
디지로그 북 저작도구 ARtalet – 3 차원 객체 속성 저작

ARtalet for Digilog Book Authoring Tool – Authoring 3D Objects Properties

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

요약 ~ 본 논문은 증강/혼합현실 기반 서적 제작을 위한 3 차원 객체 속성 저작을 위한 저작 인터페이스를 제안한다. 특히, 프로그래밍에 대한 전문적인 지식이 없는 사용자도 손쉽게 증강현실 기반 서적을 제작할 수 있도록 하는 것에 목표를 두고 있다. 제안된 3D 객체 속성 저작 인터페이스는 입력 장치인 조작도구 (Manipulator) 와 3D 콘텐츠 조작 부분을 포함한다. 조작 도구는 저작 인터페이스에 필요한 이산/연속 적인 입력신호를 생성한다. 콘텐츠 조작 부분은 조작도구의 입력신호를 이용하여 가상객체를 선택, 위치, 회전, 크기, 색상, 복사등의 기능을 수행한다. 또한 사용자는 조작도구를 이용하여 기존 GUI 인터페이스 방식의 포인팅, 클릭, 드래그앤드롭, 복사 기법을 그대로 사용함으로, 신속하고 직관적으로 가상객체의 속성을 변경이 가능할 것으로 평가된다.

Abstract ~ This paper is about an authoring interface for augmented/mixed reality based book, specifically authoring 3D objects properties of Digilog book. We pursue even normal users with non-professional knowledge for programming can make the Digilog book easily. An authoring interface 3D object properties includes a manipulator as an input device and 3D contents authoring parts. As an interface design metaphor, existing GUI interface, already familiar to computer users, are referenced. The manipulator generates continuous/discrete input signal are necessary for authoring interface. Contents authoring part performs selection, positioning, scaling, coloring, copy of virtual objects using the input signal of the manipulator. Also users can exploit already existing GUI interface metaphor including pointing, click, drag and drop, and copy techniques with the manipulator. Therefore we think our AR authoring system can support rapid and intuitive modification of properties of virtual objects

핵심어: *Immersive Book, Authoring Tool, User Interface, Augmented Reality*

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 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

‘디지로그 북 (Digilog Book)’은 아날로그 책 (감성)과 디지털 콘텐츠 (체감)의 장점을 통합함으로써,

아날로그적 감성과 디지털 오감을 함께 느끼도록 한다. 즉 종이책과 전자책의 장점을 결합시킨 중간단계의 책으로써, 종이책의 기능을 그대로 유지하면서, 디지털 콘텐츠를 결합시켜 양쪽의 장점을 취한다 [1]. 그러나 이와 같은 디지털 책의 제작은 AR 프로그래밍에 대한 전문적인 지식이 있는 개발/연구자들만이 할 수 있어, 프로그래밍에 대한 전문적인 지식이 없는 사용자은 손 쉽게 저작하고 사용하기가 어려운 실정이다 [2].

이러한 증강현실기반 콘텐츠를 저작하기 위한 저작도구로 ARToolkit [3], AMIRE [4], APiRL [5], DART [6], MIDAS [7] 등의 다양한 시도가 있었다. 하지만, 앞서 개발된 저작 도구는 일반적인 증강현실 응용을 위한 저작도구이기 때문에 책을 위한 저작 기능에 특화되어 있지 않다. 또한, 프로그래밍 API, xml 등 스크립 언어를 이용한 저작 방식을 적용한 프로그래머를 위한 저작도구이지 책의 저자를 위한 도구가 아니다.

또한, 기존의 증강현실 인터페이스의 경우, 조작을 위한 도구로 마커가 부착된 감각형 객체를 사용하고 있다. 이 감각형 객체를 이용하여 가상객체와 충돌시킨 후 일정시간이 지나면, 가상객체는 조작 도구에 부착이 되어 이동시킬 수 있다. 이 복사된 가상 가상객체를 원하는 위치에 이동시키기 위해 마커를 손으로 가리거나 특정 높이에 도달 할 경우, 가상객체를 적절하게 위치시킬 수 있다. 그 밖에 가상객체의 회전/크기/색상을 변경하기 위해서는, 기존의 저작기법의 경우 그래픽 유저 인터페이스를 사용하여 키보드나 마우스를 사용하여 저작을 하였다. 상기의 저작 기법 모두 구체적인 사용 방법의 학습을 요구하는 것으로 신속하고 직관적으로 객체의 속성을 변경시키기에 어려움이 있다.

본 논문에서는 위의 요구사항을 만족시킬 수 있는 ‘아틀렛 (ARTalet)’의 3 차원 객체 속성 저작 인터페이스를 제안한다. 인터페이스 디자인 메타포로서, 일반 컴퓨터 사용자에게 친숙한 기존의 GUI 의 인터페이스 방법을 참조한다. 또한 고안된 조작 도구는 저작

인터페이스에 필요한 이산/연속 적인 입력신호를 생성한다. 콘텐츠 조작 부분은 조작도구의 연속적인 입력신호를 이용하여 가상객체를 선택, 위치, 회전, 크기, 색상, 복사등의 기능을 수행한다. 사용자는 이산/연속적인 신호를 제공하는 조작도구를 이용하여 기존 GUI 인터페이스 방식의 포인팅, 클릭, 드래그앤드롭(Drag and Drop), 복사 기법을 그대로 사용함으로, 신속하고 직관적으로 가상객체의 속성을 변경이 가능할 것으로 평가된다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 저작도구 ‘아틀렛 (ARTalet)’의 3 차원 객체 속성 저작 인터페이스 디자인 메타포에 대한 설명을 하고, 3 장에서는 ‘아틀렛’의 3 차원 객체 속성 저작의 기술적 구현에 대한 설명한다. 4 장에서는 3 차원 객체 속성 저작 관한 실험결과 및 구현에 관한 내용을 언급한다. 마지막으로 5 장에서는 결론과 향후 연구를 설명한다.

2. 인터페이스 디자인 메타포

그래픽컬 유저 인터페이스 (GUI)는 이미 기존의 많은 컴퓨터 사용자들이 이미 사용하고 있고 친숙하다. 따라서 부가적인 학습의 필요성이 적고, 손쉽게 사용할 수 있을 것이라고 고려된다. 구체적으로 드래그앤드롭 기법, 파일을 트리 구조로 보관/표현하는 폴더, 그리고 객체의 종류에 따라 다른 정보가 표현되는 컨텍스트 센스티브 메뉴들이 그 예이다.

또한 증강현실 어플리케이션의 제작은 증강현실 환경에 제작되어야, 실감현실 환경에서 사용자가 증강현실 어플리케이션을 경험하는데 있어 현실과의 이질감을 줄일 수 있다는 이론에서 출발한다. 또한 ‘WYSIWYG’의 개념을 적용하여 저작과 동시에 테스트가 가능하도록 하여 즉각적인 수정이 가능하도록 하는 것이 저작도구를 개발하는 데 있는 필수적인 사항으로 여겨진다.

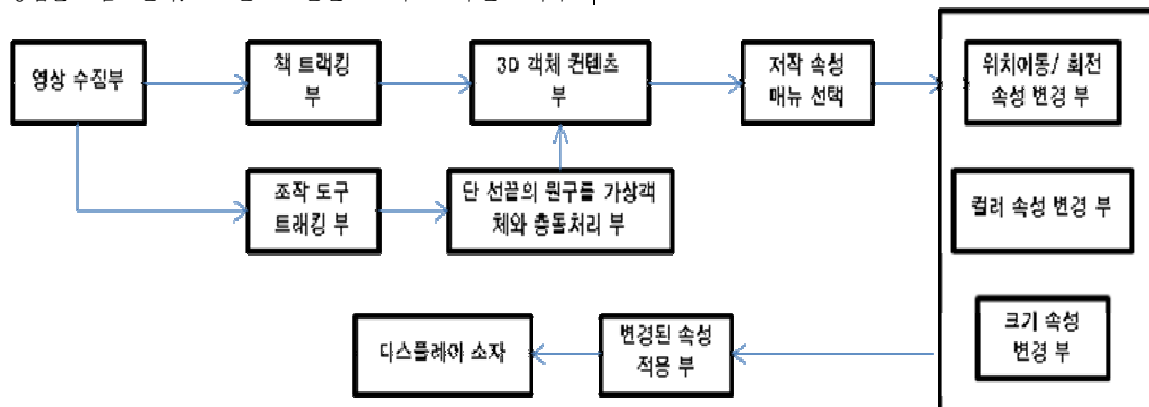


그림 1. 아틀렛 (ARTalet) 저작 인터페이스의 흐름도.

3. 아틀렛 (ARTalet) 저작 인터페이스

그림 1 은 아틀렛 (ARTalet) 저작 인터페이스의 흐름도를 보인다. 카메라로부터 입력된 영상에서 대상 책과

본 논문에서 제안하는 조작도구를 컴퓨터비전 기반 추적을 수행한 후, 조작도구에 증강된 가장 단 선 끝의 원구를 대상 객 위의 3D 객체와의 충돌처리를 수행하여 해당 객체를 선택한다. 이 과정이 수행되면 저작 속성 메뉴 선택을 통해

3.1 조작 도구 (입력 하드웨어)

일반적으로 저작에 필요한 입력 수단으로써 이산적이고 연속적인 입력 방식에 대한 요구사항이 있다. 가상객체를 선택하거나 특정 메뉴를 선택에 해당하는 이벤트 트리거를 위한 이산 신호 입력 방식과 증강현실 환경에서 조작도구를 트래킹 하고, 가상객체의 속성을 연속적인 신호를 이용하여 변경하기 위한 연속적인 입력방식이 필요하다. 다음 그림 2 은 상기 요구사항을 만족시킬 수 있는 조작도구 프로토타입을 보여준다. 앞 부분에는 여러 카메라 각도에서도 마커의 인식이 쉽도록 ARToolKit [3] 기반의 정육면체 형태의 멀티 마커 부착한다. 또한 가상선의 물리적인 피드백을 제공하기 위한 막대를 부착한다. 이 막대에 의해 생성된 그림자와 가상선의 물리적인 느낌을 제공하는 막대는 증강현실 환경에서 깊이 인식 문제를 해결하는데 도움을 줄 수 있다.

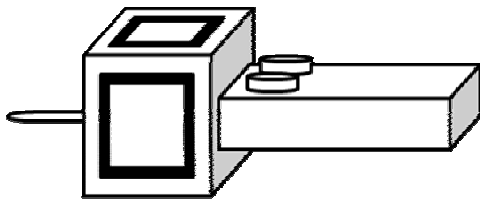


그림 2. 조작 도구 (입력 하드웨어).

3.2 포인팅과 선택

레이캐스팅 방법을 이용하여 가상객체의 선택과 확인을 할 수 있도록 한다. 가상객체를 선택하였을 때, 확인되었다는 것을 표시하는 피드백을 사용자에게 제공한다. 이것은 사용자가 해당 저작 기법을 적절하게 수행했는가에 대한 응답으로써, 저작을 수행하는데 있어 정확도를 높일 수 있다.

증강현실 환경에서는 짧은 선 조각 (short line segment)의 끝부분에 부착된 원구와 가상객체의 경계구와의 거리차이를 계산하여 특정 거리에 있을 경우 해당 가상객체 한 개를 선택 할 수 있도록 한다. 그 결과로써, 가상객체의 상태 정보를 해당 가상객체 주변에 빌보드(billboard)를 통해 표시하거나 또는 화면 하단에 Head Up Display (HUD)을 통해 표시한다.

사용자는 해당 객체의 위치 이동 및 회전 속성을 변경하거나 컬러 또는 크기 속성을 수정할 수 있다. 저작이 완료된 후, 최종적으로 디스플레이 장치를 통해 결과를 출력한다.

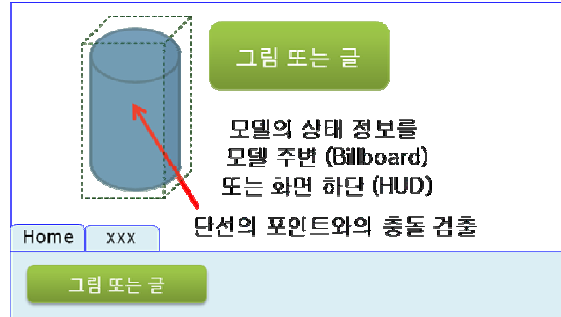


그림 3. 3D 포인팅과 선택.

3.3 위치/회전/크기/컬러 속성 변경

가상객체의 속성을 조작하기 위해서 조작 도구를 사용한다. 가상객체의 위치를 변경하는 경우, 조작도구 앞 부분에 증강된 단 선끝의 원구를 가상객체와 충돌시킨 후, 조작 객체의 왼쪽 버튼을 누른 채 이동한다. 이동하면 조작도구에 부착된 마커를 통해 얻어온 카메라 자세 (camera pose)를 가상객체에 적용하여 가상객체의 위치 이동을 가능하게 하고, 왼쪽 버튼을 놓게 되면 가상객체의 위치 이동은 멈추게 된다. 가상 객체의 스케일을 변경하는 방법은 논문 [2] 과 유사한 방법으로, 가상객체의 중심 좌표축을 기준으로 조작 도구와의 거리차이를 이용하여 가상 객체의 스케일을 변경한다. 마지막으로 가상객체의 컬러를 변경하는 방법은 가상객체의 중심 좌표축을 기준으로 생성된 컬러 팔레트에서 설정하고자 하는 특정 컬러를 선택하고 조작 도구의 왼쪽 버튼을 누른다.

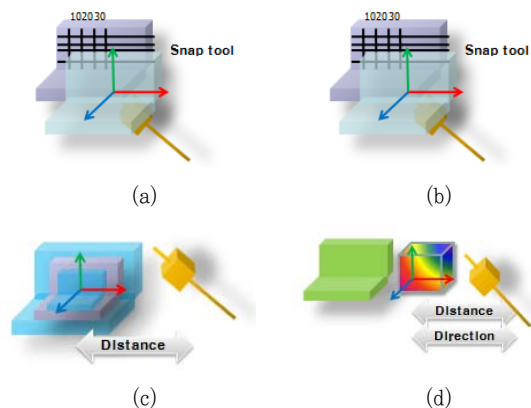


그림 4. 조작 도구 (입력 하드웨어)을 이용한 위치/회전/크기/컬러 속성 변경:

3. 4 3D 객체의 복사

가상객체를 복사하는 방법은 파일을 트리 구조로 보관/표현하는 폴더개념의 파일 폴더 메타포를 증강/혼합현실 저작환경에 반영하여 작동될 수 있도록 한다. AR 환경에서는 폴더의 파일 대신에 3D 가상객체, 사운드, 동영상등과 같은 멀티미디어 파일들을 시청각적으로 보여질 수 있다. 사용자는 조작 도구를 이용하여 폴더에 있는 3D 가상객체를 선택하고 드래그하고 드롭하는 방법으로 가상객체를 복사할 수 있다.



그림 5. 3D 객체의 복사.

4. 구현 및 결과

본 장은 제안된 저작도구인 ‘아틀렛(ARtalet)’ 인터페이스 시스템의 실험 및 구현 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 640x480 픽셀이다.

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

4.1 조작 도구 (입력 하드웨어)

앞서 3.1 절에서 설명하였듯이, 일반적으로 저작에 필요한 입력 수단으로써 이산적이고 연속적인 입력 방식에 대한 요구사항이 있다. 이 요구사항을 만족시키기 위해, 본 논문은 그림 6 과 같은 조작도구를 디자인하였다. 컴퓨터를 사용하는 데 있어 손 쉽게 구할 수 있는 마우스 포인터/프리젠테이션 [9]를 이용하였고, 앞 부분에는 여러 카메라 각도에서도 마커의 인식이 쉽도록 정육면체 형태의 멀티 마커를 부착한다. 마커의 크기는 3cm 길이로 사람의 눈의 위치에서 손에 조작도구를 쥐고 팔을 뻗었을 때, 마커 인식이 가능하였다. 또한 4cm 길이, 0.5cm 폭의 플라스틱 재질의 봉을 정육면체 마커 상자에 부착을 하고, 붉은 색의 가상 원기둥을 증강하였다. 이렇게 함으로써 가상선의 한 물리적인 피드백과, 이 막대에 의해 생성된 그림자는 증강현실 환경에서 깊이 인식 문제를 해결하는데 도움을 줄 수 있다.



그림 6. ARtalet 저작 인터페이스 시스템: (a) 조작 도구 (입력 하드웨어) 디자인.

4.2 포인팅과 선택

다음 그림 7(a) 에서와 같이, 증강현실 환경에서는 짧은 선 조각의 끝부분에 부착된 붉은 색 원구 모델과 3D 모델의 경계 구와의 거리차이를 계산하여 특정 거리에 있을 경우 충돌로 간주하여, 해당 객체 한 개를 선택 할 수 있도록 한다. 선택의 결과로 3D 모델의 외곽선을 표시하였다.

사용자가 조작도구의 왼쪽 버튼을 클릭하였을 경우, 그 결과로써 가상객체의 상태 정보를 화면 하단에 Head Up Display (HUD)을 통해 표시한다. 만약 사용자가 3D 모델을 선택한 후 드래그앤드롭을 하여 해당 3D 모델의 위치/회전 속성을 변경하는 경우 그림 7(b) 에서와 같이 조작도구의 사용 설명을 글과 그림을 통해 표시한다.

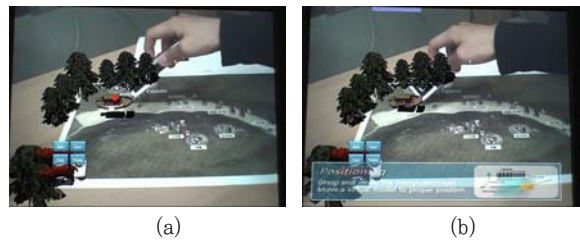


그림 7. 조작 도구 (입력 하드웨어)을 이용한 포인팅 및 선택: (a) 충돌 처리, 그리고 (b) 객체 선택.

4.3 위치/회전/크기/컬러 속성 변경

그림 8(a-b) 는 가상 객체의 위치/회전 속성을 변경하는 과정을 보인다. 조작도구 앞 부분에 증강된 단 선 끝의 원구를 가상객체와 충돌시킨 후, 조작 객체의 왼쪽 버튼을 누른 채 이동한다. 이동하면 조작 도구에 부착된 마커를 통해 얻어온 카메라 자세를 가상객체에 적용하여 가상객체의 위치 이동 및 회전을 가능하게 하고, 왼쪽 버튼을 놓게 되면 가상객체의 위치 이동 및 회전은 멈추게 된다.

그림 8(c-d) 는 가상 객체의 크기를 변경하는 과정을 보여준다. 가상객체의 중심 좌표축을 기준으로 조작

도구와의 거리차이를 이용하여 가상 객체의 스케일을 변경한다.

마지막으로 그림 8(e-f) 는 가상객체의 컬러를 변경하는 결과를 보인다. 가상객체의 중심 좌표축을 기준으로 생성된 3D 컬러 팔레트에서 설정하고자 하는 특정 컬러를 선택하고 조작 도구의 왼쪽 버튼을 누른다. 이 컬러 팔레트는 정육면체 형태로 각 축은 적색/녹색/청색 (RGB) 을 나타낸다.

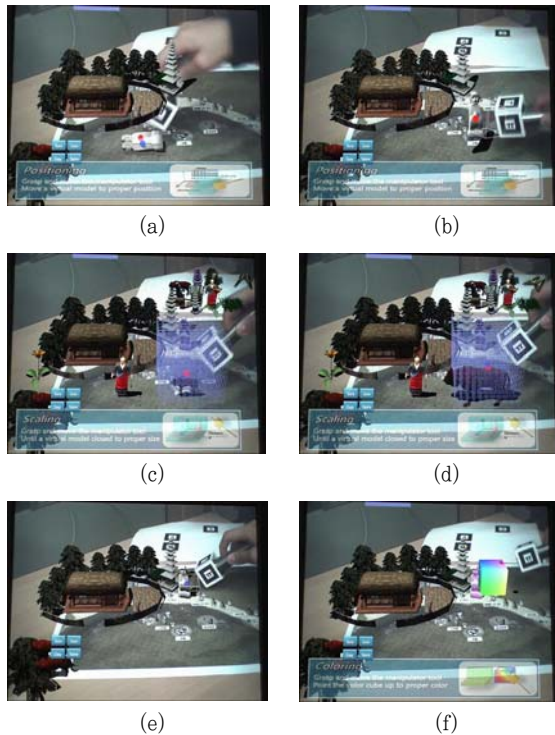


그림 8. 위치/회전/크기/컬러 속성 변경: (a-b) 위치/회전 속성 변경, (c-d) 크기 속성 변경, 그리고 (e-f) 컬러 속성 변경.

4. 4 3D 객체의 복사



그림 9. 3D 객체의 복사: (a) 3D 모델 객체의 선택, 그리고 (b) 드래그앤드롭을 통한 3D 모델 객체 복사.

가상객체를 복사하는 방법은 폴더 메타포를 이용하였다. AR 환경에서는 3D 가상객체, 사운드, 동영상등과 같은 멀티미디어 파일들을 시청각적으로 보여질 수 있다. 그림 9 는 복사 기능의 과정을 보여준다. 상단에 있는 종이에 등장된 다양한 3D 객체를 조작 도구를 이용하여 선택하고

드래그하고 드롭하는 방법으로 하단에 있는 종이에 가상객체를 복사할 수 있다. 본 구현에서는 상단에 총 9 개의 3D 객체를 3 행 3 열로, 마커 크기인 4cm 크기로 배치하였다. 3D 객체는 정적인 모델과 애니메이션이 가능한 동적인 모델로 구성된다.

5. 결론

본 논문은 프로그래밍에 대한 전문적인 지식이 없는 사용자도 손쉽게 디지털로 북 제작을 제작할 수 있는 3D 객체 속성 저작 인터페이스를 제안하였다. 기존 GUI 인터페이스 방식의 포인팅, 클릭, 드래그앤드롭, 복사 기법을 그대로 사용함으로, 신속하고 직관적으로 가상객체의 속성을 변경이 가능할 것으로 평가된다. 향후 연구로써 제안된 저작도구의 정량/정성적인 사용성 평가를 통하여, 어떤 작업이 어떤 저작 환경에서 효율적으로 수행될 수 있는지에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] 이영호, 하태진, 이형묵, 김기영, 우운택, "디지털로 북 - 아날로그 책과 디지털 콘텐츠의 융합," 정보통신분야학회 합동학술대회, 14 권, pp. 186-189, 2007

[2] 하태진, 마크 빌링허스트, 우운택, "증강현실 기반 제품 디자인을 위한 저작도구" 한국컴퓨터그래픽스학회, Vol. 13, No. 2, pp. 23-29, 2007.

[3] ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/ARToolKit>

[4] P.Grimm, M.Haller, V.Paelke, S.Reinhold, C.Reimann, R.Zauner, "AMIRE - authoring mixed reality," Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop, 2002

[5] F.Ledermann, D.Schmalstieg, "APRIL A High-level Framework for Creating Augmented Reality," the 2005 IEEE Conference 2005 on Virtual Reality, pp. 187 - 194, 2005

[6] B.MacIntyre, M.Gandy, S. Dow and Jay David Bolter, "DART: A Toolkit for Rapid Design Exploration of Augmented Reality Experiences," ISMAR, pp. 172- 181, 2004

[7] J.Yim, T.Nam, "Developing Tangible Interaction and Augmented Reality in Director," CHI, pp. 1541 1541, 2004

[8] OSGART, www.artoolworks.com/community/osgart

[9] 무선 프리젠티 (3M WP-8000), <http://www.3m.com>