

논문 2011-3-13

# 증강현실 기반의 물체 인식을 통한 게임형 인지 재활 시스템

## Game-type Recognition Rehabilitation System based on Augmented Reality through Object Understanding

임명재\*, 정희웅\*\*, 이기영\*\*\*

Myung-Jea Lim, Hee-Woong Jung, Ki-Young Lee

**요약** 본 논문은 마커 기반의 증강현실 시스템을 이용하여 사용자의 지능 개발을 위한 게임형 인지 재활 시스템을 제안한다. 기존의 인지 재활은 타인의 도움을 받거나 키보드나, 마우스 조작을 필요로 하는 불편을 해소 하고자, 마커 카드 제어만을 통해 진행 되는 방식을 적용하였다. 이를 위해 카메라를 통해 얻은 영상의 보정을 위한 영상처리 과정과 마커 검출 및 증강 표현이 가능하도록 하였다. 제시된 완성 모형의 회전을 통해 전체 형태를 확인하고, 멀티 마커의 조합을 통해서 원하는 오브젝트 완성이 가능하며, 대화형 방식으로 처리되어 사용자에게 흥미와 치료에 대한 집중도를 증진할 수 있도록 하였다.

**Abstract** In this paper, we propose a game type cognitive rehabilitation system using marker-based augmented reality system for intelligence development of user. Existing cognitive rehabilitation with the help of others, or a keyboard or mouse operation required to relieve the discomfort, the marker card only control it led and is advanced the method which it applied. As a result, obtained through the camera calibration for image processing, and a Augmented Reality as well as mark detection. In this paper we presented a complete rotation of the model after checking through the whole form, through a combination of multiple markers by completing the interactive objects proceed with the rehabilitation process in a manner required by the target of interest to human rehabilitation and treatment

**Key Words :** Augmented Reality, Computer Vision, Cognitive Rehabilitation

### 1. 서 론

증강현실(Augmented Reality)은 가상현실(Virtual Reality)분야에서 파생된 기술로써, 현실세계의 영상과 부가정보를 갖는 가상세계를 영상으로 제공하여, 현실세계와 가상의 체합을 결합하는 기술이다. 사용자는 이러

한 가상공간을 기반으로 인체의 감각(시각, 청각, 촉각)을 통해 몰입감을 갖게 된다<sup>[1]</sup>.

위와 같은 증강현실 기술을 이용해 최근 국내에서는 의료, 교육, 치료 등 여러 분야에서 각기 다른 목적과 효과를 위해 사용되고 있다. 하지만 재활 환자나 노약자 등 신체적인 장애를 가진 사용자에게는 직접 체험하거나 경험할 수 있는 사용사례 및 인터페이스가 제한적이다. 또한 증강현실에서 자주 사용되고 있는 입력 장치로 HMD는 몰입감이 높다는 장점을 가지고 있지만, HMD 착용 시 사용자가 두통, 메스꺼움 등의 증상이 발생하는

\*울지대학교 의료전산화전공 교수

\*\*울지대학교 의료전산화전공 학생

\*\*\*울지대학교 의료전산화전공 교수(교신저자)

접수일자 2011.4.14, 수정일자 2011.5.26

게재확정일자 2011.6.10

문제점이 있다고 한다.

본 논문에서는 인지재활이 필요한 사용자를 대상으로 게임형 인지시스템을 제안하였다. 따라서 기존의 HMD를 착용하는 방식이 아닌 웹캠 카메라를 이용하고, 증강현실 기반 대화형 인터페이스를 통해 사용자의 몰입감 증대 및 사물의 형태 및 색상을 인지할 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 증강현실 시스템과 재활 치료의 한 분야인 인지기능에 대한 관련 연구에 대해서, 3장에서는 본 시스템의 전체적인 설계, 4장에는 증강현실 기반의 프로토타입 구현, 5장에서는 제안한 시스템의 결론 및 향후 계획으로 구성되어 있다.

## II. 관련 연구

### 1. 증강현실 시스템

증강현실은 현실 영상과 가상의 그래픽을 접목하여 보여주기 때문에 정확한 영상을 얻기 위해서 가상 객체들을 화면에서 원하는 자리에 정확히 위치시켜야 한다. 가상 객체에 대한 3차원 좌표가 필요하며, 이 좌표는 카메라를 기준으로 하는 좌표 값이 되어야 한다. 다만 현실적으로 증강현실 시스템에서 사용하는 카메라의 수는 대부분 한 대를 사용하기 때문에 3차원 위치 파악을 하기가 쉽지 않다. 따라서 이에 대한 대책으로 마커인식 기술이 사용되고 있다. 대부분의 증강현실 시스템은 주로 마커를 이용해 상대적 좌표를 추출하고 가상 영상을 실제 영상에 합성시킨다[2][3].

### 2. 인지 재활 치료

인지 기능은 사람의 가장 기본적인 기능으로써 어떤 상황에서 오는 전반적인 반응을 인식하는 것을 의미하며, 이를 통하여서 사물의 형태를 추출하고, 자신의 주변을 파악 할 수 있는 중요한 기능이다. 지능 저하 및 인지 기능 저하로 인한 기억력 장애가 있는 사람도 인지전략들을 잘 이용할 경우 기억력을 호전시킬 수 있는 것으로 밝혀져 있다. 따라서 여러 가지 인지재활 기법들과 컴퓨터 프로그램을 활용한 인지훈련에 더불어 일상생활훈련과 운동요법을 병행함으로써 기능 증진의 효과를 높일 수 있다[4][5].

### 3. 체험형(기능성) 게임

기능성 게임은 미국에서는 ‘Serious Games’라고 불리는 것으로 2008년 대한민국 게임백서의 정의에 따르면 게임적요소외에 특별한 목적을 갖는 게임으로 주로 교육적, 치료적 훈련의 효과를 갖고자하는 게임이라 한다[6]. 이러한 기능성 게임들 중에서도 게임을 하는데 있어서 실제적으로 사용자의 동작을 통해 게임 플레이를 하는 체험형 게임들이 보급되어 있다.

## III. 증강현실 기반 인지시스템

### 1. 시스템 설계

최근 인지 재활 운동 치료로는 체험형 게임 콘텐츠를 적용하고 있다. 그러나 상업용 게임기기의 경우는 까다로운 컨트롤러를 조작해야 하고, 일반인을 대상으로 개발된 게임형식이기 때문에 인지 재활을 필요로 하는 환자들에게 적용하기에는 적합하지 않다.

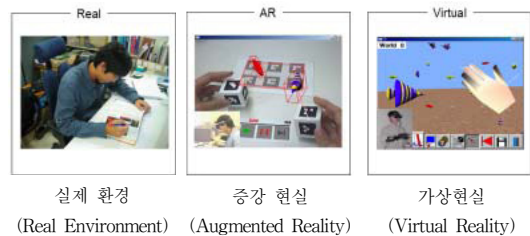


그림 1. 증강현실 개요

Fig. 1. Augmented Reality Summary

따라서 본 논문에서 제안한 인지 재활 시스템은 증강현실 구현 방식 중 하나인 마커 인식을 기반으로 한다. 시스템 플랫폼 안에서 별도의 컨트롤러 없이 예시된 형태와 색상을 인지하고, 증강현실의 툴을 통해서 흥미 유발과 몰입감을 증대하는 것을 목적으로 한다. 사용자의 인지능력회복 등 인지 재활의 효과를 가져 올 수 있는 시스템 기능을 부여하였다[7][8].

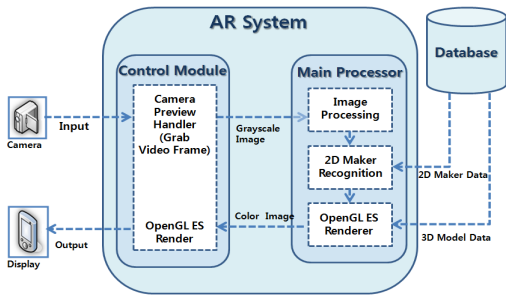


그림 2. 시스템 개요  
Fig. 2. System Summary

2. 주처리 장치(Main Processor)

획득된 영상 정보를 기반으로 가상물체를 생성하기 위한 영상 처리를 수행하는 AR 브라우저는 크게 가상물체의 생성 기준 정보를 제공하는 마커를 인식하고 추적하기 위한 트래킹(tracking) 모듈, 가상 물체의 생성/제거/이동을 위한 렌더링(rendering) 모듈과 가상물체 간의 거리 측정 및 간섭을 검사하기 위한 측정(measurement) 모듈로 구성된다.

① 트래킹 모듈(Tracking Module)

실제 영상에 가상물체를 생성시키기 위해서는 가상물체와 실제 영상 사이의 마커라는 매개체가 필요하게 된다. 이 마커를 추적하기 위해 ARToolKit의 마커 위치 추적 알고리즘인 CVA알고리즘을 사용하여 마커의 좌표를 검출한다.

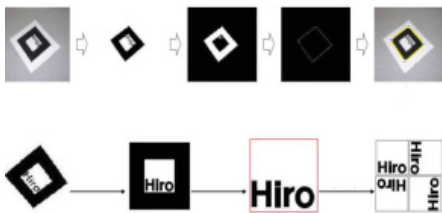


그림 3. CVA 처리 과정  
Fig. 3. CAR Process Course

마커를 기반으로 좌표계를 생성하기 위해서 AR 브라우저는 스퀘어 마커의 추적(detection)과 인식(Recognition)을 위한 이미지 프로세스를 순차적으로 수행한다.

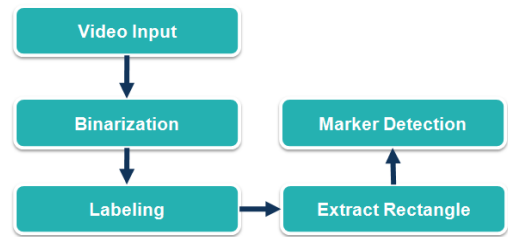


그림 4. 마커 트래킹  
Fig. 4. Marker Tracking

② 가상물체의 생성 및 제거(렌더링 모듈)

트래킹 모듈을 통해 생성된 좌표계를 기반으로 가상물체의 생성 및 제거는 렌더링 모듈을 통해서 수행된다. 또한 여러 개의 마커를 이용하여 다양한 가상 오브젝트 생성이 가능하다.

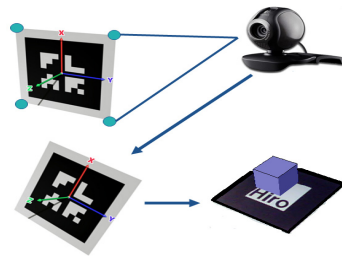


그림 5. 마커 렌더링 과정  
Fig. 5. Mark Rendering Process

따라서 모든 가상물체가 상대적인 움직임을 가지지 않는 경우에는 하나의 마커로 가상 시스템 전체를 실제 환경에 정합할 수 있다. 하지만 AGV와 같이 가상물체간의 상대적인 움직임이 있는 경우에는 생성되는 구성요소마다 각각의 기준 좌표계, 각각의 마커에는 해당 가상 오브젝트 정의가 필요하게 된다.

③ 측정 모듈(Measurement Module)

AR 브라우저를 통해 획득되는 영상은 2차원이므로 가상 물체들 간의 위치 및 거리정보를 한눈에 파악하는 것이 용이하지 않다. 따라서 증강될 가상 오브젝트와 마커 간의 거리 측정, 생성된 좌표계 간의 거리와 방향 측정 및 가상 오브젝트간의 간섭 여부를 확인하기 위한 측정 모듈이 필요하다. 이를 작업을 수행하는 것이 측정(measurement) 모듈이다.

### 3. 제어 모듈(Control Module)

처리 모듈의 Computer Vision Algorithm에 의한 영상 속의 마커 트래킹 처리 과정을 통한 영상에서 마커에 대한 위치 영역을 추출 한 후 마커의 각각의 Edge의 코너 부분에 가상 오브젝트를 생성하게 되고, 이로 인해서 증강현실 기반을 구성하게 되어 사용자에게 보여 진다. 첫 화면에서 제시하는 하나의 완성된 예시를 보고 이를 회전 기능을 사용하여 전체적으로 제시된 예시의 형태 및 색상을 인지하고, 마커 각각의 오브젝트를 조합하여 완성함으로써 증강현실 기반의 인지 재활 과정을 실시간으로 디스플레이한다.

제어 모듈에서의 인지 재활 방식은 손상된 인지기능의 회복을 위한 치료와 정상적으로 남아 있는 기능을 이용하여 기능장애를 보상하고 대치시켜 주도록 크게 두 가지 방식으로 진행하게 된다.

- ① 기억력훈련은 사물 인지를 통한 연습과 반복 또는 잘못된 사항들에 대해서 착오를 제거하는 학습과 같은 다양한 방법을 사용하여 실시한다.
- ② 공간 지각기능 훈련 실생활에서 지각 기능 훈련 도구를 이용한 지각 훈련이 있다.

### 4. DB 모듈(Database Module)

#### ① Marker Database

입력 장치(웹캠)를 통하여 제공되는 영상에 대해 크게 두 가지 정보들을 관리하게 된다. 먼저 첫 번째로는 마커의 크기 및 패턴 정보, 두 번째로는 각각 정의 되어 있는 마커에 적용시킬 가상의 오브젝트를 OpenGL라이브러리를 통해 디자인되어 있는 정보를 저장한다. 마커 트래킹 과정과 함께 기준 좌표계의 방향 결정을 위해서 흑백으로 구성된 2차원 행렬 마커나 템플릿이 사용된다.

#### ② 인지 재활 Database

제어 모듈로 부터 전송 받은 사용자의 재활 훈련 과정을 통해서 사용자가 현재 얼마나 제시된 예시에 대해서 얼마나 정확하게 인지하고 반응하여 인지 재활 훈련을 진행하고 있는지를 분석한다. 그 결과와 사용자의 기본적인 정보를 관리하여 사용자의 인지 재활 치료 과정에 따른 분석 결과를 저장, 관리한다.

## IV. 인지재활 시스템 프로토타입 구현

### 1. 프로토타입

본 시스템 개발 환경은 Visual Studio 2005상에서의 C++, 영상처리를 위한 OpenCV 1.1 라이브러리, 증강현실 기반의 개발 툴인 ARToolkit를 사용하였다.

첫 번째 전 처리 과정에서는 웹캠을 통하여 촬영된 영상을 이진화하기 위해 사용하는 OpenCV함수 중에 cvThreshold(), cvCvtColor() 함수를 이용하여 영상의 R, G, B 각각을 이진화 하기 전에 Gray로 영상을 이진화 하여 그림 6과 같이 처리하였다.

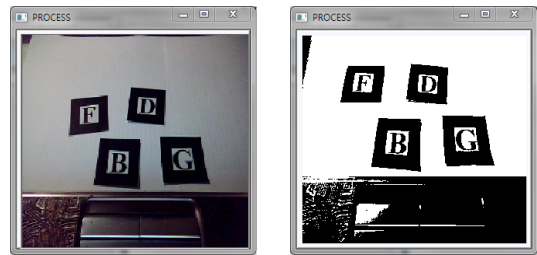


그림 6. 시스템 처리과정 (영상 이진화)

Fig. 6. System Processing (Image Binarization)

두 번째 전 처리 과정에서는 이진화로 처리된 영상기반하에 각각의 마커를 잘라낼 수 있도록 DoLabeling()이라는 레이블링 함수를 실행함으로써 촬영된 영상에서 각각의 영역을 빨간색으로 표시하는 레이블링 과정을 진행하여 그림 7과 같이 표시한다.

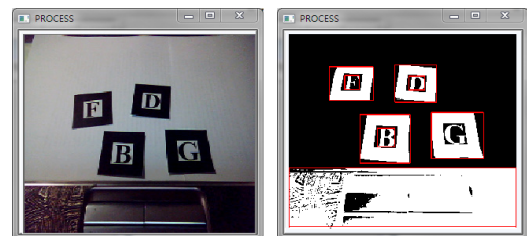


그림 7. 시스템 처리과정 (영상 레이블링)

Fig. 7. System Processing (Image Labeling)

셋 번째 전 처리 과정으로는 앞의 전처리 과정을 통하여 얻은 각각의 마커 영역 안에서 윤곽선을 추출하기 위해 cvFindContours() 함수를 이용해서 마커의 네 개의 꼭지점을 추출하고, 마커를 검출하며 그림 8과 같이 검출

된 마커의 윤곽선을 초록색으로 표시한다.

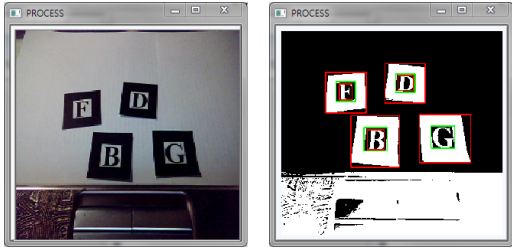


그림 8. 시스템 처리과정 (마커 검증)  
Fig. 8. System Processing (Marker Evaluation)

본 프로토타입에서는 촬영을 통해 얻은 영상을 전체 영상 처리 과정과 마커 추출을 위해 CVA(Computer Vision Algorithm)를 통한 처리 과정을 진행하게 된다., 각각의 마커를 검출하여서 도구 상자에 표시되어 있는 해당 마커에 각각 정의 되어있는 가상 오브젝트와 색상을 통해 증강 현실로 나타나도록 구성되어 있다.

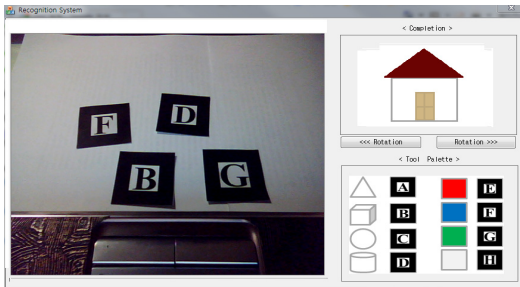


그림 9. 마커 기반의 증강현실  
Fig. 9. Marker Base Augmented Reality

구현된 증강 현실 기반하에 사용자는 우측 상단의 최종으로 완성해야하는 예시를 보고, 회전 버튼을 사용하여 완성 예시 형태에 대한 전체적인 모습을 확인한다.

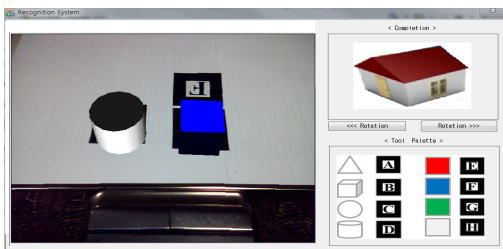


그림 10. 증강현실 기반의 인지 재할  
Fig. 10. Augmented Reality Base

이후에 이를 완성하기 위해 현실 상황에서 마커의 순서와 표시된 도구 상자 각각의 마커 기능을 조합함으로써 그림 10과 같이 제시된 예시를 완성해 간다. 이를 통해 사물에 대한 형태와 색깔을 인지하는 반복적인 과정에서 인지 기능의 치료 및 재활이 가능하도록 한다.

현재 제안한 시스템의 사례는 간단한 모형을 기준으로 콘텐츠를 제시하고 있다. 사용자에게 복잡하지 않은 단순한 물체의 형태와 색상을 인지하여서 이를 재조합함에 따라 인지 기능의 향상과, 별도의 컨트롤러나 기기를 사용하지 않고, 웹캠과 마커를 사용하여 손쉽고 간편하게 제어할 수 있도록 했다.

## V. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 인지재활 환자들의 저하된 인지기능 향상에 도움을 줄 수 있도록 웹캠과 마커를 사용하여 증강현실 기반의 인터페이스를 개발하였다. 인지 대상을 완성해 가는 과정에서 예시의 전체적인 물체의 형태와 색상을 인지하고, 마커를 통해 이를 완성하는 대화형 처리 방식을 사용했다.

특히 증강현실 환경을 통해서 사용자의 몰입감과 흥미를 유발할 수 있도록 하였다. 또한 입체감을 부여하여 상하좌우의 상황을 인지할 수 있기 때문에 공간감각을 자극할 수 있어서 3차원 인지 향상에 도움을 줄 수 있다. 사용성, 접근성, 시스템 몰입도 등에서 손쉽게 제어할 수 있기 때문에 재활 과정에 높은 효과를 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

추후 연구과제로는 반복적인 연습방식으로 인해서 흥미가 떨어질 우려가 있어 여기에 다양한 시나리오와 미디어를 제공할 수 있는 방안이 필요하다. 특히 등급 또는 난이도의 차별화 등이 포함될 필요가 있다고 사료된다.

## 참고 문헌

- [1] 증강현실 기술 연구 동향 및 전망, 이민경; 우은택 /정보처리학회지, v.11, no.1, pp.29-40, 2004년
- [2] Ronald T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385, 1997.

- [3] <http://www.hitl.washington.ed>
- [4] Korean J Rehabil Nurs Vol.11 No.2, 90-98, December, 치매 환자 인지기능 검사의 임상적 유용성 비교 .2008.
- [5] Gansler, D, A., McCaffrey, R. J., "Remediation of chronic attention deficits in traumatic brain-injured patients" Arch Clin. Neuropsychol, Vol.6 6, pp.335-353, 1991
- [6] 대한민국 게임백서 한국문화콘텐츠진흥원 pp.763, 2008
- [7] 임명재, "u-zone에서 상태정보 감지를 통한 중독 환자 케어 시스템 구현", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제10권 2호, pp123-128, 2010년 4월
- [8] 오지수, "생체신호를 이용한 감정인지시스템의 설계 및 구현", 한국인터넷방송통신학회논문지, 제10권 1호, pp57-62, 2010년 2월

※ 본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업중 바이오-메디테크 산업화 지원을 받아 수행된 연구임 (2010-02-10)

### 저자 소개

#### 임 명 재(중신회원)



- 1998년 중앙대학교 공학박사
- 1992 - 현재 을지대학교 의료 IT마케팅학과 교수
- <관심분야: SE 개발방법, HCI, U-Healthcare 등>

#### 정 희 응(준회원)



- 을지대학교 의료전산학과 학생
- <관심분야: RFID/USN 기술, 이동무선통신, 영상처리>

#### 이 기 영(중신회원) : 교신저자



- 제 10권 1호 참조
- 2009년 - 현재 한국인터넷방송통신학회 이사
- 1991년 - 현재 을지대학교 의료 IT마케팅학과 교수
- <관심분야: u-Healthcare, 공간데이터베이스, GIS, LBS, USN, 텔레메틱스 등>