

촉감 사용자 인터페이스를 이용한 촉감 모델러

차종은, Ian Oakley, 김영미, 김종필, 이범찬, 서용원, 류제하
인간기계컴퓨터 인터페이스 연구실, 광주과학기술원
{gaecha, kym, lowtar, bclee, seoyw, ryu}@gist.ac.kr, ian@whereveriam.org

Haptic Modeler using Haptic User Interface

Jongun Cha, Ian Oakley, Yeongmi Kim, Jong-Phil Kim, Beom-Chan Lee,
Yongwon Seo, Jeha Ryu
Human-Machine-Computer Interface Lab., Department of Mechatronics,
Gwangju Institute of Science and Technology

요약

햅틱 분야는 디스플레이 되는 콘텐츠를 만질 수 있게 촉감을 제공함으로써 의학, 교육, 군사, 방송 분야 등에서 널리 연구되고 있다. 이미 의학 분야에서는 Reachin 社の 복강경 수술 훈련 소프트웨어와 같이 실제 수술 할 때와 같은 힘을 느끼면서 수술 과정을 훈련할 수 있는 제품이 상용화 되어 있다. 그러나 햅틱 분야가 사용자에게 시청각 정보와 더불어 추가적인 촉감을 제공함으로써 보다 실감 있고 자연스러운 상호작용을 제공하는 장점을 가진 것에 비해 아직은 일반 사용자들에게 생소한 분야다. 그 이유 중 하나로 촉감 상호작용이 가능한 콘텐츠의 부재를 들 수 있다. 일반적으로 촉감 콘텐츠는 컴퓨터 그래픽스 모델로 이루어져 있어 일반 그래픽 모델러를 사용하여 콘텐츠를 생성하나 촉감과 관련된 정보는 콘텐츠를 생성하고 나서 파일에 수작업으로 넣어주거나 각각의 어플리케이션마다 직접 프로그램을 해주어야 한다. 이는 그래픽 모델링과 촉감 모델링이 동시에 진행되지 않기 때문에 발생하는 문제로 촉감 콘텐츠를 만드는데 시간이 많이 소요되고 촉감 정보를 추가하는 작업이 직관적이지 못하다. 그래픽 모델링의 경우 눈으로 보면서 콘텐츠를 손으로 조작할 수 있으나 촉감 모델링의 경우 손으로 촉감을 느끼면서 동시에 조작도 해야 하기 때문에 이에 따른 인터페이스가 필요하다. 본 논문에서는 촉감 상호작용이 가능한 촉감 콘텐츠를 직관적으로 생성하고 조작할 수 있게 하는 촉감 모델러를 기술한다. 촉감 모델러에서 사용자는 3 자유도 촉감 장치를 사용하여 3 차원의 콘텐츠를 실시간으로 만져보면서 생성, 조작할 수 있고 촉감 사용자 인터페이스를 통해서 콘텐츠의 표면 촉감 특성을 직관적으로 편집할 수 있다. 촉감 사용자 인터페이스는 마우스로 조작하는 기존의 2 차원 그래픽 사용자 인터페이스와는 다르게 3 차원으로 구성되어 있고 촉감 장치로 조작할 수 있는 버튼, 라디오 버튼, 슬라이더, 조이스틱의 구성요소로 이루어져 있다. 사용자는 각각의 구성요소를 조작하여 콘텐츠의 표면 촉감 특성 값을 바꾸고 촉감 사용자 인터페이스의 한 부분을 만져 그 촉감을 실시간으로 느껴봄으로써 직관적으로 특성 값을 정할 수 있다. 또한, XML 기반의 파일 포맷을 제공함으로써 생성된 콘텐츠를 저장할 수 있고 저장된 콘텐츠를 불러오거나 다른 콘텐츠에 추가할 수 있다.

Keyword : Haptic user interface, UI, Haptic interaction, Modeler.

1. 서론

햅틱 분야는 디스플레이 되는 콘텐츠를 만질 수 있게 촉감을 제공함으로써 의학, 교육, 군사,

방송 분야 등에서 널리 연구되고 있다. 이미 의학 분야에서는 Reachin 社の 복강경 수술 훈련 소프트웨어와 같이 실제 할 때와 같은 힘을 느끼면서 수술 과정을 훈련할 수 있는 제품이 상용화 되어 있

다[1]. 그러나 햅틱 분야가 사용자에게 시청각 정보와 더불어 추가적인 촉감을 제공함으로써 보다 실감 있고 자연스러운 상호작용을 제공하는 장점을 가진 것에 비해 아직은 일반 사용자들에게 생소한 분야다. 그 이유 중 하나로 촉감 상호작용이 가능한 콘텐츠의 부재를 들 수 있다. 일반적으로 촉감 콘텐츠는 컴퓨터 그래픽스 모델로 이루어져 있어 일반 그래픽 모델러를 사용하여 콘텐츠를 생성하나 촉감과 관련된 정보는 콘텐츠를 생성하고 나서 파일에 수작업으로 넣어주거나 각각의 응용 프로그램마다 직접 프로그램을 해주어야 한다. 이는 그래픽 모델링과 촉감 모델링이 동시에 진행되지 않기 때문에 발생하는 문제로 촉감 콘텐츠를 만드는데 시간이 많이 소요되고 촉감 정보를 추가하는 작업이 직관적이지 못하다. 그래픽 모델링의 경우 눈으로 보면서 콘텐츠를 손으로 조작할 수 있으나 촉감 모델링의 경우 손으로 촉감을 느끼면서 동시에 조작도 해야 하기 때문에 이에 따른 인터페이스가 필요하다.

SenAble Technologies[2]에서 상용화한 FreeForm® Concept™과 ClayTools™에서는 3 차원 촉감장치를 사용하여 마우스 커서를 2 차원으로 제어하고 Windows 의 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI)를 그대로 사용하여 버튼을 누르거나 슬라이더를 움직이는 느낌을 제공한다. 그러나 이 응용 프로그램에서는 3 차원 촉감장치로 3 차원 가상 환경과 2 차원 GUI 를 조작해야 하기 때문에 자연스럽게 못한 인터페이스를 제공한다.

Tom Anderson[4, 5]은 특정한 응용프로그램에 사용할 수 있는 그래픽 촉감 사용자 인터페이스 (Graphical and haptic user interface : GHUI)를 손쉽게 생성하기 위한 프로그래밍 도구인 FGB (FLIGHT GHUI Builder)를 만들었다. GHUI 는 Windows 에서 사용되는 그래픽 사용자 인터페이스를 3 차원으로 만들어 사용자가 3 차원으로 조작 할 수 있게 한 인터페이스로써 3 차원의 대화 상자 안에 버튼, 슬라이더, 버튼 패널, 텍스트 등의 요소들을 응용프로그램에 맞게 배치하여 마우스가 아닌 3 차원 촉감장치로 조작할 수 있게 하였다. 이 프로그램은 이후에 Novint Technologies社에서 e-Touch API[5]로

상용화 하였고 상용 소프트웨어를 제작하는데 사용하고 있다. Reachin社에서 개발한 Reachin API 에서도 유사한 인터페이스를 사용하였다. 그러나 인터페이스는 단지 3 차원의 인터페이스를 제공하는 것으로써 가상환경의 촉감 특성을 편집하는 인터페이스는 고려하지 않았다.

본 논문에서는 촉감 상호작용이 가능한 촉감 콘텐츠를 직관적으로 생성하고 조작할 수 있게 하는 촉감 사용자 인터페이스(Haptic User Interface : HUI)를 사용한 촉감 모델러를 기술한다. 촉감 모델러에서 사용자는 3 자유도 촉감 장치를 사용하여 3 차원의 콘텐츠를 실시간으로 만져보면서 생성, 조작할 수 있고 촉감 사용자 인터페이스를 통해서 콘텐츠의 표면 촉감 특성을 직관적으로 편집할 수 있다. HUI 는 마우스로 조작하는 기존의 2 차원 그래픽 사용자 인터페이스와는 다르게 GHUI 와 같이 3 차원으로 구성되어 있고 촉감 장치로 조작할 수 있는 버튼, 라디오 버튼, 슬라이더, 조이스틱의 구성요소로 이루어져 있다. 사용자는 각각의 구성요소를 조작하여 콘텐츠의 표면 촉감 특성 값을 바꾸고 편집된 표면 촉감 특성 값을 반영한 HUI 의 한 부분을 만져 그 촉감을 실시간으로 느껴봄으로써 직관적으로 특성 값을 정할 수 있다. 또한, XML 기반의 파일 포맷을 제공함으로써 생성된 콘텐츠를 저장할 수 있고 저장된 콘텐츠를 불러오거나 다른 콘텐츠에 추가할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2 장에서는 촉감 콘텐츠를 제작할 수 있는 햅틱 모델러의 구조와 기능을 설명한다. 3 장에서는 직관적으로 촉감 특성을 편집할 수 있는 촉감 사용자 인터페이스를 소개하고 구성요소들을 설명한다. 마지막으로 4 장에는 결론 및 향후 연구계획을 기술하였다.

2. 햅틱 모델러 : Haptic Scene Builder

햅틱 모델러 (Haptic Scene Builder) 는 기본적으로 3 차원 화면(scene)을 로딩, 편집 하고 저장할 수 있는 기능을 제공한다. 이것은 두 가지 햅틱적 측면의 역할이 있는데 한가지는 햅틱 장치로 화면

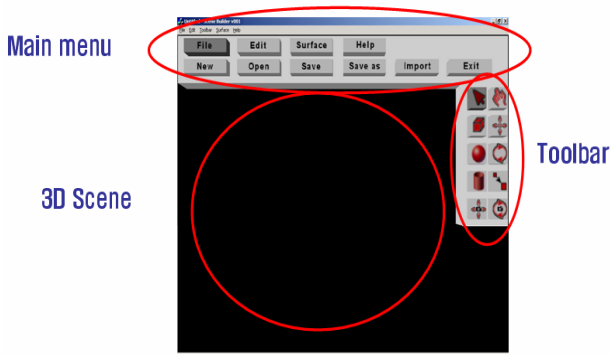


그림 1. 햅틱 모델러

을 직접 만져 볼 수 있게 하는 것이고 다른 하나는 3 차원 햅틱적으로 렌더링된 인터페이스를 통해 편집 등의 기능을 제어 할 수 있다는 것이다.

그림 1 에서 보는 바와 같이 햅틱 모델러는 메뉴, 툴 바, 그리고 3 차원 화면의 세가지 부분으로 크게 나뉘어진다. 그리고 두 가지의 제어 인터페이스가 제공되는데 첫 번째가 그림에서와 보이는 바와 같은 버튼 형식의 인터페이스 이다. 메뉴와 툴 바는 Escape 키를 누름으로써 사용하지 않을 수 있고 화면의 가장 자리에 위치해 있으며, 인터페이스의 기능은 각각의 버튼으로 구성되어 있다. 버튼이 눌러지면 그에 해당하는 메시지가 발생하며, 버튼은 active 모드로 변환되고 강조하기 위해 색은 짙은 색으로 바뀐다. 두 번째 인터페이스 형식은 첫 번째의 인터페이스의 기능과 중복이 되나 화면의 위에 위치하며 메뉴를 내리는 전형적인 사용자 인터페이스를 제공하여 햅틱 모델러를 처음 사용하지만 다른 사용자 인터페이스에 익숙한 사용자들에게 친숙함을 줄 수 있다.

햅틱 모델러는 데스크톱 컴퓨터에서 주로 사용되고 있는 선택 인터페이스 방법론을 사용한다. 그래서 3 차원 화면의 객체는 선택되면 바운딩 박스로 표시가 되며, parents 와 child 객체의 화면 구조(scene hierarchy) 도 제공 하기 때문에 선택적인 인터페이스 방법론을 사용하여 객체에 다른 객체를 child 처럼 추가 할 수 있다.

2-1 메뉴 인터페이스



그림 2 메인 메뉴의 File

메인 메뉴는 File, Edit, Surface, Help 의 4 개 부메뉴를 가지고 있다. 그 중 File 메뉴는 파일 저장으로부터 화면을 변환하는데 초점을 맞춘 6 개의 기능을 제공한다. 각각의 기능은 New, Open, Save, Save as, Import, Exit 이며 그림 2 에서 나타낸다.



그림 3 메인 메뉴의 Edit

그림 3 에서 보여지는 편집 메뉴는 화면의 객체를 조작하기 위한 6 가지의 기능을 제공한다.

- Copy(복사): 현재 선택된 객체와 객체의 children 까지 클립보드로 복사한다.
- Cut(잘라내기): 현재 선택된 객체와 객체의 children 를 포함하여 클립보드로 복사하고 그것들은 모두 화면에서 삭제한다.
- Paste(붙여넣기): 화면의 클립 보드에 있는 내용을 복사한다.
- Delete(삭제): 화면의 객체와 객체의 children 까지 삭제한다.
- Copy M(aterial): 선택된 객체의 물성 치를 클립보드에 복사한다.
- Paste M(aterial): 화면의 클립 보드에 있는 객체의 물성 치를 클립보드에 붙여 넣는다.

2-2 툴 바 인터페이스

그림 4 는 햅틱 모델러의 툴 바를 나타낸다. 툴 바는 열 가지의 기능을 포함하고 있으며, 각각의 기능은 아래와 같다.

- Select(선택): 이 모드는 사용자가 커서를 화면에 움직이게 하고 만짐으로써 화면의 객체를 선택하게 하고, 객체가 선택되었을 때 바운딩 박스가 표시된다. 그리고 이 바운딩 박스는 모든 child 객체를 포함한다. 객체의

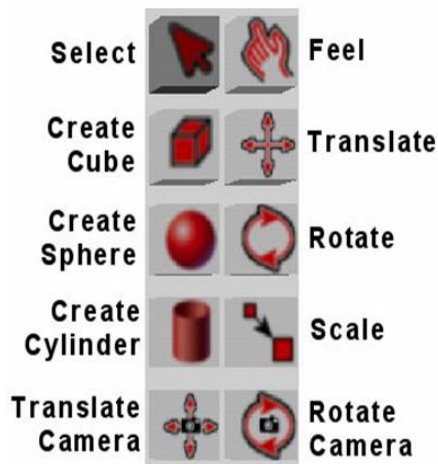


그림 4. 툴 바 인터페이스

선택은 객체로부터 커서가 멀어질 때까지 유지된다.

- **Feel(느낌):** 이 모드는 현재 설정되어있는 다른 모드를 해제하고 사용자에게 햅틱적이고 수동적인 exploring 을 하게 한다.
- **Creat Cube(큐브생성):** 이 모드가 한 번 선택되고 사용자가 커서를 드래그 하면 큐브가 생성 된다. 만약 생성이 되는 순간에 다른 객체가 선택이 되어 있으면 생성된 큐브는 그 객체의 child 가 된다. 큐브의 생성 후 모드가 여전히 실행되고 있기 때문에 모드를 해제 하지 않는 한 두 번째 큐브의 생성이 가능하다. 이때 만들어진 큐브는 이전 것의 child 가 된다.
- **Creat Sphere(구 생성):** 큐브 생성과 비슷한 기능을 가지고 있으며 큐브 대신 구가 생성 된다.
- **Creat Cylinder(실린더 생성):** 큐브 생성과 비슷한 기능을 가지고 있으며 큐브 대신 실린더가 생성된다.
- **Translate(병진):** 이 모드는 사용자가 객체를 이동 시킬 수 있게 한다. 이 모드가 초기화될 때 최근에 선택된 객체는 해제가 된다. 객체의 병진 이동은 햅틱 장치를 움직임으로써 제어되고 객체의 child 도 함께 병진 이동을 한다.
- **Rotate(회전):** translation 과 기능은 같으나 객

체 회전이 일어난다.

- **Scale(크기):** translation 과 기능은 같으나 객체의 크기가 변한다.
- **Translate Camera(병진 카메라):** 이 모드에서 객체는 선택되지 않는다. 커서를 내리거나 올리는 이벤트를 통해 활성화거나 비활성화된다. 활성화 되었을 때 카메라의 위치는 햅틱 장치를 움직임으로써 제어가 되고, 카메라의 이동속도는 햅틱 장치의 현재 위치와 초기화된 위치 사이의 거리에 따라 달라진다.
- **Rotate Camera(회전 카메라):** Translate Camera 와 기능은 비슷하나 카메라 회전이 일어난다.

2-3 파일 포맷

햅틱 모델러의 포맷 또한 중요한 의미를 가진다. 근본적인 햅틱 모델러의 개념은 파일명을 통해 로드되고 저장되고, 이것은 3 차원 화면의 복잡성을 을 단순한 인터페이스로 제공하는 것 같은 방식으로 접근한다. 그리고 3 차원 파일 포맷의 복잡 함 없이 3 차원 객체의 물질 정보를 추가 할 수 있다. 햅틱 모델러의 파일 포맷은 XML 과 호환성이 있으며, 각각의 태그는 데이터 타입에 따라오는 구별 자를 제시한다.

3. 촉감 사용자 인터페이스

3-1 HUI (Haptic User Interface)

사용자 인터페이스(User Interface)란 일반 사용자들이 컴퓨터 시스템 또는 프로그램에서 데이터 입력이나 동작을 제어하기 위하여 사용하는 명령어 또는 기법을 말한다. 사용자가 컴퓨터나 프로그램과 의사소통을 하고 쉽고 편리하게 사용할 수 있도록 하는 것이 목적이다. 윈도우에서는 동작의 목록을 아이콘이나 메뉴로 보여주고 사용자가 마우스로 작업이 수행되는 방식인 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 채택했다. 그림을 이용한 의사소

통 방법을 제공하는 GUI 는 인간공학적으로 보다 만족스럽고, 사용자 편의를 더 강조한 인터페이스이다

HUI(Haptic User Interface, 촉감 사용자 인터페이스)는 햅틱을 통해 사용자와 컴퓨터간 인터페이스를 구현하는 것이다. 즉 햅틱을 이용하여 의사소통 방법을 제공하는 것이다. 햅틱 기술이 발달하게 됨에 따라 HUI 에 대한 관심 또한 증가하고 있다.

햅틱 모델러에서의 HUI 는 그림 중에 메인 메뉴의 Surface 가 해당한다. 기존의 상용화된 FreeForm® Concept™과 ClayTools™에서는 모델을 구현한 다음에 Surface 특성을 바꾸기 위하여 마우스나 키보드를 이용하였다. 이와 같은 방법은 단순히 시행 착오방법을 거쳐서 모델의 적절한 표면 성질은 만드는데 사용되었다. 하지만, 촉감 모델러는 촉감 장치를 이용하여 미리 표면 성질을 느껴 보고 결정함으로써, 촉감 모델을 만드는데 편리하고 효과적이다.



그림 5. 메인 메뉴의 Surface

그림 5 에서와 같이 Surface 라는 메뉴에는 다시 3 가지의 항목이 있으며, 그 항목들은 각각 Stiffness, Friction, H-texture 등이 있다. HUI 를 이용하여 선택한 모델의 표면 특성 편집할 수 있다.

Haptic Textures 는 현재 API 수준으로 구현이

되지 않았고, 향후 연구에서 이 부분을 보강 할 것이다. Stiffness 를 조정 할 때는 기존 방법과는 달리 햅틱 기기를 이용하여 슬라이더를 왼쪽 또는 오른쪽으로 움직임으로서 조정할 수 있으며, 슬라이더를 움직이면서 그 위치의 Stiffness 를 직접 느껴볼 수 있다. OK 이 버튼을 누르면 그때 슬라이더 위치의 Stiffness 값이 모델이 적용이 된다. Static and Dynamic Friction 을 조정할 때는 Stiffness 와 거의 흡사하며, Static Friction 과 Dynamic Friction 두 가지 슬라이더로 조정할 수 있고, OK 버튼을 누르면 그때 슬라이더 위치의 특성 값이 모델에 적용된다.

이와 같이 모델 특성을 바꾸는 경우에는 촉감장치를 이용하여 직접 슬라이더를 움직여서 물체의 특성을 직접 느껴본 다음에, 모델에 적용함으로써 기존의 시스템처럼 시행 착오를 겪지 않고, 시간을 단축하면서, 효과 적이고, 편리하게 햅틱 모델링을 할 수 있다.

3-2 HUI Editor

촉감 모델러 안에 그림 7 과 같이 HUI 의 리소스를 편집하여 사용자가 보다 쉽게 표면 특성을 편집할 수 있는 인터페이스를 개발하였다.

HUI builder 는 단지 사각형 모양의 창만 지원하는 2 차원 평면 응용 프로그램의 형태를 지니고 있다. 메뉴에는 선택 할 수 있는 도구들이 있고, 7 가지의 물체를 만들 수 있다.

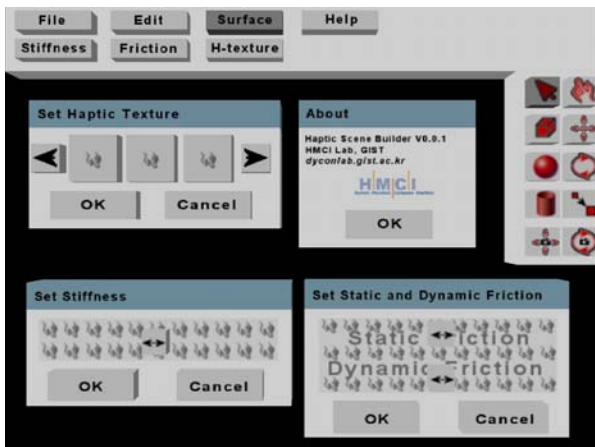


그림 6. 촉감 사용자 인터페이스

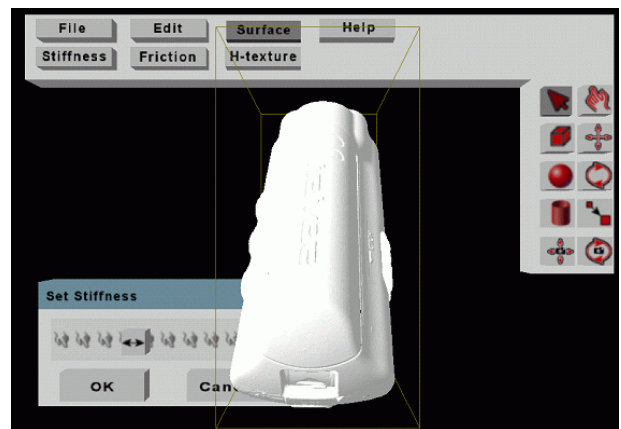


그림 7. HUI 사용 예

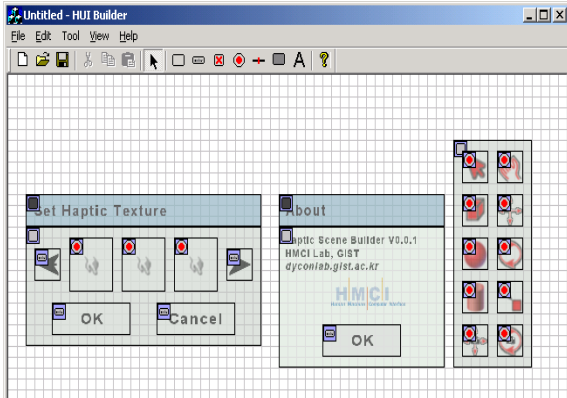


그림 9. HUI Editor

그림 8 과 같이 메뉴의 왼쪽에서 오른쪽 순서로 살펴 보면, 프레임, 버튼, 체크 버튼, 라디오 버튼, 슬라이더, 블록 그리고 텍스트들의 메뉴가 있다. 마우스를 클릭하고 적당한 거리와 위치에 놓으므로 해서 물체를 만들 수 있다. 이 박스들은 경계를 클릭함으로써 선택이 된다. 선택이 되면 마우스를 드래그하면서 위치를 옮길 수 있고, 크기도 조절 가능하다.

이처럼 HUI Editor 를 통하여 만들어진 박스들은 촉감 모델러에서, 물체의 촉감 특성을 바꾸는 역할을 하는 특별한 테스트 장소로 사용된다.

4. 결론 및 향후 연구 계획

본 연구는 그래픽 모델링과 촉감 모델링을 동



그림 8 시스템 구현

시에 작업할 수 있는 촉감 모델러를 개발 하였다. 이 모델러로 인하여 촉감 콘텐츠를 제작 하는데 편리하며 효율적이다. 촉감 모델러에서 3 자유도 촉감 장치를 사용하여 촉감 사용자 인터페이스 (Haptic User Interface)를 사용함으로써 3 차원의 콘텐츠를 실시간으로 만져 보면서 생성, 조작을 가능하게 하고, 촉감 특성을 직관적으로 편집할 수 있게 하였다.

향후 연구 과제로서는 버튼과 슬라이더에 사용된 동역학과 최대 그래픽 렌더링을 지원케 할 수 있도록 개선해야 하고, 3 차원 장면의 물체들의 위치에 대한 한계도 정의해야 한다. 마지막으로 물체를 조작하는데 있어서 촉감 신호 또한 개발해야 한다.

감사의 글

본 연구는 광주과학기술원 실감방송연구센터 (RBRC) 및 차세대 PC 산업 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

- [1] Reachin Technologies AB, www.reachin.se
- [2] SenAble Technologies, Inc., www.sensable.com
- [3] T. Anderson, "FLIGHT : A 3D Human-Computer Interface and Application Development Environment," Proc. Second PHANToM Users Group Workshop, pp. 51-55, Massachusetts, USA, Oct. 19-22, 1997.
- [4] T. Anderson, "FGB : A Graphical and Haptic User Interface For Creating Graphical, Haptic User Interfaces," Proc. Forth PHANToM Users Group Workshop, pp. 48-51, Massachusetts, USA, Oct. 9-12, 1999.