

HMD 기반 증강현실 응용을 위한 인터페이스

안상철⁰ 이경준* 김형곤⁰

⁰한국과학기술연구원 영상미디어연구센터, *서울대학교 대학원
⁰asc@imrc.kist.re.kr, *iaan@hotmail.com, ⁰hgk@imrc.kist.re.kr

Interface for HMD based AR Applications

Sang Chul Ahn⁰ Kyong Joon Lee* Hyoung-Gon Kim⁰

⁰Imaging Media Research Center KIST, *Graduate School SNU

요 약

본 논문에서는 HMD 기반의 증강현실(Augmented Reality) 응용을 위한 인터페이스로 핸드폰이나 PDA 등의 모바일 장치를 사용하는 것을 제안한다. 최근 모바일 장치는 사람들 대부분이 가지고 있고, 이를 가지고 영화를 보고 인터넷을 하는 등 생활의 필수품으로 자리 잡아 가고 있어서 사용자에게 익숙한 인터페이스 기기이다. 또한, 기술의 발전으로 모바일 장치의 성능이 높아지고 있으며 프로그래밍도 가능하여 사용자에게 익숙한 인터페이스 장치로 사용하기에 적합하다. 더욱이 모바일 장치의 화면은 다양한 마커의 디스플레이를 통하여 가변 마커의 효과를 낼 수 있기 때문에 다양한 증강현실이 가능하며 모바일 장치는 사용자에게 익숙한 증강현실 인터페이스로 적합하다. 본 논문에서는 모바일 장치를 HMD 기반의 증강현실 인터페이스로 구성하는 방법을 제안하고 데모를 통해 이의 효용성을 보인다.

Abstract

In this paper, we propose that we can use our mobile devices as an effective interface for HMD-based augmented reality(AR) applications. Recently most people have mobile devices, with which they usually watch movies and connect internet. So, people get accustomed to the mobile devices. In addition, the mobile devices can show various markers on their displays so that we can implement various AR applications. So, the mobile devices are quite good interface for AR applications. In the paper, we show how we can use the mobile devices as interface for AR applications by implementing some AR experiments.

키워드(국문) : 증강현실, 인터페이스, 모바일 장치, HMD

Keywords(English) : Augmented Reality, Mixed Reality, Mobile Devices, HMD

1. 서론

증강현실은 실제 환경에 컴퓨터가 만들어낸 가상의 영상을 중강시켜서 사용자에게 새로운 경험을 만들어 준다. 1960년대에 Ivan Sutherland가 see-through HMD를

사용하여 최초의 증강현실 응용을 보여준 이래로 연구자들은 이와 관련된 많은 기술들을 개발해 왔다. 이러한 기술들은 대부분 tracking 기술이나 AR 디스플레이 기술들이었다. 연구자들은 또한 의료, 오락, 훈련 등 여러 가지 응용분야에 적용할 수 있는 prototype 증강현실 시

시스템들을 선보여 왔다. 초창기 증강현실 시스템들은 단순히 실제 물체에 컴퓨터가 만든 가상의 3D 영상을 덧씌워서 보여주는 정도였고, 컴퓨터에 있는 정보들을 실제 물체에 증강하여 사용자의 지식을 향상시키거나 이를 통하여 실제 환경에서의 작업을 용이하게 하는 Intelligence Amplification의 용도로 사용되었다[1,2].

증강현실을 HCI(Human Computer Interaction) 입장에서 해석하는 연구자도 나타나기 시작했는데, Rekimoto는 증강현실 방식을 컴퓨터의 situation awareness 라는 입장에서 해석하기도 하였다[3]. 그는 증강현실 방식이 정보를 증강하기 위해 물체를 인식하는 기술을 활용하여 컴퓨터의 입력을 실제 환경 정보를 통해서 '암묵적(implicit)'으로 받아들이기 때문에 사용자의 입력을 줄이고 실제 환경에서의 작업을 수월하게 할 수 있다고 하고, 이러한 인터랙션 방식을 Augmented Interaction이라고 불렀다.

연구자들은 점차 증강현실이 실제 물체에 컴퓨터가 생성해낸 정보나 영상을 증강하면서 실제 물체와 가상의 정보가 하나의 객체인 것처럼 연결되고, 가상의 정보를 다루는데 실제 물체를 사용할 수 있다는 것을 깨닫게 되었다. 이는 기존의 GUI(graphical User Interface)에 대해 한계를 느끼고 있던 연구자들에게 하나의 좋은 돌파구를 마련해 준 셈이었다. 연구자들은 증강현실이 HCI(Human Computer Interaction)을 위한 좋은 도구가 될 수 있음을 깨달았고, 증강현실 기술을 HCI에 사용하는 연구를 시작하였다. 간단한 예는 MagicBook[4]에서 찾아볼 수 있는데 MagicBook에서는 실제 책을 사용하고 책의 각 페이지에 가상의 물체를 증강시켜서 사용자가 책 페이지를 넘기는 인터랙션을 통해 가상의 물체를 선택할 수 있도록 하였다. 이와 유사한 접근방식은 Tangible user interfaces[5]에서도 볼 수 있다. Tangible user interfaces에서는 실제 물체에 대한 작업이 가상의 정보에 대한 작업과 1대1 mapping이 되도록 하였다. 하지만, 초창기 증강현실 인터페이스 방식이나 Tangible user interface 방식에서는 실제 물체의 모양이나 색상, 무늬 등 물리적 속성을 쉽게 변화시키는 것이 어렵기 때문에 사용자가 수행할 수 있는 인터랙션이 제한적이라는 문제점이 대두되었다.

이를 해결하기 위해서 연구자들은 두 가지 방식의 접근방법을 사용하고 있는데, 한 가지는 역시 증강현실 기

법만을 활용하여 새로운 형태의 인터페이스를 만드는 것이고, 다른 한 가지는 기존의 HCI 장치나 기술들을 이용하는 방법이다. 첫 번째 방식의 예는 Tiles 시스템[6]과 FingARTips[7] 시스템이 해당된다. Tiles 시스템에서는 여러 장의 마커들을 사용하고 마커들에 가상의 객체 뿐만 아니라 인터랙션 동작까지도 매핑하여 사용하였다. 즉, 마커 자체에 인터랙션 동작을 매핑하여 다양한 인터랙션을 구현하였다. 또한, 마커들 간의 관계, 이들을 이용한 3차원 실제 환경에서의 동작까지도 인터랙션 방식으로 매핑하여 사용하였다. FingARTips에서는 엄지와 검지에 마커를 붙이고 이를 검출하여 손을 가상의 집게로 변환하였다. 사용자는 손 제스처를 통해서 가상의 집게를 움직일 수 있고, 가상의 물체를 집어 이동시키는 작업을 할 수 있다. 최근 들어 Sony에서는 자사의 PS3 게임기용 게임으로 "Eye of Judgement"라는 증강현실 게임을 선보였다[8]. 그림 1은 게임의 화면을 보여주고 있는데, 여기서도 Tiles 시스템에서와 마찬가지로 마커가 인쇄된 카드를 인터랙션 도구로 활용하고 있다.

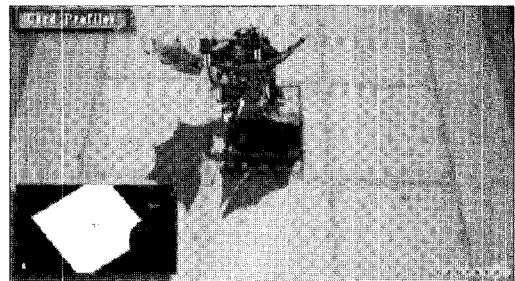


그림 1. Sony PS3용 게임 "Eye of Judgement"의 게임 화면. 마커로 사용되는 카드 위에 공룡 캐릭터가 증강되어 나타나 있다

두 번째 방식은 다른 보조적인 장치를 같이 사용하는 것이다. Kiyokawa[9]는 증강현실 콘텐츠를 생성하는데 Magnetic tracker를 사용하였고, AR MagicLens[10]에서는 마커를 붙인 링 마우스를 사용하여 가상의 돋보기 동작을 구현하는 인터랙션을 하였다. 또한 StudierStube[11]에서는 펜과 tablet을 이용하여 AR 객체를 선택하고 변형시키는 방법을 사용하였다. 이렇게 증강현실 기법과 기존의 HCI 방식을 결합하여 새로운 AR 인터랙션을 디자인하는 것은 다양성이 떨어지는 기

존의 증강현실 인터랙션과 현실과의 괴리를 가지고 있는 기존 HCI 방식의 단점을 상호 결합을 통해 해결하는 방법이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 접근방법 중의 하나로 핸드폰이나 PDA(Personal Digital Assistants) 등 모바일 장치를 HMD 기반의 증강현실 인터페이스로 사용하는 것을 제안한다. 최근 모바일 장치는 사람들 대부분이 가지고 있고, 이를 가지고 영화를 보고 인터넷을 하는 등 생활의 필수품으로 자리 잡아 가고 있어서 사용자에게 익숙한 인터페이스 기기이다. 또한, 기술의 발전으로 모바일 장치의 성능이 높아지고 있으며 프로그래밍도 가능하여 사용자에게 익숙한 인터페이스 장치로 사용하기에 적합하다. 본 논문에서는 모바일 장치를 증강현실 인터페이스로 사용하기 위한 구성방법과 사용법, 장점 등에 대해서 실제 적용 예를 통해서 설명한다.

2. 모바일 장치 인터페이스

모바일 장치를 HMD 기반 증강현실 인터페이스로 사용하기 위해 우리가 제안하는 전형적인 시스템 구성은 그림 2와 같다.

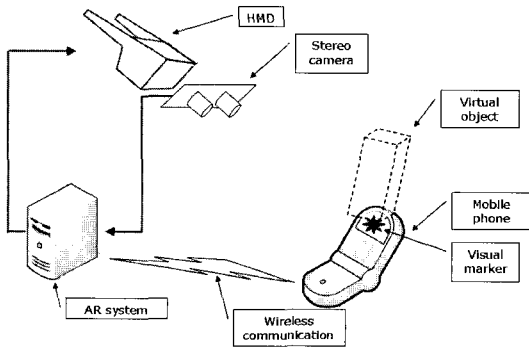


그림 2. HMD 기반 증강현실 시스템과 모바일 장치 인터페이스의 구성.

기본적인 구성은 HMD 기반 증강현실 시스템 구성과 같다. 증강현실을 구현하기 위한 컴퓨터가 있고, 여기에 see-through HMD를 연결한다. 여기서 HMD는 카메라로 입력된 영상을 HMD로 다시 보여주는 video see-through 형태로 구성하는 것을 가정한다.

see-through HMD를 구성하기 위해서 스테레오 카메라는 HMD의 앞쪽에 장착되고 이의 출력은 증강현실 구현을 위한 컴퓨터로 입력된다. 이 컴퓨터에서 가상의 물체가 덧 씌워져 그려진 실제 환경 영상은 HMD의 디스플레이에 출력되어 사용자가 볼 수 있게 된다. 이때 증강현실 시스템과 인터랙션을 위해 모바일 장치를 사용하는 데 모바일 장치는 두 가지의 기능을 가지고 있다. 첫 번째는 모바일 장치의 화면에 마커를 표시하는 기능이고, 두 번째는 모바일 장치의 버튼을 통해서 가상의 물체 혹은 정보와 인터랙션하는 기능이다. 단, 모바일 장치는 증강현실 컴퓨터와 통신할 수 있는 무선통신 기능을 가져야 한다.

증강현실 시스템은 카메라를 통해서 모바일 장치 화면의 마커를 검출하고 여기에 가상의 물체를 증강하여 표시한다. 그러면 사용자는 모바일 장치의 버튼을 통해서 가상의 물체를 다룰 수 있다. 증강현실 시스템 컴퓨터의 프로그램과 모바일 장치의 프로그램을 변경함으로써 해서 여러 가지 다양한 인터랙션이 가능하다.

3. 특징 및 장점

3.1. 익숙함

최근 들어 핸드폰, PDA, PMP(Portable Multimedia Player) 등 개인용 hand-held 장치들이 널리 퍼져서 사회생활을 하는 대부분의 사람들이 최소한 1개 이상의 모바일 장치들을 가지고 있다. 이러한 장치들의 사용은 우리의 일상생활의 일부분이 될 정도로 대부분 아주 익숙해져 있다. 많은 사람들은 핸드폰으로 문자 메시지를 보낼 때 키패드의 버튼을 보지도 않고 메시지를 작성하기도 한다. 따라서 이렇게 익숙한 장치를 인터페이스로 사용하는 것은 증강현실 응용에 익숙하지 않은 사용자들이 사용법을 쉽게 받아들일 수 있기 때문에 장점을 지닌다. 이러한 접근방식은 이미 Ullmer가 새로운 사용자 인터페이스 디자인을 위한 가이드라인으로 제시한 방식과 동일하다[12]. 그 가이드라인에서는 새로운 사용자 인터페이스를 디자인할 때 기존에 다른 목적으로 디자인된 'found object'를 사용하고 이를 인터페이스 요소로 재배열하라고 하였다. 여기서 모바일 장치는 Ullmer의 가이드라인이 제시하는 found object에 해당하고 사용자가 이미 익숙해 있다는 장점을 그대로 이어받을 수 있

다.

3.2. 마커 디스플레이

증강현실 응용에서는 가상의 물체를 증강시킬 실제 물체를 정확히 추적하는 것이 필요하다. 하지만, 일반적인 환경에서의 물체 추적 및 검출이 용이하지 않기 때문에 주로 특정 마커를 사용한다. 모바일 장치의 디스플레이 화면은 종이에 인쇄된 마커와는 다르게 스스로 빛을 낼 수 있어서 어두운 곳에서도 사용할 수 있다는 점 때문에 증강현실 응용을 위한 마커로 사용하기에 좋은 장점을 가지고 있다.

또 한가지 장점은 마커를 모바일 장치의 화면에 디스플레이하게 되면 마커의 형태를 용도에 따라 여러 가지로 바꾸어가며 사용할 수 있다는 점이다. 앞서서도 언급하였지만 초창기 증강현실 인터페이스에서는 실제 물체의 모양이나 색상, 무늬 등 물리적 속성을 쉽게 변화시키는 것이 어렵기 때문에 사용자가 수행할 수 있는 인터랙션이 제한적이라는 문제점이 있었다. 예를 들어 Tiles 시스템 같은 데에서는 다양한 인터랙션을 위하여 여러장의 마커를 인쇄해서 이를 양손에 들고 작업을 수행해야 했다. 모바일 환경이나 wearable computer 환경에서는 많은 마커들을 가지고 다니기가 어려운 경우가 많은데 이러한 경우에는 사용이 너무 불편하게 된다. 그런데, 모바일 장치를 인터페이스로 사용하게 되면, 마커의 모양과 색깔을 모바일 장치의 버튼 같은 것으로 쉽게 마음대로 바꿀 수 있어 다양한 인터랙션이 가능하게 된다.

3.3. 확장성

모바일 장치에는 기본적으로 인터랙션을 위한 키패드 버튼이 달려있는데, 우리는 버튼 입력을 증강현실 콘텐츠와의 인터랙션에 사용할 수 있다. 요즘 나오는 모바일 장치들은 대부분 프로그래밍이 가능하여 버튼의 기능은 프로그램으로 변경이 가능하다. 버튼의 입력은 모바일 장치 내에서 화면에 표시되는 마커를 바꾸는 등의 역할을 하게 할 수도 있고, 증강현실 시스템 컴퓨터로 전달하여 마커 위에 표시되는 가상의 물체를 조작하는 데에도 사용할 수 있다.

최근에 나오는 hand-held 모바일 장치들은 적어도 한 개 이상의 데이터 접속 터미널을 가지고 있다. 우리는 여기에 다른 종류의 센서 모듈을 연결하여 키패드 버튼

이외의 인터랙션 방식을 추가할 수 있다. 예를 들어 가속도 센서(accelerometer)를 추가하면 제스처나 움직임 같은 보다 직관적인 인터랙션을 사용하여 증강현실 시스템과 상호작용할 수 있게 된다. 가속도 센서 모듈은 이미 시중에 나와 있고, 이를 이용하면 제스처를 이용하여 모바일 게임도 즐길 수 있다. 최근 나온 핸드폰과 게임기 중에는 이미 가속도 센서가 내장된 것들도 나와 있다. 예를 들어 삼성에서 나온 핸드폰에는 가속도 센서와 gyro, GPS, digital compass 등이 내장되어 제스처, 움직임, 위치, 방향 등의 정보를 제공할 수 있다. 이러한 정보는 증강현실 콘텐츠와의 인터랙션에서 보다 직관적인 인터랙션을 위해 사용될 수 있다.

4. 시스템 구현

우리는 모바일 장치를 인터페이스로 활용하는 HMD 기반 증강현실 시스템을 구축해 보았다. 기본적인 구성은 그림 2와 같았다. 실험에서 사용한 HMD는 Deocom의 Viotor SX-1이었고, 그 앞쪽에 stereo 카메라를 장착하였다. HMD는 diagonal FOV가 80°가 되었고 화면 해상도는 1280x1024까지 지원하는 것이었다. HMD 앞에 장착한 stereo 카메라는 로지텍 Quickcam의 내부 모듈을 2개 붙여서 만들었다. 그림 3은 구현된 see-through HMD의 모습이다.

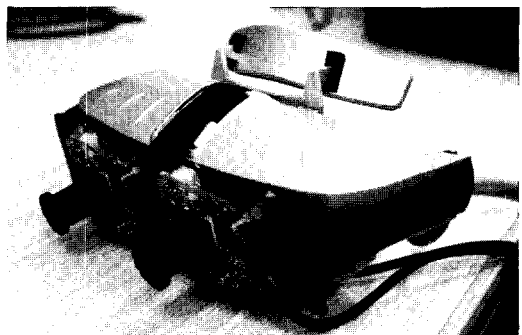


그림 3. 구현된 see-through HMD의 모습

stereo 카메라의 입력은 증강현실 시스템 컴퓨터로 입력되고 여기에 3차원 가상의 물체가 증강되어 HMD로 출력된다. 증강현실 시스템 컴퓨터로는 Pentium 4 프로세

서를 가진 데스크탑 컴퓨터를 사용하였고, dual display 출력을 가지는 그래픽 카드를 사용하였다. 이 두개의 영상출력은 HMD의 각 LCD에 입력되고, 사용자 두 눈에 스테레오 영상을 보여주게 되어 입체효과를 느끼게 해준다. 증강현실 시스템 컴퓨터로는 Sony VGN-S38LP 노트북도 사용하였는데, 노트북에는 디스플레이 출력 단자가 1개 밖에 없어서 HMD에 stereo 영상을 보내지는 못했다. 실험에서는 사용자에게 입체감과 몰입감을 주기 위해 주로 데스크탑 컴퓨터를 사용하여 진행하였다.

4.1. 핸드폰

일반적으로 핸드폰 판매자나 이동통신 사업자는 Qualcomm의 Brew[13]와 같이 핸드폰 소프트웨어 개발을 위한 SDK를 제공하고 있다. 시스템 구축 실험에서는 SK 텔레콤이 개발한 J2ME의 clean-room implementation인 SK-VM[14]을 사용하였다. SDK는 일반적으로 디스플레이 패널, 사운드, 진동, 버튼 입력, 무선 통신, 데이터 접속 터미널에 연결되는 외부 모듈 등을 처리하는 function들을 제공하고 있다. 우리는 핸드폰에 올라갈 소프트웨어로 사용자 입력에 따라 적절한 마커를 디스플레이해 주고, 버튼 입력을 증강현실 시스템 컴퓨터에 무선랜을 통해 보내주는 기능을 하도록 구현하였다. 실험에서는 이동통신 사업자가 제공하는 무선랜을 사용하였는데, 이는 요금 문제가 있기 때문에 블루투스 기능이 지원되면 블루투스 등으로 대체될 수 있다. 핸드폰용 소프트웨어는 특정 WAP(wireless Application Protocol) 서버에 올려서 모바일 게임을 다운로드 받는 것처럼 핸드폰으로 다운로드 받았다. 실험에서는 이러한 창구로 XCE사의 WAP 서버를 이용하였다. 이와 같은 방식을 사용하면 증강현실 인터페이스로 특정 핸드폰이 아니라 사용자 자신의 핸드폰을 사용할 수 있다.

4.2. PDA

PDA는 일반적으로 자체 OS를 내장하고 핸드폰 SDK 보다 더 많은 기능을 제공하는 API를 가지고 있다. 그리고, 대부분 디스플레이 화면이 핸드폰보다 크고, 무선랜을 지원하며, 블루투스를 내장하고 있는 경우도 많아서 인터페이스로 사용하기에 적합하다. 우리는 HP의 Microsoft PocketPC 2003 OS가 깔려있는 iPAQ 5550을 실험에 사용하였다. PDA용 프로그램은 데스크탑 컴

퓨터에서 Microsoft Embedded C++ 4.0 IDE를 사용하여 개발하였고, USB sync 케이블을 통하여 PDA에 다운로드 하였다. 증강현실 시스템 컴퓨터와는 무선랜을 사용하여 통신하였다.

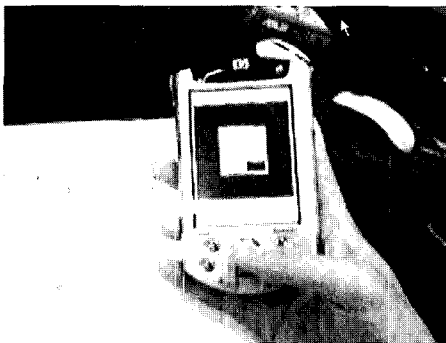
5. 응용프로그램

우리는 두개의 증강현실 응용 프로그램을 만들어 모바일 장치를 증강현실 인터페이스로 사용하는 것에 대한 테스트를 진행하였다. 여기서 개발한 두개의 응용 프로그램은 AR 3D Tetris와 Mobile AR book이다. AR 3D Tetris는 3D Tetris[15]를 증강현실 환경에서 즐길 수 있도록 변형한 것으로 떨어지는 블록들을 이동, 회전시켜서 바닥의 빈 공간을 채우는 게임이다. 이 게임에서는 블록들을 쌓을 때 쌓여진 층에 빈 공간이 없게 되면 블록층이 사라지게 되는데 사라지게 만든 블록층이 많을수록 점수가 높아진다. Mobile AR Book은 MagicBook과 유사하게 마커에 따라 가상의 내용이 증강되어 보여지는 프로그램으로 사용자는 버튼을 이용하여 마커를 바꾸고 페이지를 넘길 수 있다.

5.1. AR 3D Tetris

AR 3D Tetris를 만들기 위해서 우리는 데스크탑 게임으로 개발된 3D Tetris 엔진을 ARToolkit[16]과 결합하여 실제 물체 위에 3D Tetris 게임이 렌더링될 수 있도록 만들었다. 그리고 이것이 모바일 장치의 화면에 나타나는 마커와 연결되어 모바일 장치 위에서 보이도록 하였다. 원래의 3D Tetris는 데스크탑 컴퓨터의 키보드 키를 통해서 블록을 회전, 이동하거나, 전체적인 view의 방향 등을 조작되도록 되어있었다. 우리는 블록의 회전이나 이동을 모바일 장치의 버튼을 통해서 조작하도록 개선하였다. 그런데 전체적인 view 방향을 정하는 것은 만들 필요가 없었다. 왜냐하면 AR 3D Tetris에서는 게임의 영상이 모바일 장치의 마커 위에 3D 증강현실로 렌더링되기 때문에 모바일 장치를 돌리지만 하면 전체적인 view를 바꿀 수 있기 때문이었다. 원래의 3D Tetris는 전체적인 view를 회전시키고 나면 블록 이동이나 회전에 대한 키가 보는 view에 대해서 상대적으로 정의되어있지 않고 절대적으로 정해져 있어서 조작에 혼동을 느끼는 경우가 많았다. 하지만 AR 3D Tetris에서는 모바일 장치를 돌려서 view를 바꾸고 버튼의 위치는 정해

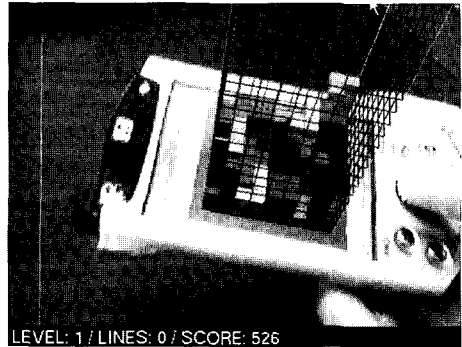
져 있어서 그러한 혼동을 느끼지 않을 수 있었다. 그림 4는 PDA를 가지고 AR 3D Tetris를 하는 모습을 보여주고 있다. 그림 4(a)는 PDA 화면에 마커를 디스플레이한 모습이고, 그림 4(b)는 엄지손가락으로 AR 3D Tetris를 조작하는 모습, 그림 4(c)는 블록이 쌓여있는 모습을 더 잘 보기 위해서 PDA를 돌려 전체적인 view를 바꾸어 본 모습이다.



(a)



(b)



(c)

그림 4. PDA 인터페이스를 이용한 AR 3D Tetris (a)PDA 화면에 디스플레이된 마커, (b)엄지 손가락으로 AR 3D Tetris를 조작하는 모습, (c)블록이 쌓여있는 모습을 더 잘 보기 위해 PDA를 돌려 전체적인 view를 바꾸어 본 모습

5.1. Mobile AR Book

Mobile AR Book은 모바일 장치의 화면에 다양한 마커를 표시할 수 있는 장점 때문에 쉽게 구현될 수 있다. MagicBook 시스템에서는 사용하는 마커들을 프린트하여 책으로 만들어야 하지만 우리 시스템에서는 마커 이미지 파일을 모바일 장치에 가지고 있기만 하면 된다. 그리고, 책장을 넘기는 인터렉션 *metaphor*는 버튼을 이용하는 것으로 바뀌게 된다. 그림 5는 핸드폰에 Mobile AR Book을 구현한 모습을 보여주고 있다.

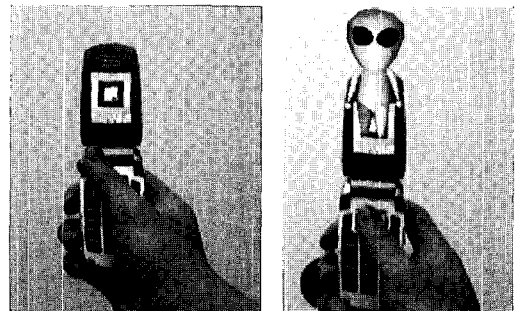


그림 5. 핸드폰에 구현한 Mobile AR Book. (a)핸드폰 화면에 표시된 마커, (b)핸드폰 화면에 가상의 물체가 증강된 모습

이 경우 핸드폰의 화면은 작지만 가상의 물체는 핸드폰 화면보다 훨씬 클 수가 있어서 핸드폰 화면이 확대되는 효과를 볼 수 있다. 즉, 핸드폰의 문자 메시지를 크게 확대해 보거나, 멀티미디어 메시지를 3D 증강현실 기법을 사용하여 볼 수도 있는 것이다. 더욱이 핸드폰의 버튼을 인터랙션에 사용할 수 있기 때문에 Mobile AR book에 키페드 버튼을 사용하여 코멘트를 남기는 등의 인터랙션도 가능하다. 이러한 Mobile AR book이 교육 쪽에 활용된다면 물리책에서 가상의 공이 떨어지는 것을 실험해 보거나, 가상의 자기장의 방향을 바꾸어보거나 할 수 있고, 책의 꼬트머리에 연습문제가 있으면 이를 풀고 답을 적어 넣을 수 있게 되는 것이다.

6. 토론

AR 3D Tetris와 Mobile AR Book 시스템을 개발하고 이들을 테스트하면서 우리는 모바일 장치를 HMD 기반의 증강현실 시스템의 인터페이스로 사용할 때의 장점을 충분히 체감할 수 있었다. 우리가 쉽게 접하는 모바일 장치를 가지고 증강현실 콘텐츠와 인터랙션이 가능하니 사용하기가 편했고, 직관적이었으며, 다양한 인터랙션이 가능하였다. 한 가지 단점은 모바일 장치의 화면에서 일어나는 반사였다. 모바일 장치의 화면들은 매끈한 유리로 되어있어서 때로는 실제 환경에 있는 조명 등이 반사되어 마커가 보이지 않을 때가 있었다. 실험에서는 무반사 코팅지 등을 모바일 장치 화면에 붙여보기도 했지만 반사 특성이 그리 많이 해결되지는 않았다. 이러한 경우만 제외하면 모바일 장치는 증강현실 시스템의 인터페이스로 좋은 성능을 보여주었다.

또 한 가지 언급하고 넘어갈 것은 우리가 제안하는 증강현실 인터페이스로서 모바일 장치의 활용이 최근에 발표되고 있는 Mobile AR과는 차이가 있다는 점이다. Mobile AR 시스템 연구로는 Henrysson이 핸드폰에 구현한 AR tennis[17], Wagner가 PDA에 구현한 Invisible train 게임[18] 등이 있다. AR tennis는 핸드폰에 구현한 collaborative AR game으로 증강현실로 테니스 게임 코트를 핸드폰 화면으로 볼 수 있고 사용자는 핸드폰을 움직여 테니스 공을 칠 수 있는 게임이다. Invisible train 게임은 PDA를 가지고 여러 명이 함께 할 수 있는 AR 게임이다. 이 게임에서 사용자는 실제 나무로 만들어진 모형 기차길 위에 증강된 가상의 기차를

운전할 수 있다. 이 가상의 기차는 PDA 화면을 통해서만 볼 수 있다. 이와 같은 Mobile AR이 우리가 제안한 모바일 장치를 이용한 인터페이스 방법과 가장 큰 차이점은 모바일 장치의 화면을 통해서 가상의 물체가 증강된 영상을 보고, 마커는 외부에 존재한다는 것이다. 또한, 모바일 장치 자체가 마커를 검출하고 가상의 물체를 증강하는 일을 하며, 증강현실 콘텐츠와의 인터랙션에 대한 사항은 정해져 있지 않다. 이러한 사항을 표로 정리하면 다음과 같다.

표 1. 제안하는 모바일 장치 인터페이스와 Mobile AR과의 비교

비교항목	Mobile AR	모바일 장치 인터페이스 (제안 시스템)
증강현실 디스플레이	모바일 장치 화면	HMD
마커 위치	외부 환경	모바일 장치 화면
마커 검출	모바일 장치	외부 컴퓨터*
인터랙션 tool	정해져 있지 않음**	모바일 장치, 버튼

* HMD가 연결될 수 있고 성능이 뒤따라 준다면 모바일 장치에서 마커 검출 및 가상의 물체 증강을 할 수 있음

** Mobile AR에서도 모바일 장치의 움직임이나 버튼을 인터랙션 tool로 사용할 수 있음

위 표의 주석에도 나와 있듯이 우리가 제안하는 증강현실 시스템 구성에서도 모바일 장치의 성능이 뒷받침이 되고 HMD를 연결할 수 있게 되면 모바일 장치 자체에서 카메라 입력을 받아 마커의 검출과 가상 물체의 증강 작업을 수행할 수도 있다. 또한, Mobile AR에서도 모바일 장치 자체를 움직이거나 버튼을 사용하여 증강현실 콘텐츠와 인터랙션을 수행할 수도 있다. 따라서, 이러한 점들이 큰 차이를 만들지는 않지만, 증강현실 영상을 무엇을 통해 보는지 마커의 위치가 어디에 있는지에 따라 우리가 제안하는 시스템은 Mobile AR과 차별성을 가진다.

7. 결론

증강현실은 우리가 생활하는 실제 환경에 컴퓨터가 만들어낸 가상의 물체를 결합하여 사용자에게 새로운 경험을 하게하는 동시에 정보의 새로운 이용 방식을 제시하고 있다. 이러한 증강현실은 그 활용 가능성이 크지만 증강현실 콘텐츠를 조작하고 다루기 위한 적절한 인터페이스나 인터랙션 방식에 대한 연구가 아직 부족한 실정이다. 본 논문에서는 HMD 기반의 증강현실 응용의 인터페이스로 핸드폰이나 PDA와 같은 모바일 장치를 사용하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 최근에 널리 사용되고 있는 모바일 장치를 인터페이스로 사용하여 사용자가 쉽게 사용할 수 있고, 다양한 인터랙션을 제공할 수 있는 장점을 가진다. 앞으로 HMD가 착용하기 쉬워져서 보편화되고 wearable computer 등이 일반화되면 본 논문에서 제안하는 인터페이스 방식도 널리 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] R. Azuma, A Survey of Augmented Reality, *Presence:Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4): 355-385, 1997.
- [2] Brooks, Frederick P. Jr., The Computer Scientist as Toolsmith II, *CACM*, 39(3):61-68, March 1996.
- [3] J. Rekimoto and K. Nagao, The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments, *UIST'95*, pp.29-36, 1995.
- [4] M. Billinghurst, H. Kato, and I. Poupyrev, The MagicBook - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(3):2-4, May/June 2001.
- [5] Tangible Media, <http://tangible.media.mit.edu/>
- [6] I. Poupyrev, D. Tan, M. Billinghurst, H. Kato, H. Regenbrecht, and N. Tetsutani, Developing a Generic Augmented-Reality Interface, *IEEE Computer*, 35: 44-49, 2002.
- [7] V. Buchmann, S. Violich, M. Billinghurst, and A. Cockburn, FingARtips: gesture based direct manipulation in Augmented Reality. *Proceedings of the 2nd international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and SouthEast Asia (Graphit e 2004)* pp. 212-221, 2004.
- [8] Sony PS3 game: Eye of Judgement, <http://www.gamespot.co.kr/ggambang/0,39041367,39226451-39091073p,00.htm>
- [9] K. Kiyokawa, H. Takemura, N. Yokoya, Collaborating on Supporting Technique by Integrating a Shared Virtual Reality and a Shared Augmented Reality” *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC '99)*, Vol.VI, pp. 48-53, Tokyo, 1999.
- [10] M. Billinghurst, R. Grasset and J. Looser. Designing Augmented Reality Interfaces. *Computer Graphics, the SIGGRAPH Quarterly*, 39(1):17-22, 2005.
- [11] D. Schmalstieg, A. Fuhrmann, G. Hesina, Zs. Szalavari, L. M. Encarnação, M. Gervautz, W. Purgathofer, The Studierstube Augmented Reality Project, *PRESENCE - Teleoperators and Virtual Environments*, 11(1):33-54, 2002.
- [12] Ullmer, B, Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. *Human-Computer Interaction in the New Millennium*, Edited by J. M. Carroll. Addison-Wesley Professional, 2001.
- [13] Qualcomm Brew, <http://brew.qualcomm.com/brew/en/>
- [14] SK-VM · <http://developer.xce.co.kr/>
- [15] 3D Tetris · <http://www.csc.calpoly.edu/~zwood/teaching/csc471/finalproj24/gzipkin/>
- [16] ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [17] A. Henrysson, M. Billinghurst, and M. Ollila, Face to Face Collaborative AR on Mobile Phones, *Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2005)*, October 5-8th, 2005.
- [18] D. Wagner, T. Pintaric, F. Ledermann, and S. Dieter, Towards Massively Multi-User Augmented Reality on Handheld Devices, *Proceedings of Third International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005)*. May 9-10th, 2005.