

비착용형 센싱기술을 융합한 가상현실을 활용한 치매 케어 시스템 개발

유재환[○], 안도현*, 천승호*, 허성필**

[○]경운대학교 대학원 IT에너지학과

* (주)인더텍

**경운대학교 무인기공학과

e-mail: yuuy0289@ikw.ac.kr[○], {tigerace, ceo}@inthetech.co.kr*, sungphil.heo@ikw.ac.kr**

Dementia Care System Using Virtual Reality with Non-wearable Sensing Technology

Jaewhan Yoo[○], DoHyun Ahn*, SeungHo Choun*, Sung-Phil Heo**

[○]Department of IT Energy, Kyungwoon University

*In the Tech

**Dept. of Unmanned and Autonomous Vehicle Engineering, Kyungwoon University

● 요약 ●

본 논문은 VR을 기반으로 하여 별도의 장갑이나 핸드헬드 디바이스 없이 치매 예방과 재활치료를 위한 VR을 이용함으로써 사용자의 두뇌 사용능력과 신체 활동성을 증가시켜 치매예방과 재활치료 효과를 향상시킬 수 있도록 하였다. 치매 예방 콘텐츠로는 치매의 대표적인 원인인 뇌세포의 퇴화에 초점을 맞춰 기억력, 논리력, 산술능력, 공간인지능력 등을 훈련할 수 있도록 구성하고, 노인을 위한 재활치료 콘텐츠로는 상지훈련, 하지훈련, 정신훈련, 밸런스훈련 등에 효과적하도록 구성하였다. 1:N 방식의 그룹훈련으로 고도화하여 다수의 사용자 또는 그룹이 작업치료를 한 명의 통제를 받아 치매예방 및 인지훈련이 가능한 시스템 개발하고 공공보건의료시설, 요양원, 재활의학과 보육병원 등에서 이용할 수 있다.

키워드: 가상현실(virtual reality), 치매예방(prevention of dementia), 재활시스템(rehabilitation system)

I. Introduction

가상현실(VR)의 개념은 현실 세계를 인공적인 기술을 활용하여 실제로 얻기 힘든 또는 얻을 수 없는 경험이나 환경 등을 제공해 인체의 오감(시각, 청각, 후각, 미각, 촉각)을 자극함으로써 실제와 같이 체험하게 하는 기술이다. 360도로 펼쳐지는 영상과 음향을 통해 실제와 흡사한 가상공간을 만들어 내므로 3D 기술과 비교하면 실제감과 감각적인 몰입도가 높고 사용자가 외부 디바이스를 활용해 가상현실에서 구현되는 상황과 상호작용을 할 수 있다는 것이 특징이다. [1]

증강현실(AR)의 개념은 실제세계와 가상세계를 이음새없이 실시간으로 혼합하여 사용자에게 제공함으로써, 사용자에게 보다 향상된 몰입감과 현실감을 제공하는 기술이다. 가상현실과 증강현실은 모두 가상에 바탕을 두고 있으나, 증강현실 기술은 컴퓨터가 구축한 가상공간 속에 사용자를 몰입하게 하는 기술인 가상현실과 TV 영상과 같은 현실의 중간에 위치하는 기술로 사용자의 실제 환경에 가상의 정보를 더해줌으로써 실제감을 향상시키는 기술이다. [2]

혼합현실(MR)의 개념은 현실과 가상영역 사이에서 현실과 가상의 증강을 통해 현실에서 가상환경으로 확장되는 증강현실 연속체이다.

최근 ARC 구현은 다양한 기술로 진화되고 있다. [3]

본 논문에서는 VR을 기반으로 하여 별도의 장갑이나 핸드헬드 디바이스 없이 치매 예방 및 인지훈련을 제공하는 훈련 프로그램을 개발하고 이를 1:N 방식의 그룹훈련으로 고도화하여 다수의 사용자 또는 그룹이 작업치료를 한 명의 통제를 받아 치매 예방 및 인지훈련이 가능한 시스템 개발하였다. VR을 기반으로 상지에 부착 센서 없이 훈련할 수 있으며, 개인별 맞춤형 라이프 로그 및 ADL(Activities of Daily Living) 훈련요소를 가미하고 가이드 캐릭터의 얼굴을 친숙한 얼굴로 모델링 하여 제공한다.

II. Related works

1. Definition of dementia and MCI

치매(dementia)는 라틴어에서 유래되었으며 원래의 뜻은 out of mind 즉 제정신이 아님을 의미하며, 세계보건기구에서 치매는 보통 뇌의 만성, 또는 진행성 질환에서 생긴 증후군이며 이로 인해 기억력,

사고력, 지남력, 이해력, 계산력, 학습능력, 언어 및 판단력을 포함한 고도의 대뇌피질 기능의 다발성 장애라고 정의한다. 경도인지장애 (Mild cognitive impairment, MCI)는 노령에서 정상노화 인지기능에서 치매로 이행되는 시기를 일컫는 용어로서 MCI는 주관적인 또는 보호자에 의한 기억장애의 호소, 일상생활능력은 정상, 일반적인 다른 인지기능은 정상이나 나이와 교육 수준을 고려한 기억력 장애를 보이는 상태로 정의하고, 유병률은 60세 이상의 인구에서는 3%, 75세 이상의 인구에서는 15%로 보고되었다.

2. Types and stages of dementia

치매의 종류는 알츠하이머, 혈관성치매, 루이체치매, 가역성치매로 등으로 크게 분류된다.

알츠하이머는 진행적인 뇌세포의 퇴화로 치매증상을 야기하는 가장 흔한 치매의 원인으로 전체 치매의 55~70%를 차지한다. 혈관성 치매는 뇌혈관이 좁아지거나 막혀서 나타나는 허혈성 뇌혈관 질환과 뇌혈관 파열로 기인한 출혈성 뇌혈관질환이 있다. 루이체 치매는 호산성 세포질내 봉암체(루이제)가 대뇌에 광범위하게 발생하는 것을 특징으로 하는 치매이며 약 10~25%를 차지한다. 가역성 치매는 원인이 가능한 원인에 의해 발생한 치매를 말하며 일반적으로 전체 치매의 5~10%를 차지하는 것으로 알려진다.

경도인지장애와 치매의 단계는 다음과 같다. 경도인지장애는 초기와 진행기로 분류되며 초기는 기억장애가 있긴 하지만 다른 인지기능은 정상인 경우가 많으며 초기에는 주로 자신만 기억장애를 느끼고 주위 사람들은 눈치채지 못한다. 이 시기를 ‘주관적 경도인지장애’라고 한다. 진행기는 증상이 좀더 진행되어 가족이나 가까운 사람들이 알아채릴 수 있을 정도로 표가 나는 경우를 ‘객관적 경도인지장애’라고 한다.

치매의 단계는 초기 중기 말기 3단계로 분류된다.

초기는 경미한 기억장애, 집중력 저하 및 계산 착오, 경미한 언어장애, 일상생활이나 사회활동으로부터의 회피반응, 성격이나 기분의 변화가 발생한다. 중기는 기억장애의 심화, 지남력 장애, 언어장애 심화, 행동 이상 증상 등이 발생한다. 말기는 기억장애 더욱 심화, 지남력 장애 심화, 언어장애 더욱 심화, 행동이상 지속, 신체 이상 증상이 발생한다. [4]

3. Domestic technology

기존의 국내 치매 예방 인지프로그램의 대표적인 예는 다음과 같다. 컴거그의 특징은 주의력, 기억력 훈련이 가능하지만, 다양한 인지기능 훈련 콘텐츠가 부족하고 단계가 다양하지 못한 단점이 있다. 티온의 특징은 시지각 평가도구와 일상 훈련 게임으로 구성되어 지적 자극을 통한 인지능력을 회복시키고 일상생활에 필요한 문제 해결을 목적으로 하고 있지만, 각종 센서를 몸에 부착하는 불편함이 있다. 커몬라이프의 특징은 VR기반 훈련 시스템을 제공하고 있지만, 센서장비를 착용하고, 증상별 훈련이 제공이 되지 않는 단점이 있다. VR훈련 솔루션의 특징은 경도인지 및 기타 장애 환자를 위한 진단과 재활을 통합한 프로그램이지만, 진단이 표준화가 되지 않아 진단 이후 의사의 확인 절차가 없다. [5]

4. Foreign technology

기존의 국외 치매 예방 인지프로그램의 대표적인 예는 다음과 같다. 독일은 주의력, 기억력, 반응능력, 논리적 사고력 및 행동계획, 시각 변별력, 시운동 협응력 영역으로 구성되어 있지만, 2D 콘텐츠로 구성되어 있고, 유럽 환경으로 설정이 되어있어 이질감을 느끼는 단점이 있다. 영국은 고령층을 위한 VR을 이용하여 3D 입체영상을 제공하지만, 가상현실 장면을 단순한 플레이로 정량적으로 확인할 수 없는 단점이 있다. 미국은 e-book 형태로 볼 수 있는 앱을 개발하였으나, 2D 기반의 앱으로 몰입감이 떨어지며 치료의 효과가 크지 않는 단점이 있다. 일본은 VR을 이용해 치매증상이 악화되는 것을 늦추는 콘텐츠를 개발하고 있지만, 핸드헬드 바를 쥐고 훈련을 수행함에 따라 기억력이나 지남력 등 중요한 기초 작업치료를 제공하지 않는 단점이 있다. [6]

III. The Proposed Scheme

1. Develop higher-level, based training contents

본 논문에서는 기존의 치매 예방 인지프로그램과 달리 비착용형 센싱기술을 적용한 가상현실 시스템 및 콘텐츠를 개발하여 치매, 경도인지장애 등의 환자들에게 맞춤형/지속형 원격관리 및 그룹화의 기능을 통하여 적극적 참여를 유도함으로써 재활 효과를 극대화하는 재활 훈련 솔루션을 개발하였다. 또한, 비착용형 센싱기술로서 영상인식 기반으로 손의 제스처를 인식하여 장갑이나 핸드헬드 디바이스 없이 가상훈련 콘텐츠를 수행할 수 있는 기술을 개발하였다. 일상 및 기억회상 콘텐츠인 ADL과 심리 정서적 지지를 위한 음악활동, 미술활동 콘텐츠, 사운드 기능과 애니메이션 기능이 있는 레크레이션 콘텐츠를 Fig. 1.과 같이 개발하였다.



Fig. 1. Develop high-level based training contents

콘텐츠는 개인 훈련 8개 모듈과 그룹훈련 8개 모듈로 구성되었으며 구성 영역은 Table. 1.과 같다.

Table 1. Structure of contents

훈련영역	콘텐츠 훈련 내용
개인훈련1	• 시각주의-1
	• 시각주의-2
	• 청각주의-1
	• 청각주의-2
개인훈련2	• 소리 기억
	• 순차 기억
	• 지남력
	• 기타 기억
그룹훈련1	• 동시훈련-1
	• 동시훈련-2
	• 협동 훈련
	• 경쟁 훈련
그룹훈련2	• 동시훈련-3
	• 실행기능-1
	• 실행기능-2
	• 실행기능-3

2. Developing a program to set the stage by symptom and run automation

증상별 단계 설정 및 자동화 실행은 Fig. 2.와 같이 이벤트별 난이도 단계화, 전산화 인지평가를 통한 단계 분류, 분류된 인지 수준에 따른 콘텐츠 자동 배정, 배정된 훈련을 수행하고 인지 재평가, 점수 저하/변화없음/상승에 따라 훈련 자동 재배치, 상기의 흐름을 반복하면서 체계적인 자동화 훈련이 되도록 알고리즘을 설계 구현하였다. [7]

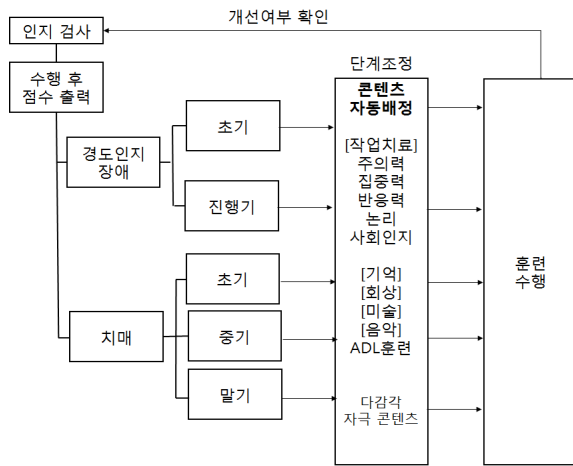


Fig. 2. Domestic Dementia Prevention Program

3. Design and development of the dementia virtual reality system for the group

그룹을 위한 치매 예방에 효과적인 가상현실 시스템을 Fig. 3.과 같이 개발하였다. 시나리오에 적합한 가상환경을 상황별로 제작하여 원거리 제어 시스템을 구축했다. 장소 구애 없이 체계적인 인지훈련이 가능하고, 가정환경 및 그룹 치료에 용이하도록 통신체계를 구축했다. 1:N 시스템으로 제작하여 훈련시 전문가와 환자 간 상호 음성 대화 기능을 구현했다.

작업치료사 1명과 환자 4명을 하나의 그룹으로 구성하고 사용자 개인 DB 관리 프로그램을 내장하였다. 가상 현실구동 모듈(PC)과 가상현실 구현 구현모듈(HMD), 비접촉 센서, 모니터를 이용하여 연결부를 제작하여 전문가에 의한 원격 제어 시스템을 구축하고 모듈별로 선택하여 다수 동시사용 기능을 구현하였다. 휴대용 스마트 디바이스 기반 인지훈련 시스템을 개발하고 장소 구애 없이 체계적인 인지훈련이 가능하고, 가정환경 및 그룹 치료에 적용할 수 있다.



Fig. 3. Design and Development of the Dementia Virtual Reality System for the Group

4. Clinical validation

인지훈련이 가능한 재활 시스템을 컴퓨터를 기반으로 전문적이고 체계적인 표준화된 인지평가시스템 전산화 구축하여 평가 및 개인 간의 비교, 결과 해석 시스템을 개발하여 임상 환경을 고려한 직관적인 검사와 대상자에게 필요한 맞춤형 검사시스템을 개발하였다. 경도인 지장애자와 치매환자를 대상으로 하여 작업치료, 음악치료, 운동 치료 등의 인지훈련 시스템에 대한 사용성 평가를 진행하였다. Fig. 4와 같이 전문가에 의한 타당성을 검증하였고, 10명 내외로 고령자를 대상으로 사용성을 평가하였다. 그 결과 타당성은 7점 만점에서 6.02, 사용성은 7점 만점에서 6.20을 받아 제품의 신뢰성을 확인하였다. [8]



Fig. 4. Usability Test

IV. Conclusions

본 논문은 가상현실을 기반으로 하여 별도의 장갑이나 핸드헬드 디바이스 없이 치매 예방과 재활치료를 위한 VR을 이용함으로써 사용자의 두뇌 사용능력과 신체 활동성을 증가시켜 치매예방과 재활치료 효과를 향상시킬 수 있도록 하였다. 또한, 1:N 방식의 그룹훈련으로

고도화하여 다수의 사용자 또는 그룹이 작업치료사 한 명의 통제를 받아 차폐 예방 및 인지훈련이 가능한 시스템을 개발하였다. 전문가와 환자 간의 원격 시스템의 구축으로 언제 어디서나 훈련 및 피드백이 가능하고, 환자 시선 및 모션을 실시간 반영한다. 환자에게 피드백되고, 환자가 재활 훈련을 재미있게 느낄 수 있어 능동적인 참여 유도할 수 있으며 지속적이고 적극적인 재활 훈련 참여로 재활 효과를 향상시킬 수 있는 기술을 개발하였다. 지능화 첨단화 맞춤형에 의한 환자 본인과 수발자의 기능을 보조 및 대체하는 기술로 가능해졌다. 병원 및 가정과 공공시설 공간을 극복할 수 있으며 훈련을 통하여 노인, 장애인 등 소외 계층의 폭넓은 사회 참여와 활동 범위의 확대에 기여할 것이다. 또한, 의료뿐만 아니라 국방, 산업, 교육, 훈련, 오락 등 다양한 분야에 접목되어 생활 전반에 활용될 수 있다. 게임용 동작 인식이나 스마트 TV 동작 인식, 스마트 안경 동작, 장애인의 수화 동작을 인식할 수 있는 등 다양한 분야에 활용될 것으로 보인다.

Dementia” article 19 No.1 of the Journal of Exercise Medicine.

- [8] Euon-Ye Im and Dong-Won Yang and Yong-Su Sim. “Effects of Group Work Therapy and Music Therapy on Patients with Mild Cognitive Impairment.” J Korean Geriatr Soc 19(2) June 2015.

ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 2018년 과학기술정보통신부의 재원으로 2018년 ICT 융합 콘텐츠 신산업 발굴 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (D1305-18-2043).

REFERENCES

- [1] Bu-Young Jeong. “Direction and Implications of Development of Virtual Reality / Enhanced Reality Technology” SPRi Issue Report 2016-014.
- [2] Sang-Hyeon Jang and Bo-gyeong Gye. “Educational application of augmented reality contents” Journal of the Korean Society of Conservtity Vol. 5 No. 2.
- [3] Young-Seo Park. “Smart glasses technology for mixed reality interface” Ministry of Education, Science and Technology Vol. 13 No. 7.
- [4] Nueong-Hu Park. “Dementia guidebook to help me” Ministry of Health and Welfare 2017.12
- [5] In-Gyu Oh. “Neotect, a dementia rehabilitation program called Raphael Comcerg.” Medical newspaper 2017.10.
- [6] Gyeong-Man Jeong and Yu-Jin Jeong and Se-Euong No. “The Effect of Computer-Assisted Cognitive Training on the Visual Perception Function and Recognition of Early Stroke Patients” Korea Institute of Neuropsychiatry, Vol. 20 No. 3.
- [7] Keon-Ho Lee. “The Influence of Virtual Reality Exercise Program on the Recognition of Elderly with Alzheimer's