

증강현실 기반 제품 디자인을 위한 저작도구*

하태진* 마크 빌링허스트** 우운택*

*광주과학기술원 U-VR Lab

**HIT Lab NZ, University of Canterbury

*(tha, wwoo)@gist.ac.kr, **mark.billinghurst@hitlabnz.org

Authoring Tool for Augmented Reality based Product Design

Taejin Ha* Mark Billinghurst** Woontack Woo*

*GIST U-VR Lab, Gwangju, 500-712, Korea

**HIT Lab, University of Canterbury, Private bag 4800, New Zealand.

요 약

본 논문은 증강현실 기반 제품 디자인환경에서 전자 제품의 프로토타이핑 (prototyping)을 제작을 위한 저작 도구를 제안한다. 이 저작도구는 하드웨어에 관한 전문적인 지식이 없는 일반 저작자를 위한 것이다. 제안된 저작도구는 시/청/촉각 피드백 각각에 대한 저작을 동일 플랫폼에서 할 수 있는 환경을 제공하여 실질적인 제품 디자인이 가능하게 한다. 뿐만 아니라 모듈 각각에 대한 추상화된 속성 명시파일을 통해 사용자 인터페이스 재구성이 가능하여 특정 플랫폼에 독립적 구조가 가능하고 잦은 하드웨어 변경에 유연하게 대처할 수 있도록 한다. 마지막으로 제안된 사용자 인터페이스는 GUI 및 TUI 기반 저작 방법의 장점을 취합하여 GUI를 이용한 정밀한 조작과 TUI를 이용한 직관적인 저작이 가능하도록 한다. 제안된 저작 방법들은 전자 제품 프로토타이핑 저작뿐만 아니라 다감각 피드백을 사용할 수 있는 전시, 에듀테인먼트 콘텐츠와 같은 증강현실 응용프로그램의 저작의 경우에도 응용될 수 있다. 향후 연구로써 제안된 저작도구의 정량/정성적인 사용성 평가가 수행되어야 한다.

Abstract

We are suggesting an authoring tool can be used for prototyping in the augmented reality based product design environment. This tool is for authors without an engineering background to use. Our authoring tool can adjust the properties of visual, sound, and haptic feedback at the same time for more practical prototyping. Also the proposed modulated architecture can be applied flexibly to changes of platforms or hardware. Also user interfaces can be dynamically updated by changing just description files. Finally, the suggested authoring methods exploit the advantages of both graphical and tangible user interfaces. Authors can intuitively make adjustments to many parameters using the TUI, and then they can do the same thing precisely using the GUI. The proposed authoring methods can be used for exhibition and entertainment contents using multi-sensory feedback in AR environment. As a future work, qualitative and quantitative usability test will be conducted.

키워드(국문): 증강현실, 저작도구, 제품 디자인, 다감각 피드백

Keywords(영문): Augmented Reality, Authoring Tool, Product Design, Multi-sensory Feedback.

* 본 과제는 GIST의 ICRC와 MIC 21C Frontier R&D Program의 UCN 프로젝트의 지원으로 수행되었음.

1. 서론

최근 소형/휴대용 전자제품의 상용화에 있어, 심미적 디자인에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다. 이는 제품 디자인에 대한 기호나 유행의 흐름에 맞는 디자인에 대한 선호가 제품 구매에 많은 영향을 미치기 때문이다. 이에 따라서 제품 디자인 사이클의 주기가 짧아지고, 제품 제작에 있어 래피드 프로토타이핑(Rapid prototyping) 방법론들이 필수적인 사항으로 고려되고 있다. 래피드 프로토타이핑이란 제품개발 시간의 단축을 목적으로 전자 제품의 캐드(CAD)의 3D 모델을 기반으로 3차원 형상의 시제품인 목업 모델(Mock-up models)을 만들어내는 기술을 일컫는다. 이 기술을 이용하여, 개발자뿐만 아니라 사용자 평가자, 소비자로부터 시제품을 미리 경험할 수 있도록 하고, 이들로부터 얻은 피드백을 이용하여 기존의 제품 디자인을 개선할 수 있다. 그러나 제품 디자인 사이클이 짧아짐에 따라, 목업 모델의 반복적인 제작과정을 거치게 되고, 이는 많은 시간과 비용을 요구하게 된다.

이러한 문제점을 해결하고자, 증강현실 기술을 이용하는 제품 디자인 환경에 대한 연구들이 최근 진행되고 있다 [1][2][3]. 이는 목업 모델의 재생산 없이도 증강된 가상 모델의 속성을 용이하게 변경할 수 있으므로, 효율적인 초기 프로토타이핑이 가능하다는 장점이 있다. 더불어 이러한 증강현실 기반 제품 디자인 환경을 쉽게 구성할 수 있는 저작 도구에 대한 필요성이 증가하고 있다. 이 저작 도구를 통해 제품의 복잡한 하드웨어 부분에 대한 기술적인 전문 지식이 없는 일반 저작자도 제품 프로토타이핑 저작이 가능하도록 함으로써, 저작자는 자신의 아이디어 또는 디자인 컨셉을 구체화하는 작업에 전념할 수 있다.

기존의 증강현실 어플리케이션 및 콘텐츠 저작에 대한 연구들을 살펴보면 [4], 기존의 VR/Game 솔루션부터 AR 라이브러리, AR 툴킷 등으로 확장되어 현재는 MR-플랫폼, MX 툴킷, MXR 툴킷, ImageTclAR 그리고 ARTag와 같은 많은 툴킷들이 존재한다. 또한 AR 프레임워크로써 COTERIE, Studierstube, DWARF, AMIRE, ARTHUR, VHID++, Shared-Reality, Metaio 등이 개발되었으며, AR Authoring Tools 로써 APRIL, CMIL++, DART, Immersive Authoring (WYFIWYG), MIDAS, CATOMI 등이 발표되었다.

그러나 제품 디자인 환경 구성에 관해, 기존의 저작 도

구들은 다음과 같은 제한 점이 있다. 대부분의 프레임워크/저작스크립트는 애니메이션/방송 콘텐츠 저작과 관련된 연구들로 전자 제품의 프로토타이핑을 지원하는 저작도구에 대한 연구가 거의 없었다. 그리고 실질적인 전자제품의 프로토타이핑 개발을 위해서 고려되는 저작도구는 시/청/촉각 피드백을 각각 저작할 수 있는 기능이 지원되어야 한다. 뿐만 아니라 특정 하드웨어, 소프트웨어 플랫폼 또는 특정 스크립트에 대한 의존성이 적어야 하고 제품 모델의 잦은 수정에 유연한 구조여야 한다. 마지막으로 기존의 저작도구 인터페이스는 GUI 또는 TUI 한 측면에 치우친 경향이 있어, 실질적으로 정밀하고 직관적인 저작을 지원하지 못하는 경우가 많다.

본 논문은 제품 프로토타이핑 과정에서 겪게 되는 문제, 요구사항 분석을 통해 다음과 같은 저작환경을 제안한다. 첫째, 제안된 저작도구는 시/청/촉각 피드백 각각에 대한 저작을 동일플랫폼에서 할 수 있는 환경을 제공한다. 이것을 통해 실질적인 제품 디자인이 가능하다. 둘째, 제안된 사용자 인터페이스의 동적 재구성 구조를 통해 특정 플랫폼에 독립적 구조가 가능하고 잦은 하드웨어 변경에 유연하게 대처할 수 있다. 이는 저작자가 동일한 사용자 인터페이스를 사용하기 때문에 발생하는 저작도구 사용방법에 대한 추가적인 학습이 요구되지 않는 장점이 있다. 마지막으로 제안된 사용자 인터페이스는 GUI 및 TUI 기반 저작 방법의 장점을 취합하여 GUI를 이용한 정밀한 조작과 TUI를 이용한 직관적인 저작이 가능하도록 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 저작도구에 대한 요구사항, 3장에서는 저작도구 디자인에 대한 가이드라인, 4장에서는 구현 내용, 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 설명한다.

2. 저작 도구에 대한 요구사항

2.1. 시각 피드백 저작에 대한 요구사항

3D 제품 모델을 조작할 수 있는 방법이 요구된다. 우선 증강하고자 하는 3D 전자제품 모델을 이동, 회전, 크기, 텍스처 및 조명에 대한 변경이 가능해야 한다. 또한 전자제품의 기능성 테스트(Functionality test)를 위한 기능으로써, 3D 모델의 특정 버튼이 눌렸을 때 발생하는 이벤트에 따른 피드백으로써, 내부 이벤트 상태 전이(State transition)에 따라 전자제품 모델의 LCD 화면의 내용이

있다. 대부분의 프레임워크 방송 콘텐츠 저작과 관련된 라이브를 지원하는 저작도구 그리고 실질적인 전자제품의 고려되는 저작도구는 시/청/ 있는 기능이 지원되어야 한다. 소프트웨어 플랫폼 또는 적어야 하고 제품 모델의 다. 마지막으로 기존의 지 TUI 한 측면에 치우친 경 그 직관적인 저작을 지원하

과정에서 겪게 되는 문제. 같은 저작환경을 제안한다. 촉각 피드백 각각에 대한 는 환경을 제공한다. 이것 가능하다. 둘째, 제안된 구조를 통해 특정 플랫폼은 하드웨어 변경에 유연 자가 동일한 사용자 인터 는 저작도구 사용방법에 않는 장점이 있다. 마지막 GUI 및 TUI 기반 저작 이용한 정밀한 조작과 능하도록 한다.

다. 2장에서는 저작도구 도구 디자인에 대한 가 5장에서는 결론과 향후

방향
필요가 요구된다. 우선 중 이동, 회전, 크기, 텍 야 한다. 또한 전자제 (test) 를 위한 기능으 을 때 발생하는 이벤트 트 상태 전이 (State LCD 화면의 내용이

변경되어야 한다. 그 밖에 전자제품 내의 콘텐츠를 제어하 기 위한 용도로 다양한 상호작용 기법을 요구한다.

본 논문에서 고려하는 프로토타이핑 모델은 게임폰 모 델이고, 상호작용적인 콘텐츠로써 자동차 경주 게임을 선 택하였다. 이 게임에서 사용자는 게임폰을 상하좌우로 기 울임 상호작용 기법을 이용하여 플레이어의 자동차를 제 어할 수 있다. 또한 가상 제품 모델의 버튼을 누르기 위한 상호작용 기법 등이 필요하다.

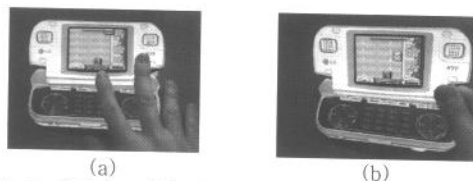


그림 1. 시각피드백의 기술적 구현 (a) 손 가림 현상이 감소된 결과 (b) 감각형 객체를 손에 쥐고 상하좌우로 기울여 자동차 경주게임의 자동차의 속도/방향을 제어

2.2. 청각 피드백 저작에 대한 요구사항

청각 피드백을 저작하기 위한 요구조건은 사용자의 입력 에 대한 이벤트 발생시 효과음의 선택 및 음량 조절 등이 있다. 또한 동굴 속, 오페라 하우스, 클럽 등과 같은 가상 음향 효과뿐만 아니라 3D 음향 효과 등을 선택 할 수 있도록 하여, 좀 더 실감 있는 청각 피드백을 제공하도록 해야 한다.

본 논문에서 언급되는 게임폰 프로토타이핑의 경우, 자 동차 경주 게임 콘텐츠에서 발생하는 각각의 이벤트에 대 하여 특수효과 음향을 제공할 필요가 있다. 또한 좀 더 사 실적이고 몰입감있는 청각 피드백 콘텐츠 저작을 위하여 플레이어 자동차가 어느 쪽 방향에서 충돌이 일어났는가 에 따라 음향의 방향성을 제어할 수 있는 방법이 요구된다. 그 밖에 게임 배경음 종류의 선택뿐만 아니라 폭발음과 같 은 효과음 종류의 선택도 가능하여야 한다. 부가적으로 선 택된 음악의 볼륨 크기와 속도의 설정이 가능해야 한다.

2.3. 촉각 피드백 저작에 대한 요구사항

대부분의 모바일본의 경우 진동모듈을 내장하고 있고, 이 진동모듈에 대한 제어는 주로 전화 수신 시 On/Off 설정이 다. 이와 함께 진동모듈은 게임 콘텐츠 같은 상호작용적 인 콘텐츠를 이용하는 경우에도 사용된다.

본 논문에서 사용된 목업 모델의 경우 내부 좌우 방향에 진동모듈이 각각 하나씩 부착되어 있고, 자동차 경주 게임 시 벽 또는 다른 자동차와의 충돌에 따라 진동모듈이 작동 된다. 이에 대한 요구사항으로, 진동모듈의 강도와 방향 그리고 작동 시간 등을 제어할 수 있어야 한다.

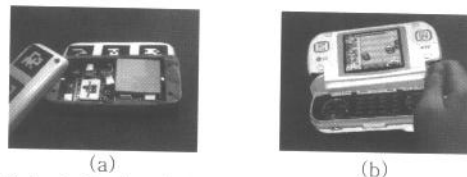


그림 2. 촉각 피드백의 기술적 구현 (a) 감각형 객체의 내부. (진동모듈, 블루투스모듈, 제어모듈, 배터리 내장) (b) 자동차가 벽 또는 자동차와 충돌했을 경우 진동의 강도를 최대로 함.

2.4. 일관된 사용자 인터페이스 및 하드웨어 모듈 변경에 대한 요구 사항

저작하고자 하는 전자 제품의 종류가 변경이 될 경우, 이 미 구현이 완료된 사용자 인터페이스에 대한 설정 항목의 변경이 요구되고 이는 추가적인 개발 시간과 비용을 필요 로 한다. 예를 들어 게임폰 저작을 목적으로 하던 중에 MP3 플레이어 저작을 해야 한다면, 게임폰에 사용된 진 동모듈 조작 또는 기울기를 이용한 상호작용 기법에 관한 것이 MP3 플레이어의 경우에는 생략될 수 있다. 오히려 MP3 플레이어의 경우에는 버튼이 눌러진 이벤트에 따른 LCD 의 화면 변경 또는 음악 변경에 좀 더 정밀한 조작이 요구될 수 있다. 이러한 변경에 유연하게 대처하기 위해, 해당 제품에 관련된 저작 가능한 속성들에 대한 명시가 필 요하고, 이에 따른 사용자 인터페이스가 동적으로 갱신되 어야 한다.

또한 저작 하고자 하는 전자 제품의 내부 하드웨어 구조 가 변경 될 가능성도 있다. 하드웨어에 대한 변경사항이 프로토타이핑 과정을 지연시키는 경우, 추가적인 시간과 비용이 소요될 수 있다. 따라서 하드웨어 모듈이 변경되더라도 이에 대한 추상화된 명시를 통해, 저작자들은 하드웨 어 수정에 영향을 받지 않고, 하드웨어 장치에 대한 제어 권을 얻을 수 있다. 또한 수정 사항을 반영하여 동적으로 갱신된 사용자 인터페이스를 사용할 수 있어야 한다.

3. 저작 도구 디자인에 대한 가이드 라인

기존에 연구된 저작도구들의 사용자 인터페이스는 주로 GUI 또는 TUI 에 기반을 두고 있다. 데스크탑 환경의 GUI 기반의 저작도구 [5]에서 사용자는 마우스 또는 키보드를 사용하여 TUI 에 비해 좀더 정밀한 저작이 가능하지만 일반 저작자들에게 사용법에 대한 학습이 필요하다. 이에 반에 TUI 기반의 저작환경 [6]은 직관적인 사용자 인터페이스의 장점을 보여준다. 그러나 정밀한 조작은 GUI 기반의 저작도구에 비해 쉽지 않다.

본 논문은 두 종류의 사용자 인터페이스 GUI 와 TUI 의 장점을 혼합하여 시/청/촉각 피드백을 각각을 정밀하고 직관적으로 저작할 수 있다. 순차적으로 우선 감각형 객체 (Tangible object) 을 이용하고, 그 다음 마우스 또는 키보드를 사용하여 정밀한 조작을 한다.

3.1. 시각 피드백 저작에 대한 가이드라인

그림 3. (a) 는 3D 모델의 조작을 보여준다. 이동, 회전 및 크기 조절뿐만 아니라 투명도 설정을 하여 가상모델이 물리적 모델과 일치되는지 확인할 수 있다. 또한 목업 모델을 기준으로 하는 눈금 선을 생성하여 모델과의 크기 일치 작업에 도움을 줄 수 있다. 이 작업은 초기에 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 이동, 회전 시킴으로써 3D 모델의 속성을 직관적으로 변경할 수 있다. 또한 GUI 기반의 설정 윈도우를 통해 정확한 수치를 입력할 수 있도록 한다. 그 밖에 특정한 버튼을 반복적으로 누름으로써 저작자들은 정확하게 3D 모델을 일치시킬 수 있다.

그림 3. (b) 에서 저작자들은 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 3D 모델 주변에 위치시킴으로써 직관적으로 주변광, 확산광, 반사광 및 스포트라이트 등과 같은 조명 설정을 할 수 있다. 뿐만 아니라 GUI 기반의 설정 윈도우를 이용하여 조명 색상을 정밀하게 설정할 수 있다. 그림 3. (c) 는 3D 모델의 버튼을 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 이용하여 누름으로써 전자제품의 기능성 테스트를 할 수 있도록 한다. 그림 3. (d) 은 자동차 경주 게임의 상호작용 기법에 대한 설정 방법으로, 기울기 각도를 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 이용하여 설정할 수 있다. “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 기울기를 검출하고자 하는 면에 위치한 후, 설정하고자 하는 일정 각도까지 기울인다.

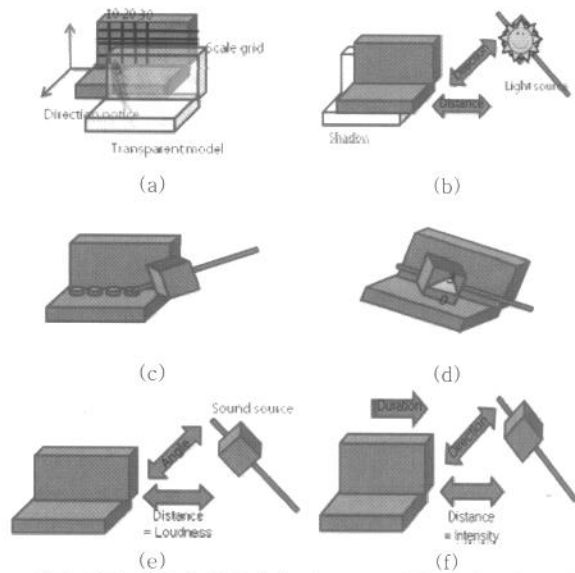


그림 3. TUI 기반의 저작 기법. (a) 3D 모델의 조작 (이동, 회전, 크기 및 투명도 조정) (b) 조명 설정 (주변광, 확산광, 반사광 및 스포트라이트등) (c) 가상 모델의 버튼을 눌러 기능성 테스트 (d) 기울기 상호작용 기법의 경우 기울기 설정 (e) (f)

3.2. 청각 피드백 저작에 대한 가이드라인

우선 설정 윈도우에서 설정하고자 하는 이벤트와 이에 해당되는 음향 종류를 선택한다. 그 다음 그림 3. (e) 같이 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 이용하여 청각 피드백을 설정할 수 있다. 저작자들은 위의 그림 3. (b) 와 유사한 방법으로 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 특정 위치에 위치함으로써 음향의 방향을 설정할 수 있고, 이 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 목업 모델에 일정 거리를 둠으로써 음향의 크기를 설정할 수 있다. 이러한 속성들은 설정 윈도우에서 음향의 각도와 거리 설정 항목의 값을 변경하는 것과 동일하다.

3.3. 촉각 피드백 저작에 대한 가이드라인

촉각 피드백을 저작하기 위한 방법은 앞선 청각 피드백 저작 방법과 동일한 방법으로 “조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 이용하여 진동 모듈의 속성을 설정할 수 있다. 본 논문에서 다루고 있는 햅틱 장치는 진동모듈로써, “조작

4.2. 구현 환경

실험환경은 일반적인 실내 환경으로써 조명이 급격하게 변하지 않는다. 저작자는 VRmagic [7]사의 스테레오 카메라가 부착된 3D video see-through HMD (Head mounted display)을 머리에 착용하거나 삼각대 위에 고정시킨다. 초당 영상입력은 30번이고 영상의 해상도는 640*480픽셀이다. 게임폰 목업모델은 CNC 가공을 통해 제작되었고 3D 게임폰 모델은 3D 스캐너를 사용하여 획득하였다. 게임폰의 목업 모델 4면에는 3D 정보를 얻기 위한 ARToolKit [8] 에서 주로 사용되는 특징 (Fiducial) 마커가 부착되어있다. 게임폰 목업 내부의 하드웨어는 AVR 계열의 마이크로 컨트롤러와 핸드폰 진동자, 그리고 블루투스 모듈을 통해 저작 프로그램과 시리얼 통신이 가능하다.

사용된 라이브러리는 GUI 구성을 위한 wxWidget 라이브러리 [9] 와 Scene graph 구조의 ARToolKit 버전인 OSGART [10]를 사용하였다. 이들 라이브러리는 오픈 소스 라이브러리로써 여러 운영체제와 프로그램을 언어를 지원한다.

4.3. 시각 피드백 설정

저작자는 그림 5 (a) 와 같은 GUI 을 이용하여 속성과파일을 불러오거나 저장한다. 본 논문에서 저작하려는 게임폰 프로토타이핑의 경우, 윗면과 아랫면 각각의 감각형 객체에 대해 3D 모델의 속성 (이동, 회전 및 크기조정), 과 터치 를 변경할 수 있다. 조명 설정 경우, 조명의 위치 설정과 주변광, 확산광, 반사광 등을 설정할 수 있다. 또한 상호작용 기법에 관한 것으로써, 마커 사이 거리의 임계값을 이용한 상호작용 기법 설정과 감각형 객체의 기울기를 이용한 상호작용 기법의 속성을 설정할 수 있다. 그림 5 (b) 는 TUI 를 이용하여 3D 모델의 크기 속성을 변경하는 것을 보여준다.

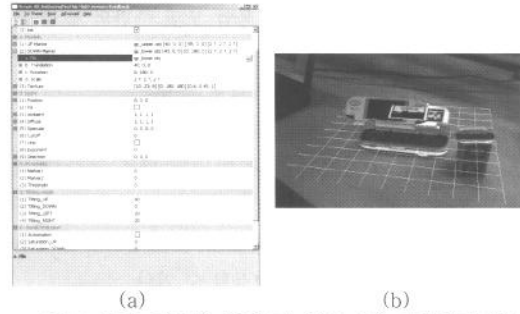


그림 5. 시각 피드백 설정 (a) GUI 기반 저작환경 (b) TUI 기반 저작 환경 (3D 모델 크기 변경)

4.4. 청각 피드백 설정

청각 피드백에 대한 저작의 경우, 시각 피드백 설정과 마찬가지로 설정파일을 불러오거나 저장할 수 있는 기능이 있다. 또한 여러 이벤트에 대한 음악 파일과 볼륨, 템포 및 방향성을 설정할 수 있다. 게임폰의 경우, 자동차 경주 게임에서 플레이어 자동차가 적 자동차 또는 벽과 충돌 했을 경우 그리고 어떠한 충돌이 없을 경우 각각에 대해 특수 효과음을 설정할 수 있다. 그림 5의 (b) 와 동일한 방법으로 TUI 기반 저작환경에서는 “ 조작 기능을 위한 감각형 객체” 를 목업모델 주변의 특정 위치에 놓아, 특수 효과음의 볼륨 크기와 각도를 설정한다.

4.5. 촉각 피드백 설정

설정파일을 불러오기/저장하기가 가능하고, 저작하고자 하는 이벤트에 따라서 진동 모듈의 제어 방법을 설정할 수 있다. 본 게임폰 프로토타이핑의 경우 청각 피드백 설정과 동일하게 총 네 가지의 이벤트가 존재한다. 저작할 수 있는 속성은 진동의 방향성과 강도 그리고 작동시간이다. GUI 저작환경뿐만 아니라, 그림 5의 (b) 와 같은 방법으로 TUI 기반 저작환경에서는 “ 조작 기능을 위한 감각형 객체” 을 목업모델의 특정 위치에 놓아, 진동모듈의 방향성과 강도를 설정할 수 있다.



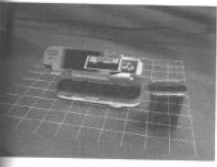
그림 6. 저작환경

5. 결론

본 논문은 AR을 이용한 게임폰의 프로토타이핑을 위한 저작환경을 소개한다. 이 저작환경은 게임폰의 저작자도 고려되었음을 취한다. 환경의 변경 시/청/촉각의 사용 제한만 아니라 인먼트 경우에도 향후 성능 평가적으로

참고문헌

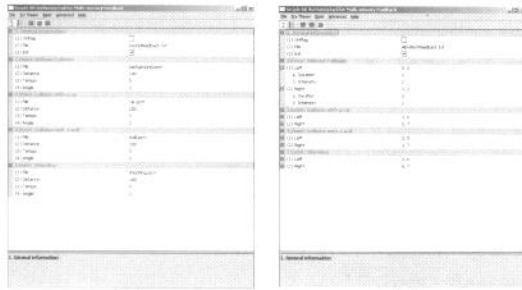
- [1] T.H. AR
- [2] Kli Ma pro
- [3] Wo Au Par
- [4] J.L. "O Au
- [5] B.M. "D Au 200



(b)
GUI 기반 저작환경 (b)
크기 변경

우, 시각 피드백 설정과 마
나 저장할 수 있는 기능이
음악 파일과 볼륨, 템포 및
폰의 경우, 자동차 경주 계
동차 또는 벽과 충돌 했을
을 경우 각각에 대해 특수
5의 (b)와 동일한 방법으
조각 기능을 위한 감각형
위치에 놓아, 특수 효과를

가 가능하고, 저작하고자
의 제어 방법을 설정할 수
경우 청각 피드백 설정과
존재한다. 저작할 수 있
도 그리고 작동시간이다.
5의 (b)와 같은 방법으로
작 기능을 위한 감각형 객
놓아, 진동모듈의 방향성



(a) (b)
그림 6. 청/촉각 피드백 설정 (a) GUI 기반 청각 피드백
저작환경 (b) GUI 기반 촉각 피드백 저작 환경

5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 증강현실 기반 제품 디자인환경에서 전자 제품의 프로토타이핑을 제작을 위한 저작 도구를 제안하였다. 이 저작도구는 하드웨어에 관한 전문적인 지식 없는 일반 저작자도 증강현실 기반 제품 디자인을 수행할 수 있도록 고려되었다. 기존의 GUI/TUI 기반의 저작도구들의 장점들을 취합하는 저작 기법들을 제안하였다. 또한 하드웨어의 변경에 유연하게 대응할 수 있는 저작 시스템 구조와 시/청/촉각 모듈에 대한 명시 파일을 이용하여 저작 도구의 사용자 인터페이스가 갱신 될 수 있도록 하였다.

제안된 저작 방법들은 전자 제품 프로토타이핑 저작뿐만 아니라 다감각 피드백을 사용할 수 있는 전시, 에듀테인먼트 콘텐츠와 같은 증강현실 어플리케이션의 저작의 경우에도 응용될 수 있다.

향후 연구로써 제안된 저작도구의 정량/정성적인 사용성 평가를 통하여, 어떤 작업이 어떤 저작 환경에서 효율적으로 수행될 수 있는지에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] T.Ha, Y.Kim, J.Ryu and W.Woo, "Enhancing Immersion in AR-based Product Design," ICAT, pp. 207-216, 2006.
- [2] Klinker, G., Dutoit, A.H. Bauer, M. Bayer, J. Novak, V. Matzke, D., "Fata Morgana - a presentation system for product design," ISMAR, pp. 76-85, 2002
- [3] Woonhun Lee, Jun Park "Augmented Foam: A Tangible Augmented Reality for Product Design," Woonhun Lee, Jun Park, ISMAR, pp. 106-109, 2005
- [4] J.Looser, R.Grasset, H.Seichter, M.Billinghurst, "OSGART: A Pragmatic Approach to MR," Industrial Augmented Reality Workshop, ISMAR, 2007
- [5] 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

- [6] G.Lee, C .Nelles, M.Billinghurst, G.Kim, "Immersive authoring of tangible augmented reality applications,"
- [7] VRmagic, http://www.vrmagic.com/index_e.html
- [8] ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/ARToolKit>
- [9] wxWidgets, <http://www.wxwidgets.org/>
- [10] OSGART, www.artoolworks.com/community/osgart