

# 혼합현실기반 이러닝 기술동향

e-Learning Technology Based on Mixed Reality

김용훈 (Y.H. Kim)	지식이러닝연구팀 연구원
이수웅 (S.W. Lee)	지식이러닝연구팀 연구원
이준석 (J.S. Lee)	지식이러닝연구팀 책임연구원
노경희 (K.H. Noh)	지식이러닝연구팀 위촉연구원

## 목 차

- .....
- I. 서론
  - II. 혼합현실기반 이러닝 기술동향
  - III. 혼합현실기반 이러닝 시스템
  - IV. 교육적 적용효과와 제한점
  - V. 결론

메인프레임 기반 컴퓨팅에서 PC 기반 컴퓨팅에 이어 제3세대 컴퓨터 환경인 유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로의 진화는 현실에 컴퓨터를 탑재하여 언제 어디서나 모든 곳에 존재하는 네트워크 환경을 제공하고 있고, 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅과 이를 연동한 네트워크 패러다임은 미래교육 시스템이 나가야 할 새로운 방향을 제시한다. 양방향의 사소통을 기본으로 하는 지식기반사회의 교육패러다임의 변화는 컴퓨터의 역할 패러다임의 변화와 그 맥을 함께 하고 있으며, 이러닝 분야에서도 기존의 단순하고 일방향적인 교육 콘텐츠에서 벗어나 새로운 기술에 기반한 고품질의 양방향적 콘텐츠를 요구하고 있다. 이에 대한 하나의 대안으로 학습자에게 실재감과 몰입감을 촉진하고 마커의 직접적인 조작활동을 통해 양방향 상호작용을 극대화 할 수 있는 혼합현실(mixed reality) 기반 이러닝 시스템의 개발이 시도되고 있다. 본 고에서는 이러한 혼합현실기반 이러닝 기술의 동향에 대해 살펴보고자 한다.

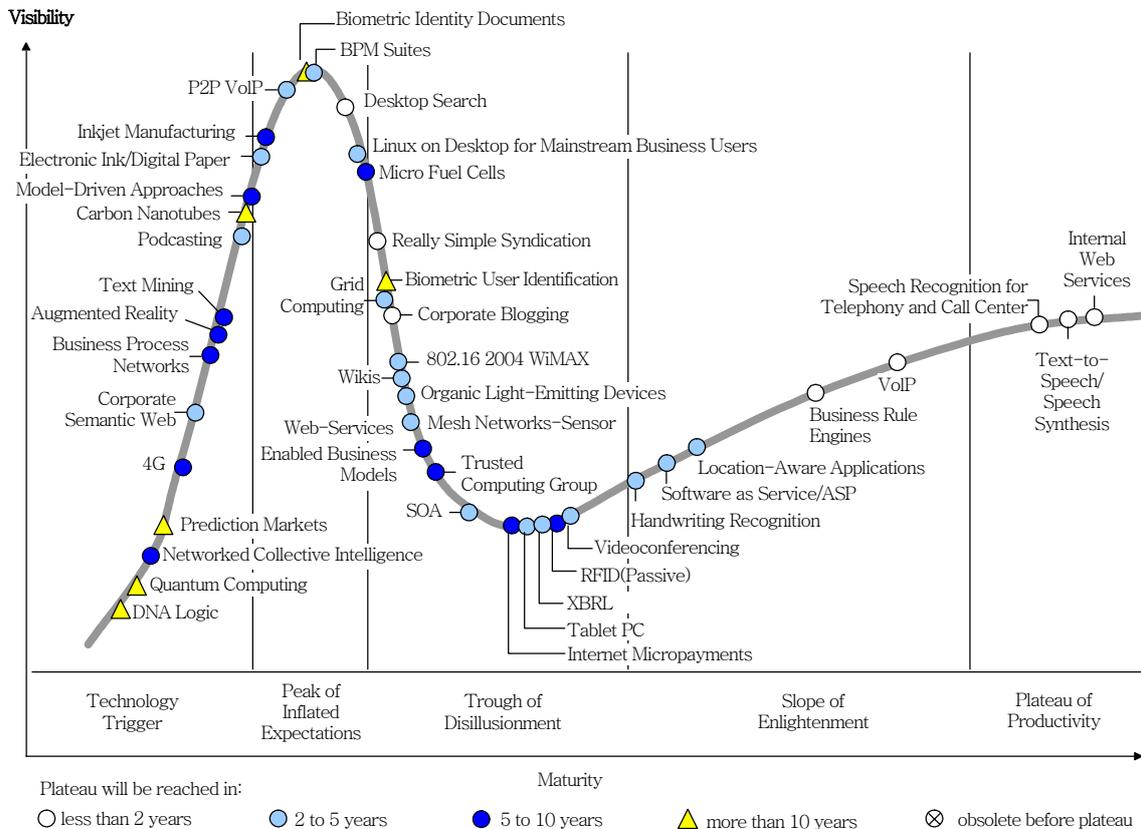
## I. 서론

급속한 정보통신기술의 발달로 인하여 유비쿼터스 컴퓨팅의 기술, 네트워크 인프라, 3D 기술, 가상 현실 기술 등 미래 콘텐츠 기술을 적용한 새로운 디지털 사용자 환경이 구축되고 있다. 교육 및 지식 분야에서도 동영상 기반이나 플래시 기반의 단순하고 일방형의 교육 콘텐츠를 벗어난 새로운 고품질의 이러닝 콘텐츠를 요구하고 있다. 또한 개인의 체험 중심의 학습경험과 지식을 스스로 구성해 나가는 구성주의 패러다임이 대두되면서 새로운 학습방법과 이러닝 기술의 필요성이 증대되고 있다. 이와 같은 차세대 학습 콘텐츠 및 시스템에 대한 사회적 요구에 대한 대안의 하나로 학습자가 스스로 몰입하여 공부할 수 있는 학습환경으로 실재감과 몰입감을 촉진함으로써 학습효과를 향상시킬 수 있는 혼합현실기반

의 이러닝 시스템의 개발이 시도되고 있다.

혼합현실형 이러닝 기술 개발은 미국 ADL, Vision2020, EU의 Time2Learn, NMC에서 분석한 이러닝 로드맵에서 공통적으로 제시하는 미래형 이러닝 서비스로 예측하고 있다. Vision2020에서는 미래의 교육환경으로 학습자 개인 맞춤형 라이브러리와 가상 현실 기반 원격 몰입 학습을 예견하고 있고, 교육분야 미래 기술 보고서를 제공하는 NMC에서도 교수, 학습, 창의성 개발에 2012년까지 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 7개의 테크놀로지 중 가상세계(virtual worlds)를 한 분야로 제시하고 있다[1]. 또한, Gartner에서는 (그림 1)과 같이 AR 분야를 향후 5년에서 10년 사이에 상품의 출시를 알리거나 언론에 큰 반향을 일으키는 분야로 제시하고 있다.

혼합현실 기술은 항공기 훈련 등 국방 분야의 적용을 시작으로 교육, 의료수술, 전시, 광고, 방송, 테



(그림 1) Gartner's Hype Cycle(August 2005)

마파크 분야에서 적용이 시도되고 있다.

그러나 영상인식의 안정성과 실시간성 등의 문제 그리고 햅틱 등 고가의 인터페이스 장비 등의 제한점으로 상용화에 어려움이 있다. 또한 교육분야 응용기술에 있어서도 교육내용을 단순 시뮬레이션 해보는 수준에 그치고 있으며, 학습자가 콘텐츠와 상호작용하거나 학습과정을 평가하는 교육적 요소가 반영된 이러닝 시스템은 이제 막 시도가 이루어지는 시점이다.

본 고에서는 혼합현실 이러닝 기술 개발 방향을 모색하기 위하여, II장에서는 혼합현실 이러닝의 현재 기술 동향과 교육 애플리케이션에 대한 사례를 살펴보고, III장에서는 한국전자통신연구원에서 개발한 혼합현실 이러닝 시스템 아키텍처 사례를 기술하고, IV장에서는 혼합현실 이러닝 시스템의 교육적 효과에 대해 설명하고자 한다. V장에서 결론으로 혼합현실 이러닝 시스템의 제한점과 향후 연구방향을 제시하고자 한다.

## II. 혼합현실기반 이러닝 기술동향

혼합현실(mixed reality)은 가상현실의 한 형태로, 실제 세계에 컴퓨터 그래픽으로 구성된 가상세계를 결합하여 보여줌으로써 사용자에게 혼합된 영상을 지각하게 하며, 실시간으로 사용자의 행위에

의해 가상객체를 조작하면서 컴퓨터와 상호작용하는 컴퓨터 인터페이스 기술을 말한다.

혼합현실 기술은 실제 세계 인식, 가상객체 생성, 실제와 가상의 합성, 혼합영상 뷰잉의 네 가지 처리 과정을 거치며, 이러한 절차에 따라 사용되는 기술은 실제 세계 인식을 위한 비전 기술, 3D 모델링 및 저작 기술, 실사영상과 가상영상의 합성 기술, 실시간 렌더링 기술, 인터페이스 기술 등으로 설명할 수 있다.

다음에는 혼합현실 기술을 위한 기본 지식과 국내외의 혼합현실 기술과 애플리케이션 사례를 통해 혼합현실의 기술 동향에 대해 살펴보고자 한다.

### 1. 혼합현실 기술

일반적인 마커 인식은 광학을 이용한 트래킹을 위해서 주로 스퀘어 마커가 사용된다. (그림 2)와 같이 좌표계를 생성하기 위해서 마커의 추적과 인식을 위한 이미지 프로세스를 순차적으로 수행한다[2].

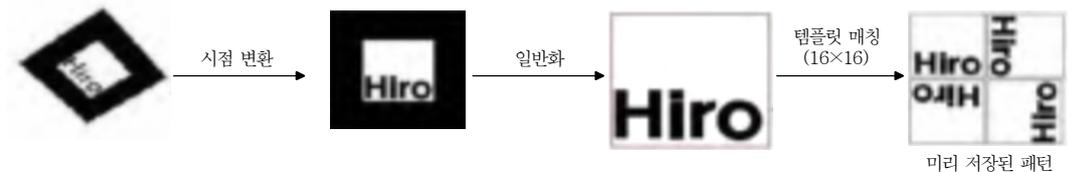
다음은 혼합현실을 구현하기 위해 필요한 몇 가지의 요소들이다.

- Camera Calibration: AR을 구현하기 위해서는 실제 카메라를 가상의 카메라와 연동(registration)하는 과정이 필요하다. 이 연동과정을 위해 카메라의 intrinsic parameter와 extrinsic parameter를 알아야 한다. Camera calibration이란 카메라의 intrinsic parameter를 알아내는 과정을 말한다.

#### □ 마커 추적

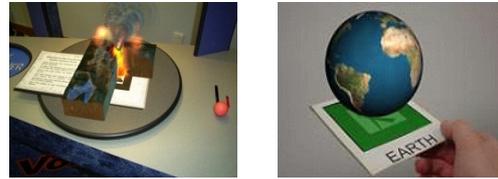


#### □ 마커 인식



(그림 2) AR 브라우저에서 좌표계 생성을 위한 스퀘어 마커 추적과 인식 과정

- Pose Estimation: 위에서 언급한 extrinsic parameter를 알아내는 과정으로, 보통은 AR Toolkit에서와 같이 planar constraint가 있는 마커를 사용하여 알아낸다. 최근에는 영상의 3D geometry를 통하여 extrinsic parameter를 추정하는 다양한 방법들이 개발되고 있다.
- Optimization Theory: AR도 다른 여타 공학과 마찬가지로 local minimum을 벗어나 global minimum을 찾는 optimization theory가 필요하다. Intrinsic parameter 및 extrinsic parameter를 추정하는 과정에서도 최적화 이론은 필수적으로 적용된다.
- Computer Graphics: AR의 컴퓨터 그래픽을 만드는 과정은 가벼운 게임을 만들 수 있는 computer graphics가 필요하다. 그 중에서도 artist가 제작한 3D model을 게임 안으로 로드할 수 있는 기술이 필수적이다. 더 나아가서 현실과 가상을 합성하는 데 있어, 컴퓨터 그래픽이 실제 영상과 자연스럽게 어울리도록 하기 위해서 영상으로부터 빛의 방향을 계산하여 가상의 3D model을 비추도록 하는 기술이 개발되어 있다.



(그림 3) AR Toolkit 활용 혼합현실 애플리케이션 (뉴질랜드 HIT Lab)

시스템이다[3],[4]. 사용자는 HMD를 사용하며, 마커가 부착된 카드를 움직이거나, 책이 올려진 원판을 회전시켜서 콘텐츠를 조작할 수 있다.

### 2) 싱가포르 난양기술대학의 혼합현실 Lab

싱가포르 난양기술대학의 혼합현실 Lab에서는 독자적인 마커인식 방법을 개발하여 3D magic story cube, 교토가든, 3D 매직랜드 등 AR 기술을 적용한 동화책 및 에듀테인먼트용 콘텐츠를 개발하였다[5]. 3D 매직랜드는 놀이공원의 다양한 오브젝트를 사용자가 선택하고 옮기거나, 오브젝트 간 상호작용을 조작할 수 있는 사용자 인터페이스를 포함하고 있다. 3D magic story cube는 실제 큐브를 펼치는 조작을 하면서 음성과 가상 콘텐츠를 볼 수 있다(그림 4) 참조).

## 2. 혼합현실 응용 사례

### 가. 국외 혼합현실 응용 사례

#### 1) 뉴질랜드와 미국 워싱턴의 HIT Lab

뉴질랜드의 HIT Lab과 미국 워싱턴 HIT Lab에서는 실영상을 입력 받아 기하학적 마커를 인식하고 마커와 관련된 가상 콘텐츠를 표현하는 혼합현실 콘텐츠 표현 기술인 AR Toolkit을 개발하였다. 또한 자연영상의 독창적인 특징을 추출하는 기술과 그 특징들을 효과적으로 분석하고 조합하여 인식하는 기술을 개발하였다.

(그림 3)의 AR Volcano는 혼합현실 기술을 이용해서 지구과학 학습을 위해 화산 폭발 과정을 제시한 사례이며, MaqiPlanet은 태양계의 행성 마커를 두고 궤도 위에 각 행성을 배치하는 것을 학습하는

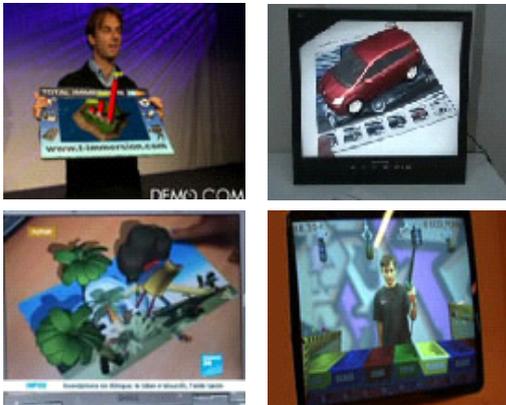


(그림 4) 3D Magic Story Cube(싱가포르 혼합현실 Lab)

#### 3) 프랑스의 Total Immersion사의 D'Fusion

프랑스의 Total Immersion사에서는 방송, 전시 활용을 목적으로 방송용 카메라를 이용하여 발표자

가 들고 있는 실제 보드 위에 가상 콘텐츠를 제시하거나, 발표자가 입고 있는 티셔츠 위에 가상 캐릭터를 제시하여 발표자와 대화하는 마커인식 및 영상합성 기술을 상용화를 목적으로 개발하고 있다. 최근에는 markerless 인식 기술을 개발하여 상품 광고나 방송, 교육, 오락, 테마파크 등에 활발히 적용 중에 있으며, 2008년 국내의 KBS, 미국, 영국, 프랑스, 일본 등 전세계 방송 프로그램에서도 널리 활용되고 있다(그림 5) 참조.



(그림 5) 방송/광고/교육/오락용 애플리케이션 (Total Immersion사)

또한, UMPC 카메라를 이용하여, 실제 신문 위에 가상 동영상이나 3D 객체를 합성하고, 이를 UMPC 모니터에 제시하여 신문과 가상 콘텐츠를 함께 볼 수 있는 애플리케이션을 개발하였다(그림 6) 참조.



(그림 6) UMPC를 이용한 혼합현실 콘텐츠 (Total Immersion사)

#### 4) 오스트리아 그라즈 공과대학과 비엔나 공과대학

오스트리아 그라즈 공과대학과 비엔나 공과대학은 모바일 및 핸드헬드(hand-held)용 혼합현실 애플리케이션 연구를 진행하고 있다.

Invisible train은 핸드헬드 디바이스를 이용한 멀티 유저용 혼합현실 애플리케이션으로, 사용자는 가상기차를 나무로 만들어진 기차트랙 미니어처 위에서 움직일 수 있다. 가상기차는 사용자 PDA의 비디오 see-through 디스플레이를 통해 볼 수 있다(그림 7) 참조.



(그림 7) PDA를 이용한 혼합현실 기술: Invisible Train(그라즈 공과대학)

Virtuoso는 교육용 협력 게임으로 벽면에 붙은 마커를 PDA 카메라로 인식하여 미술품을 제시하고, 미술품의 연대를 타임라인으로 구성하는 활동이다. 미술품에 대한 자료를 찾아볼 수 있으며, 역사 교사 에이전트가 다국어로 조언을 제공한다. 게임엔진에서 난이도를 조정하여 미술품 순서를 학습자 수준에 맞게 자동 제시할 수 있다(그림 8) 참조.



(그림 8) PDA를 이용한 혼합현실 기술: Virtuoso (그라즈 공과대학)

#### 나. 국내 혼합현실 응용 사례

##### 1) 한국전자통신연구원

한국전자통신연구원에서는 혼합현실기반 이러닝

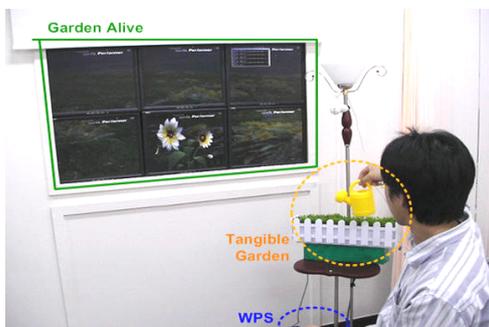


(그림 9) 모니터기반 혼합현실 기술: 실감형 이러닝 시스템(한국전자통신연구원)

시스템을 상용화시키기 위하여 실제 교재나 워크시트 위에 표기된 기하 마커를 안정적으로 인식하는 기술을 개발하였다. (그림 9)에서 보는 바와 같이, 웹캠과 모니터를 이용하여 교재와 함께 가상 콘텐츠를 볼 수 있으며 사용자는 마커가 부착된 카드나 큐브를 활용하여 콘텐츠를 조작할 수 있다.

## 2) 광주과학기술원 VR Lab

광주과학기술원 VR Lab에서는 VR 플라워와 교육용 가상화단인 가든 얼라이브(Garden Alive)를 개발하였다. 가든 얼라이브는 손, 물뿌리개, 영양공급기와 같이 실물, 센서, 마커 등의 다양한 사용자 인터페이스를 지능형 에이전트와 결합하여, 실제 화분을 손으로 만져주거나 물과 영양분을 조절해서 주면 가상 공간의 식물이 조건에 따라 다르게 자라는 교육용 시스템이다(그림 10) 참조).



(그림 10) Garden Alive(광주과학기술원)

## 3) 에이알비전(주)

에이알비전은 각종 방송매체 및 영상물에 화면상 “가상의 광고공간”을 설정한 후 트래킹 기술을 활용하여 기업로고, 상품정보 등을 삽입하여, 실시간 방송에서 경기정보나 가상광고를 증강시키는 시스템을 개발하였다(그림 11) 참조).



(그림 11) 가상광고 시스템(에이알비전)

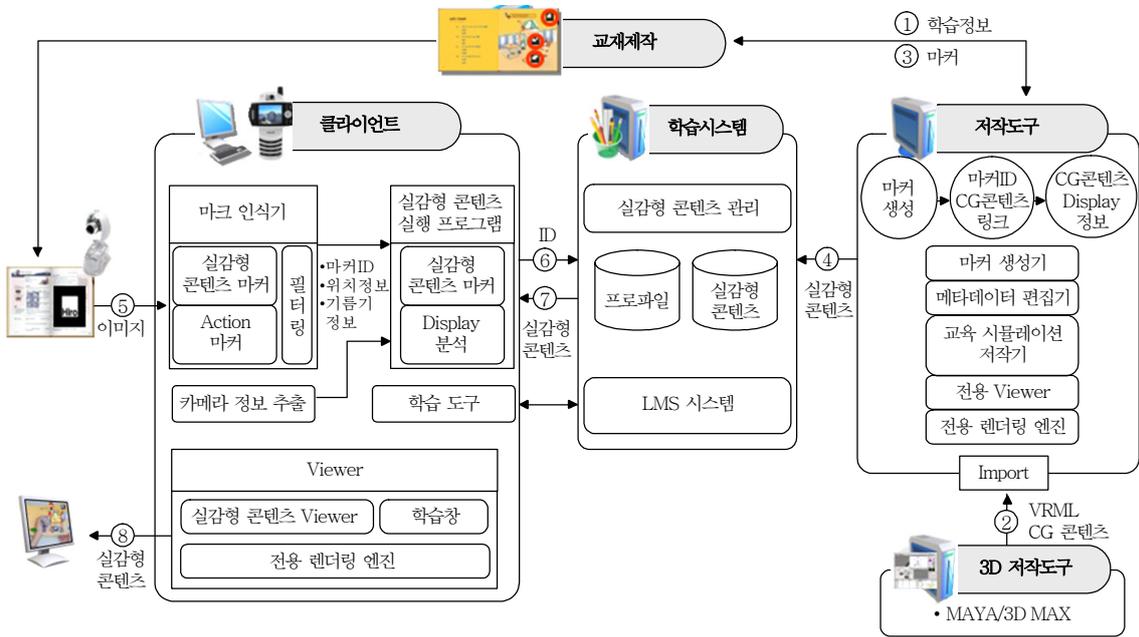
## Ⅲ. 혼합현실기반 이러닝 시스템

혼합현실기반 이러닝 시스템이란 학습교재를 사용하는 교실의 학습환경을 실제 세계로 보고 학습내용과 관련된 부가적인 정보를 가상객체로 제시함으로써 학습자에게 실제 공간과 접목된 가상의 체험학습 경험을 제공하고 실재감과 몰입감을 촉진함으로써 학습효과를 향상시키는 시스템을 말한다.

본 장에서는 한국전자통신연구원에서 개발한 실감형 이러닝 시스템을 소개함으로써 최신 혼합현실기반 이러닝 기술에 대해 살펴보고자 한다.

### 1. 실감형 이러닝 시스템의 아키텍처

실감형 이러닝 시스템은 (그림 12)에 도시된 바와 같이 실감형 교재 제작, 클라이언트(마커 인식기, 실감형 콘텐츠 뷰어), 3D 콘텐츠 저작도구, 실감형 콘텐츠 저작도구, 학습관리시스템, 사용자 인터페이스로 구성된다.



(그림 12) 실감형 이러닝 시스템 구성도(한국전자통신연구원)

## 2. 실감형 교재 제작

실감형 교재란 (그림 13)에 제시한 것처럼 기존 교재의 페이지나 워크시트 위에 기하마커를 부착한 것으로, 3D 콘텐츠, 오디오, 동영상, 이미지로 구성된 실감형 콘텐츠들을 그 위에서 재생시킬 수 있도록 개발되었다. 사용자는 실감형 교재나 워크시트를 이용하여 인쇄된 페이지 내용에 실감형 콘텐츠 내용을 증강시켜 함께 학습할 수 있다.



(그림 13) 실감형 교재와 워크시트 예

## 3. 클라이언트

클라이언트에는 마커 인식기와 실감형 콘텐츠 뷰어 모듈이 있다. 마커 인식을 통해 수집된 정보를 이

용하여 실감형 콘텐츠를 로딩하고, 실감형 콘텐츠 뷰어를 통해 실시간으로 사용자에게 제공하게 된다.

### 가. 마커 인식기

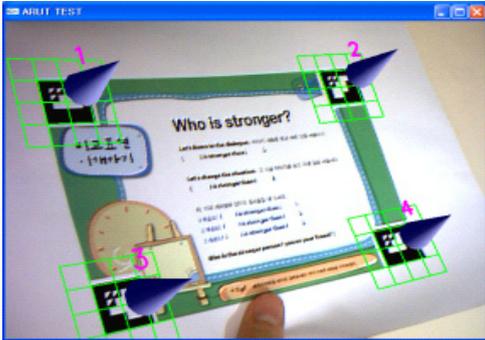
마커 인식을 위한 기술은 ‘확장형 마커 인식기술’과 ‘마커에서 학습정보 추출기술’을 포함한다.

#### • 확장형 마커 인식기술

실감형 학습시스템을 상용화하기 위한 가장 중요한 요소는 기하학적인 마커와 자연영상을 인식하여 정확한 위치에 가상의 콘텐츠를 정합할 수 있게 하는 기술이다. 시스템의 안정성을 확보하기 위해 마커의 일부분만을 이용하여 인식하는 기술과 조명 변화/마커 기울임 현상에 강인하게 인식하는 기술이 포함되어야 한다(그림 14) 참조.

#### • 마커에서 학습정보 추출기술

실감형 학습을 시작할 때 어떤 콘텐츠를 로딩해야 하는지에 대한 정보를 추출하는 기술로, 마커 디자인, 마커로부터 ID 추출 기술, RST 및 A/D 변환에 강인한 인식 기술이 요구된다.



(그림 14) 마커 인식 및 영상합성 예

#### 나. 실감형 콘텐츠 뷰어

실감형 콘텐츠 뷰어는 실사 영상인 책 위에 가상 학습콘텐츠를 합성하여 학습자에게 제공한다. 단순한 텍스트와 2D의 학습 자료뿐만 아니라 3D 영상과 동영상, 오디오 등의 복합 콘텐츠를 표현할 수 있다 ((그림 15) 참조).



(그림 15) 실감형 콘텐츠 뷰어 화면

뷰어에서는 실감형 콘텐츠 저작도구로부터 만들어진 시나리오를 씬그래프로 구성하고, 렌더링 엔진을 통해서 실감형 콘텐츠를 사용자에게 보여지게 된다. 또한 실시간 3D 콘텐츠 렌더링을 통하여 사용자의 인터랙션에 대하여 실시간 반응하며, 학습내용을 실시간으로 기록할 수 있다.

#### 4. 3D 콘텐츠 저작도구

3D 콘텐츠를 저작하기 위해서는 상용 저작도구인 MAYA나 3D MAX를 이용하여 3D 객체를 저작

하고, 이어서 필요한 일부 3D 애니메이션을 제작한다. 동영상 및 오디오는 미디어 저작도구를 이용하여 제작한다.

#### 5. 실감형 콘텐츠 저작도구

실감형 콘텐츠 저작도구는 혼합현실기반 학습 환경에서 사용할 콘텐츠를 손쉽게 저작할 수 있게 하는 저작도구이다. 본 저작도구를 이용하여 혼합현실 환경에서 마커를 정의하고 마커와 3D 콘텐츠간의 연관성을 맺어주며, 마커 위치에 따른 3D 콘텐츠의 위치와 애니메이션 방법, 동영상, 오디오의 재생, 사용자 반응에 따른 콘텐츠 제시 및 사용자 상호작용 요소 등을 저작하게 된다((그림 16) 참조).



(그림 16) 실감형 콘텐츠 저작도구 화면

저작도구를 이용하여 실감형 콘텐츠를 저작하는 과정은 다음과 같다.

- 콘텐츠 프로젝트 생성: 하나의 차시 또는 한 권의 책으로 하나 이상의 페이지로 구성되는 프로젝트를 생성한다.
- 콘텐츠 페이지 생성: 페이지 추가 버튼을 이용하여 새로운 실감형 콘텐츠 페이지를 생성한다.
- 마커 삽입: 마커 삽입 버튼을 이용하여 마커를 선택하고 콘텐츠 작업창으로 삽입한다.
- 3D 콘텐츠 삽입: 3D 삽입 버튼을 이용하여 3D 콘텐츠를 선택하고 콘텐츠 작업창으로 삽입한 후, 이미 삽입한 마커와 연결한다. 또한, 초기의 크기, 회전, 위치를 지정한다.

- 액션 저작: 루아 스크립트 저작도구를 이용하여 렌더링 엔진의 API와 뷰어에서 발생하는 각종 이벤트를 통해 다양하고 복잡한 시나리오를 지원하는 액션들을 저작한다.

## 6. 학습관리시스템

학습관리시스템은 교재관리, 사용자의 학습관리, 실감형 콘텐츠 관리를 담당하는 부분이다. 실감형 콘텐츠 저작시 마커 정보, 3D 객체, 오디오, 비디오 객체 정보를 XML로 구성하여 기존 학습관리시스템에 제공할 수 있다. 학습관리시스템에서는 XML 정보를 통해 퀴즈/학습 안내 콘텐츠와 실감형 콘텐츠를 연동시켜 제시할 수 있다. 또한 마커 정보와 사용자 액션 정보를 분석하여 학습관리시스템에 제공함으로써 학습자의 수행 측정 및 평가가 가능하다.

## 7. 사용자 인터페이스

실감형 이러닝 시스템에서 사용자 인터페이스는 학교 교실이나 컴퓨터실에서의 사용을 고려하여, HMD 장비를 사용하지 않고 PC용 모니터를 영상표시장치로 활용하고 카메라는 저가의 웹캠을 사용하였다. 책상 위에 교재를 펼치거나 워크시트를 올리는 실제 상황을 고려하여 일반 교재내 또는 워크시트 위에 기하마커를 부착하였고, 학습자가 웹캠으로 교재나 워크시트에 부착된 마커를 비추면 모니터에 실제 교재와 함께 3D 콘텐츠와 음성, 동영상 등이 제시되어 실감형 학습을 할 수 있다(그림 17) 참조.

사용자 인터페이스는 마커가 부착된 카드나 큐브



(그림 17) 실감형 이러닝 시스템에서의 사용자 수행 모델

모양의 학습도구로서 마우스나 키보드와 같은 컴퓨터 입력장치의 역할을 한다. 또한, 손가락에 끼울 수 있는 특정한 모양의 패턴을 가지는 골무형 인터페이스를 지원한다. 사용자 인터페이스는 한 권의 책 내에서 공통적으로 사용 가능하며, 교재의 페이지마다 보여지는 3D 객체들을 선택, 확대, 회전, 삭제, 이동 등의 방법으로 조작할 수 있다(그림 18) 참조.



(그림 18) 사용자 인터페이스 예시

## IV. 교육적 적용효과와 제한점

본 장에서는 앞서 살펴본 혼합현실의 기술이 교육에 적용되었을 때 기대되는 교육적 효과와 제한점에 대해 살펴보고자 한다.

혼합현실은 학습자가 흔히 접하는 실제 환경에 가상의 디지털 정보를 추가하는 것이므로 학습자의 실제세계에 대한 인식을 증가시켜 준다. 또한 혼합현실은 인공적인 가상현실에 비해 현실감과 실제감을 주며 보다 자연스럽게 적극적인 상호작용이 가능한 이러닝 환경을 제공한다.

이러한 혼합현실 기술을 교육에 적용했을 때의 기대 효과는 첫째, 학습자에게 높은 실재감을 제공해 줄 수 있다는 것이다. 혼합현실 환경 하에서 학습자에게 구체적인 실제 세계의 사물을 가지고 가상객체를 조작하는 환경을 제공함으로써 이전의 가상현실 기반 이러닝보다 학습과제의 실제성을 높여 학습자에게 실재감을 갖게 해주고 보다 의미 있는 학습을 촉진해 준다.

둘째, 혼합현실 환경 하에서 학습자는 보다 능동적 학습을 경험하게 된다. 혼합현실에서는 마우스나 키보드 형식이 아닌 실물을 조작하여 가상콘텐츠를 조작하는 텐저블 인터페이스를 이용하게 된다. 따라

서 학습자는 이러한 높은 상호작용성을 통해 보다 능동적 학습이 가능하게 된다[6].

셋째, 혼합현실 환경 하에서 학습자는 학습을 스스로 주도하면서 보다 책임감 있는 학습을 진행하게 된다. 혼합현실에서는 마커를 이용하여 개발자의 의도보다는 학습자의 의도대로 학습을 통제할 수가 있다. 따라서 학습자는 학습에 대한 통제감을 확대하면서 학습에 대한 주인의식과 책임감을 갖게 된다[7].

넷째, 혼합현실에서는 실제 세계의 사물 위에 3D 기술을 통한 입체적인 가상객체를 제공하여 학습자의 감각적 몰입을 높이게 된다. 이런 높은 몰입감은 학습자의 학습에 대한 만족도를 높이게 되고 학습의 효과를 높이는 결과를 가져 온다[8].

다섯째, 혼합현실에서 제공되는 3D 입체영상이나 실제세계와 가상세계의 실시간 연결, 그리고 텐저블 인터페이스를 통한 학습자의 직접 조작 등의 컴퓨팅 환경은 학습에 대한 학습자의 흥미를 유발하게 되고, 이런 높은 학습흥미는 잠재적으로 학습자의 학습효과를 높이게 된다.

그러나 시간·공간적인 제약을 벗어난 3차원 시각화 및 가상 시뮬레이션, 실제 환경과 접목된 가상 환경에서 실물과 유사한 가상 콘텐츠에 대한 체험, 실물 인터페이스를 이용한 상호작용, 사용자의 자율적 통제를 강화한 혼합현실의 기술적 장점에도 불구하고, 아직까지 이 기술을 교육에 상용화 시키기에는 해결해야 할 많은 과제가 남아 있다. 첫째, 실험실 단위에서 개발되어온 방법을 학교교실에 그대로 적용하기는 어렵다는 점을 들 수 있다[2]. 예를 들어 학교 수업을 하면서 모든 학생들이 HMD를 착용할 수는 없다. 둘째, HMD 등의 인터페이스 장비 가격이 고비용이므로 활용성이 낮다는 것도 문제이고, 또한 HMD 사용시 학습과제 수행을 위해 단기간 착용을 한다고 해도 학습자는 상당한 부자연스러움과 피로감을 느끼게 된다[9]. 이런 문제의 해결을 위해 모니터 기반 혼합현실이 이러닝에서 개발되고 있다. 셋째, 혼합현실에서 사용하는 마커의 문제이다. 마커를 출력하여 특정 위치에 설치해야 하는 번거로움이 있고 설치한 마커가 학습에 있어서 시각적 노이

스로 작용할 우려가 있다[9]. 또한 마커 인식의 불안정성은 아직 해결해야 할 기술적 과제이다. 넷째, 지금까지 우리나라에서 개발된 혼합현실기반 이러닝 콘텐츠들은 새로운 기술의 교육적 적용 가능성을 실험한 테스트적 성격이 높다. 혼합현실기반 이러닝을 학교교육에서 실제로 활용 가능하도록 하기 위해서는 보다 학교교육과정에 충실한 콘텐츠가 되어야 할 것이다[10]. 또한 혼합현실기반 이러닝의 교육적 효과를 경험적으로 확인하는 과정이 중요하며 이를 위해서는 장기간의 실험이 가능한 충분한 양의 콘텐츠가 설계, 제작되어야 한다.

## V. 결론

본 고에서는 혼합현실기반 이러닝 기술개발 방향을 모색하기 위하여 혼합현실 이러닝 기술동향과 시스템 사례, 교육적 효과와 제한점에 대하여 살펴보았다.

혼합현실 기술동향을 정리하면, 마커인식 기술은 기하마커에서 markerless 기술로 발전하고 있으며, 안정성 확보를 위한 기술개발이 진행되고 있다. 디스플레이 및 장비측면에서는 고가의 HMD 기반 연구에서 저가의 웹캠기반, 방송기반, 모바일기반 애플리케이션 등으로 개발이 확장되고 있으며, 한국전자통신연구원의 실감형 이러닝 시스템이나 미국 EVL의 GeoWall과 같이 저가의 손쉬운 장비를 통해 가상현실 기술의 활용도를 높이는 시도가 활발히 이루어지고 있는 추세이다. 혼합현실기반 이러닝 콘텐츠의 제작기술 측면에서는 손쉽게 콘텐츠를 저작할 수 있는 도구들이 개발되고 있으며, 시뮬레이션 기능, 상호작용 기능, 평가 기능이 강화된 저가의 저작도구 개발이 진행되고 있음을 알 수 있다.

이러한 혼합현실 기술을 기반으로 한 이러닝은 학습자에게 실재감을 높여 의미 있는 학습을 가능하게 하고, 텐저블 인터페이스를 통해 높은 상호작용을 하여 능동적 학습을 하게 하며, 마커를 이용해 학습자의 의도대로 학습을 통제하여 학습에 대한 주도

성과 책임감을 높여주고, 학습자에게 감각적 몰입과 학습흥미를 높여 학습효과를 높이게 된다.

그러나, 혼합현실기반 이러닝이 교육분야에 뿌리를 내리기 위해서 해결해야 할 과제들도 확인되었다. 이러한 과제들을 해결해 나가면서 앞으로 혼합현실기반 이러닝 기술은 학습자 스스로 몰입하여 탐구적으로 학습하게 하고 새로운 지식을 이해하고, 생성하는 혁신적인 학습방법으로 개인 맞춤형 학습, 유비쿼터스 학습, 멀티 게임형 학습, 지능형 학습 등 미래학습 기술과 융합되어 발전할 것으로 예상된다.

또한 혼합현실 이러닝 기술은 현재의 게임·영화 등 엔터테인먼트 중심의 디지털 콘텐츠 기술에서 삶의 질을 향상시키는 교육·지식 중심의 디지털 콘텐츠 기술로 시장을 다변화시키는 데 견인차 역할을 할 것이며, 고품질 이러닝 콘텐츠 개발을 통하여 IPTV, WiBro, 이동통신기기에 활용함으로써 디지털 콘텐츠 시장 확대에도 크게 기여할 것으로 보인다.

● 용 어 해 설 ●

**혼합현실(Mixed Reality):** 가상현실의 한 형태로, 실제 세계에 컴퓨터 그래픽으로 구성된 가상세계를 결합하여 보여줌으로써 사용자에게 혼합된 영상을 지각하게 하며, 실시간으로 사용자의 행위에 의해 가상객체를 조작하면서 컴퓨터와 상호작용하는 컴퓨터 인터페이스 기술을 말한다. 증강현실(Augmented Reality)이라고도 한다.

**혼합현실기반 이러닝시스템:** 학습교재를 사용하는 교실의 학습환경을 실제 세계로 보고 학습 내용과 관련된 추가적인 정보를 가상객체로 제시함으로써 학습자에게 실제 공간과 접목된 가상의 체험학습 경험을 제공하고 실재감과 몰입감을 촉진함으로써 학습효과를 향상시키는 시스템을 말한다.

약어 정리

A/D	Analog to Digital
ADL	Advanced Distributed Learning

AMIRE	Authoring Mixed Reality
EVL	Electronic Visualization Laboratory
HMD	Head Mounted Display
LMS	Learning Management System
NMC	New Media Consortium
PDA	Personal Digital Assistant
RST	Rotation/Scaling/Translation
UMPC	Ultra-Mobile Person Computers

참 고 문 헌

- [1] NMC and EDUCAUSE, The Horizon Report, 2007.
- [2] 교육인적자원부, 한국교육학술정보원, “증강현실 기반 차세대 체험형 학습모형 연구,” 연구보고 CR 2006-18, 2006.
- [3] J. McKenzie and D. Darnell, “The EyeMagic Book: A Report into Augmented Reality Storytelling in the Context of a Children’s Workshop,” NZ: Centre for Children’s Literature, Christchurch College of Education, 2003.
- [4] M. Billinghurst, R. Grasset, and J. Looser, “Designing Augmented Reality Interfaces,” *SIGGRAPH Computer Graphics*, Vol.39, No.1, 2005, pp.17-22.
- [5] Z. Zhou, A. Cheok, J. Pan, and Y. Li, “Magic Story Cube: An Interactive Tangible Interface for Storytelling,” *Proc. of SIGCHI ACE*, 2004, pp.364-365.
- [6] H. Kafumann and D. Schmalstieg, “Mathematics and Geometry Education with Collaborative Augmented Reality,” *Computers & Graphics*, Vol.27, 2003, pp.339-345.
- [7] 박홍석, 최홍원, “증강현실의 기술원리 및 프레임워크,” *모아진 CAD & Graphics*, 2008년 5월호, pp.156-160.
- [8] 계보경, “증강현실 기반 학습에서 매체특성, 현존감, 학습 몰입, 학습효과와의 관계 규명,” 이화여자대학교 박사학위 청구논문, 2007.
- [9] 이우훈, 박준, “Augmented E-Commerce: 증강현실과 웹 콘텐츠의 만남,” *한국디자인학회 학술발표대회 논문집*, 2004, pp.78-79.
- [10] 한국교육학술정보원, “증강현실(Augmented Reality) 기반의 체험형 학습 콘텐츠 개발 및 현장적용 연구,” 연구보고 KR 2005-32, 2005.