
현실과 가상환경의 인터페이스로서의 증강 책

Augmented Book as an Interface Between Real Environment and Virtual Environment

김동희, Dong-Hee Kim, 윤종현, Jong-Hyun Yoon, 박종승, Jong-Seung Park
인천대학교 컴퓨터공학과

요약 본 논문에서는 증강현실 기술을 기반으로 증강 책이라는 응용 시스템을 제안한다. 증강 책은 실물 형태의 책을 사용하여 다양한 가상객체 및 가상공간에 대한 인터페이스 기능을 제공한다. 증강 책을 통해서 사용자는 입체적인 모습을 관찰할 수 있으며 또한 조작할 수 있다. 가상 객체와의 조작을 위해서 페이지마커, 제어 마커, 참조 마커의 세가지 타입의 마커를 도입하였다. 마커를 움직이면서 사용자는 가상 객체를 조작할 수 있다. 실제 책의 내용이나 상품 카탈로그 등의 다양한 입체 콘텐츠를 증강 책으로 제공할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 증강 책은 실사 텍스트로 만든 포토 앨범 콘텐츠와 인테리어 콘텐츠 자동차 카탈로그 콘텐츠 등의 다양한 입체 콘텐츠의 제공에 사용될 수 있다.

Abstract This paper proposes an augmented reality application called augmented book. The augmented book provides an interface to the virtual objects and virtual environments using a real book. In the augmented book a user observes and manipulates the 3D visualization of virtual objects. Three different types of markers are introduced for the manipulation of virtual objects. By moving the control marker, the user controls the virtual objects. Our augmented book can be used as an interface for various kinds of 3D contents such as contents of real books or product catalogs.

핵심어: *Augmented Reality, Augmented Book, Virtual Reality*

1. 서론

고전적으로 책은 단순히 문자들이 기록되어 있는 형태였으나, 최근 책의 외관적인 구성이 발전되고 있다. 최근의 아동용 도서들은 겹쳐져 있는 책장을 넘기면 다른 그림이 돌출되는 팝업북의 형태, 접힌 부분이 펼쳐지면서 입체를 형성하는 형태, 특정 부분을 누르면 소리가 들리는 형태, 야광이 칠해져서 빛이 발광하는 것처럼 보이는 형태 등 입체적이고 감각적인 요소들을 포함하고 있다. 이러한 요소들은 재미와 더불어 교육적인 효과도 극대화시킨다.

최근 증강현실 기술의 등장과 더불어 이를 책에 적용시키려는 노력이 계속되고 있다. 가상현실에 기반하는 시스템에 있어서는 가상현실을 만들어 내기 위하여 모델링 작업을 하게 된다. 이는 실제와 비슷한 모델을 만들기 위해서 많은 시간과 비용이 들고 사실성이 부족하여 콘텐츠의 효과가 많이 떨어질 수 있다. 이를 해결하기 위해 실세계 환경에서 가상의 3D 객체들을 보고 조작할 수 있는 증강 책(augmented book)의 개념이 MagicBook[1]에서 제시되었다. 증강 책은 상호작용을 하거나 실제에서는 존재하지 않는 객체만을 모델링하고, 그 이외의 환경 객체는 실제 객체를 그대로 사용하게 되어 모델링의 간편함이라는 큰 장점이 있다. 또한 증

강 책의 환경은 실제 환경에 기반하기 때문에 전체적인 사실성이 높아지게 되고, 상호작용하기에 익숙한 느낌을 갖게 된다. 따라서 이러한 장점들은 손쉬운 인터페이스를 제공함으로써 사용자에게 친근함을 줄 수 있다. 현재 증강 책 기술은 단순히 3차원 환경을 증강시켜 사용자가 관찰하는 것에서부터 책과 독자 사이에 유기적으로 상호작용도 가능하게 하는 책까지 여러 종류의 증강 책이 개발되었다. 이러한 증강 현실은 책뿐만 아니라 여러 분야에서 응용될 수 있다. 증강 현실과 관련된 연구로는 퍼즐 모양으로 생긴 판자위에 마커를 부착하고 부착된 마커에 따라 퍼즐 모양에 해당되는 객체를 증강시키는 증강 퍼즐 게임이 있다. 또한 마커가 부착된 실제 레고와 마커위에 증강된 가상의 레고간의 상호작용이 가능하게 만든 증강 레고가 있다[2]. 또한 큐브위에 마커를 부착시켜 큐브의 변화에 따라 서로 연결된 이야기를 3차원으로 증강해서 보여주는 증강 마법 큐브가 있다[3]. 증강현실 기반의 3차원 도자기 모델링 시스템은 카메라와 간단한 마커를 이용하여 3차원의 도자기 모델을 손을 이용하여 자연스럽게 변형시키기도 직관적으로 변형시키고, 이를 실제 물체들과 같이 디스플레이 해 줌으로써 실재감을 느낄 수 있도록 하는 시스템이다[4].

증강현실의 교육목적의 응용으로써 책 위에 3차원 교육 시뮬레이션을 보여주는 교육용 증강 책이 있다. 증강 책은 사용자가 대화식으로 3D 가시화를 접할 수 있는 시스템으로 교육 및 시뮬레이션의 효과를 높일 수 있다[5].

기존에 여러 증강현실을 응용한 콘텐츠 중 증강 현실을 책에 응용한 여러 증강책 콘텐츠들이 개발되었다. Education AR[5]은 과학교과 수업에 활용할 수 있는 증강현실 시스템이다. 이 시스템은 특히 지구, 태양, 달 등의 복잡한 관계에 대한 개념을 가르치는데 유용하다. 학습자는 지구본과 조명 기구를 가지고 학습하기 보다는 3차원의 가상 객체의 움직임 통해 실감나게 학습할 수 있다. Magic Book[1]은 동화책을 기반으로 하는 읽기 및 스토리텔링에 초점을 두고 있다. 이 프로젝트의 목적은 학습자가 직접 증강현실을 활용하여 그림책을 만들어 보도록 하는 것이다. 전통적인 팝업 형식의 책을 활용하여 증강 책을 구현하였다. 증강현실 자료들은 이야기 전달을 실감나게 하고, 어린이들의 몰입을 유도하였다. 즉 가상과 실제 세계 사이의 원활한 상호작용이 일어나도록 환경을 제공했다고 볼 수 있다. My Inner Body Book[6]은 인체의 내부 기관의 모습을 3차원으로 증강시켜 보여주는 증강 책이다. 인체의 내장기관의 경우 실제로 관찰하기 힘들고 2D 사진으로 본다면 사실감이 떨어지며 자세히 관찰하는데 한계가 있다. 이러한 인체 내장기관의 모습과 움직임을 입체적으로 증강 책을 통해 보여주도록 하여 높은 학습효과를 낼 수 있도록 하였다. 단순한 내부 모습뿐만 아니라 음식물을 소화시키는 단계에 따라 인체 내부의 기관들의 움직임과 변화까지 보여준다. 또한 증강 책의 디자인에 있어서 아동의 학습태도를 고려한 시스템 디자인 기법들이 연구되었다[7].

본 논문에서는 증강현실 기술의 응용시스템인 증강 책을 제안한다. 증강 책은 실제 책을 사용하여 가상환경과의 인터페이스를 제공하며 다양한 응용에서 유용하게 사용될 수 있다. 본 논문에서 제안하고 있는 증강 책의 콘텐츠로는 실사 텍스처를 이용한 사람 얼굴 포토 앨범, 실내의 인테리어 모습을 보여주는 인테리어 카탈로그, 자동차의 외관뿐만 아니라 내관도 보여주는 자동차 카탈로그 등이 있다. 또한 제어 마커와 참조 마커를 이용하여 증강 책 위의 3차원 객체들과 상호작용이 가능하도록 만들었다.

2. 증강 책 (Augmented Book)

증강 책은 증강현실의 응용시스템으로 실제 책을 통해서 사용자에게 가상객체의 모습을 보여주고 또한 가상객체의 조작이 가능하도록 한다. 가시화는 사용자의 입장에서 이루어져야 하므로 시각적 렌더링을 위해서는 사용자의 관찰 위

치 및 방향을 알 수 있어야 한다. 또한 실제 관찰되는 비디오 영상과 합성하여서 실제 사용자가 위치한 환경에 대한 모습을 제공해 주어야 한다.

본 논문에서는 마커에 기반한 증강 책의 구현을 위해서 기술한다. 마커를 사용하여 책의 페이지 정보 및 사용자의 자세 정보를 계산하고 가상 콘텐츠를 배치시킨다. 렌더링된 결과를 사용자가 착용한 HMD로 보여주게 된다.

이러한 증강 책은 현실과 가상의 조합을 통하여 흥미를 높일 수 있으며, 데스크톱 인터페이스와 달리 증강현실 기술은 마커의 활용을 통하여 직접적이고 실감적인 상호작용을 제공할 수 있다. 즉 사물을 직접 만져 보고 느낄 수 있으며 동작에 의하여 어떠한 행위를 할 수 있다. 그리고 증강현실은 실제 환경 속에서 진행되기 때문에 가상 객체와 실제 객체 사이의 상호작용을 가능하게 할 수 있다. 그림 1에서 기본적인 증강 책의 활용 모습을 보여주고 있다. HMD를 착용한 관찰자는 HMD의 부착된 모니터로 증강 환경을 관찰하며 그 외의 관찰자들은 외부 모니터를 통해 증강 환경을 관찰할 수 있다.



그림 1. 증강 책의 활용 모습.

2.1 전체 시스템 구성

본 논문에서 제시한 증강 책의 시스템 구성은 먼저 사용자의 HMD에 부착된 카메라나 또는 웹캠으로부터 실제 환경에 대한 영상을 획득한다. 획득된 영상으로부터 증강 책에 부착된 마커를 인식하고 인식된 마커와 사용자간의 위치 관계를 계산한다. 계산된 카메라의 자세에 따라서 마커와 연관된 3차원 가상 객체를 책 위에 증강시킨다. 사용자는 HMD를 통해 증강 책의 모습을 관찰할 수 있다. 제어 마커와 참조 마커를 이용하여 증강된 3차원 객체를 조작하여 증강 책과의 상호작용이 가능하다. 제어 마커의 경우 증강된 3D 객체를 선택하는 기능을 하며, 참조 마커는 제어 마커로 선택된 객체를 페이지의 로컬 좌표계가 아닌 참조 좌표계를 기준으로 증강시키도록 한다. 참조 마커는 책보다 가볍고 작기

때문에 마커를 이동시키기 쉬워 조작이 편하다. 증강 책의 전체적인 시스템 구성도는 그림 2와 같다. 사용자가 HMD를 착용하고 증강 책을 관찰하는 모습이 그림 3에 있다.

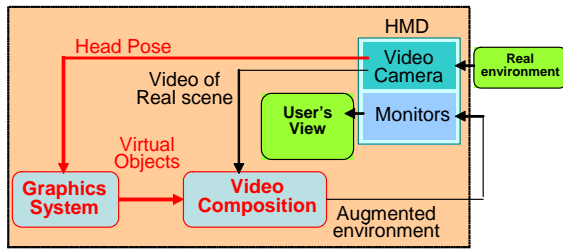


그림 2. 증강 책의 전체적인 시스템 구성도.



그림 3. HMD를 사용하여 증강 책을 보고 있는 사용자의 모습.

2.2 증강 책에서의 상호작용

증강 책에서 사용하는 마커의 종류는 페이지를 구분해주는 페이지 마커(page marker), 책과의 상호작용을 위한 제어 마커(control marker), 참조 기준 좌표계의 설정을 위한 참조 마커(reference marker)가 있다. 그림 4에서는 본 논문에서 제시한 증강 책에 사용되는 마커들을 보여주고 있다.



그림 4. 증강 책에 사용되는 마커들.

증강 책에서의 상호작용은 사용자가 제어 마커(control marker)를 사용하여 이루어진다. 제어 마커는 스틱에 특정 마커를 부착하고 이를 손으로 이동시키면서 가상객체를 제어하는 기능을 한다. 증강 책에서는 제어 마커로 책 위에 배치된 콘텐츠를 참조 마커로 설정한 위치로 이동시키는 역할을 수행한다. 사용자는 제어 마커를 사용하여 가상 객체를

선택하고 선택된 가상 객체를 자유롭게 이동시킬 수 있다. 제어 마커를 통하여 가상객체를 참조위치에 이동시킨 후 여러 사용자가 참조위치에 있는 가상객체를 관찰할 수 있다. 제어 마커가 페이지 마커위에 증강된 3차원 객체를 선택하기 위해선 두 마커가 모두 인식되고 두 마커 사이의 거리가 일정거리 이하로 근접되어야 한다. 한번 페이지 마커에서 제어 마커로 선택되어진 3차원 객체는 페이지 마커가 없어도 제어 마커 위에 증강된다. 제어 마커 위에 3차원 객체를 참조 마커위에 증강시키려면 역시 두 마커 모두 인식되고 두 마커 사이의 거리가 일정 거리 이하로 가까워야 한다. 이 과정역시 한번만 옮겨 놓으면 제어 마커가 없어도 참조 마커위에 제어 마커에 증강되었던 3차원 객체가 증강된다. 제어 마커를 이용하여 가상객체를 선택하고 이를 참조 마커에 옮기는 과정에서 마커를 찾지 못하여 제어 마커 위에 가상객체가 사라져 페이지 마커에서 3차원 객체를 다시 선택해야 하는 불편함이 있었다. 이 문제는 제어 마커 상의 가상 객체는 일정 시간 이상 기억하게 하여 잠시 인식하지 못해서 제어 마커 상의 객체가 사라지는 문제를 해결하였다. 제어 마커와 참조 마커를 이용한 상호작용 흐름도가 그림 5에 있다.

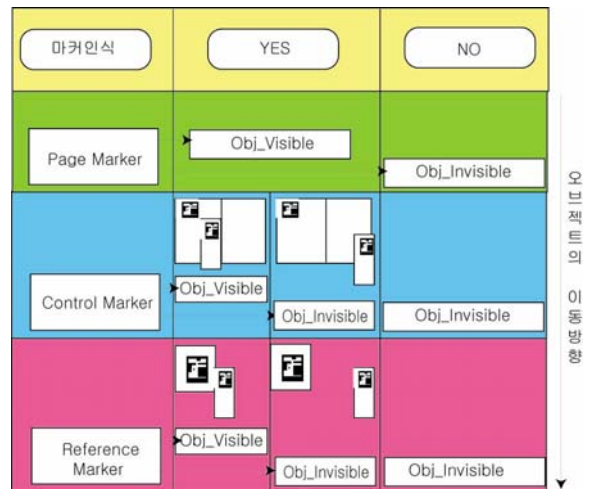


그림 5. 제어 마커와 참조 마커를 이용한 책과의 상호작용 흐름도.

사용자가 책장을 넘김에 따라서 해당 페이지의 가상객체가 자동으로 활성화되어 책장 위에 표시된다. 가상객체의 크기는 책장 내부로 한정하여 책장을 제외한 부분들은 실제와 동일하게 보이도록 한다. 가상객체를 자세히 관찰하고자 하는 경우에는 제어 마커를 사용하여 보여 지는 가상객체를 참조 마커의 위치로 옮긴다. 참조 마커 위치는 여러 관찰자들이 동일 객체를 확대하여 자세히 관찰할 수 있는 위치에 해당한다.

3. 증강 책의 응용

증강 책은 실제로 여러 응용에서 다양하게 사용될 수 있다. 포토 앨범 콘텐츠의 입체 모델 표시 기능, 다양한 아동용 및 교육용 도서 콘텐츠 지원 기능, 각종 상품 소개용 카탈로그 및 브로셔, 실내외 인테리어 시뮬레이션 등의 응용이 가능하다. 뿐만 아니라 증강 책은 여러 가상객체 및 가상공간 콘텐츠의 인터페이스 역할로도 적합하다.

본 논문에서는 구현된 증강 책에 다양한 형태의 콘텐츠를 제작하여 가시화하였다. 포토 앨범 기능의 증강 책을 위해서 사람의 실사영상으로부터 텍스처를 생성하고 이를 맵핑하여 렌더링되는 입체 모델을 표시하여서 사람의 입체적인 모습을 관찰할 수 있도록 하였다. 얼굴부분만 보여주는 것과 전신을 보여 주는 것을 나누어 구현하였다. 전신의 경우에는 애니메이션을 적용하여 현실감을 증대시켰다. 또한 실내 인테리어를 3차원으로 보여주는 콘텐츠를 제작하였다. 이 콘텐츠는 실사 텍스처를 맵핑한 인테리어 소품들을 다양하게 배치하여 증강 책을 통해 인테리어된 실내의 모습을 관찰할 수 있도록 하였다. 자동차 등의 상품에 대한 소개 기능을 위해 자동차 콘텐츠를 증강 북에 표시하고 이를 외관 뿐 아니라 내부까지 관찰할 수 있도록 제작하였다.

사용자는 제어 마커를 통하여 포토앨범 콘텐츠, 인테리어 카탈로그 콘텐츠, 자동차 카탈로그 콘텐츠의 가상 객체들을 조작할 수 있다. 가상 객체를 가까이 이동시켜 자세히 관찰을 하거나 여러 방향으로 돌려보며 관찰할 수 있다.

3.1 포토앨범 콘텐츠

포토 앨범 콘텐츠는 포토 앨범에 사진 대신 3차원 얼굴 모델이나 전신 모델을 증강시켜 보여주는 콘텐츠이다. 포토 앨범 콘텐츠에서 가장 중요한 점은 실제 모습에 대비한 실감 정도이다. 콘텐츠의 모습이 실제 모습을 잘 반영하지 못한다면 포토 앨범으로써 가치가 사라지게 된다. 3차원 객체의 모습은 일반적으로 사진에 비해 실감이 떨어진다. 이를 해결하기 위해서 가급적 실사 사진으로부터 텍스처를 생성함이 바람직하다. 직접 3차원 모델의 주인공의 사진을 촬영하여 그 사진을 바탕으로 텍스처를 만들어 모델에 입히는 형식이다. 실제 사진을 이용하였기 때문에 앞서 말한 실제와 3차원 객체 사이의 이질감의 문제점을 최소화 할 수 있다. 증강 책의 포토앨범 콘텐츠의 가장 큰 장점은 일반 사진처럼 정적인 것이 아니라 동적이라는 점이다. 3차원 객체에 실제 행동까지 애니메이션으로 적용시켜 증강시킬 수 있으므로 몰입감을 증대시킬 수 있다. 그림 6에서 포토앨범 콘텐츠의 예시를 보여주고 있다. 동적인 애니메이션 까지 포함되어 있어서 생동감 있는 포토앨범의 모습을 보여준다.



그림 6. 얼굴 포토앨범과 애니메이션이 적용된 전신 포토 앨범.

3.2 인테리어 카탈로그 콘텐츠

인테리어 카탈로그 콘텐츠는 인테리어된 실내의 모습을 3차원으로 보여주는 콘텐츠이다. 인테리어 카탈로그에서 가장 중요한 점은 방안의 구조나 모습을 한눈에 알아보기 쉽게 표현해야 하는 것이다. 일반 인테리어 카탈로그의 경우에는 방안의 모습을 한 장의 사진으로 촬영하는 것이 쉽지 않아 여러 장의 사진을 찍어서 방의 모습을 보여주는데 이렇게 되면 한눈에 방의 구조를 파악하기 어렵고 사진에 찍히지 않은 방의 부분들이 있을 수도 있기 때문에 불편한 점이 많다. 하지만 증강 책을 이용하여 3차원으로 인테리어된 방을 관찰한다면 원하는 시야각으로 실내구조를 관찰할 수 있어 직접 모델하우스에 가서 보는 것과 같은 효과를 낼 수 있다. 그림 7에서 인테리어 카탈로그 콘텐츠의 예를 보여주고 있다.

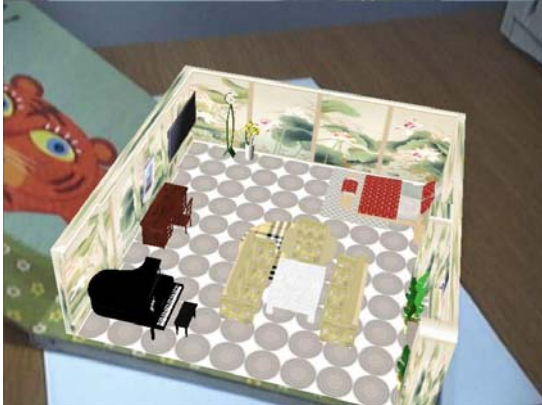


그림 7. 인테리어 카탈로그 콘텐츠.



그림 8. 자동차 카탈로그 콘텐츠.

3.3 자동차 카탈로그 콘텐츠

자동차 카탈로그 콘텐츠는 자동차의 외관뿐만 아니라 내부까지 3차원으로 보여주는 콘텐츠이다. 자동차와 같은 큰 제품의 경우에는 이동성에 제약이 많으므로 자동차 외관과 내관을 자세히 관찰 할 수 없다. 이런 경우 증강 책을 활용하여 자동차 제품을 외관과 내관을 보여준다면 직접 자동차 상점에 가지 않아도 자동차를 관찰할 수 있다. 그림 8에서 자동차 카탈로그 콘텐츠의 예를 보여주고 있다.

4. 향후 과제

증강 책을 개발하는 데는 여러 가지 환경적 기술적 해결되지 않은 문제들이 있다. 증강 책의 가장 큰 향후 과제는 쉽게 입체 콘텐츠를 개발할 수 있는 도구의 개발을 들 수 있다. 실제 현실과 가상객체 사이의 자연스러운 융합이 증강 책의 가장 중요한 문제라고 할 수 있다. 이를 위해서는 실제 사진을 이용한 텍스처 생성을 통해 콘텐츠를 생성하는 방법이 있다. 또한 마커 인식에 관한 문제가 있다. 영상에서 마커를 인식하기 위해서는 조명에 대한 제약이 따르게 된다. 조명 환경에 따라서 증강 책의 활용성이 제한된다. 조명 환경에 구애받지 않고 항상 마커 인식이 가능한 영상취득 및 인식 기술이 필요하다. 현재의 증강 책은 HMD에 기반하고 있어서 대중화에 걸림돌이 될 수 있다. 대중화를 위해서는 저가의 디스플레이 장치와 저가의 웹캠에 기반한 증강 책 시스템이 필요하다. 또한 이동성의 향상을 위해서 장치의 경량화가 필요하고 저사양 기기에서 증강현실 시스템이 구동될 수 있도록 알고리즘의 최적화가 필요하다.

많은 평면 마커 기반 증강현실 시스템은 AR Toolkit에 기반하고 있다. AR Toolkit은 구성이 간단하여 응용 프로그램을 제작하기는 용이하나, 강건하지 못한 마커 인식의 단점을 갖고 있다. 보다 향상된 기능의 증강현실 시스템의 개발을 위해서는 전문적인 기능구현과 다양한 상호작용을 지원하는 저작도구와 API가 필요하다. 그리고 마커의 모양과 증강되는 3차원 객체와의 상관관계를 고려하여 마커를 제작한다면 활용성이 더욱 높은 증강 책을 구현할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 증강 책의 기술적인 문제와 응용성에 대해서 기술하였다. 많은 3D 콘텐츠들을 쉽고 친근하게 사용자에게 제공하는 수단으로써의 증강 책은 실생활에서 다양한 응용이 가능할 것이다. 본 논문에서 제안한 증강 책에서는 사용자와의 상호작용을 위한 다양한 마커를 제작하였다. 그리고 증강 책을 응용한 다양한 콘텐츠를 개발하였다. 개발

된 콘텐츠로는 실사 텍스처를 사용한 사람 형태의 가상객체를 보여주는 포토앨범 기능의 콘텐츠, 인테리어를 3차원으로 보여주는 인테리어 카탈로그 기능의 콘텐츠, 자동차의 외관과 내관을 3차원으로 보여주는 자동차 카탈로그 기능의 콘텐츠 등이 있다. 이러한 콘텐츠들은 일반 책과는 달리 사실감과 몰입감을 향상시키며 더 자세하고 상세히 객체들을 관찰할 수 있도록 한다. 또한 학습자에게 증강 책을 통해 증강 현실을 적용한 학습 환경을 제공한다면, 감각적 몰입의 증대, 직접 조작에 의한 경험중심 학습, 맥락인식의 촉진, 협력 학습 환경 구축이라는 측면에서 효과적인 학습을 기대할 수 있을 것이다.

이러한 다양한 증강 책의 긍정적인 효과를 증대하기 위해서는 아직 해결되지 않은 여러 증강현실 기술에 대한 한계를 극복해야 한다. 고가의 장비에 관한 문제, 조명에 따른 마커 인식의 불안정성 문제, 다양한 실감 콘텐츠 개발의 어려움 등의 해결이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부 두뇌한국21(BK21)사업과 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI05-03-01)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] M. Billinghurst, H. Kato, I. Poupyrev, "The Magic Book - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality," IEEE Computer Graphics and Applications, pp. 1-4, 2001.
- [2] István Barakonyi, Dieter Schmalstieg, "Augmented Reality Agents in the Development Pipeline of Computer Entertainment," 4th International Conference on Entertainment Computing, pp. 345-356, 2005.

- [3] ZhiYing Zhou, Adrian David Cheok, Tingting Chan, JiunHong Pan, "Interactive Entertainment. Systems Using Tangible Cubes," in Proceedings of Australian Workshop on Interactive, Entertainment, (IE2004), Sydney, pp. 19-22, 2004.
- [4] 한갑종, 황재인, 최승문, 김정현, "증강현실 기반의 3차원 도자기 모델링 시스템", 한국 HCI 학술대회 논문집, pp.83-88, 2007.
- [5] B.E. Shelton, "Augmented reality and education: Current projects and the potential for classroom learning," New Horizons for Learning, 9(1). 2002.
- [6] Franz-Josef Lenz and Alexander K Nischelwitzer, "My Inner Body - Book, Interactive three-dimensional information brokering with augmented reality," 2nd Usability Symposium, 2006.
- [7] Andreas D nser, Eva Hornecker, "Lessons from an AR Book study", TEI'07, pp. 179-182, 2007.