼증강을 위한 연구를 강화하고 있음
 - (두뇌 능력 증강) 미국 방위고등연구계획국(DRAPA)는 침습형의 기억력 복원을 위한 뇌 임플란트 개발, 우리나라의 인천성모병원에서는 비 침습형의 치매환자 기억력 향상을 위한 뇌 자극 치매 치료 개발
 - (감성 능력 증강) 미국 USC 대학의 얼굴표정 분석기반 가상 심리상담 시뮬레이터 SimSensei, 우리나라의 BRAINNO, 삼성 등 뇌파를 이용한 정서 및 인지 향상과 VR 활용 고소공포, 불안

등 정서적·심리적 장애 치료

- (신체 능력 증강) 프랑스의 클리나텍은 전신마비 환자 대상 뇌파를 이용한 웨어러블 슈트 제어 기술 개발, 미국의 하버드 대학교는 착용감을 향상시킨 소프트 엑소슈트 개발, 미국 BMW 사우스캐롤라니아 공장에서는 자동차 생산근로자의 근력을 지원하기 위해 웨어러블 슈트를 생산현장에 적용

두뇌능력증강	감성능력증강	신체능력증강
 <p>뇌 임플란트: 침습형 기억력 복원 (미국, DRAPA)</p>  <p>뇌 자극 치매치료: 비 침습형 치매환자 기억력 향상 (한국, 인천성모 병원)</p>	 <p>가상 심리상담 시뮬레이터 SimSensi (미국, USC 대학)</p>  <p>뇌파 이용 정서 및 인지 향상 (한국, BRAINNO)</p>  <p>VR 활용 심리치료 (한국, 삼성전자)</p>	 <p>뇌파를 이용한 슈트 제어 (프랑스, 클리나텍)</p>  <p>소프트 엑소슈트 (미국, 하버드대)</p>  <p>제조공장 근력 지원 (미국, BMW 사우스캐롤라니아 공장)</p>

〈그림 4〉 주요국의 디지털 휴먼증강 연구 사례

자료 : 박종현, 디지털 휴먼증강 연구개발 및 미래 유망 서비스, 2021; 각 기관 사업자 홈페이지, <https://ict.usc.edu/prototypes/simesensei>; <https://wyss.harvard.edu/news/darpa-contract-to-further-develop-soft-exosuit>; <http://www.mdon.co.kr/news/article.html?no=12106>

Ⅲ. 미래 디지털 휴먼증강 서비스

1. 연구 프로세스

- 국내외 문헌조사, 산학연 전문가 의견수렴 등을 통해 디지털 휴먼증강 유망 기술·서비스 선정
- 세부적으로 1차 전문가 자문을 통해 도출된 디지털 휴먼증강 90개 미래 유망 기술서비스 후보품을 대상으로 과학기술분야 전문가 인터뷰 및 검토를 통해 최종적으로 18대 유망 기술·서비스 선정

2. 미래 유망 서비스

- 미래 유망 서비스 구성: 신체능력 증강 7개, 두뇌능력 증강 5개, 감성능력 증강 4개, 디지털 휴먼 트윈과 공통기반 기술 각각 1개씩 총 18개



〈그림 5〉 디지털 휴먼증강 18대 미래 유망 기술·서비스

○ 신체능력 증강

① 엑소스켈레톤 기반 개인 맞춤형 재활 시스템

- 의료신체 등 개인정보 기반 사용자 특성, 건강상태 등에 맞는 운동방법, 운동 강도를 인공지능이 자동 분석·조정해줌으로써 재활 효과를 향상하기 위한 재활 치료·훈련 제공·관리 시스템

② 의도반영(마이드 리딩) 근력 증강 슈트

- 전신마비 환자를 대상으로 BCI 기술을 적용해 환자·장애인의 뇌 신호를 감지 및 움직임 패턴의 학습·알고리즘화하여 사용자·환자가 생각하는 대로 움직이는 웨어러블 슈트

③ 감각치환 기술 서비스

- 기능이 상실된 감각을 대체하여 다른 감각으로 정보를 전달하는 기술로 센서를 통해 수집된 외부 정보를 청각 신호 혹은 소리 정보를 촉각으로 변환하여 사용자에게 전달

④ 지능형 시청각 증강 기술

- 자동 보정 기술을 통해 시청각 능력을 증강하는 서비스로 사용자로부터 수집한 시청각 데이터를 AI로 분석하여 개인의 시청각 상태에 맞게 자동 보정

⑤ 신체보호 및 인공감각 엑소스킨(ExoSkin)

- 감각능력이 저하·손상된 피부(신체)에 엑소스킨을 부착하여 착용 거부감 없이 신체를 보호하고, 뇌·신경과 연결되어 손실된 감각능력을 대체·회복·향상시키는 기술

⑥ 신종 감염병 대응을 위한 AI 기반 면역 진단 시스템

- AI를 활용하여 개인의 신체·의료·유전자 정보 등을 분석하여 개인의 면역력 수준 진단 및 신종 감염병 대응 방법을 제공하는 서비스

⑦ 인공장기 지능형 관리 시스템

- 이식된 인공장기를 실시간 모니터링하여 사용자의 건강상태를 파악·관리하고, 이상 징후 발견시 의료기관과 가족 등에 신속하게 자동으로 정보를 전송·연결해주는 서비스

○ 두뇌능력 증강

⑧ 기억 저장·삭제 서비스

- 잃어버린 기억을 복원·저장 또는 잊고 싶은 기억을 삭제하는 기술로 AI 칩 기반 뇌 임플란트 기술을 활용하여 특정 주파수로 뇌 신경세포를 자극하고, 기억 패턴을 분석하여 특정 기억의 회복 및 삭제를 도와줌

⑨ AI 칩 삽입형 치매 예방·완화 시스템

- AI 칩을 삽입하여 치매 발생을 조기 감지, 예방 및 완화하는 서비스로 AI 기반 센싱 칩을 뇌에 삽입하여 치매의 전조현상을 감지하고, 전지적 충격을 뇌에 전달해 치매를 예방·치료해줌으로써

맞춤형 전주기 치매 관리 기능을 제공

⑩ 인지증강을 위한 다량정보 큐레이션 AI

- 다량의 정보를 AI 알고리즘을 통해 사용자에게 유용한 정보를 빠르고 정확하게 선별, 조합해 의미 있는 정보로 재창출하여 인간의 이해능력을 증진하는 서비스

⑪ 증강인지 커넥티드 헤드셋·헬멧

- AI, 사물인터넷, 증강현실 등의 첨단 기술이 탑재되어 인지판단 능력과 업무 효율성을 향상해주는 서비스로 헤드셋·헬멧 착용을 통해 장거리에 있는 현장(차세대 전투 및 경찰, 산업 현장 등)의 정보까지 수집하여 시청각 등의 감각인지를 향상해줄 뿐만 아니라 실시간 데이터 분석을 지원하여 인지판단능력을 높여줌

⑫ 웨어러블·뇌 임플란트형 창의력 향상 시스템

- 헬멧형 웨어러블 기기 또는 뇌 임플란트를 통해 특정 신경을 자극하여 학습 또는 업무 역량을 개선하고 창의적 아이디어 생성을 높여주는 시스템

○ 감성능력 증강

⑬ 완전 다국어 통번역 및 수화를 해석하는 나만의 통역사

- 웨어러블 기기를 착용하여 언제 어디서나 다양한 언어의 실시간 통번역 및 수화(영상)를 해석해 의미를 알려주는 서비스

⑭ 마음을 나누는 AI 감성 친구

- 사용자와의 지속적인 대화를 통해 사용자의 성격, 개성성향, 취미 등을 파악·학습하여 감정·감성을 이해하고 교감할 수 있는 친구 같은 AI 서비스 제공

⑮ 정신질환 치료를 위한 디지털 감성케어

- 개인정보 기반 맞춤형 질병 예방관리치료 시스템으로 사용자에게 대한 지속적인 정신건강 관련 데이터를 분석하여 맞춤형 디지털 치료를 제공

⑯ 부(-)정 감성 인지 및 완화 디지털 서비스

- AI 학습 알고리즘을 활용하여 뇌파 및 뇌 패턴을 파악후 정서·심리적 부(-)정 감정을 인지해 디지털 소프트웨어를 통해 이를 완화해주는 서비스

○ 디지털 휴먼 트윈

⑰ 디지털 휴먼 바이오 맵

- 개인의 유전자·의료·라이프로그 정보 등으로 형상화한 디지털 휴먼 가상 맵을 통해 신체 내 장기, 혈관 등의 모습을 형상화하고 수술 시뮬레이션, 신약개발, 정밀의료 등에 활용

○ 공통 기반 기술

⑱ 인간과 기계의 상호작용 증강을 위한 지능형 인터페이스 기술

- 기기의 종류와 상관없이 사용자와 언제 어디서나 쉽게 상호작용할 수 있는 지능형 인터페이스

IV. 문화체육관광분야 시사점

- 디지털 휴먼증강 서비스는 다양한 문화체육관광 분야에의 적극적인 활용을 통해 건강한 체력증진 및 문화생활 증진에 기여할 것으로 기대됨
- 우선, 엑소스켈레톤 기반 개인 맞춤형 재활 시스템은 인공지능 기반 데이터 분석·예측을 통해 부상한 운동 선수의 근력 재활과 부상 방지에 기여
- 둘째, 인지증강을 위한 다량정보 큐레이션 시는 사찰, 박물관 등 문화 관광지를 방문할 경우 인공지능 알고리즘이 방문자에게 해당 문화재에 대해 신속하고 의미 있는 정보를 알려줌으로써 더 쉽고 편리하게 문화재에 대한 이해를 높여줌
- 셋째, 웨어러블 뇌 임플란트 창의력 향상 시스템은 인간의 창의력 발현을 촉진하는 것으로 깊은 통찰과 새롭고 혁신적인 아이디어를 기반으로 창의적 문화예술 창출을 견인
- 넷째, 완전 다국어 통번역 및 수화를 해석하는 나만의 통역사 서비스는 인공지능 기반 다국어로 문화관광지에 대한 안내 서비스에 활용될 수 있으며, 특히, 신체적 장애를 지닌 청각장애인에게 수어로 문화 안내 및 해설서비스 제공에 응용 가능
- 마지막으로 정신질환 치료를 위한 디지털 감성케어 서비스는 정서적·심리적 어려움을 겪고 있는 운동선수에게 인공지능 기반 멘탈케어를 제공함으로써 건강한 정신과 심리적 안정을 도모하여 운동능력 향상에 기여

V. 결론

- 휴먼증강에 대한 사회적 수요와 함께 관련 기술의 발전으로 미래에는 디지털 휴먼증강이 우리의 삶에 보다 밀접하게 체감하게 될 것임
- 이에 디지털 휴먼증강을 활성화 하기 위한 방향을 제시하면 다음과 같음
 - 우선, R&D 역량 강화를 통한 원천기술 확보와 시장 선점이 중요함에 따라, 두뇌, 감성, 신체정보 센싱 및 인공지능 기술경쟁력 강화를 위한 투자 확대와 서비스 연구개발 상용화를 위한 정부의 전략 마련 필요
 - 둘째, 데이터의 지식화와 표준화가 중요한데 이를 위해서는 인공지능, 빅데이터 등의 기술을 활용해 신체·두뇌·감성 관련 양질의 의미 있는 데이터화 및 표준화 인프라 구축 요구됨
 - 셋째, 디지털 휴먼증강 산업생태계 환경 조성이 필요하며, 이를 위해 중소벤처기업에 대한 투자 확대와 산학연 협력 생태계 인프라 구축 필요
 - 넷째, 디지털 휴먼증강이 우리의 일상에 자리잡기 위해 풀어야할 과제로 개인정보 유출이나 해킹으로 인한 프라이버시 침해, 이용자의 안전을 보장하는 기술·제도·정책 마련 중요
 - 다섯째, 디지털 휴먼증강 이용 여부에 따른 계층간 불평등 및 양극화 현상과 악용 우려에 대한 정부차원의 사전 대응 방안 마련 필요하고 관련 기술서비스를 적용하는 대상군 및 범위에 대한 엄격한 가이드라인과 윤리적·법적 기준 마련 및 서비스 상용화에 대한 사회적 합의 노력 중요
 - 마지막으로, 디지털 휴먼증강 서비스가 문화체육관광분야 등과의 연계를 통해 국민 체감을 높일 수 있는 서비스 확산을 위해 개방형의 협력 환경 조성이 중요함