

증강현실을 이용한 인지훈련 프로토콜 설계 및 시스템 구현

이철승* · 김국세**

Cognitive Training Protocol Design and System Implementation using AR

Cheol-Seung Lee* · Kuk-Se Kim**

요약

4차 산업혁명 시대의 차세대 미디어 기술인 실감미디어는 사용자 경험을 최적화 하는 환경을 통해 체험하는 기술로 이슈화 되고 있고, 보건·헬스케어 융·복합분야로 빠르게 발전하고 있다. 노년층의 인구 증가로 만성질환의 증가, 인지훈련 및 재활분야의 인프라와 전문인력의 부족으로 이를 해결하기 위해 실감미디어 기술과 서비스를 채택하고 있다. 이에 본 연구는 인지 재활이 필요한 경도인지장애 MCI(Mild cognitive impairment) 대상자를 대상으로 인지능력과 일상생활 활동능력을 향상시키는 목적으로 인지 훈련 시스템을 설계하고 구현하였다. 향후 AI와 BigData 기반의 지능형 인지재활 통합 플랫폼으로 쌍방향 커뮤니케이션과 즉각적인 피드백이 존재하는 통합 서비스 플랫폼을 연구과제로 남긴다.

ABSTRACT

Realistic media, the next-generation media technology in the era of the 4th industrial revolution, is becoming an issue as a technology to experience through an environment that optimizes user experience, especially! It is rapidly developing into the health and healthcare convergence and complex fields. Realistic media technologies and services are being adopted to solve the problems of the increase in chronic diseases due to the increase in the elderly population and the lack of infrastructure and professional manpower in the fields of cognitive training and rehabilitation. Therefore, in this study, a cognitive training system was designed and implemented for the purpose of improving cognitive ability and daily life activity in subjects with mild cognitive impairment (MCI) who require cognitive rehabilitation. In the future, an integrated service platform with interactive communication and immediate feedback as an intelligent cognitive rehabilitation integrated platform based on AI and BigData is left as a research project.

Realistic Media, Cognitive Judgment, Augment Reality, Health Care
실감 미디어, 인지 판단, 증강 현실, 헬스 케어

* (주) 지아이랩(karolro98@gmail.com)

** 교신저자: 광주여자대학교 AI융합학과

• 접수일 : 2022. 09. 30

• 수정완료일 : 2022. 11. 05

• 게재확정일 : 2022. 12. 17

• Received : Sep. 30, 2022, Revised : Nov. 05, 2022, Accepted : Dec. 17, 2022

• Corresponding Author : Cheol-Seung Lee

Dept. of AI Convergence, Kwangju women's University

Email : cyberec@kwu.ac.kr,

1. 서론

현실세계를 가장 근접하게 재현하고자 하는 차세대 미디어 기술인 실감미디어는 증강현실 AR(Augment Reality)[1], 가상현실 VR(Virtual Reality)[2] 그리고 혼합현실 MR(Mixed Reality) 기술은 사용자 경험을 최적화 하는 환경을 통해 체험하는 기술로 이슈가 되고 있다.

4차 산업혁명 시대의 대표기술 중 하나인 실감미디어 기술은 보건·헬스케어 융복합 분야로 빠르게 확대 응용되고 있다[3-5]. 보건·헬스케어 융복합 분야에서는 노년층 인구가 증가하는 구조로 인해 인구의 노령화 현상에 따른 만성 질환의 증가와 기반시설 및 보건·헬스케어분야의 전문 인력의 부족한 부분을 해결하기 위해 실감미디어 기술의 제품과 서비스를 채택하고 있다. 인구의 노령화 현상은 노동력의 부족 현상, 노인 복지 시설의 확충 그리고 노령화에 따른 인지기능의 저하로 선진국들의 고민하는 문제로 대두되고 있다.

인지기능은 일상생활능력과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 인지기능을 향상시켜 문제점을 최소화 한다면 일상생활 수행능력이 높아질 것이다[6]. 국내·외를 비롯한 다양한 인지재활 시스템이 존재하고 있지만, 대부분 2D 형태의 콘텐츠를 주로 사용하고 있고, 실감미디어 기술을 이용한 인지기능을 훈련할 수 있는 콘텐츠는 부족한 실정이다[7].

HMD(Head Mounted Display)를 이용한 가상현실 기반의 인지훈련 시스템들은 몰입감은 높지만, 경도 인지장애 환자들에게 착용을 해야하는 번거로움이 발생할 수 있다. 증강현실 기술의 이용을 통해 경도 인지장애자의 인지 평가를 적용하고, 인지 판단 기술에 관한 연구[8] 자료를 기반으로, 인지 판단기술 플랫폼 설계 및 개발을 배경연구로 제시 하였다[9].

이에 본 논문은 인지능력과 일상생활 활동능력을 향상시키는 목적으로 증강현실을 이용한 인지훈련 프로토콜을 설계 및 시스템을 구현하고, 지능형 인지 훈련 시스템 구현을 위한 하드웨어와 인지재활 훈련 및 실행능력 평가를 할 수 있는 소프트웨어를 구현하였다.

4차 산업혁명 시대의 인지재활 시스템은 그룹형 인지재활 평가·훈련 및 인공지능이 결합한 지능형 난이

도 조절 알고리즘 설계가 필요하며, 상호작용을 통한 즉각적인 피드백을 제공할 수 있는 시스템을 향후 연구과제로 남긴다.

II. 관련연구

2.1 인지 훈련기술의 필요성

4세대 R&D(Research & Development)트렌드는 ICT(Information and Communication Technologies)기반 기술과 보건·헬스케어 분야의 인지 훈련 기술의 융·복합형태로 발전하고 있다[10].

인지훈련 기술은 치매 인지수준인 MMSE(Mini-mental State Examination)-DS나 노인 우울 척도 GDS(Geriatric Depression Scale) 프로토콜을 반드시 포함해야 한다. MMSE-DS의 평가항목은 지남력(Orientation), 기억력(Memory), 주의집중(Attention), 시지각(Visual Perception), 언어능력(Language), 계산능력(Calculation)의 6개 영역이다. 총 30점 만점이고, 인지장애 판별 기준은 24점 이상이 정상, 18~23점은 경도 인지장애, 17점 이하는 중증 인지장애로 해석한다[11]. 또한 인지관리 서비스를 제공하기 위해 인지능력, 인지훈련 프로토콜이 설계된 통합 플랫폼 형태로 구축되어 인지재활 훈련을 할 수 있어야 한다.

2.2 인지 판단기술 플랫폼 설계

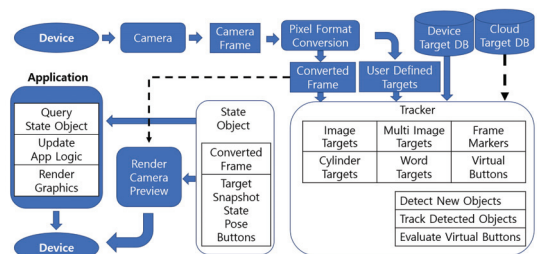


그림 1. 현장정보 데이터 시각화

Fig. 1 Visualization of field information data

인지 판단기술 플랫폼은 증강현실 인터페이스는 사용자 인터페이스 구성과 현장정보 데이터 시각화를

위해서 DAQRI 기반의 증강현실 인터페이스를 설계하여 현장정보 데이터를 시각화 하고, 입력된 영상을 분석해, 타겟 트래킹 매핑 분석 환경 구축을 하여 시·지각 인터페이스 설계하였다.

2.2.1 VUI(Voice User Interface) 설계

VUI는 Google Cloud Speech-to-Text 음성인식 엔진을 이용하여 인지장애 특성을 고려한 가이드 음성 사용자 인터페이스 설계 및 개발을 통해 인식률과 반응성을 확보하였고, 사용자의 발화 수준을 고려한 GUI(Graphic User Interface)를 동시에 고려하여 가상적인 환경과 실시간으로 상호작용하는 인간과 시스템간의 인터페이스 서로 상호 보완될 수 있도록 UI(User Interface)를 설계 하였다.

2.2.2 GDS 프로토콜 설계

인지 판단기술 플랫폼 시스템은 한국형 GDS 인지 판단 검사인 지남력, 기억력, 주의집중, 시·지각, 언어능력, 계산능력 그리고 실행능력(Executive function)을 추가한 프로토콜로 설계 하였으며, 그림 2와 같은 인지평가 반영 인지훈련 알고리즘을 통해 다발성 장애를 평가할 수 있도록 콘텐츠를 기획 제작 하였다.

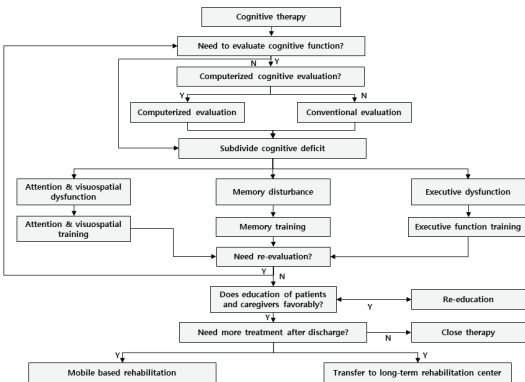


그림 2. 인지훈련 알고리즘
Fig. 2 cognitive training algorithm

2.2.3 증강현실 전용 앱 설계

증강현실 전용 앱은 사용자의 시·지각 및 실행능력 평가 도구와 인지 훈련 알고리즘 및 콘텐츠 시나리오를 반영 하였다. 월드매핑 엔진과 VUI를 통합하여 마

커, 오브젝트 인식 및 공간인식 기능을 구현한 콘텐츠의 제작, 물리적 버튼 및 컨트롤러를 증강하며 연동하는 콘텐츠의 제작, 그리고 VUI로 진행 가능한 콘텐츠를 설계 및 제작 하였다.

III. 인지훈련 프로토콜 설계

증강현실 기반의 인지훈련 프로토콜은 인지재활 콘텐츠 프로세스를 기반으로 실행능력 평가 도구 개발 그리고 인지재활 콘텐츠 개발 그리고 증강현실 기반의 인지훈련 프로토콜을 설계한다.

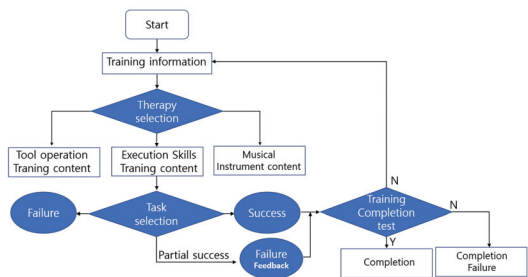


그림 3. 인지재활 콘텐츠 프로세스

Fig. 3 Cognitive rehabilitation content process

3.1 증강현실 실행능력 평가 도구 개발

경도인지장애 및 노인들의 실행능력 및 인지 기능 평가를 위하여 실제 임상에서 이용하고 있는 LOTCA(Lowenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment, SNSB- II(Seoul Neuropsychological screening battery 2nd edition), LICA(Literacy Independent Cognitive Assessment), 그리고 MLAT(Multi Level Action Test) 등을 참고하여 증강 현실기반 실행능력평가도구를 개발하였다.

평가도구는 실행능력과 관련이 있는 인지기능(주의력, 일과 계획과 계산하기)과 실행능력(운동모방, 도구 활용, 상징 행동)으로 구분하여 개발 실행능력중심 인지훈련 콘텐츠 실시간 평가를 시행하고 평가결과에 따라 재활훈련서비스 실행한다.

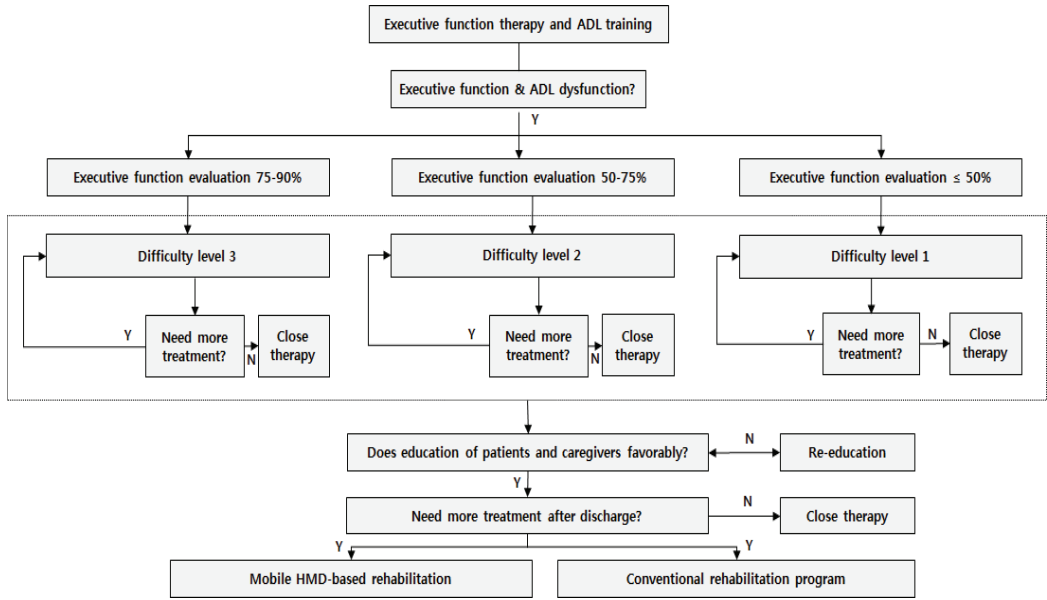


그림 4. 증강현실 기반 인지훈련 알고리즘

Fig. 4 Augmented reality based cognitive training algorithm

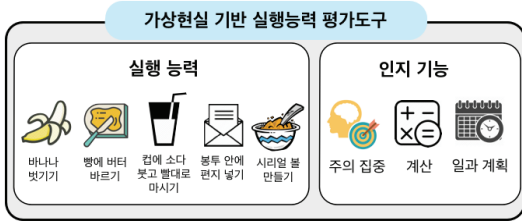


그림 5. 증강현실기반 실행능력 평가도구

Fig. 5 Augmented reality-based execution ability evaluation tool

3.2 증강현실기반 인지재활 콘텐츠 개발

증강현실기반 실행능력중심 인지재활 콘텐츠는 도구 조작훈련 콘텐츠, 실행능력 훈련 콘텐츠, 악기연주 콘텐츠로 구분하여 개발하였다. 뇌손상환자 및 치매환자를 위한 증강현실기반의 실행능력중심 인지재활 콘텐츠를 수행하기 위하여 실행능력평가를 실시하고 결과에 따라 Level 1 (평가점수의 50% 이하), Level 2 (평가점수의 50%-75%), Level 3 (평가점수의 75-90%)로 구

분하여 개인 맞춤형 콘텐츠를 제공한다.

IV. 인지훈련 시스템 구현

인지 훈련 시스템은 인지 훈련 프로토콜을 기반으로 하드웨어 설계, 증강현실 콘텐츠 제작, VUI 개발과 GDS 인지기반의 인지 검사 플로토콜과 인지평가 알고리즘 개발하여 적용하였다.

증강현실을 이용한 인지판단 시스템은 웹캠의 영상기반의 동작인식 기술을 적용하였고, LeapMotion 장치를 통해 제스처를 인식할 수 있는 비착용 센싱 기술을 이용하여 적극적 참여를 유도할 수 있어 훈련을 극대화 할 수 있다. 인지훈련 시스템은 개인의 인지수준에 맞추어 학습난이도를 조절 할 수 있다. 또한 즉각적인 피드백과 그룹 구성원들 간의 상호작용을 이용하여 부정적인 문제를 해결하고, 반복적 훈련이 가능하다는 장점이 존재한다.

표 1. 하드웨어 및 소프트웨어 구성

Table 1. Hardware & software specifications

H w	PC	24-k0108kr Server, AR
	Tablet	Client, Group therapy, General service evaluation
	WebCam	27mm × 102mm × 27mm
	LeapMotion	80mm × 30mm × 13mm
	Test Tool	various testing tools
S W	HTML5	Front
	CSS3	Front
	Server	APACH
	PHP	Server Side
	DB	MySQL
	JavaScript	3D Graphics, Leap Motion

V. 결 론

4차 산업혁명 시대의 실감미디어 기술들은 보건·헬스케어 융·복합 분야로 확대 응용은 꾸준히 진행되고 있다. 인구의 노령화 현상은 선진국들의 사회적 문제로 대두가 되고 있으며, 특히 인지기능의 저하는 보건·헬스케어 분야의 이슈화 되고 있다.

실감미디어와 같은 기술들은 보건·헬스케어(인지기술, 임상의학, 심리학, ICT, 사회복지)분야의 전문인력을 대신할 수 있으며, 이를통해 뇌 과학에 대한 연구와 관심의 증가로 인지 훈련 콘텐츠를 활용하여 재활에 도움을 줄 수 있다.

본 연구의 인지훈련 시스템은 증강현실을 이용하여 MMSE-DS 기반의 인지평가도구 시스템이다. 인지평가도구 시스템의 하드웨어, 소프트웨어 평가흐름 순서 알고리즘을 바탕으로 시스템이 구현되었다.

인지 훈련 시스템을 통해 실제 병원에서 인지재활이 필요한 실험 대상자를 식별하여 평가를 실시하여 바탕으로 신뢰도의 효율성 평가의 인지재활 훈련 실험이 필요하고, 실험 참가자의 일반적 특성으로 빈도분석을 실시하고 평균과 표준편차 기술통계를 확인해야하며, 많은 대상자를 확보하여 임상적 효과에 대한 의의를 확보를 해야 할 것이다. 또한 치료사에게만 의존하는 훈련이 아닌 쌍방향 커뮤니케이션이 가능해야하며, AI를 이용한 즉각적 피드백이 반드시 존재해야할 것이다.

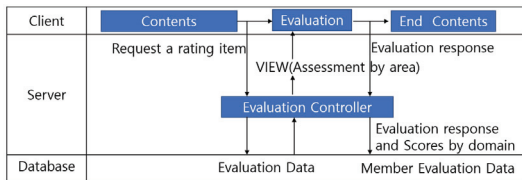


그림 6. 프로그램 흐름도
Fig. 6 Program flow chart

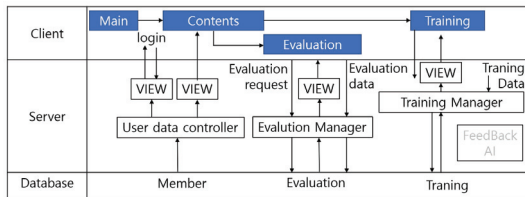


그림 7. 평가 흐름도
Fig. 7 Evaluation flow chart

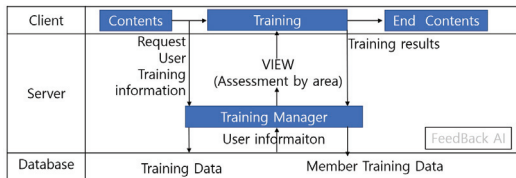


그림 8. 훈련 흐름도
Fig. 8 Training flow chart

감사의 글

“본 연구결과는 2022학년도 광주여자대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음”.

(KWUI22-025)

References

[1] S. Choi, "Haptic Augmented Reality," *J. of the Korea Society of Broad Engineers*, vol. 16, no. 3, 2011, pp. 31-35.

- [2] Y. Song, "Rehabilitation application of virtual reality technology," *J. of the Korea Robotics Society*, vol. 15, no. 4, pp. 8-14.
- [3] K. Choi, "Image Recognition and Clustering for Virtual Reality based on Cognitive Rehabilitation Contents," *J. of the Korea Digital Contents Society*, vol. 18, no. 7, 2017, pp. 1249-1257.
- [4] M. Jeon, "A Study on the Effects of an Integrative Cognitive Training Program on the Aged with Mild Dementia: Targeting Elders in Day-care," *J. of the Korea Gerontological Social Welfare*, vol. 72, no. 1, 2017, pp. 209-232.
- [5] H. Park and T. Hwang, "A Study on the Heart Rate Variability for Improvement of AR / VR Service," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 1, Feb. 2020, pp. 191-198.
- [6] N. Yang, H. Park, T. Yoon, and J. Moon, "Effectiveness of Motion-Based Virtual Reality Training(Joystim) on Cognitive Function and Activities of Daily Living in Patients with Stroke," *J. of the Korea Rehabilitation Engineering And Assistive Technology Society*, vol. 12, no. 1, Dec. 2018, pp. 10-19.
- [7] I. Yoo, "NEOFECT's Vision of Innovation by Rehabilitation Robots Well on its Way," *Robot Newspaper*, Dec. 2017.
- [8] C. Lee and K. Kim, "A study on Cognitive Judgment Techmology using Augmented Reality," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 6, Dec. 2020, pp. 1075-1080.
- [9] C. Lee and K. Kim, "Design and Development of Cognitive Judgment Platform using Augmented Reality," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 6, Dec. 2021, pp. 1049-1254.
- [10] B. Kang, J. Kim, and H. Kim, "Study for Operation Teaching Machine Using 3D Virtual Reality System," *J. of the Korea Digital Contents Society*, vol. 17, no. 4, 2016, pp. 287-293.
- [11] M. Oh, Y. Sin, T. Lee, and J. Kim, "A Study on the Cognitive Function by MMSE in the Urban Elderly," *J. of the Chungnam Medical*, vol. 30, no. 2, 2003, pp. 101-113.

저자 소개

이철승(Cheol-Seung Lee)



2003년 조선대학교 대학원
컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)
2008년 조선대학교 대학원
컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)

2012년 ~ 광주여자대학교 AI융합학과 교수

※ 관심분야 : AR/VR, AI, Android Security
Wireless Network Security

김국세(Kuk-Se Kim)



1999년 조선대학교 공과대학
컴퓨터공학과 (공학사)
2001년 조선대학교 대학원
컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)

2010년 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업
(공학박사)

2019년 ~ (주)유오케이 연구소장

2022년 ~ ㈜지아이랩 연구소장

※ 관심분야 : AR/VR, AI, Android Security
Wireless Network Security