

# 확장현실 기반 휴먼 디지털 증강 기술 동향과 발전방향<sup>+</sup>

(Trends and Future Directions on Extended Reality based Human  
Digital Augmentation Technology)

신 춘 성<sup>1)</sup>, 이 영 호<sup>2)</sup>, 윤 효 석<sup>3)</sup>\*

(Choonsung Shin, Youngho Lee, and Hyoseok Yoon)

**요약** 4차 산업혁명의 도래와 함께 인간의 능력을 향상하기 위한 기술이 진화하고 있다. 특히 휴먼 디지털 증강은 컴퓨팅 기술의 발전을 통해 인간의 내외적 상태를 정확하게 이해하고 부족한 능력을 인지할 뿐만 아니라 확장 및 향상하는 형태로 발전하고 있다. 여기에 확장현실의 폭발적인 성장과 확산을 통해 휴먼 증강 기술은 우리 생활의 다양한 분야에서 활용 가능한 잠재력을 가지고 있다. 본 논문은 주목을 받고 있는 휴먼 디지털 증강을 살펴보기 위해 트랜스 휴머니즘으로 시작된 휴먼 증강의 역사와 개념을 살펴보고 휴먼 디지털 증강의 개념을 정리한다. 또한 휴먼 디지털 증강을 실현하기 위한 주요 기술로 사용자 상태 정량화와 인지 측정 및 분석 기술을 살펴보고, 이를 기반으로 한 확장현실 기반 휴먼 디지털 인지능력 증강기술을 소개한다. 더 나아가 향후 휴먼 디지털 증강기술의 적용분야 및 발전 방향을 논의한다.

**핵심주제어:** 휴먼 디지털 증강, 확장현실, 사용자 정량화

**Abstract** With the advent of the 4th industrial revolution, technologies for improving human ability are being developed. In particular, human augmentation is developing in the form of not only detecting the ability to understand internal and external conditions of humans, but also detects one's deficiencies and enhances their abilities. With the explosive growth and proliferation of extended reality, human augmentation technology has the potential to be utilized in various aspects of our lives. To analyze recent human augmentation technology in forms of digital enhancements, this paper examines the history and concept of human augmentation, which began with the trans-humanism. Furthermore, we identify core characteristics of human augmentation as user state quantification, cognitive ability measurement and analysis. Then we present how these characteristics should be used in extended reality based human digital augmentation for enhancing cognitive abilities. Lastly, we discuss future directions on feasible applications and development direction of digital human augmentation.

**Keywords:** Human digital augmentation, Extended reality, Self quantification

\* Corresponding Author: hyoon@hs.ac.kr

+ 이 논문은 2020년 전남대학교 교내 기본연구비 지원에 의해 연구되었음.

Manuscript received July 09, 2020 / revised August 27, 2020 / accepted September 08, 2020

1) 전남대학교 문화전문대학원, 제1저자  
2) 국립목포대학교 컴퓨터공학과, 제2저자  
3) 한신대학교 컴퓨터공학부, 교신저자

## 1. 서론

최근 4차 산업혁명이 전 세계적으로 주목을 받으면서 관련 기술이 급속히 발전하고 있으며 학문과 산업 간의 경계도 허물어지고 있다. 2016년 다보스 포럼에서 중요하게 다루어졌던 4

차 산업혁명은 우리 사회의 다양한 측면을 변화시키고 있다 (World Economic Forum 2016). 4차 산업혁명은 생산성과 효율성을 향상시키기 때문에 경제, 사회 및 산업 전반에 걸쳐 큰 영향과 변화를 주도하고 있다. 특히 작업자의 생산성과 효율성을 높이기 위해 인간의 신체적, 인지적 및 사회적 능력을 향상시키는 다양한 기술이 개발되어 왔다. 이러한 예로, 자동차, 스마트폰 및 인터넷 관련 기술은 이미 우리가 사용하는 공간과 시간의 한계를 극복하는데 도움을 주고 있다. 많은 연구자들은 기술과 인간의 통합 (Integration), 공존 (Coexistence), 그리고 협력 (Cooperation)을 통해 인간의 능력이 크게 향상 가능하다고 전망하고 있다 (Farooq and Grudin 2016; Stephanidis et al., 2019; Xu 2019).

트렌스 휴머니즘에서 시작한 휴먼 증강 (Human augmentation)은 기술을 이용하여 인간의 능력을 향상시키는 것을 목표로 하고 있어 향후 발전가능성이 매우 높다. 트렌스 휴머니즘 (Transhumanism)은 기술과 도구를 이용하여 인간의 능력을 향상시키는 것을 목표로 하였다 (Chu, 2014). 더 나아가 이러한 개념은 컴퓨터 기술을 이용하여 인간의 능력을 향상시키는 휴먼 증강으로 발전하고 있다 (Schmidt 2017). 휴먼 증강은 컴퓨팅 기술이 발전함에 따라 인간 상태를 더욱 잘 이해하고 부족한 능력을 필요에 따라 향상시키는 역할을 함으로써 산업뿐만 아니라 일상생활에서도 다양하게 활용될 것으로 전망된다. 특히 가상과 증강현실 (Virtual and augmented reality)의 폭발적인 성장과 확산을 통해 휴먼 증강 기술이 우리 생활에서 전방위로 활용될 가능성이 커지고 있다.

본 논문은 확장현실 (eXtended Reality: XR)을 기반으로 한 휴먼 디지털 증강의 개념과 이를 실현하기 위한 최신 기술과 응용 분야를 살펴본다. 이를 위해 기존의 트렌스 휴머니즘으로 시작되는 휴먼 증강의 개념을 살펴보고, 선행 연구를 바탕으로 연계된 기술을 분석하여 휴먼 증강의 핵심 특성을 도출한다. 이런 핵심 특성과 확장현실 기술을 통해 휴먼 디지털 증강기술의 응용과 발전 방향을 전망한다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는

휴먼 증강의 역사와 개념을 살펴보고 디지털 휴먼 증강의 개념을 정의한다. 3장에서는 디지털 휴먼 증강을 위한 핵심 기술로 사용자 및 환경 정량화와 사용자 인지 상태 측정 및 분석기술을 소개한다. 4장에서는 확장현실 기반 휴먼 디지털 증강 기술을 분석하고, 5장에서는 지금까지의 디지털 휴먼 증강 기술을 토대로 앞으로의 기술 발전 방향을 전망한다. 6장에서는 향후 연구와 함께 결론을 맺는다.

## 2. 휴먼 디지털 증강

트렌스 휴머니즘은 과학과 기술을 이용하여 인간의 정신적, 육체적 능력을 개선하는 패러다임이다. 이러한 트렌스 휴머니즘의 개념은 본격적인 ICT 기술을 기반으로 한 1960년대에서 빛을 발하기 시작하였다. 리클라이더 (Joseph Linkider)는 ‘인간-컴퓨터 공생 (Man-computer symbiosis)’이라는 논문에서 인간의 두뇌와 컴퓨팅 기계가 아주 긴밀하게 결합되면 (Tightly coupled), 어떤 인간의 두뇌도 생각할적 없는 수준의 생각과 상상할 수 없는 방법으로 뛰어난 정보처리 기계가 자료처리를 하게 될 것이라고 주장하였다 (Licklider, 1960). 추후에 이런 개념은 인공지능 (Artificial intelligence)과 같이 발전하였다.

이후 마우스의 발명자로 유명한 더글러스 엥겔바트 (Douglas Engelbart)는 1962년 논문 ‘인간 지능의 확대: 개념 구조’에서 네트워크 기반의 정보 저장소와 전자 문서 저장/검색 방안을 주장하였다 (Engelbart and English, 1968). 정보의 저장과 전달하는 과정 등은 기계에 맡기고, 인간은 사유와 통찰이 필요한 부분을 맡아서 해야 한다는 주장이었다. 즉, 지금은 누구에게나 익숙한 ‘컴퓨터를 사용한 정보 검색과 저장 기술’을 인간 두뇌의 능력을 확장하는데 사용자는 것이었다.

이후 1980년대에 마크 와이저 (Mark Weiser)는 이런 컴퓨터로 제공되는 지능을 환경에 분산시켜 보다 사용자의 능력을 향상시키는 컴퓨팅 개념으로 확장하였다 (Weiser, 1991). 컴퓨터의 센싱 능력과 이동성이 강화된 형태로 진화하면

서 통신과 네트워크 응용분야 연구가 활발히 진행되었다. MIT의 착용형 컴퓨터 연구실에서 시작된 착용형 컴퓨터도 인간의 능력을 사용자가 착용할 수 있는 컴퓨터를 이용하여 향상시키기 위한 노력의 일환이었다 (Starner et al., 1997).

최근에는 딥러닝 기술의 발전으로 영상처리, 음성 인식, 인공지능 등의 기술이 더욱 발전하고 있다. 전통적인 영상처리 기법에서는 한계가 있었던 얼굴인식, 음성인식 등의 기술이 비약적으로 발전하면서 CCTV를 이용한 범죄자 검색, 가정마다 갖춰진 인공지능 스피커 등이 일상생활에 사용되게 되었다. 또한 알파고와 이세돌의 바둑 대결과 같이 특정분야에서는 사람보다 뛰어난 인공지능도 설계되었다. 더 나아가 휴먼 증강은 최근 센싱 및 가상/증강현실 기술의 발전으로 인해 더욱 진화하고 있다. 사용자 상태 및 환경을 파악하기 위한 다양한 센서들이 개발되고 있고, 몰입형 및 착용형 디스플레이를 통해 사용자의 시정각 능력을 향상시킬 수 있도록 진화하고 있다.

최근의 기술 발전에 따라 휴먼 디지털 증강의 개념을 다시 정의한다면, 휴먼 증강은 ICT기술을 활용해 인간의 인지적 및 물리적 능력 등 인간의 신체적, 정신적 한계를 극복하여 인류를 풍요롭게 하는 기술로 정의할 수 있다. 휴먼 디지털 증강을 실현하기 위해서는 세부적으로 사용자/환경 상태 정량화와 인지 상태 측정 및 분석기술이 중요하다. 사용자 및 환경 상태 정량화는 사용자의 신체 내외부 상태를 수치화하는 것으로 사용자의 행동 및 상태와 감성상태를 포함한 내부 상태 그리고 주변 환경에 대한 상태로 구성된다.

사용자 인지 상태 측정 및 분석은 사용자가 처한 현 상태에서 인지적 상태를 측정하고, 인지부하가 있는지를 분석하는 기술이다. 이동하는 상황이나 물건을 찾는 등 일상생활이나 산업 현장에서 작업수행 시 빈번하게 인지적 한계가 발생한다. 이러한 상황에서 시정각뿐만 아니라, 인지적, 뇌과학적 방법을 통해 사용자의 인지능력이 향상이 연계된다. 특히 확장현실 기술을 통해서 시각적인 정보를 통해 인지능력을 향상할 수 있으며, 원격 사용자나 클라우드와 협

력을 통한인지 능력 향상도 가능하다.

휴먼 디지털 증강은 기술발전과 함께 꾸준히 진화해오고 있으며, 이를 바탕으로 향상된 인간의 능력 수준도 꾸준히 발전해오고 있다. 휴먼 디지털 증강을 실현하기 위해서는 사용자 및 환경 정량화, 인지상태 분석 및 이를 바탕으로 한 디지털 증강 기술 등 다양한 기술과 이들의 융합이 필요하다. 다음 장에서는 휴먼 디지털 증강을 위한 핵심 기술로 사용자 및 주변 환경 상태 정량화와 사용자 인지 상태 측정 및 분석을 중점적으로 다룬다.

### 3. 휴먼 디지털 증강 핵심 기술

휴먼 디지털 증강을 실현하기 위해 다양한 기술이 개발되고 있다. 특히 사용자의 상태 및 주변 환경을 파악하기 위한 다양한 센싱 기술, 사용자의 인지적 상태를 측정 및 분석하기 위한 기술을 소개한다.

#### 3.1 사용자 및 환경 상태 정량화 기술

사용자 상태 정량화는 사용자 주변 환경 상태 정량화와 사용자 정량화로 나뉜다. 사용자 주변 환경에 대한 정량화 기술은 다양하게 연구되고 있다. 먼저 사용자의 인지적 (Cognitive) 및 신체적 (Physical) 능력을 증강하기 위해서는 사용자의 상태와 주변 환경 센싱 정보는 매우 중요하다. 기본적으로 사용자 주변에 보이지 않는 정보를 증강할 때에는 시야 확장을 위해 다양한 형태의 영상 기술이 사용된다.

최근에는 딥러닝 기술의 향상으로 인해 영상을 바탕으로 한 대상물 인식에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 딥러닝을 바탕으로 한 대상물 인식은 대상물의 종류, 영역, 대상물로부터의 상대적인 거리, 대상물의 상대적 좌표를 인식하기 위한 기술이 개발되고 있다. 대상물에 대한 인식은 다양한 객체인식, 실시간 인식, 영역인식에 집중되고 있다. Fig. 1(좌)에서 나타내고 있는 Yolo9000은 객체를 실시간으로 인식하고 영역을 검출하기 위한 모델이며 9418개 가

지의 객체 인식을 지원한다 (Redmon and Farhadi, 2016). 또한 대상물의 좌표, 깊이정보 및 공간을 인식하기 위한 연구가 진행되고 있다. Fig. 1(우)에 나타낸 PoseNet은 영상을 활용해 현실 공간을 3차원으로 모델링하고 입력 카메라 영상에 대해 관찰자의 상대적 좌표를 추정하는 모델을 제공한다 (Kendall et al., 2015). 이러한 정보들은 사용자가 주변을 빠르게 인식하고 관련 정보를 획득함으로써 주변 환경에 대한 지각과 인지를 돕는데 유용한 정보로 활용이 가능하다.

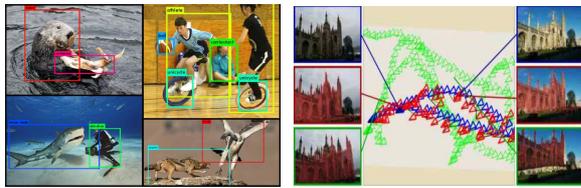


Fig. 1 Object Recognition in Yolo9000 (left) and Pose detection in PoseNet(right)

사용자의 시선에 보이는 객체뿐만 아니라 현실 공간 내에 보이지 않는 대상물인 전자기, 열, 온도, 가스, 먼지 및 대상물 내부에 대한 센싱기술이 개발되고 있다. 전기의 흐름으로 발생하는 전자기장 (Electromagnetic field: EMF)이나 전자기파 (Radio frequency: RF) 측정은 오래전부터 연구되었다.

Fig. 2(좌)에서 나타내고 있는 열화상 카메라는 현실 공간에서 대상물의 온도를 측정할 수 있어 대상물의 존재와 상태를 파악하는데 유용하다 (Cao et al., 2018). 또한 현실공간에 존재하는 가스나 먼지 등을 센싱하기 위한 기술은 사용자 주변에는 보이지 않는 대상물을 파악하는데 활용이 가능하다. 특히, 가스나 미세먼지 등을 측정하기 위한 센서는 주변 환경을 파악하고 작업을 돕기 위해 활용이 가능하다. 또한 대상물 내부를 투과해 구조와 상태를 파악하기 위한 테라헤르츠 (Terahertz) 기술이 개발되고 있다. Fig. 2(우)에서 처럼 테라헤르츠는 전자기파와 가시광선 사이에 위치한 파장으로써 대상물에 투사하면 투과와 반사 특성을 갖고 있어 대상물의 내부 구조를 인식하는데 활용이 되고 있다 (Willis et al., 2013; Koch Dandolo et al.,

2015).

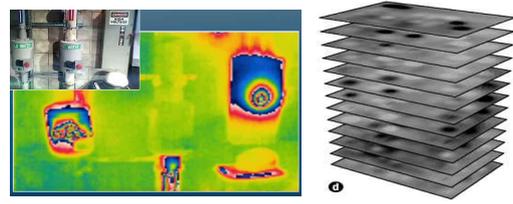


Fig. 2 Examples of Environment Quantification, Thermal Sensing (left) and Terahertz Sensing (right)

사용자 상태 정량화는 사용자 상태를 파악하는 것으로 휴먼 디지털 증강에 있어 매우 중요한 요소로서 다양한 센싱 방식 및 인식에 대한 연구가 진행되고 있다. 사용자의 상태는 정량화하는 측정 대상에 따라 신체 내부와 외부로 구분할 수 있다. 신체 내부 상태는 사용자의 감정 상태와 인지적 상태가 포함되며, 신체 외부는 사용자의 시선, 사용자의 움직임에 따른 행동인식으로 나눌 수 있다. 일반적으로 사용자 상태 정량화를 위해서는 외부센서 및 장치를 통해 이루어진다. 대표적인 외부센싱 방식은 키넥트 센서와 리얼센스를 활용하는 방법이다. 이들 센서 장치는 RGB 영상 및 깊이 영상 정보를 바탕으로 사용자의 움직임을 외부에서 세밀하게 측정할 수 있는 장점이 있어 인터랙티브 게임 등 다양한 응용에 활용되고 있다 (Chiu et al., 2019). 또한 외부 사용자의 내부 상태를 파악하기 위해 심박수, 피부전도도, 뇌파 같은 생체신호 측정 기술이 개발되어 왔다.

최근에는 모바일 기기 보급 확산으로 인해 스마트폰과 착용형 장치를 활용한 사용자 상태 정량화에 대한 연구가 진행되고 있다. 스마트폰은 다양한 센서가 내장되어 있을 뿐만 아니라 저장장치, 처리장치 및 통신장치가 갖추어져 있어 사용자의 변화되는 다양한 상태를 측정하는데 효과적이다. 스마트폰을 통해 위치 및 이동상태, 주변 사용자, 관심 태스크 등 다양한 정보를 측정할 수 있다 (Shin et al., 2012). 또한 스마트폰 센서를 바탕으로 사용자의 수면상태 및 품질을 파악하는 연구가 진행되었다 (Min et al., 2014).

또한 착용형 기기를 바탕으로 한 정량화 기술이 고도화되고 있다. Fig.3(상)에 처럼 MYO는

완장형 (Armband) 웨어러블 기기로 내장된 근전도 (Electromyography: EMG) 측정 센서를 통해 사용자의 팔근육의 움직임을 측정함으로써 팔 움직임을 활용해 드론이나 가상현실 객체 등을 제어하는데 활용되고 있다 (Tatarian et al., 2018).

또한 스마트 안경은 다양한 센서를 내장하면서 사용자의 시선, 얼굴 부위별 온도 및 감성 등을 측정하는 기술과 같이 개발되고 있다. Fig. 3(하좌)에서 처럼 착용형 안경 기반의 얼굴 온도 센싱 기술은 사용자 얼굴의 부위별 온도 변화를 측정 가능하다 (Tag et al., 2017). Fig. 3(하우) 착용형 시선추적 기술은 공간상에서 사용자의 시선 위치를 3차원으로 측정함으로써 응용은 물론 원격 사용자와의 효과적인 상호작용과 감성을 인식하는데 활용이 가능해지고 있다.

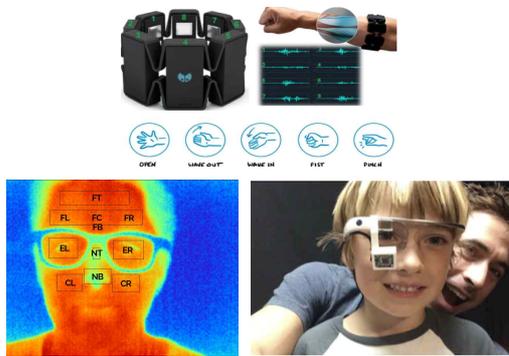


Fig. 3 User Quantification: MYO (Top Right), Eye Glasses (Bottom Left and Right)

### 3.2 사용자 인지 측정 및 분석

사용자의 인지능력을 증강하기 위해서는 다양한 정보를 바탕으로 사용자의 인지적 상태를 측정하고 분석하는 것이 매우 중요하다. 인지능력은 인간의 기억, 감각, 언어, 운동 등을 포함하며, 노화에 따른 인지능력 저하가 가장 일반적이다 (Coffey et al., 2001). 복잡한 산업현장에서의 반복적인 작업과 일상생활에서의 생산성 향상을 위해서는 인지능력 향상이 중요하다. 인지능력을 측정하기 위해 다양한 방식의 연구가 진행되었다. 먼저 정확한 측정을 위해 자기공명장치 (Magnetic resonance imaging: MRI) 등의 장비를 바탕으로 뇌파를 이용한 방법이 개발 및

적용되고 있다. 더 나아가 기능적 자기공명장치 (Functional magnetic resonance imaging: fMRI)를 바탕으로 하는 방식은 뇌의 특정부위의 반응과 활동을 바탕으로 인지 능력을 측정한다 (Grady et al., 2000). 뿐만 아니라 상대적으로 가벼운 소프트웨어나 웹을 바탕으로 측정할 수 있는 방법이 제안되고 있다. 일례로 지각, 기억, 반응 등의 인지상태를 측정하는 인지측정 소프트웨어를 통해 인지 저하에 있어 남녀차이 보다도 연령에 따른 요인을 확인하였다 (Ryu et al., 2010).

최근에는 보다 일상생활과 연계된 환경에서 사용자의 인지능력을 측정하는 연구가 진행되고 있다. 미국의 카네기멜론 대학은 생체신호를 바탕으로 작업의 난이도에 따른 인지부하에 대한 연구를 진행하였다. 사용자의 인지부하를 측정하기 위해 작업의 복잡도에 따른 문제를 준비하고 이에 따른 생체신호 반응과 정신적 피로도 척도인 NASA-TLX (Task load index)를 측정하였다 (Kim et al., 2009). 이 결과 인지적 상태 및 부하에 대한 측정은 심박수, 심전도 등의 생체신호를 통해서 가능하고, 작업 복잡도에 따라 인지부하 요구가 증가함을 확인하였다.

## 4. 확장현실 기반 휴먼 디지털 증강

휴먼 디지털 증강을 실현하기 위해 다양한 기술이 개발되고 있는데 그중에서 확장현실 기반의 디지털 증강을 위한 기술을 살펴본다. 확장현실은 증강현실 가상현실, 혼합현실이 연계된 현실로써 사용자는 현실공간에서 다양한 공간을 확장함으로써 사용자의 인지능력 향상에 중요한 역할을 하고 있다 (Mann et al., 2018). 확장현실을 기반으로한 휴먼 디지털 증강으로써 시각능력 증강, 촉각 및 청각 능력 증강 및 인지능력 증강 기술에 대해 살펴본다.

### 4.1 시각능력 증강 기술

시각은 인간이 생활하는데 있어 매우 중요한 인지 역할을 하고 있어 이를 향상하기 위한 다양한 증강 연구들이 진행되고 있다. 이를 위해

영상 정보를 활용한 단순한 증강뿐만 아니라 대상물 인식과 환경 센싱을 바탕으로 관련 정보를 추가하는 확장현실 기반 시각 증강 기술이 개발되고 있다. 영상 기반 시야 증강은 사용자가 볼 수 없는 영역을 사용자에게 부착된 카메라나 원격지 카메라를 통해 제공하는 방법이다. Fig. 4(상)에서처럼 SpiderVision은 측면과 후면 카메라가 장착된 VR headset을 활용해 사용자의 정면과 측면에 대한 뷰를 제공한다 (Fan et al., 2014). 이러한 형태의 시각증강은 드론에 장착된 카메라를 이용해 원격지나 항공뷰를 통해 시야 증강이 가능하다.

또한, 가상현실 및 증강현실 기술을 바탕으로 시각 증강이 고도화하고 있다. Fig. 4(하)와 같이 자가 코칭 도우미 (Self coaching assistant)는 스포츠 분야에서 학습자가 운동자세를 교정하기 위해 자신의 신체를 3인칭 관찰자 입장으로 관찰할 수 있는 관찰자 시점 증강을 제공한다 (Hamanishi and Rekimoto, 2017). 관찰자 시점 증강 기술은 사용자가 모션캡처 수트를 착용하고 있는 동안 AR 글래스를 통해 자신의 동작을 확인할 수 있다. 이를 통해 사용자는 스포츠 교육훈련과정에서 자기 자신을 관찰자 시점으로 자신의 움직임에 관찰하면서 운동 동작을 교정할 수 있도록 지원한다.

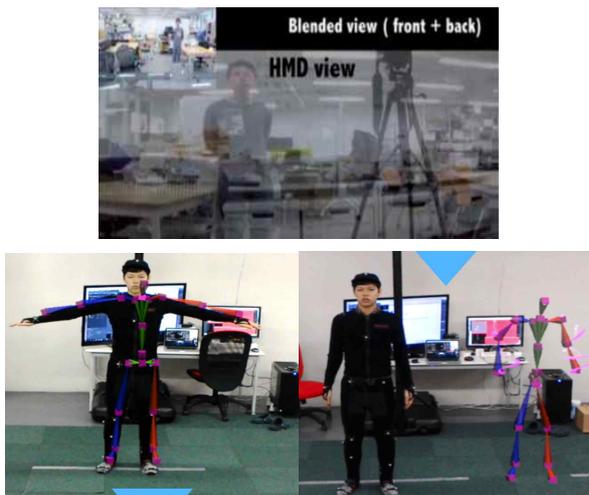


Fig. 4 Visual Augmentation. SpiderVision (Top) and Self Coaching Assistant (Bottom)

뿐만 아니라 시각증강 기술은 다양한 센싱 기술과 결합되어 화재 및 재난방재 분야에서 시각 능력을 증강하기 위해 개발되고 있다. Fig. 5에 나타낸 것처럼 증강현실 헬멧 시스템은 소방관의 소방방재를 지원하기 위해 열화상 카메라가 장착된 헬멧을 구성하여 소방관의 시각 증강을 실현하였다 (Held et al., 2019). 이를 바탕으로 연기와 화재가 발생하는 화재 현장에서 주변을 효과적으로 시각화함으로써 화재 장소에서 이동과 진압대응을 지원한다.

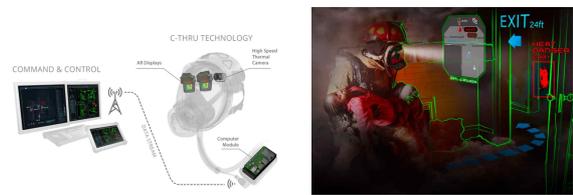


Fig. 5 Visual Augmentation for Fire Fighter

시각 증강은 시니어처럼 나이가 들면서 수정체가 탄력을 잃어 발생하는 노안을 향상하기 위해 연구개발이 진행되고 있다. 보통 노안이 발생하면 두 개의 안경을 준비하여 착용하거나 다초점 렌즈를 이용한 안경을 구입한다. 하지만 이러한 방법은 젊었을 때 자신의 눈으로 볼 때와는 달리 여러 가지 착용하는데 불편한 점이 있다. 미국 스탠포드대학의 연구진은 시선추적기와 깊이카메라를 안경에 부착하여 이 문제를 해결하는 시도를 하였다 (Padmanaban et al., 2019).

Fig. 6에서 나타낸 것처럼, 이 특수 안경을 착용한 사용자가 바라보는 곳에 있는 물체와의 거리에 따라 안경의 렌즈를 회전시켜 초점을 적절하게 조정한다. 아직 이 장치를 소형화 하는 문제가 남아 있지만, 상용화된다면, 노안으로 고생하는 시니어들에게 획기적인 시각 증강 도구로 자리매김할 것으로 전망된다.

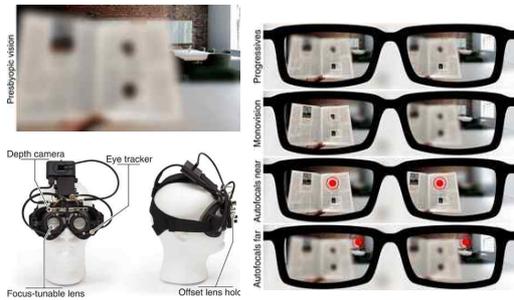


Fig. 6 Visual Augmentation. Original View (Top Left), Setting (Bottom Left) and Visual Augmentation using Wearable Glasses (Right)

#### 4.2 촉각 및 청각 능력 증강

시각 증강과 더불어 청각과 촉각 증강에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 청각 증강은 시력이 나쁘거나 보이지 않는 장애인을 대상으로 카메라 영상을 통해 주변환경을 인식하고 음성 피드백을 통해 이동안내와 주변 안내를 돕는 기술이다 (Min and Oh, 2020). Fig. 7(좌)에 나타난 것처럼 사용자는 음성 피드백이 제공되는 글래스를 착용하고 카메라가 내장된 글러브를 착용한 상태이다. 이 연구에서는 쇼핑물에 도착한 사용자를 구매하고자 하는 상품 위치로 안내하면, 전시된 상품을 인식한 후, 음성 안내를 제공해 원하는 상품의 구매를 도와주는 시스템을 개발하였다 (Zientara et al., 2017). 또한 디지털화된 대상물에 대해 촉각피드백을 제공함으로써 실제 대상물을 느낄 수 있는 촉각 증강기술이 개발되고 있다. Fig. 7(우)과 같이 디스플레이 화면에 나타난 가상 직물은 시각적인 정보만을 제공하지만 손가락에 끼워진 햅틱장치는 화면에 나타난 직물과 관련된 촉각을 제공하여 사용자가 시각과 촉각을 함께 느끼도록 한다 (Wolf, 2017).



Fig. 7 Shopping Assistant for Blind People (Left) and Sensory Augmentation for Textile (Right)

#### 4.3 인지 능력 증강

사용자의 인지적 능력을 향상하는 기술도 다양적으로 진행되고 있다. 사용자의 인지 기능은 뇌에서의 활동으로 인지, 기억, 학습 등과 같은 기능을 포함한다. 특히 가상현실 및 증강현실 기술을 바탕으로 관련된 정보를 제공함으로써 사용자의 인지능력을 향상할 수 있다. 특히 시니어 운전자의 운전과 네비게이션 확인으로 구성되는 복합 태스크 환경에서 증강현실 디스플레이의 보조에 따라 인지부하가 감소함을 확인하였다 (Kim et al., 2009). Fig. 8(좌)와 같이 자동차 증강현실 디스플레이는 네비게이션 정보를 차량 전면유리에 시각화함으로써 운전자의 인지를 돕는다. 또한 레고블럭 조립에서 증강현실 도우미를 통한 인지능력 향상에 대한 가능성도 제시되었다. Fig. 8(우)와 같이 레고블럭 조립은 완성하고자 하는 대상물을 토대로 관련 블록을 순차적으로 조립해야 작업이 수반되는데, 증강현실을 통해 조립에 사용할 다음 블록을 안내하여 사용자의 시각적 인지능력을 향상시켰다 (Yang et al., 2019).

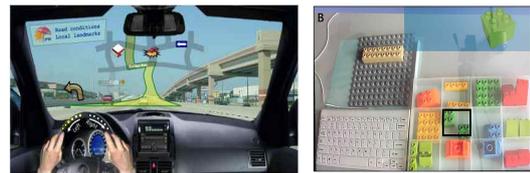


Fig. 8 Cognitive Assistant. Cognitive Reduction based on Augmented Reality Display (Left) and Augmented Reality Assistant for Lego Block Assemble Task (Right)

또한 뇌의 특정 부위를 자극하여 훈련자의 학습능력을 향상시키는 연구가 진행되고 있다. 인간의 뇌는 학습영역이 있는데 이 부위를 파악하고 자극함으로써 학습능력을 향상시키는 방법이다. Fig. 9 에서 나타내듯이 뇌의 영역중 특정 작업과 관련된 활동영역을 뇌전도 (Electroencephalogram: EEG) 측정을 통해 센싱 및 인식하고 나면 이를 학습영역으로 간주하고, 경두개 자기장 치료법

(Transcranial magnetic stimulation: TMS)을 통해 해당 부분을 자극함으로써 학습효과를 향상시킬 수 있다 (Bhattacharyya et al., 2017). 실험을 통해 학습과 관련 뇌의 활동영역을 자극함으로써 일반적인 훈련 대비 작업능률이 10% 이상 향상되었다.

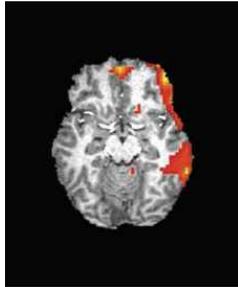


Fig. 9 Cognitive Augmentation in Virtual Reality Training System

## 5. 휴먼 디지털 증강 응용과 발전 방향

### 5.1 휴먼 디지털 증강 응용

휴먼 디지털 증강은 다양한 기술과 함께 발전되어 활용이 가능해지고 있는데 특히 시각인지가 어려운 시각장애인이거나 고령자에게 매우 유용하다. 먼저 시각에 문제가 있는 시각장애인에게 휴먼 증강기술이 유용하다. 전 세계적으로 시각장애인이거나 시각에 문제가 있는 인구는 2.5억명에 이르고 있는데, 이중 많은 사람이 사회활동 참여와 일상생활에 어려움을 갖고 있다 (Bourne et al., 2017). 시각장애인은 시각적 문제에 따라 색맹, 전맹, 저시력(약시) 등으로 구분될 수 있다. 이러한 시각 특성을 고려해 휴먼 증강 기술은 음성/진동 피드백을 제공하거나 영상 확대 기능을 통해 시각적 문제를 개선할 수 있다.

또한, 인지적 노화가 진행되고 있는 고령자를 위해 활용이 가능하다. 인간은 40세 이후부터 신체 노화가 시작되면서 시력, 청력, 기억력 및 인지 측면에서의 쇠퇴가 시작된다 (Ryu et al., 2010). 이러한 노화는 사람에 따라 시작되는 시

기나 감각의 문제 정도가 달라질 수 있다. 휴먼 증강 기술은 사용자의 일상생활을 주기적으로 정량화해 사용자의 노화가 발생하는 상황을 추적하고 이를 기반으로 적절한 관리나 인지 증강을 제공할 수 있다.

뿐만 아니라 산업현장의 교육훈련이나 스포츠 및 악기 트레이닝에서도 휴먼 증강이 유용하다. 산업현장에는 복잡한 장비들이 운용되고 있는데, 이러한 장비의 조작을 위해서 관련 정보를 증강하여 작업효율을 높일 수 있다. 스포츠 및 악기 트레이닝에서는 훈련자의 동작을 바탕으로 자세나 위치를 가이드하면서 훈련효율을 높일 수 있어 유용하다.

그 외에도 박물관이나 복잡한 장소에서의 정보안내 등에서 사용자의 시각 및 인지적 어려움을 해소하는데 휴먼 디지털 증강이 유용하다. 박물관이나 쇼핑몰 등 복잡한 곳에서는 이동이나 목적지를 찾는 일에 다소 어려움이 따른다. 이러한 복잡한 상황에서 사용자 시야 관련 정보를 증강함으로써 사용자가 자신의 위치와 방향을 인지하는데 유용하게 활용이 가능하다.

### 5.2 휴먼 디지털 증강 기술 발전 전망

#### 1) 지속적인 사용자 상태 정량화

휴먼 증강을 위해 사용자의 생체신호와 혈압 정보를 포함하는 신체 내외부 상태에 대한 지속적인 정량화가 필요하다 (Cho and Choi, 2020). 사용자의 내외부 상태를 파악하기 위한 기술이 다양하게 진화하고 있지만 여전히 사용자 내부 및 인지 상태를 측정하기 위한 기술과 그 수준은 한계가 있고, 지속적인 측정이 이루어지지 않고 있다. 이를 위해서는 사용자의 인지적 및 감성적 상태에 대한 정량화가 중요하다.

사용자의 외부상태에 대한 정량화는 다양하게 진행되었지만 사용자의 인지적 및 감성적 상태에 대한 측정은 여전히 고도화가 필요하다. 또한 사용자의 상태를 파악하고 인식하기 위해서는 지속적이며 장시간에 걸친 측정을 필요로 한다.

#### 2) 모바일 기반 상시 인지 측정과 모델링

사용자의 시각 및 인지 증강을 위해서는 획득

된 사용자 및 환경 상태 정보를 바탕으로 사용자의 상태를 인지하고 향후 상황을 예측하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 일상생활로부터 획득된 데이터를 바탕으로 사용자의 인지상태를 지속적으로 파악하고 비정상적인 행동이나 인지상태의 저하가 발생하는 상황을 모델링하고 이를 바탕으로 이상 상황에 대한 인지와 예측 기술개발이 필요하다.

**3) 상황 인지 기반 맞춤형 인지능력 증강**

사용자의 상황과 상태에 따라 적절한 피드백을 제공하기 위한 인지적 및 맞춤형 증강 기술이 필요하다. 휴먼 증강을 위한 기존의 연구는 정해진 상황이나 고정된 정보를 제공하는데 그치고 있어 사용자가 이용하기에는 어려움이 있고, 다른 환경으로 적용하고 확장하기에 한계가 있다. 이를 위해서는 사용자의 인지 및 상황 맞춤형 증강이 중요하다. 인지 및 상황 맞춤형 휴먼 증강은 사용자의 인지적 및 상황에 따라 필요한 정보를 적절하게 제공하기 위한 방법으로써 다양한 센싱정보를 바탕으로 사용자의 상황과 사용자 주변의 다중 스마트 기기의 성능도 정확하게 인지해야 한다 (Kwon et al., 2016; Yoon and Shin, 2019). 이를 기반으로 사용자가 필요로 하는 정보를 직관적으로 제공해야 한다. 또한 적절한 정보를 제공하기 위해서는 사용자의 인지적 상황을 측정하고, 이를 바탕으로 시각 및 인지를 증강하기 위한 정보 제공이 필요하다.

**4) 휴먼 디지털 증강 서비스를 위한 통합적 개방형 프레임워크**

다양한 목적으로 휴먼 증강을 적용 및 실현하기 위해서는 사용자 내외부의 다양한 센싱정보, 증강장치, 외부 처리, 데이터와 연계할 수 있는 이음매 없는 증강을 위한 통합형 프레임워크가 필요하다. 다양한 목적을 갖는 휴먼 증강 응용이 제시되고 있지만, 정량화에 이용되는 센싱장치, 이용되는 단말 및 증강 방법 등이 다양하게 진행되어 왔다. 하지만 이러한 방법은 고도화나 사용자 니즈의 변화에 따른 향상된 응용서비스 개발에 어려움이 따른다. 이를 위해서는

다양한 센싱 장치, 인식 기술, 단말 장치들이 자유롭게 연동 및 활용이 가능한 개방형 휴먼 증강 프레임워크가 중요하다. 개방형 휴먼 증강 프레임워크는 목적에 따라 필요한 장치를 구성하고 관련 기술을 구성하여 효과적인 휴먼 증강 서비스를 제공하도록 틀을 제공한다 (Yoon et al., 2014; Lee et al., 2018).



Fig. 10 Human Digital Augmentation based on Extended Reality

Fig. 10은 앞에서 언급한 휴먼 디지털 증강 기술의 발전방향을 연계하여 구성하였다. 사용자가 처해있는 환경에서 지속적으로 사용자 및 환경을 정량화, 저장, 분석 모델링을 통해 사용자에게 적절한 증강이 가능하도록 구성하고 이를 위한 핵심 요소기술이 통합 플랫폼으로 연계됨으로써 다양한 인지 증강 서비스로 활용이 가능할 것으로 전망된다.

**6. 결론**

본 논문에서는 제 4차 산업혁명과 함께 주목을 받고 있는 휴먼 디지털 증강을 실현하기 위한 핵심기술과 응용에 대해 살펴보았다. 휴먼 디지털 증강은 일시적 혹은 영구적으로 인지적 능력이 부족해진 상황에서 이를 디지털 기술을 활용해 증강하기 위한 기술이며, 이를 실현하기 위해 사용자 및 주변 상태 정량화, 인지적 상태 측정 및 분석 그리고 이를 바탕으로 상황에 적절하게 시각적 및 인지적 증강 기술을 살펴보았다. 이와 함께 발전하고 있는 기술변화와 사용자의 요구 증가에 따라 향후 휴먼 디지털 증강

기술의 발전방향으로써 지속적인 사용자 정량화, 상황인지 기반 맞춤형 인지능력 증강 및 다양한 서비스를 위한 통합적 개방형 프레임워크의 필요성에 대해 논의하였다.

현재의 휴먼 디지털 증강은 여전히 제한적으로 활용 가능성을 확인하고 있지만 향후 기술고도화에 따라 발전이 주목된다. 특히 지속적인 사용자 정량화 기술, 착용형 인지상태 측정, 및 상황 맞춤형 정보 증강 및 개방형 프레임워크를 바탕으로 확장현실 기반 휴먼 디지털 증강으로 더욱 고도화되면서 활용 가치가 높아질 것으로 전망된다.

## References

- Bhattacharyya, R., Coffman, B., Choe, J., and Phillips, M. (2017). Does Neurotechnology Produce a Better Brain?, *Computer*, 50(2), 48-58. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.49>.
- Bourne, R., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., Das, A., Jonas, J. B., Keeffe, J., Kempen, J. H., Leasher, J., Limburg, H., Naidoo, K., Pesudovs, K., Resnikoff, S., Silvester, A., Stevens, G. A., Tahhan, N., Wong, T. Y., and Taylor, H. R. (2017). Magnitude, Temporal Trends, and Projections of the Global Prevalence of Blindness and Distance and Near Vision Impairment: A Systematic Review and Meta-analysis, *The Lancet Global Health*, 5(9). [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30293-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30293-0).
- Cao, Y., Xu, B., Ye, Z., Yang, J., Cao, Y., Tisse, C., and Li, X. (2018). Depth and Thermal Sensor Fusion to Enhance 3D Thermographic Reconstruction, *Optics Express*, 26(7), 8179-8193. <https://doi.org/10.1364/OE.26.008179>.
- Chiu, C., Thelwell, M., Senior, T., Choppin, S., Hart, J., and Wheat, J. (2019). Comparison of Depth Cameras for Three Dimensional Reconstruction in Medicine, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 233(9), 938-947. <https://doi.org/10.1177/0954411919859922>.
- Cho, J., and Choi, A. (2020). Cuffless Blood Pressure Estimation Based on a Convolutional Neural Network using PPG and ECG Signals for Portable or Wearable Blood Pressure Devices, 25(3), 1-10. <https://doi.org/10.9723/jksis.2020.25.3.001>.
- Chu, T. (2014). *Human Purpose and Transhuman Potential: A Cosmic Vision of Our Future Evolution*, Origin Press.
- Coffey, C., Ratcliff, G., Saxton, J., Bryan, R., Fried, L., and Lucke, J. (2001). Cognitive Correlates of Human Brain Aging: A Quantitative Magnetic Resonance Imaging Investigation, *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 13(4), 471-485. <https://doi.org/10.1176/jnp.13.4.471>.
- Engelbart, D. C., and English, W. K. (1968). A Research Center for Augmenting Human Intellect, *Proceedings of the 1968 Fall Joint Computer Conference, Part I (AFIPS '68 (Fall, part I))*, Dec. 9-11, San Francisco, California, USA, pp. 395-410.
- Fan, K., Huber, J., Nanayakkara, S., and Inami, M. (2014). SpiderVision: Extending the Human Field of View for Augmented Awareness, *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference*, Kobe, Japan, pp. 1-8.
- Farooq, U., and Grudin, J. (2016). Human-computer Integration, *Interactions*, 23(6), 26 - 32. <https://doi.org/10.1145/3001896>.
- Grady, C. L. (2000). Functional Brain Imaging and Age-related Changes in Cognition, *Biological Psychology*, 54(1-3), 259-281. [https://doi.org/10.1016/s0301-0511\(00\)00059-4](https://doi.org/10.1016/s0301-0511(00)00059-4).
- Hamanishi, N., and Rekimoto, J. (2017). Body Cursor: Supporting Sports Training with

- the Out-of-Body Sense, *Proceedings of CHI 2017 Workshop on Amplification and Augmentation of Human Perception*, May 7, Denver, CO, USA.
- Held, B., Aljuneidi, S., Pham, V. T.-V., and Joseph, A. (2019). Helon 360: A Smart Fire Fighters' Helmet Integrated Augmented Reality and 360° Thermal Image Data Streaming, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28158.41287>.
- Kendall, A., Matthew K. G., and Roberto C. (2015). PoseNet: A Convolutional Network for Real-Time 6-DOF Camera Relocalization, *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Dec. 7-13, Santiago, Chile, pp. 2938-2946.
- Kim, S., and Dey, A. K. (2009). Simulated Augmented Reality Windshield Display as a Cognitive Mapping Aid for Elder Driver Navigation, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Apr 4-9, Boston, Massachusetts, USA, pp. 133-142.
- Koch Dandolo, C. L., Cosentino, A., and Jepsen, P. U. (2015). Inspection of Panel Paintings Beneath Gilded Finishes Using Terahertz Time-domain Imaging, *Studies in Conservation, Supplement 1*, pp. S159-S166. <https://doi.org/10.1179/0039363015Z.000000000220>.
- Kwon, M.-R., Hong, K.-J., and Jung, K.-C. (2016). Customized Search System using Real-time Contexts of User, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 21(5), 19-30. <https://doi.org/10.9723/jksis.2016.21.5.019>.
- Lee, J., Kim, E., Yu, J., Kim, J., and Woo, W. (2018). Holistic Quantified Self Framework for Augmented Human, *International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*, Jul. 15-20, Las Vegas, NV, USA, pp. 188-201.
- Licklider, J. C. R., (1960). Man-Computer Symbiosis, *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1(1), 4-11. <https://doi.org/10.1109/THFE2.1960.4503259>.
- Mann, S., Furness, T., Yuan, Y., Lorio, J., and Wang, Z. (2018). All Reality: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X,Y), and Multimediated Reality, Retrieved August 2, 2018, from Cornell University, arXiv website: <https://arxiv.org/abs/1804.08386>.
- Min, J.-K., Doryab, A., Wiese, J., Amini, S., Zimmerman, J., and Hong, J. (2014). Toss 'N' turn: Smartphone as Sleep and Sleep Quality Detector, *CHI '14: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Apr. 26-May 1, Toronto, Canada, pp. 477-486.
- Min, S., and Oh, Y. (2020). Survey on Obstacle Detection Features of Smart Technologies to Help Visually Impaired People Walk, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 25(3), 31-38. <https://doi.org/10.9723/jksis.2020.25.3.031>.
- Oleksy, T., and Wnuk, A. (2016). Augmented Places: An Impact of Embodied Historical Experience on Attitudes Towards Places, *Computers in Human Behavior*, 57, 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.014>.
- Padmanaban, N., Konrad, R., and Wetzstein, G. (2019). Autofocals: Evaluating Gaze-contingent Eyeglasses for Presbyopes, *Science Advances*, 5(6), eaav6187. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav6187>.
- Ryu, W.-S., Kim, H., and Chung, S.-T. (2010). An Empirical Study on Quantitative Evaluation of Cognitive Function, *Progress in Medical Physics*, 21(1), 42-51.
- Redmon, J., and Farhadi, A. (2016). YOLO9000: Better, Faster, Stronger, *Proceedings of the 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Jul. 21-26, Honolulu,

- HI, USA, pp. 6517-6525.
- Schmidt, A. (2017). Augmenting Human Intellect and Amplifying Perception and Cognition, *IEEE Pervasive Computing Systems*, 16(1), 6-10.  
<https://doi.org/10.1109/MPRV.2017.8>
- Shin, C., Hong, J-H., and Dey, A. K. (2012). Understanding and Prediction of Mobile Application Usage for Smart Phones, *Proceedings of the UbiComp*, Sep. 5-8, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, pp 173-182.
- Starner, T., Mann, S., Rhodes, B., Levine, J., Healey, J., Kirsch, D., Picard, R. W., and Pentland, A. (1997). Augmented Reality Through Wearable Computing, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 386-398.  
<https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.386>.
- Stephanidis, C., Salvendy, G., Antona, M., Chen, J. Y. C., Dong, J., Duffy, V. G., Fang, X., Fidopiastis, C., Fragomeni, G., Fu, L. P., Guo, Y., Harris, D., Ioannou, A., Jeong, K., Konomi, S., Krömker, H., Kurosu, M., Lewis, J. R., Marcus, A., Meiselwitz, G., Moallem, A., Mori, H., Nah, F. F.-H., Ntoa, S., Rau, P.-L. P., Schmorow, D., Siau, K., Streitz, N., Wang, W., Yamamoto, S., Zaphiris, P., and Zhou, J. (2019). Seven HCI Grand Challenges, *International Journal of Human - Computer Interaction*, 35(14), 1229-1269,  
<https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1619259>.
- Tag, B., Mannschreck, R., Sugiura, K., Chernyshov, G., Ohta, N., and Kunze, K. (2017). Facial Thermography for Attention Tracking on Smart Eyewear: An Initial Study, *CHI EA '17: Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing*, May 6-11, Denver, Colorado, USA, pp. 2959-2966.
- Tatarian, K., Couceiro, M., Ribeiro, E., and Faria, D. (2018). Stepping-stones to Transhumanism: An EMG-controlled Low-cost Prosthetic Hand for Academia, *2018 International Conference on Intelligent Systems (IS)*, Sep. 25-27, Funchal - Madeira, Portugal, pp. 807-812.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century, *Scientific American*, 265(3), 94-105.
- Willis, K. D. D., and Wilson, A. D. (2013). InfraStructs: Fabricating Information Inside Physical Objects for Imaging in the Terahertz Region, *ACM Transactions on Graphics*, 32(4), 138.  
<https://doi.org/10.1145/2461912.2461936>.
- Wolf, K. (2017). Augmenting Interface Perception through Sensory Illusion, *Proceedings of CHI 2017 Workshop on Amplification and Augmentation of Human Perception*, May 6-11, Denver, Colorado, USA.
- World Economic Forum. (2016). *World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution*, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_AM16\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_AM16_Report.pdf) (Accessed on Aug. 21st, 2020)
- Xu, W. (2019). Toward human-centered AI: a Perspective from Human-computer Interaction, *Interactions*, 26(4), 42 - 46.  
<https://doi.org/10.1145/3328485>.
- Yang, Z., Shi, J., Jiang, W., Sui, Y., Wu, Y., Ma, S., Kang, C., and Li, H. (2019). Influences of Augmented Reality Assistance on Performance and Cognitive Loads in Different Stages of Assembly Task, *Frontiers in Psychology*, 10, 1703.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01703>.
- Yoon, H., Doh, Y. Y., Yi, M. Y., and Woo, W. (2014). A Conceptual Framework for Augmented Smart Coach based on Quantified Holistic Self, *International Conference on Distributed, Ambient, and*

*Pervasive Interactions*, Jun. 22-27, Heraklion, Crete, Greece, pp. 498-508.

Yoon, H., and Shin, C. (2019). Cross-Device Computation Coordination for Mobile Collocated Interactions with Wearables, *Sensors*, 19(4), 796. <https://doi.org/10.3390/s19040796>.

Zientara, P., Lee, S., Smith, G. H., Brenner, R., Itti, L., Rosson, M. B., Carroll, J., Irick, K., and Narayanan, V. (2017). Third Eye: A Shopping Assistant for the Visually Impaired, *Computer*, 50(2). 16-24. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.36>.



**윤 효 석 (Hyoseok Yoon)**

- 종신회원
- 숭실대학교 컴퓨터학부 공학사
- 광주과학기술원 정보통신공학과 공학석사
- 광주과학기술원 정보기전공학부 공학박사
- 전자부품연구원 콘텐츠응용연구센터 선임연구원
- (현재) 한신대학교 컴퓨터공학부 조교수
- 관심분야: HCI, 웨어러블 컴퓨팅, 증강휴먼



**신 춘 성 (Choonsung Shin)**

- 숭실대학교 컴퓨터학부 공학사
- 광주과학기술원 정보통신공학과 공학석사
- 광주과학기술원 정보통신공학과 공학박사
- 전자부품연구원 VR/AR연구센터 책임연구원
- 문화체육관광부 문화기술 PD
- (현재) 전남대학교 문화전문대학원 미디어예술공학전공 부교수
- 관심분야: 디지털 문화콘텐츠, 문화기술, 인간-컴퓨터 상호작용



**이 영 호 (Youngho Lee)**

- 한국과학기술원 수학과 이학사
- 광주과학기술원 정보통신공학과 공학석사
- 광주과학기술원 정보통신공학과 공학박사
- (현재) 국립목포대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야: 가상현실, 증강현실, HCI, 착용형 컴퓨팅