

혼합현실기반 이러닝 기술 동향

e-learning Technology Based on Mixed Reality

융합 시대를 주도할 디지털콘텐츠 기술 특집

서희전 (H.J. Suh)	가상현실연구팀 선임연구원
김용훈 (Y.H. Kim)	가상현실연구팀 연구원
이수웅 (S.W. Lee)	가상현실연구팀 연구원
이준석 (J.S. Lee)	가상현실연구팀 책임연구원

목 차

-
- I. 서론
 - II. 혼합현실기반 이러닝 기술 동향
 - III. 혼합현실기반 이러닝 시스템
 - IV. 혼합현실 기술의 교육적 효과
 - V. 결론

* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2006-S046-01, 실감형 e-러닝 기반 개인 맞춤형 학습시스템 개발]

급속한 정보통신 기술의 발달로 인하여 유비쿼터스 컴퓨팅의 기술, 네트워크 인프라, 3D 기술, 가상현실 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 콘텐츠가 요구되고 있다. 또한 개인의 체험 중심의 학습경험과 지식을 스스로 구성해나가는 새로운 학습방법을 지원하는 이러닝 기술의 필요성이 증대되고 있다. 이에 대한 대안의 하나로 실재감과 몰입감을 촉진함으로써 학습효과를 향상시킬 수 있는 혼합현실기반의 이러닝 시스템의 개발이 시도되고 있다. 본 고에서는 혼합현실 이러닝 기술 개발 방향을 모색하기 위하여 국내외 혼합현실 이러닝 기술 동향, 시스템 사례, 교육적 효과에 대하여 살펴보고자 한다.

I. 서론

급속한 정보통신 기술의 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 콘텐츠가 요구되고 있다. 또한 개인의 체험 중심의 학습경험과 지식을 스스로 구성해나가는 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 촉진하여 학습효과를 향상시킬 수 있는 혼합현실기반의 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 가상현실기반 원격 몰입 학습을 예견하고 있다. 또한 교육분야 미래 기술 보고서를 제공하는 NMC에서도 교수, 학습, 창의성 개발에 2012년까지 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 7개의 테크놀로지를 도출하였으며 이 중 가상세계(virtual worlds)를 한 분야로 제시하고 있다[1].

혼합현실 기술은 항공기 훈련 등 국방 분야의 적용을 시작으로 교육, 의료수술, 전시, 광고, 방송, 테마파크 분야에서 적용이 시도되고 있다.

그러나 영상인식의 안정성과 실시간성 등의 문제 그리고 햅틱 등 고가의 인터페이스 장비 등의 제한점으로 상용화되지 않고 있다. 또한 교육분야 응용 기술에 있어서도 교육내용을 단순 시뮬레이션 해보는 수준에 그치고 있으며, 학습자가 콘텐츠와 상호작용하거나 학습과정을 평가하는 교육적 요소가 반영된 이러닝 시스템은 개발되지 않은 실정이다.

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

II. 혼합현실기반 이러닝 기술 동향

혼합현실(mixed reality)은 가상현실의 한 형태로 실제세계에 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 실제세계 인식, 가상객체 생성, 실제와 가상의 합성, 혼합영상 뷰잉의 네 가지 처리 과정을 거치며, 이러한 절차에 따라 사용되는 기술은 실제세계 인식을 위한 비전 기술, 3D 모델링 및 저작 기술, 실사영상과 가상영상의 합성 기술, 실시간 렌더링 기술, 인터페이스 기술 등으로 설명할 수 있다.

다음에는 국내외 혼합현실 기술과 애플리케이션 사례를 통해 마커인식 기술, 영상합성 기술, 저작도구 기술, 인터페이스 기술 동향에 대해 살펴보고자 한다.

1. 마커인식 기술

뉴질랜드의 HIT lab과 미국 워싱턴 HIT lab에서는 실영상을 입력받아 기하학적 마커를 인식하고 마커와 관련된 가상 콘텐츠를 표현하는 혼합현실 콘텐츠 표현 기술인 ARToolkit을 개발하였다. 또한 자연영상의 독창적인 특징을 추출하는 기술과 그 특징들을 효과적으로 분석하고 조합하여 인식하는 기술을 개발하였다.



(a) AR Volcano (b) MaqiPlanet
 (그림 1) AR Toolkit 활용 혼합현실 애플리케이션
 (뉴질랜드 HIT Lab)

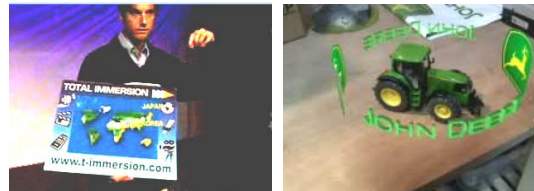
(그림 1)의 AR Volcano는 혼합현실 기술을 이용해서 지구과학 학습을 위해 화산 폭발 과정을 제시한 사례이며, MaqiPlanet은 태양계의 행성 마커를 두고 궤도 위에 각 행성을 배치하는 것을 학습하는 시스템이다[2],[3]. 사용자는 HMD를 사용하며, 상호작용은 마커가 부착된 카드를 움직이거나, 책이 올려진 원판을 회전시켜서 콘텐츠를 조작할 수 있다.

싱가포르 난양기술대학의 혼합현실 lab에서는 독자적인 마커인식 방법을 개발하여 3D magic story cube, 교토가든, 3D 매직랜드 등 AR 기술을 적용한 동화책 및 에듀테인먼트용 콘텐츠를 개발하였다[4]. 3D 매직랜드의 경우 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 2) 참조.



(그림 2) 3D Magic Story Cube
 (싱가포르 혼합현실 Lab)

프랑스의 Total Immersion사에서는 방송, 전시 활용을 목적으로 방송용 카메라를 이용하여 발표자가 들고 있는 실제 보드 위에 가상 콘텐츠를 제시하거나, 발표자가 입고 있는 T셔츠 위에 가상 캐릭터



(그림 3) 방송/전시형 혼합현실 애플리케이션
 (Total Immersion사)

를 제시하여 발표자와 대화하는 마커인식 및 영상 합성 기술을 상용화를 목적으로 개발하고 있다. 최근에는 markerless 인식 기술을 개발하여 상품 광고에 적용을 준비하고 있다(그림 3) 참조.

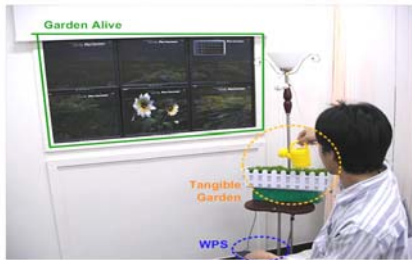
2. 모니터·TV 기반 혼합현실 기술

국내에서는 한국전자통신연구원에서 혼합현실기반의 이러닝 시스템을 상용화시키기 위하여 실제 교재 위에 표기된 기하 마커를 안정적으로 인식하는 기술을 개발하였고, 웹캠과 모니터를 이용하여 교재와 함께 가상 콘텐츠를 볼 수 있으며 사용자는 마커가 부착된 카드나 큐브를 활용하여 콘텐츠를 조작할 수 있다(그림 4) 참조.



(그림 4) 모니터기반 혼합현실 기술: 실감형 이러닝 시스템(한국전자통신연구원)

광주과기원 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 시스템을 개발하였다(그림 5) 참조.



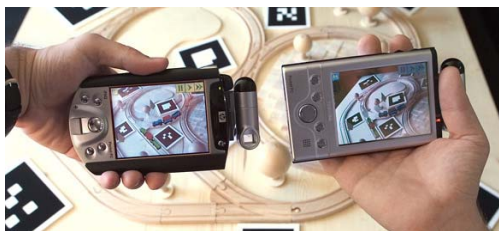
(그림 5) Garden Alive(광주과기대)

3. 모바일용 혼합현실 기술

모바일용 혼합현실 기술이 발전하면서 PDA나 UMPC에 부착된 카메라로 현실 세계를 인식하고, 모바일 단말기에서 구동되는 영상합성, 렌더링 기술이 개발되고 있다. 모바일용 혼합현실 기술은 휴대용 디바이스를 가진 사용자의 증가로 인해 확장성이 높은 장점이 있다.

오스트리아 그라츠 공과대학과 비엔나 공과대학은 모바일 및 핸드헬드(handheld)용 혼합현실 애플리케이션 연구를 진행하고 있다.

Invisible Train은 핸드헬드 디바이스를 이용한 멀티 유저용 혼합현실 애플리케이션으로, 사용자는 가상기차를 나무로 만들어진 기차트랙 미니어치 위에서 움직일 수 있다. 가상 기차는 사용자의 PDA의 비디오 see-through 디스플레이를 통해 볼 수 있다 ((그림 6) 참조).



(그림 6) PDA를 이용한 혼합현실 기술: Invisible Train(그라츠 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 7) 참조).



(그림 7) PDA를 이용한 혼합현실 기술: Virtuoso (그라츠 공과대학)

프랑스의 Total Immersion사에서는 UMPC의 카메라를 이용하여 실제 신문 위에 가상 동영상이나 3D 객체를 합성하여 UMPC 모니터에 제시하여 신문과 가상 콘텐츠를 함께 볼 수 있는 애플리케이션을 개발하였다((그림 8) 참조).

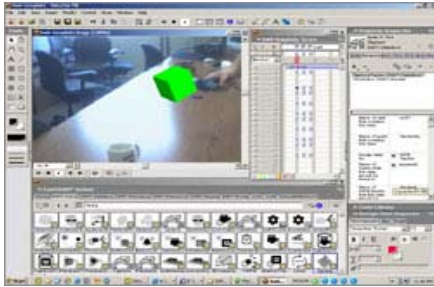


(그림 8) UMPC를 이용한 혼합현실 콘텐츠 (Total Immersion사)

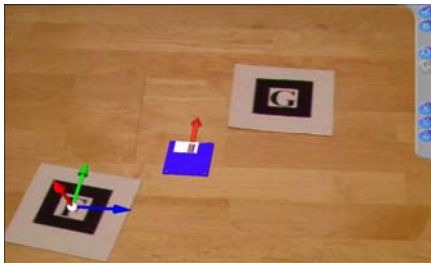
4. 혼합현실 콘텐츠 저작 기술

미국 조지아텍에서는 혼합현실 콘텐츠 개발을 위한 저작도구인 DART를 개발하였다. HMD, PC, 모바일 PDA 사용의 경우를 고려하여 혼합현실 교육용 콘텐츠를 설계할 수 있다. 매크로미디어 디렉터와 shockwave 3D 기능 및 사용자 인터페이스를 그대로 사용하여 손쉽게 혼합현실 콘텐츠를 제작할 수 있다. 유럽연합에서 추진된 혼합현실 기술 프로젝트인 AMIRE의 산출물 GATOMIR는 혼합현실환경에서 3D를 제작할 수 있는 도구로 마커를 이용하여 3D 객체의 동작을 정의할 수 있다. DART와 GATOMIR는 실세계와 가상객체를 합성하고 애니메이션하는 기능을 가지고 있으나 사용자 인터랙션 저작기능 및

평가기능을 포함하고 있지 않다(그림 9), (그림 10) 참조).



(그림 9) DART: 혼합현실 저작 툴킷



(그림 10) GATOMIR: 혼합현실 저작도구

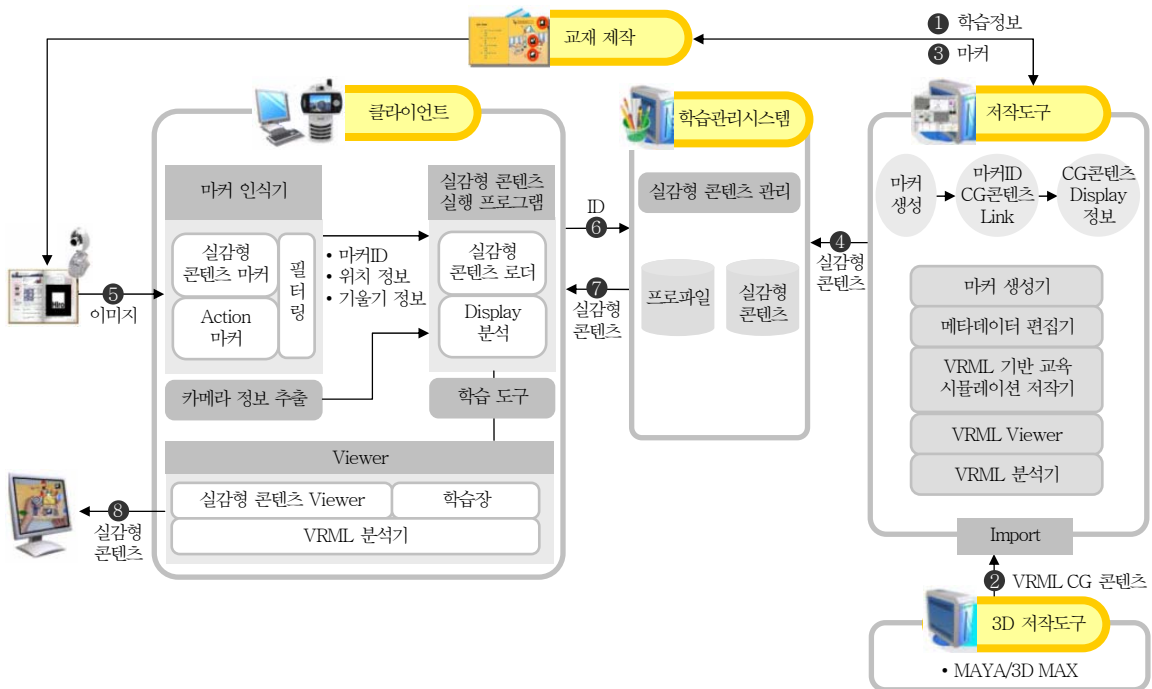
Ⅲ. 혼합현실기반 이러닝 시스템

혼합현실기반 이러닝 시스템이란 학습교재를 사용하는 교실의 학습환경을 실제세계로 보고 학습내용과 관련된 부가적인 정보를 가상객체로 제시함으로써 학습자에게 실제 공간과 접목된 가상의 체험학습 경험을 제시하고 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

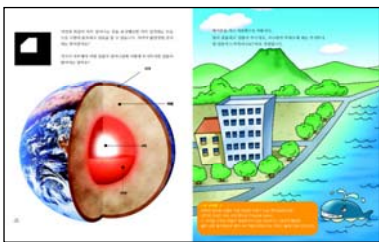
실감형 이러닝 시스템의 아키텍처는 실감형 교재 제작, 클라이언트(마커인식기, 실감형 콘텐츠 뷰어), 3D 콘텐츠 저작도구, 실감형 콘텐츠 저작도구, 학습관리시스템, 사용자 인터페이스로 구성된다(그림 11) 참조)[5].



(그림 11) 실감형 이러닝 시스템 구성도(한국전자통신연구원)

2. 실감형 교재 제작

실감형 교재란 기존 교재 페이지 위에 기하마커를 부착한 교재로, 3D 콘텐츠, 오디오, 동영상, 이미지로 구성된 실감형 콘텐츠를 재생시킬 수 있다. 사용자는 실감형 교재를 이용하여 인쇄 교재의 내용에 실감형 콘텐츠 내용을 증강시켜 함께 학습할 수 있다(그림 12) 참조).



(그림 12) 실감형 교재 예

3. 클라이언트

클라이언트에는 마커 인식기와 실감형 콘텐츠 뷰어 모듈이 있다. 마커 인식을 통해 수집된 정보를 통해 실감형 콘텐츠를 로딩하고 실감형 콘텐츠 뷰어를 통해 실시간으로 사용자에게 제공하게 된다.

가. 마커 인식기

마커 인식을 위한 기술은 '확장형 마커 인식 기술'과 '마커에서 학습정보 추출 기술'을 포함한다.

- 확장형 마커 인식 기술

실감형 학습시스템을 상용화하기 위한 가장 중요한 요소는 기하학적인 마커와 자연영상을 인식하여 정확한 위치에 가상의 콘텐츠를 정합할 수 있게 하



(그림 13) 마커 인식 및 영상합성 예

는 기술이다. 시스템의 안정성을 확보하기 위해 마커의 일부분만을 이용하여 인식하는 기술과 조명 변화/마커 기울임 현상에 강인하게 인식하는 기술이 포함되어야 한다(그림 13) 참조).

- 마커에서 학습정보 추출 기술

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.

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 14) 참조).

뷰어에서는 실감형 콘텐츠 저작도구로부터 만들어진 시나리오를 씬그래프로 구성하고 렌더링 엔진을 통해서 실감형 콘텐츠를 사용자에게 보여주게 된다. 또한 실시간 3D 콘텐츠 렌더링을 통해 사용자의 인터랙션에 대해 실시간 반응을 하며, 학습내용을 실시간 기록할 수 있다.



(그림 14) 실감형 콘텐츠 뷰어 화면

4. 3D 콘텐츠 저작도구

3D 객체를 저작하기 위해서 저작도구인 MAYA나 3D MAX를 이용하여 3D 객체를 저작하고 필요

한 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 요소를 저작하게 된다(그림 15) 참조).

저작도구를 이용하여 실감형 콘텐츠를 저작하는 과정은 다음과 같다.

- 콘텐츠 페이지 생성: 페이지 목록창에 새로운 실감형 콘텐츠 페이지를 생성한다.
- 마커 삽입: 마커목록창에서 마커를 선택하여 콘텐츠 작업창으로 삽입한다.
- 3D 콘텐츠 삽입: 리소스창에서 3D 콘텐츠를 선택하여 콘텐츠 작업창으로 삽입한 후, 이미 삽입한 마커와 연결한다.
- 센서 및 액션 삽입: 센서(액션) 목록창에서 센서(액션)를 선택하여 콘텐츠 작업창으로 삽입하면서 센서(액션)를 붙일 3D 객체를 선택한다.
- 라우팅 연결: 마커 구조창에서 콘텐츠 및 사용자 동작 시나리오에 따라 관련된 노드 간에 연결을 통해 콘텐츠 제시 순서와 콘텐츠-액션 간 관계를 논리적으로 정의한다.



(그림 15) 실감형 콘텐츠 저작도구 화면

6. 학습관리시스템

학습관리시스템은 교재 관리, 사용자의 학습 관리, 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 사용하고 카메라는 저가의 웹캠을 사용하였다. 책상 위에 교재를 펼치는 실제 상황을 고려하여 일반 교재 내에 기하 마커를 부착하였고, 학습자가 웹캠 카메라로 교재에 부착된 마커를 비추면 모니터에 실제 교재와 함께 교재 위에 3D 콘텐츠, 음성 동영상 등이 제시되어 공부할 수 있다(그림 16) 참조).



(그림 16) 실감형 이러닝 시스템에서의 사용자 수행 모델

사용자 인터페이스는 마커가 부착된 카드나 큐브 모양의 학습 도구로 마우스나 키보드와 같은 컴퓨터 입력장치의 역할을 한다. 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 17) 참조).



(그림 17) 사용자 인터페이스 예시

IV. 혼합현실 기술의 교육적 효과

혼합현실 기술의 장점은 시간·공간적인 제약을 벗어난 3차원 시각화 및 가상 시뮬레이션, 실제 환경과 접목된 가상환경에서 실물과 유사한 가상 콘텐츠에 대한 체험, 실물 인터페이스를 이용한 상호작용, 사용자의 자율적 통제의 강화로 볼 수 있다. 이러한 혼합현실 기술의 장점은 교육분야에서 직접 관찰이 어렵거나 텍스트와 2D 자료로 설명하기에 어려운 학습내용, 가시화하기 어려운 내용, 추상적인 학습개념, 고위험 및 경비가 많이 드는 실험 등에 적용하기에 적합하며 학습효과를 높이는 환경으로 가능성을 기대할 수 있다.

혼합현실과 가상현실 분야의 선행연구의 시사점으로 혼합현실의 교육적 효과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 실제 환경과 접목된 3차원 가상 시뮬레이션을 통해 복잡한 개념 획득 및 탐구 활동 촉진

혼합현실 기술은 3차원적 공간 개념을 토대로 하여 복잡한 개념과 동작의 역동성을 시각화하여 보여 줄 경우 지식의 이해 및 적용 능력을 높일 수 있다[6].

- (2) 가상 콘텐츠의 높은 실재감을 통한 현상 이해 및 몰입감 촉진

현실과 유사한 가상현실은 학습 대상물 자체의 실재감(presence)을 높이면서 동시에 학습할 과제와 활동의 실제성(authenticity)을 높이게 된다. 수업적용 연구결과 가상 상황의 실제적 표현의 유사성 수준이 높을수록 학습효과가 높으며, 관찰 콘텐츠에 대한 현실감이 높을수록 현상 및 원리에 대한 정확

한 이해가 가능하고 오개념을 줄일 수 있다는 결과가 보고되고 있다[7].

- (3) 탠저블 인터페이스를 통한 학습자의 상호작용성 증진

혼합현실에서는 마우스나 키보드 형식이 아닌, 실물을 조작하여 가상 콘텐츠를 조작할 수 있는 탠저블 인터페이스(tangible user interface)를 이용한다. 따라서 학습자는 탠저블 인터페이스를 이용하여 혼합현실 콘텐츠와 상호작용하면서 실제적이고 능동적인 학습과정을 경험하며 지식의 적용 능력을 높이게 된다[8].

- (4) 학습 콘텐츠에 대한 학습자 통제감의 강화

웹기반 학습콘텐츠의 경우 개발자의 의도대로 주어진 환경에서 학습자가 콘텐츠의 내용을 학습하고 시뮬레이션을 조작하는 데 그쳤으나, 혼합현실 환경에서는 개발자의 의도보다는 사용자의 의도대로 동작과 행동을 제어할 수가 있다. 따라서 학습자는 학습 내용을 실제로 조작함으로써 콘텐츠에 대한 학습자 통제감을 높여 학습의 성취 및 만족감을 높일 수 있다[9].

반면, 혼합현실 기술의 교육적 적용 시의 문제점을 보면 첫째, HMD 등 혼합현실 인터페이스 장비 가격이 고비용이므로 활용성이 낮다는 것이다. 또한 HMD 사용시 사용자에게 나타나는 어지러움을 없애는 것도 매우 중요한 이슈이다. 둘째는 기술상의 제한점으로 영상 합성의 실시간성의 어려움과 마커 인식의 불안정성이 아직 남아 있는 과제이다. 셋째, 혼합현실 환경에서 개별 학습자 행위에 따른 피드백과 학습과정 분석 기술이 아직 시도되고 있지 않아 학습효과가 높은 개인맞춤형 콘텐츠를 제공하지 못하고 있는 실정이므로 이에 대한 대안이 필요하다.

V. 결론

본 고에서는 혼합현실기반 이러닝 기술 개발 방

향을 모색하기 위하여 혼합현실 이러닝 기술 동향과 시스템 사례, 교육적 효과에 대하여 살펴보았다.

혼합현실 기술 동향을 정리하면, 마커인식 기술은 기하마커에서 markerless 기술로 발전하고 있으며, 안정성 확보를 위한 기술개발이 진행되고 있었다. 디스플레이 및 장비측면에서는 HMD 기반 연구에서 모니터·TV 기반, 방송기반, 모바일기반 애플리케이션 등으로 개발이 확장되고 있으며, 한국전자통신연구원의 실감형 이러닝 시스템이나 미국 EVL의 GeoWall과 같이 저가의 손쉬운 장비를 통해 가상현실 기술의 활용도를 높이는 기술이 활발이 이루어지고 있는 추세이다. 혼합현실기반 이러닝 콘텐츠의 제작 기술 측면에서는 손쉽게 콘텐츠를 저작할 수 있는 도구들이 개발되고 있으며, 시뮬레이션 기능, 상호작용 기능, 평가 기능이 강화된 저가의 저작 도구 개발이 진행되고 있음을 알 수 있었다. 향후 저작기능에 교과과목과 학습대상에 특화된 시뮬레이션 및 라이브러리가 필요할 것으로 보인다. 또한 혼합현실 환경에서 사용자 인터페이스의 경우 탠저블 인터페이스를 통해 체감형의 상호작용을 촉진하는 기술이 적용되고 있음을 알 수 있었다.

혼합현실 이러닝 기술은 학습자 스스로 몰입하여 탐구적 학습방법으로 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 기여할 것으로 예상된다.

약어 정리

A/D	Analog to Digital
ADL	Advanced Distributed Learning

AMIRE	Authoring Mixed Reality
DART	Designer's Augmented Reality Toolkit
EVL	Electronic Visualization Laboratory
GATOMIR	Component based Authoring Tool for Mixed Reality
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

참고 문헌

- [1] NMC and EDUCAUSE, The Horizon Report, 2007.
- [2] 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.
- [3] M. Billinghurst, R. Grasset, and J. Looser, "Designing Augmented Reality Interfaces," *SIGGRAPH Computer Graphics*, Vol.39, No.1, 2005, pp.17-22.
- [4] 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.
- [5] 한국전자통신연구원, 실감형 e-러닝 기반 개인맞춤형 학습 시스템 개발에 관한 연구, 06MC1900-01-0702P, 2007.
- [6] B. Shelton and N. Hedley, "Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students," *Proc. of First IEEE Int'l Augmented Reality Toolkit Workshop*, Darmstadt, Germany, 2002.
- [7] 김희수, "웹기반 지구과학교육에서 가상현실 기술의 활용," *Jour. Korean Earth Science Society*, Vol.23, No.7, 2002, pp.531-542.
- [8] G. Lee, C. Nelles, M. Billinghurst, and G. Kim, "Immersive Authoring of Tangible Augmented Reality Applications," *Proc. of Int'l Symp. on Mixed and Augmented Reality*, Nov. 2-5, 2004. pp.171-182.
- [9] H. Kafumann and D. Schmalstieg, "Mathematics and Geometry Education with Collaborative Augmented Reality," *Computers & Graphics*, Vol.27, 2003, pp. 339-345.