
디지로그 북: 증강현실 기반 범종 체험

Digilog Book: Augmented Reality based Temple Bell Experience



하태진, Taejin Ha*, 이영호, Youngho Lee**, 우운택, Woontack Woo***



요약 ~ '디지로그 북 (Digilog Book)' 은 아날로그 책과 디지털 콘텐츠의 장점을 통합함으로써, 아날로그적 감성과 디지털 오감을 함께 느끼도록 한다. 본 논문에서는 디지로그 북의 한 예로써, 범종 체험 시스템 구현에 관한 기술적인 사항을 언급한다. 시스템 구현은 사용자에게 다감각 피드백 (multisensory feedback) 을 제공, 책에 마커를 그림 마커로 대체하는 것, 책의 2D 평면에서 범종이 나올 의 효과, 범종 관찰을 위한 가상버튼을 손으로 누를 수 있도록 하는 부분, 감각형 객체를 이용하여 범종을 타종하는 것, 그리고 마지막으로 감각형 객체를 이용하여 범종의 특정 부분을 포인팅하여 특정 설명을 볼 수 있는 것을 포함한다. 본 논문에서 구현된 범종 체험 시스템은 사용자에게 우리나라의 문화유산을 체험해 볼 수 있는 교육적인 콘텐츠를 제공할 수 있다.

Abstract ~ Digilog Book lets users feel analog book and digital contents by combining each advantage of analog sensibility and digital sensation. This paper mentions about technical details for implementing an example of Digilog book: a temple bell experience system. Our system includes providing multisensory feedback to users, substituting fiducial marker with figure marker, presenting visual effect when a temple bell appearing on a 2D plane, pushing augmented buttons using bare fingers for observation of the bell, and lastly pointing a specific part of the bell for obtaining description on that part. The implemented temple bell experience system can motivate users to experience cultural heritages of our country as educational contents.



핵심어: *Immersive Book, User Interface, Multisensory Feedback, Augmented Reality*

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육상사업의 연구결과로 수행되었음.

*주저자 : 광주과학기술원 정보통신학과 정보기전공학부 박사과정 e-mail: tha@gist.ac.kr

**공동저자 : 광주과학기술원 정보통신학과 정보기전공학부 박사과정 e-mail: ylee@gist.ac.kr

***교신저자 : 광주과학기술원 정보통신학과 정보기전공학부 교수 e-mail: wwoo@gist.ac.kr

1. 서론

최근 컴퓨터와 핸드폰, PMP 등의 장비에서 이용할 수 있는 다양한 전자책이 개발되고 있다. PDF, XML

등의 1세대 전자책과 flash 등 멀티미디어가 결합된 2세대 전자책이 활발히 개발되어, 기존의 종이책 (Paper book)을 대체할 수 있는 수단으로 각광받아 왔다. 하지만, 이러한 전자책이 기존의 종이책을 완전히 대체할 것이라는 초기 예상과는 달리, 종이책의 활용은 더욱 증가되는 추세이다. 그 이유는 디지털 전자책이 소장자의 편리함, 이동의 편리함 등의 장점을 갖지만, 기존의 아날로그 책 (종이책)이 갖고 있는 다양한 장점을 포함하지 못하고 있기 때문이다.

‘디지로그 북 (Digilog Book)’은 아날로그 책 (감성)과 디지털 콘텐츠 (체험)의 장점을 통합함으로써, 아날로그적 감성과 디지털 오감을 함께 느끼도록 한다. 즉 종이책과 전자책의 장점을 결합시킨 중간단계의 책이다 [1]. 종이책의 기능을 그대로 유지하면서, 디지털 콘텐츠를 결합시켜 양쪽의 장점을 취한다. 다양한 디지로그 북 개발에 대한 시도가 있었다. Kato는 “Little Red”라는 매직 북 (magic book) [2]을 선보였으며, Shibata는 “Vivid Encyclopedia” [3]를 선보였다. 현재 뉴질랜드 HIT Lab을 중심으로 연구 개발되고 있는 매직 북 (Magic book) [4]은 책을 실제공간, 증강현실공간, 그리고 가상현실공간을 넘나드는 ‘변형형 인터페이스’로 사용하고 있다.

본 논문에서는 구현된 범종 체험 시스템구현에 관한 기술적인 사항을 언급한다. 시스템 구현은 다감각 피드백 (multisensory feedback)의 제공, 책에 마커를 그림 마커로 대체, 책의 2D 평면에서 범종이 나올 때의 효과, 범종 관찰을 위한 가상버튼을 손으로 누를 수 있도록 하는 부분, 감각형 객체를 이용하여 범종을 타종하는 것, 그리고 마지막으로 감각형 객체를 이용하여 범종의 특정 부분을 포인팅하여 특정 설명을 볼 수 있는 것을 포함한다.

〈범종〉은 우리나라의 문화유산을 체험해 볼 수 있는 교육적이고 인터랙티브한 디지로그 북이다. 사용자는 감각형 객체를 이용하여, 책 위에 증강된 콘텐츠와의 상호작용을 통해 범종에 대한 설명과 사진을 볼 수 있을 뿐만 아니라, 실제로 범종의 3차원 모델을 보여 타종하며 소리를 들어 볼 수 있다. 또한 중요 부분 확대나 범종의

단면을 관찰해볼 수 있는 등 종이책으로 불가능한 내용을 체험해볼 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 증강현실 기반의 범종 체험 시스템에 대한 기술적 구현에 대한 설명을 하고, 3장에서는 구현 및 결과에 대한 언급을 한다. 마지막으로 4장에서는 결론과 향후 연구를 설명한다.

2. 범종 체험 시스템

그림 1은 범종 체험 시스템의 흐름도를 보인다. 본 시스템은 시작-상호작용-종결 과정의 연속 절차를 수행한다. 초기 실행 시, 시각적 특수 효과를 이용하여 신비감을 높인다. 그 다음 범종이 책에서 수직이동/회전 보간을 통해 자연스럽게 증강이 된다. 마지막으로 사용자는 직접 손이나 감각형 객체를 이용하여 증강된 범종의 자세한 설명을 제공받거나 범종을 회전 또는 타종하는 것과 같은 상호작용을 수행할 수 있다.

2.1 책을 위한 그림 마커 디자인

증강하고자하는 책장과 카메라 간의 보정/회전/이동 변환관계를 포함하는 행렬을 획득하기 위해서 ARToolKit [5]을 사용하였다. 이 ARToolKit은 정사각형의 마커를 사용한다. 이 정사각형 마커 내부는 대개 증강하고자하는 콘텐츠와의 관계성이 부족한 경우가 많아, 시각적인 어색함으로 인해 사용성을 떨어뜨리는 경우가 많다. 본 논문에서는 콘텐츠와 관련이 있는 사진을 마커로 등록/사용하여 증강하고자 하는 객체 주변과 잘 어울릴 수 있도록 한다.

2.2 책의 2D 평면에서 범종이 나타날 때의 효과

증강된 객체는 책의 내용을 보강할 수 있도록, 책의 그림과 많은 연관성을 가져야 한다. 뿐만 아니라, 책의 그림과 증강될 객체의 외관의 기하학적 일관성을 가져야 한다.

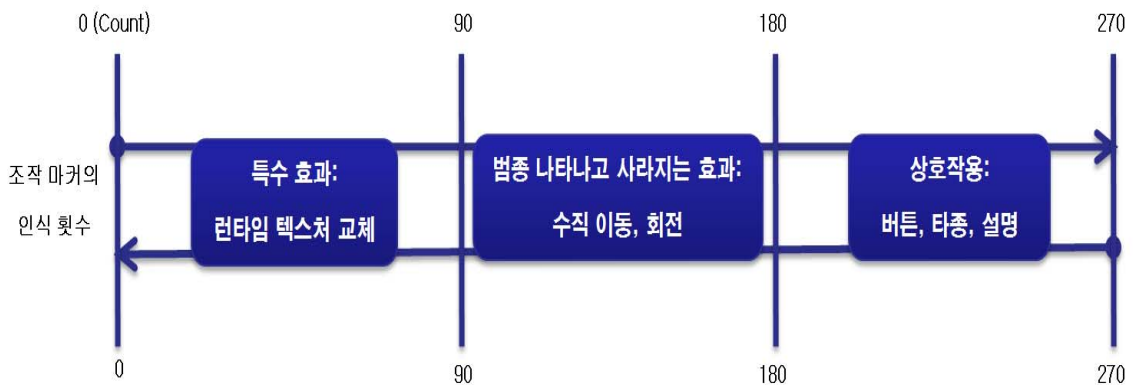


그림 1. 시작-상호작용-종결 프로세스.

책에 그림은 2D 이미지이고, 증강될 객체는 3D 모델이다. 3D 모델이 증강될 때 2D 이미지로부터 자연스럽게 나타날(증강) 수 있는 방법이 요구된다. 본 논문에서는 2D 이미지 그림의 객체와 최종 증강된 객체 사이의 회전 보간을 통해 이 요구사항을 다소 해결한다. 또한 보간 하는 기간 동안 빛을 표현하는 파티클 객체를 추가하여 시각적인 효과를 높인다.

2.3 손으로 제어 가능한 가상버튼

보통 증강된 객체는 기준 평면에 대해 수직 방향으로 증강을 한다. 디지털로 북-범종 시스템의 경우 책이 책상에 놓인다. 카메라는 책 위에 고정되어 카메라의 시야 방향은 위에서 아래로 책을 향하고 있기 때문에, 사용자는 증강된 객체의 (위)머리 부분을 보게 된다. 따라서 이 3D 모델 객체를 하나의 좌표축을 기준으로 회전을 시켜 볼 수 있는 방법이 고안되어야 한다.

본 논문에서는 책 위에 가상의 버튼을 증강 시킨 후, 컴퓨터 비전기반 영상처리를 통해 3D 버튼을 2D 이미지에 사영한다 [6]. 그 다음, 해당 영역에 손가락 객체의 영역이 버튼 영역의 일정영역을 초과하면 버튼 눌림으로 결정하여 3D 모델의 회전과 같은 이벤트를 발생시킬 수 있도록 한다 [7].

2.4 감각형 객체를 이용하여 범종을 타종

책의 평면에 증강된 3D 개체와의 상호작용을 위해 본 논문에서는 감각형 객체를 적용한다. 타종의 경우 감각형 객체 앞부분에 원통형의 나무를 증강한다. 그 후, 원통형의 나무가 종과의 충돌 시, 해당되는 종 소리를 재생하도록 한다. 충돌 처리의 경계는 종 모델의 외형과 유사한 원기둥으로 한다. 타종을 할 경우 충돌 이후에 종 소리가 재생되는데, 이 경우 녹음된 종소리 샘플의 앞 부분 일정시간 간격으로 인해 시각적인 표현이 종종 어색하게 된다. 따라서 본 논문에서는 타종 시 감각형 객체와 범종 사이의 속도를 계산하여 충돌영역을 가변 시킴으로써, 범종 소리 재생을 시각적인 표현과 부분적으로 일치될 수 있도록 한다.

2.5 범종의 특정부분을 포인팅하여 설명 표시

사용자는 범종 외관의 특정 부분을 지적함으로써 범종에 관한 추가적인 정보를 제공받을 수 있다. 그러나 사용자는 외관의 어느 부분을 포인팅해야 정보를 얻을 수 있는지 알 수 없기 때문에, 해당부분에 시각적인 효과를 제공하여 어떤 부분이 추가적인 정보를 제공할 수 있는 부분인지 알려준다. 추가적인 정보는 범종의 특정 부위에 관한 사진, 글, 그리고 동영상상을 포함한다.

3. 구현 및 결과

본 장은 범종 체험 시스템의 구현 및 결과를 보인다. 프로그램 동작은 일반적인 실내 환경으로써 조명이 급격하게 변하지 않는 환경에서 수행되었다. 일반 화상채팅용도의 USB 카메라를 이용하였고 삼각대 또는 카메라 암(Arm) 고정하였다. 카메라의 초당 영상입력은 30 번이고 영상의 해상도는 640 x 480 픽셀이다.

사용된 라이브러리는 씬 그래프(Scene graph) 구조의 ARToolKit 버전인 OSGART [8]를 사용하였다. 이들 라이브러리는 오픈 소스 라이브러리로써 여러 운영체제와 프로그램을 언어를 지원한다.

3.1 책을 위한 그림 마커 디자인

앞서 설명한 것처럼 ARToolKit 은 정사각형의 마커를 사용하는데, 이 정사각형 마커 내부는 대개 증강하고자 하는 콘텐츠와의 관계성이 부족한 경우가 많아 시각적인 어색함으로 인해 사용성을 떨어뜨리는 경우가 많다. 따라서 본 논문에서는 콘텐츠와 관련이 있는 사진을 마커로 등록/사용하여 증강하고자 하는 객체 주변과 잘 어울릴 수 있도록 하였다. 그림 2 은 디자인된 범종 체험 책의 일부 페이지를 보여준다. 좌측페이지 상단에 4cm X 4cm 크기의 마커를 기준으로 하여 가상객체를 증강한다. 이 마커는 해당 범종의 이미지이다.

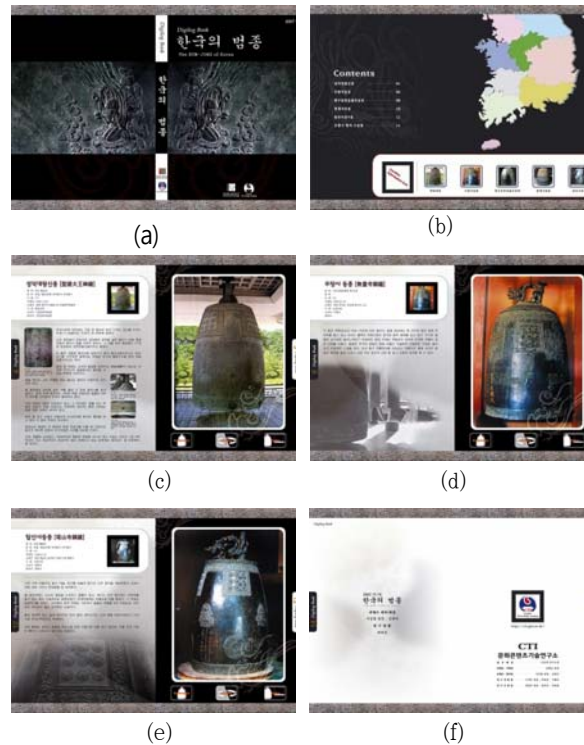


그림 2. 책에 마커를 그림 마커로 대체: (a) 표지, (b) 목차, (c-e) 범종, 그리고 (f) 표지.

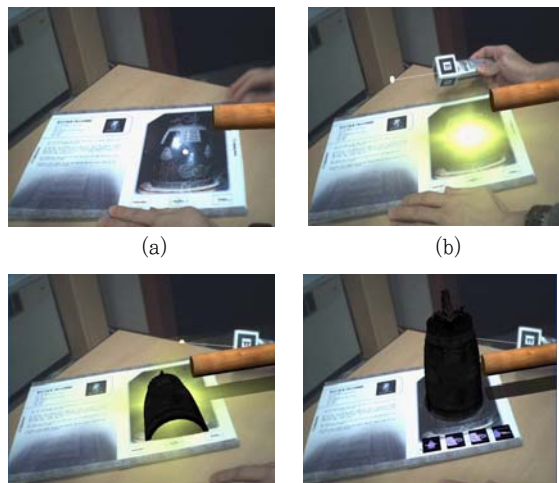
다음 그림은 범종 체험 시스템에서 사용된 3D 모델로써 무량사, 탑산사, 청주운천 그리고 청계사에 각각 존재하는 범종이다.



그림 3. '한국의 범종' 3D 모델 제작: (a) 무량사, (b) 탑산사, (c) 청주운천, 그리고 (d) 청계사에 존재하는 범종.

3.2 책의 2D 평면에서 범종이 나타날 때의 효과

그림 4 (a) 에서와 같이 책에 그림은 2D 이미지이고, 증강될 객체는 3D 모델이기 때문에 책의 그림과 증강될 객체의 외관의 기하학적 일관성이 요구된다. 이는 가상객체의 증강과정을 자연스럽게 한다. 따라서 본 구현에서는 그림 4 (b-d) 와 같이 2D 이미지 그림의 객체와 최종 증강된 객체 사이의 회전 보간을 통해 이 요구사항을 다소 해결한다. 범종 3D 모델은 2D 이미지 그림이 객체와 동일한 크기로 수직으로 상승 후, 사용자를 향한 정면 방향으로 회전 보간을 한다. 또한 보간 하는 과정 동안 빛을 표현하는 파티클 객체를 추가하여 시각적인 효과를 높인다. 이 파티클 객체는 총 150 개의 텍스처 시퀀스를 알파블렌딩하여 렌더링한다.



(c) (d)

그림 4. 책의 2D 평면에서 범종이 나타날 때의 효과: (a) 초기 상태, (b) 조작도구의 인식 회수를 카운트하며 빛 특수효과를 표시함, (c) 3D 범종 모델이 2D 이미지 그림의 객체와 동일한 크기로 수직으로 상승함, 그리고 (d) 사용자가 향한 방향으로 회전 보간.

최종적으로 3D 범종 모델이 증강된 후, 수직 축을 기준으로 범종 모델을 좌우로 흔들리게 한다. 이는 불안정한 마커 트래킹으로 인한 지터링으로 인해 정적인 모델은 매우 떨려 보이는데 비해, 움직이는 모델은 인지적으로 덜 떨려 보이기 때문이다.



그림 5. 감각형 객체를 이용하여 범종의 특정 부분을 지적 (pointing) 하여 특정 설명을 볼 수 있는 것.

3.3 손으로 제어 가능한 가상버튼

3D 범종 모델 객체를 하나의 좌표축을 기준으로 회전을 시켜 볼 수 있는 방법으로, 본 구현에서는 책 위에 가상의 버튼을 증강 시킨다. 앞선 2.3 절에서 설명한 것처럼, 컴퓨터 비전기반 영상처리를 통해 총 4 개의 3D 버튼을 2D 이미지에 사영한 후, 관심영역 (Region of Interest)을 설정한다. 해당 영역에 손가락 색상 객체의 영역이 버튼 영역의 2/3 을 초과하면 버튼 눌림으로 결정한다. 그림 6 은 총 4 개의 버튼을 보여준다. 첫 번째 버튼 토글형 버튼으로 한 번 선택하면 다른 버튼이 선택되기 전까지 선택된 상태로 남아있다. 이 버튼은 범종의 특정 부분을 선택하여 자세한 설명을 볼 수 있는 이벤트를 발생시킨다. 두/세 번째 버튼은 푸시형 버튼으로 누르고 있을 경우만 3D 모델의 회전 이벤트가 발생된다. 마지막으로 네 번째 버튼은 일회성 토글형 버튼으로 범종 타종 이벤트를 한 번 발생시 킨 후 해제가 된다.



그림 6. 범종 관찰을 위한 가상 버튼을 손으로 선택: (a) 시계방향으로, 그리고 (b) 반 시계방향으로 가상객체가 회전.

3.4 감각형 객체를 이용하여 범종을 타종

타종의 경우 그림 7(a) 와 같이 감각형 객체 앞부분에 원통형의 나무를 증강한 후, 원통형의 나무가 종과의 충돌 시 해당되는 종 소리를 재생하도록 한다. 충돌 처리의 경계는 종 모델의 외형과 유사한 원기둥으로 한다. 타종을 할 경우 충돌 이후에 종 소리 wav 파일이 재생된다. 이 경우 녹음된 종소리 샘플의 앞 부분 일정시간 간격으로 인해 시각적인 표현이 종종 어색하게 된다. 따라서 본 논문에서는 타종시 감각형 객체와 범종 사이의 속도를 계산하여 충돌영역을 가변시킴으로써 범종소리 재생을 시각적인 표현과 부분적으로 일치될 수 있도록 한다.

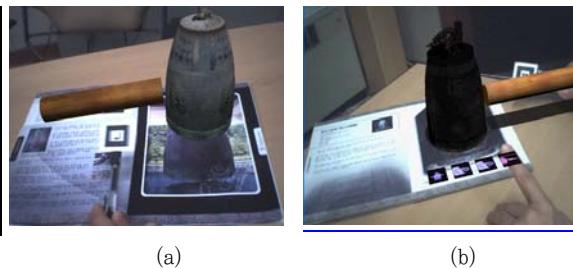


그림 7. 감각형 객체를 이용하여 범종을 타종하는 것.

3.5 범종의 특정부분을 포인팅하여 설명 표시

그림 8(a) 와 같이 사용자는 범종 외관의 특정 부분을 감각형 객체에 증강된 가상 선 끝에 증강된 흰색의 원구로 지적함으로써 범종에 관한 추가적인 정보를 제공받을 수 있다. 범종의 용두와 외곽 면에 표시된 흰색의 원구를 이용한 시각효과를 제공하여 어떤 부분이 추가적인 정보를 제공할 수 있는 부분인지를 알려준다. 추가적인 정보는 범종의 특정 부위에 관한 사진, 글, 그리고 동영상상을 포함한다. 이 추가적인 정보는 HUD (Head Up Display) 위치에 표시한다.



그림 8. 감각형 객체를 이용하여 범종의 특정 부분을 지적 (Pointing) 하여 특정 설명을 볼 수 있는 것.

4. 결론

본 논문에서는 디지로그 북의 한 예로써, 범종 체험 시스템 구현에 관한 기술적인 사항을 언급하였다. 구현된 범종 체험 시스템 사용자에게 우리나라의 문화유산을 체험해 볼 수 있는 교육적인 문화 콘텐츠를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 새로운 개념의 서적인 디지로그 북을 제안하고 이를 위한 기술 요소, 그리고 활용방안에 대해 논의 하였다. 디지로그 북은 출판물 (종이책)에 인간의 시각, 청각, 촉각을 자극하는 멀티미디어 콘텐츠를 융합시켜 종이책에서 제공할 수 없는 부가적인 정보를 제공하는 책이다. 또한 제작된 사례를 통해 디지로그 북의 교육, 홍보, 광고, 오락 분야에서의 활용 가능성을 보였다. 추후에는 증강현실 핵심 기술을 이용한 저작 도구 개발 및 이를 활용하기 위한 전반적인 데이터베이스 구축, 부어 개발 등에 대한 연구개발이 진행되어야 한다. 또한, 전자책의 단점인 저작권에 대한 문제가 야기될 수 있어 이에 대한 기술적 뒷받침과 제도적 정비가 필요하다. 디지로그 북은 종이책과 전자책의 장점을 융합하여, 새로운 출판 트렌드를 이끌어 낼 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 이영호, 하태진, 이형묵, 김기영, 우은택, "디지로그 북 - 아나로그 책과 디지털 콘텐츠의 융합," 정보통신분야학회 합동학술대회, 14 권, pp. 186-189, 2007
- [2] Kenji Lguchi, Masa Inakage, Tomoki Saso, "Little Red MR: Storytelling in Mixed Reality," SIGGRAPH 2003.
- [3] Shibata Fumihisa, Yoshida Yusuke, Furuno Koki, Sakai Toshio, Kiguchi Kenji, Kimura Asako, Tamura Hideyuki, "Vivide Encyclopedea: MR Pictorial Book of Insects", Virtual Reality Society of Japan Annual Conference, pp.611-612, 2004
- [4] Mark Billinghurst, Hero Kato, Ivan poupyrev, "The Magic Book: A Transitional AR Interface," IEEE Computers and Graphics, pp.745-753, 2001
- [5] ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/ARToolKit>
- [6] Taejin Ha, Yeongmi Kim, Jeha Ryu and Woontack Woo, "Enhancing Immersiveness in AR-based Product Design", LNCS(ICAT), pp. 207-216, 2006.
- [7] Yeongmi Kim, Sehun Kim, Taejin Ha, Ian Oakley, Woontack Woo, Jeha Ryu, "Air-jet Button Effects in AR," LNCS (ICAT), pp. 384 - 391, 2006
- [8] OSGART, www.artoolworks.com/community/osgart