

지리기반 몰입형 게임을 활용한 초기치매환자 기억 자극 시스템 설계

박윤서*, 김민성*, 김효정**, 이광형*

*서일대학교 Ai게임융합학과

**서일대학교 혁신지원사업본부

dreamace@seoil.ac.kr

Design of a Location-Based Immersive Game System for Memory Stimulation in Patients with Early-Stage Dementia

박윤서*, 김민성*, Hyo-Jung Kim**, Kwang-Hyoung*

*Dept. of Ai-Game Convergence, Seoil University

**Dept. of Innovation Center, Seoil University

요약

본 연구는 초기 치매 환자의 기억력 향상을 위해 실제 거주지를 기반으로 한 지리기반 몰입형 기억 자극 시스템을 제안한다. 사용자는 축소 모형 위에서 인형을 조작하고, 해당 위치에 따라 게임 속 아바타가 이동하여 퍼즐, 계산, 기억 매칭 등의 인지 자극 게임을 수행한다. 이후 주소와 전화번호를 반복 학습하는 과정을 통해 일상 정보의 장기 기억화를 유도한다. 본 시스템은 자기결정이론과 몰입 이론에 기반하여 자율성과 유능감을 증진시키며, 공간-절차-언어 기억을 복합적으로 자극하는 실감형 인지 훈련 도구로서의 가능성을 갖는다.

1. 서론

치매는 고령화 사회에서 점점 더 보편화되고 있으며, 초기 치매 단계에서의 예방 전략은 환자의 삶의 질 유지에 결정적인 역할을 한다. 그러나 기존의 인지 훈련 프로그램은 대부분 일방적이고 반복적인 콘텐츠에 머무르고 있으며, 현실감과 자율성, 몰입감을 동시에 제공하지 못한다는 한계가 존재한다.

본 연구는 이러한 한계를 극복하기 위해 실제 거주 환경을 축소 모형으로 구성한 물리적 공간과 가상 게임 환경을 연동시킨 지리기반 몰입형 기억 자극 시스템을 제안한다. 사용자는 거주지의 축소 모형에서 인형을 직접 조작하며 특정 건물 앞에 배치하고, 그에 따라 게임 내 아바타는 해당 건물로 이동하여 다양한 인지 훈련 게임(퍼즐, 계산, 기억 등)을 수행하게 된다. 게임 종료 후에는 사용자가 인형을 움직여 다른 장소로 이동하거나, “집으로 가기”를 선택하여 가상 게임 내 경로 안내를 받게 된다. 이때 반복적으로 사용자의 주소와 전화번호가 등장하며, 해당 정보를 자연스럽게 장기 기억화할 수 있는 구조를 갖추고 있다.

본 시스템은 현실 조작과 가상 상호작용이라는 이중 채널 자극을 통해 치매 초기 단계 사용자에게 공간기억, 절차기억, 언어기

억을 복합적으로 자극하며, 자기결정이론과 몰입(flow) 이론을 바탕으로 사용자의 자율성, 성취감, 지속 동기를 유도한다. 이는 기존 인지훈련 콘텐츠의 한계를 넘어서는 새로운 형태의 체험형 인지 자극 시스템으로 기능할 수 있다.

2. 관련연구 및 이론적 배경

치매는 기억력, 언어 능력, 판단력, 시공간 능력 등 다양한 인지 기능 저하를 동반하는 질환이며, 이 중 기억력 감퇴는 가장 초기부터 나타나는 대표적인 증상이다[1]. 특히 초기 치매 단계(MCI)는 인지 저하가 명확히 관찰되지만 일상생활에 큰 제약은 없는 시기로, 예방 개입의 적기로 간주된다[2]. 기존의 치매 예방 접근은 주로 회상 치료, 퍼즐 게임, 음악 치료 등 비약물적 인지 훈련 프로그램에 집중되어 왔으며[3], 이는 작업 기억과 장기 기억의 활성화를 도모하는 데 목적을 둔다. 하지만 반복 중심의 단조로운 과제, 개인 맞춤형 설계 부족, 현실 맥락과의 연계성 결여 등으로 훈련 지속성에 한계가 있었다.

이러한 한계를 보완하기 위해 최근에는 게임화(Gamification)를 활용한 인지 훈련이 주목받고 있다[4]. 이와 관련하여, 자기결정이론은 자율성, 유능감, 관계성이라는 세 가지 심리적 욕구를 충족할 때 학습이 내재화된다고 설명하며[5], 이는 초기 치매 환

자의 자발적 훈련 참여를 유도하는 데 효과적이다[6]. 또한 몰입(flow) 이론에 따르면, 명확한 목표, 적절한 도전 수준, 즉각적인 피드백이 주어질 때 사용자는 과제에 몰입하며 최적의 학습 경험을 얻게 된다[7]. 이러한 특성은 게임 기반 인지 훈련이 인지 자극에 효과적인 이유이기도 하다[8].

본 연구는 이러한 이론을 바탕으로, 현실의 거주지 모형과 가상 게임 환경을 연동한 시스템을 설계하였다. 사용자가 현실 모형에서 인형을 조작하고, 그 결과가 가상 공간의 아바타와 연결되어 몰입적인 인지 게임이 진행되며, 이를 통해 기억 자극과 훈련 지속성을 동시에 확보할 수 있도록 구성되었다.

3. 기억 자극 시스템 설계

3.1 기억자극 시스템의 설계 개요

본 연구에서 제안하는 기억 자극 시스템은 초기 치매 환자의 기억력 향상을 목적으로, 현실 세계의 물리적 상호작용과 가상 게임 환경을 연동한 혼합현실 기반 인지 훈련 모델이다. 특히 사용자가 실제로 거주하는 동네를 축소 모형 형태로 구성하고, 인형을 직접 조작하여 아바타가 해당 건물로 이동하게 만드는 구조는 사용자의 공간기억과 절차기억을 동시에 자극하는 훈련 방식으로 기능한다.

본 시스템은 자율적인 조작, 반복적 기억 자극, 몰입형 게임 요소를 통해 치매 예방 훈련의 지속 가능성과 효과성을 높이고자 한다. 현실 조작(모형 인형 이동) → 가상 반응(아바타 이동 및 게임 수행) → 인지 자극(게임 과제 수행) → 반복 루프의 흐름으로 구성되어 있으며, 이는 단순한 정보 학습이 아닌 심리적 몰입과 정서적 친숙함을 기반으로 한 학습 효과를 유도한다.

3.2 시스템 구성요소

본 시스템은 크게 다음과 같은 다섯 가지 요소로 구성된다.

[표 1] 기억자극 시스템의 구성 요소와 기능

구성요소	기능설명
현실 모형 인터페이스	실제 거주지의 축소 모형. 사용자가 인형을 직접 움직이며 건물 위치에 배치함
위치 인식 장치	인형의 위치를 감지하여 해당 좌표를 게임 시스템에 전달 (센서, RFID, CV 등 활용 가능)
가상 게임 환경	아바타가 현실 모형의 위치에 연동되어 이동하며, 각 건물 내에서 인지 게임을 수행
인지 자극 콘텐츠	퍼즐, 계산, 기억 매칭 등 다양한 유형의 간단한 게임 제공 (난이도 조절 및 즉시 피드백 포함)
기억 반복 모듈	매 게임 종료 후 주소 및 전화번호 반복 학습을 유도하는 루틴 (말하기, 선택, 입력 방식 활용)

3.3 시스템 흐름 구조

그림[1]은 제안된 시스템의 전체 흐름 구조를 시작적으로 나타

낸 것이다.



[그림 1] 제안시스템의 구조

이 흐름은 사용자가 자율적으로 조작하고, 시스템이 즉각 반응하며, 반복적으로 훈련에 몰입하게 되는 인지 자극 루프(loop)로 구성되어 있다.

3.4 인지 훈련 전략 및 자극 요소

설계된 시스템은 인지적 측면에서 세 가지 핵심 기억 영역을 중심으로 자극 전략을 설정하였다.

[표 2] 기억 자극 시스템 내 주요 인지 자극 전략

인지 영역	훈련 요소 및 기제	기대 효과
공간 기억	모형 이동, 경로 기억, 위치-행동 연결	방향감각 유지, 환경 기반 기억 자극
절차 기억	'이동-게임-반복' 순서의 고정 루틴화	일상 활동 순서 기억 유지
언어 기억	주소, 전화번호 반복 말하기 및 인지 게임 내 언어 자극	일상 정보 장기 기억화, 언어 회상 유지

3.5 설계의 이론적 근거와 차별성

본 시스템은 자기결정이론의 자율성, 유능감, 관계성을 충족시키는 구조를 기반으로 설계되었다. 사용자는 인형을 직접 조작하며 스스로 학습 경로를 선택하고, 난이도에 따라 과제를 해결하며 유능감을 체험하게 된다. 또한, 실제 거주지를 모형화한 점은 정서적 안정감을 부여하며, 몰입(flow) 이론에서 제시하는 몰입 유도 조건(목표 명확성, 피드백 제공, 적절한 난이도)을 모두 충족할 수 있다.

기존 인지 훈련 콘텐츠가 주로 2D 기반 반복 게임에 머무르는 데 비해, 본 시스템은 현실-가상 연동 구조를 통해 오감 자극 + 감정 연계 + 게임적 몰입을 유도하는 것이 큰 차별점이다.

4. 기대효과

4.1 인지기능 향상 측면의 기대효과

본 연구에서 제안한 지리 기반 몰입형 기억 자극 시스템은 초기 치매 환자의 기억력 및 전반적 인지 기능 저하를 늦추는 데 효과

적인 구조를 지닌다. 현실 모형을 직접 조작하고, 가상 게임을 수행하며 반복 훈련하는 방식은 공간기억, 절차기억, 언어기억을 복합적으로 자극한다. 특히 매 회차마다 주소와 전화번호를 반복적으로 입력하거나 말하게 함으로써, 무의식적인 장기 기억화를 유도하고, 일상 정보의 상실을 예방하는 데 도움을 준다.

또한 이 시스템은 자기결정이론에 기반하여 사용자에게 자율성, 유능감, 관계성을 경험하게 하며, 이는 훈련 지속성과 몰입도를 높이는 데 기여한다. 반복적이고 몰입적인 학습 루프는 단순한 기억 자극을 넘어 비약물적 인지중재(cognitive intervention)로서의 가능성을 제시한다.

4.2 사회적·정서적 기대 효과

제안된 시스템은 사용자의 실제 거주지를 바탕으로 설계되어 정서적 안정감을 제공하며, 훈련에 대한 거부감을 낮춘다. 익숙한 공간에서의 활동은 초기 치매 환자에게 심리적 친숙함을 제공하고, 몰입을 자연스럽게 유도한다. 또한 보호자나 가족과 함께 사용할 경우, 훈련 과정이 상호작용의 기회가 되어 사회적 고립 방지와 정서적 유대 형성에도 긍정적 영향을 미칠 수 있다.

4.3 기술적 및 교육적 활용 가능성

본 시스템은 향후 다양한 기술과 연계하여 확장될 수 있다. 예를 들어, 터치스크린 기반의 시뮬레이션, VR/AR 환경의 몰입형 시스템, 센서 기반 실시간 상호작용 기능 등을 통해 인터페이스를 보다 직관적으로 개선할 수 있다. 교육적으로도 노년층을 위한 디지털 리터러시 교육, 인지 강화 콘텐츠, 또는 지역 사회 기반 복지 프로그램으로 연계가 가능하며, 지방자치단체 및 노인복지기관에서 맞춤형 인지중재 도구로 실용화될 수 있다.

5. 결론

치매는 고령화 사회에서 점차 심각해지는 보건 문제 중 하나이며, 그중에서도 초기 단계에서의 인지 기능 저하를 조기에 발견하고 예방하려는 비약물적 개입은 매우 중요하다. 본 연구는 기존 인지 훈련 프로그램이 지닌 단조로움과 낮은 몰입도를 보완하고, 보다 실감나고 지속 가능한 방식의 기억 자극 방안을 제시하고자 하였다.

이를 위해 실제 거주지를 축소한 물리적 모형과 가상 게임 환경을 연동한 지리기반 몰입형 기억 자극 시스템을 설계하였다. 사용자는 축소 모형 위에서 인형을 직접 조작하며 공간기억을 훈련하고, 대응되는 게임 내 아바타가 건물에 진입해 다양한 인지 과제를 수행하게 된다. 이는 단순히 작업 기억을 자극하는 것을 넘어, 반복적이고 자율적인 활동을 통해 절차기억과 언어기억까지 복합적으로 활성화하는 구조를 지닌다.

본 시스템은 자기결정이론과 몰입(flow) 이론을 기반으로 하여 사용자의 자율성, 유능감, 관계성을 만족시키는 훈련 환경을 제공한다. 특히 훈련 과정에 실제 거주 공간을 반영함으로써 사용자에게 친숙함과 정서적 안정감을 제공하고, 반복적인 주소·전화번호 학습을 통해 일상 정보의 장기 기억화를 유도한다. 이는 초기 치매 환자가 정보 상실에 대한 불안 없이 훈련에 참여하도록 돕는 정서적 기반이 될 수 있다.

또한, 본 시스템은 보호자나 가족과 함께 사용할 수 있어 사회적 상호작용의 장을 열어주며, 훈련에 대한 지속 동기를 유지하는 데도 효과적이다. 이러한 상호작용은 치매 진행을 가속화하는 요인 중 하나인 사회적 고립을 완화하는 데도 긍정적으로 작용할 수 있다.

그러나 본 연구는 시스템 설계 및 이론적 기반 정립에 초점을 두었기 때문에, 실질적인 임상적 검증과 사용성 평가는 후속 연구 과제로 남아 있다. 향후 연구에서는 제안된 시스템의 프로토타입을 개발하고, 초기 치매 환자 또는 고령 일반인을 대상으로 한 실험을 통해 인지 기능 향상, 사용 만족도, 몰입 유지 효과 등을 정량적으로 평가할 필요가 있다. 또한, 개인별 인지 상태에 따라 난이도를 자동 조절하거나, AI 기반의 피드백 시스템을 적용한 맞춤형 콘텐츠 설계로 확장할 수 있을 것이다. 더 나아가 모바일 기기, VR·AR 플랫폼 등 다양한 인터페이스와의 연동을 통해 다계층 사용자에게 적용 가능한 범용 시스템으로 발전시킬 수 있다.

결론적으로, 본 연구가 제안한 지리기반 몰입형 기억 자극 시스템은 초기 치매 예방을 위한 새로운 형태의 실감형 인지 훈련 도구로서, 학문적·실천적 가치를 모두 지니며, 디지털 헬스케어 및 지역사회 복지 현장에서의 폭넓은 활용 가능성을 기대할 수 있다.

참고문헌

- [1] 김희정 외 (2018). 『치매의 조기진단과 예방』.
- [2] Petersen, R. C. (2004). Journal of Internal Medicine, 256(3), 183-194.
- [3] Clare & Woods (2004). Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 4.
- [4] Anguera et al. (2013). Nature, 501(7465), 97-101.
- [5] Deci & Ryan (1985). Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior.
- [6] Park & Bischof (2013). Dialogues in Clinical Neuroscience, 15(1), 109-119.
- [7] Csikszentmihalyi (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience.
- [8] Granic et al. (2014). American Psychologist, 69(1), 66.