

# 햅틱 상호작용을 제공하는 가상 전시공간 개발

유용희<sup>o</sup> 성미영

인천대학교 컴퓨터 공학과

yhinfuture@incheon.ac.kr, mysung@incheon.ac.kr

## Development of A Haptic Interactive Virtual Exhibition Space

Yonghee You<sup>o</sup> Mee Young Sung

Department of Computer Science & Engineering, University of Incheon

### 1. 햅틱 가상 전시공간

본 논문에서는 촉각 상호작용이 가능한 가상 전시공간을 제안한다. 제안하는 가상 전시공간은 3차원공간에서 3D 객체로 표현된 전시물들을 관람하고 전시물에 대한 정보를 습득할 수 있을 뿐 아니라 촉감을 통해서도 전시물을 체험할 수 있다[1][2]. 그림 1에서 볼 수 있듯이 HMD와 햅틱 장치를 착용한 사용자가 햅틱 가상 전시공간에 몰입하여 다양한 작품들을 감상하며 그에 대한 지식을 습득한다. 네트워크를 통하여 다른 사용자와 의견을 교환할 수도 있고 햅틱 드럼과 햅틱 피아노를 즐기며 전시물에 대한 흥미를 증가시킬 수 있다. 또한 햅틱 장치를 통해 작품의 촉감을 느낄 수 있어 작품의 실감을 높여준다.

햅틱 가상 전시공간의 개발을 위해서는 그림 2와 같이 다양한 구성요소들이 요구된다. 햅틱장치와 원격 사용자를 연결시키는 Interface는 Network Module과 Haptic Interface Module로 구성되어 있다. Network module는 햅틱 가상 전시공간에서 햅틱 장치의 좌표와 이벤트, 아바타의 상태정보, 유저 위치정보, 채팅메시지 등의 데이터를 전송하는데 사용된다. Haptic Interface Module은 햅틱 장치와 통신을 하며 실시간으로 햅틱 장치의 좌표 및 버튼 클릭 이벤트를 수신한다. 본 연구에서는 SensAble사의 PHANToM Omni 햅틱 장치를 사용하였다. 네트워크 전송은 클라이언트-서버 모델에 기반하며, 햅틱 데이터는 1KHz, 그래픽 데이터는 30Hz의 주기로 전송된다.

햅틱 가상 전시공간의 햅틱 렌더링과 그래픽 렌더링을 담당하는 Renderer는 OpenGL 라이브러리를 기반으로 구현된 Graphics Rendering Module과 Openhaptics를 사용하는 Haptic Rendering Module를 포함한다. Haptic Rendering Module는 3D객체의 재질감을 사실적으로 지원하는 기능과 Spring-Damper방식을 통해 힘 피드백을 제공하는 기능을 가진다. Graphics Rendering Module은 User Management Module의 유저의 현재 상태와 그에 따른 모델, 아바타, 전시공간 등에 대한 그래픽 렌더링을 실시한다.

햅틱 가상 전시공간에서 사용되는 모든 데이터들은 Resource에서 저장되고 관리되어진다. 그중 User Management Module은 다자간 상호작용을 위한 전시공간 구현을 위해 원격 사용자들의 정보를 저장하고 관리한다. Sound Module은 MSDN 라이브러리인 MCI를 사용하여 Exhibition Module에서 사용되는 배경음악과 Amusement Module에서 사용되는 각종 음원들을 로드하고 재생한다. Model Resource Module은

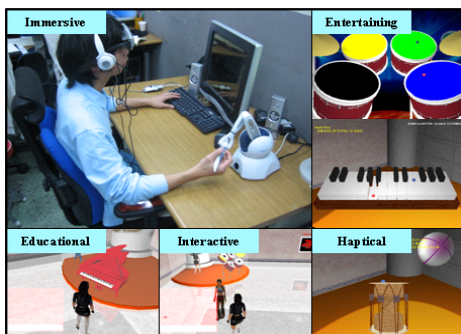


그림 1. 햅틱 가상 전시공간 개요도

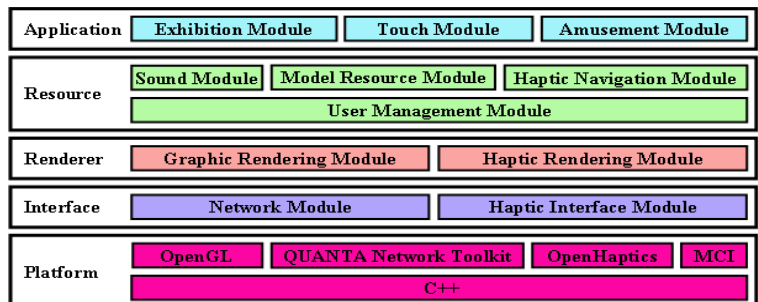


그림 2. 햅틱 가상 전시공간 구성요소

• 본 연구는 교육인적자원부 2단계 BK21 사업, 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI05-03-01)의 지원으로 수행되었음.

두 가지 종류의 모델을 지원한다. 하나는 전시물들의 3DS 모델이고 다른 하나는 사용자를 나타내는 아바타를 표현하기 위한 MD3 모델이다. Model Resource Module는 그래픽 데이터뿐만 아니라 햅틱 렌더링에 필요한 재질데이터(Stiffness, Damping, Static Friction, Dynamic Friction)를 함께 포함하여 햅틱 렌더링 시 다양한 재질감을 제공할 수 있도록 한다. Wood, Rock, Glass, Fur, Leather 등의 재질을 나타내는 재질데이터들이 본 가상 전시공간에서 제공된다. Haptic Navigation Module은 햅틱 장치를 사용하는 가상 환경에서 사용자가 마우스, 키보드 그리고 햅틱 장치 등 인터페이스들을 번갈아 가며 사용하는 과정에서 몰입감이 반감되는 것을 보완하기 위해 사용된다. Haptic Navigation Module을 이용하여 사용자는 힘피드백을 제공 받으며 3D 환경을 이동할 수 있다.

위에 설명된 구성요소들을 바탕으로 햅틱 가상 전시공간은 3가지 종류의 응용을 지원한다. Exhibition Module은 유저에게 다양한 3D Walk-through World of VRML[3]과 같은 가상 전시환경을 제공한다. 3D 공간을 이동하며 관심 있는 전시물을 관람하는 것은 같지만 평면위주로 제작된 VRML의 전시물과는 달리 3D모델로 제공되는 전시물을 시점의 이동을 통하여 사방에서 관람이 가능하게 구성되어 있다. Touch Module은 사용자가 선택한 전시물에 대한 그래픽뿐만 아니라 햅틱 렌더링을 동시에 제공한다. 이는 대상 전시물을 회전시키고 크기를 변경할 수 있는 인터페이스도 포함하여 사용자로 하여금 전시물을 촉감으로 감상할 수 있게 한다. Amusement Module은 Haptic Piano와 Haptic Drum으로 구성되어 있으며 전시물과 사용자 그리고 사용자와 사용자의 상호작용을 제공한다. 사용자는 햅틱 포인터를 조작함으로써 피아노와 드럼을 연주할 수 있다. 햅틱 포인터와의 충돌이 감출된 경우 Haptic Piano와 Haptic Drum은 그에 맞는 음원을 제공하며 충돌된 그래픽 객체는 적절한 반응을 한다. 피아노의 경우 건반의 움직임 그리고 드럼의 경우 드럼 북의 색 변화로 반응한다. 또한 다자간 네트워크를 지원하여 음악의 협주 역시 가능하다.

## 2. 실험 및 결론

본 논문에서 제안하는 햅틱 가상 전시공간의 효율성 및 필요성 그리고 문제점을 파악하기 위해 컴퓨터 게임에 익숙한 대학생 20명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 내용은 기존기술로 작성된 가상 전시공간과 햅틱 가상 전시공간을 비교하는 것으로, ① Pseudo-3D World of QTVR(QuickTime Virtual Reality)[3], ② 3D Walk-through World of VRML(Virtual Reality Mark-up Language), ③ 본 연구에서 구현한 가상 전시공간에서 햅틱 기능을 제외한 경우, 그리고 ④ 본 연구에서 구현한 햅틱 가상 전시공간에 대하여 몰입감, 사실감, 오락성, 적합성, 이동의 효율성 그리고 상호작용의 정도를 평가하는 설문조사를 실시하였다. 더불어 햅틱 장치를 통해 나타낼 수 있는 재질감을 비교하기 위하여 Wood, Rock, Glass, Fur, Leather의 실재감을 평가하였다. 설문조사를 통해 얻어진 결과로는 본 연구에서 제안하는 햅틱 가상 전시공간이 몰입감, 사실감, 오락성, 전시공간으로서의 적합성 그리고 상호작용 정도에서 기존 방법들보다 높은 점수를 받아 햅틱 가상 전시공간의 필요성을 확인하였다. 이동의 효율성에서는 햅틱 가상 전시공간이 VRML 시스템에 비해 낮은 점수를 얻었는데 이는 설문 대상자들이 햅틱 장치를 사용하는데 익숙하지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 재질의 실재감을 파악하기 위해 실시한 설문조사에서는 매끄러운 재질을 가지는 Glass와 Wood가 높은 실재감을 나타낸다고 응답하였고, Leather, Fur, Rock에 대해서는 상대적으로 낮은 점수를 부여하였다. 이 실험의 결과, SensAble사의 PHANToM Omni 햅틱 장치를 사용하는 햅틱 렌더링은 어느 정도 수준 이상의 섬세한 재질을 표현하기에는 부족한 것으로 판단되었다. 이러한 설문평가를 통하여, 본 연구에서 제안하는 햅틱 가상 전시공간은 현존하는 QTVR, VRML시스템들에 비해 향상된 몰입감, 사실감, 오락성 그리고 상호작용을 제공하므로 가상 전시공간 제작에 적합한 방법임을 증명하였다. 향후에는 본 논문에서 도출된 햅틱 장치를 사용한 화면이동 방식을 개선하여 초보자도 쉽게 사용할 수 있는 햅틱 내비게이션을 개발하는 것과 다양한 재질 표현을 위한 햅틱 렌더링 기법을 개발하는데 중점을 두어 연구를 진행할 것이다. 또한 전시 공간을 효율적으로 구성하는 방법에 대한 연구도 동시에 진행될 것이다.

## 참고문헌

- [1] Margaret L. McLaughlin et al. "The Haptic Museum", in Proc. EVA2000, 2000
- [2] Toshio Asano et al. "Surveys of Exhibition Planners and Visitors about a Distributed Haptic Museum", in Proc. ACE 2005, pp 246-249, 2005
- [3] Narushige Shiode et al. "Utilising the Spatial Features of Cyberspace for Generating a Dynamic Museum Environment", Proceedings of the fourth symposium on Virtual reality modeling language, vol. 4, pp 71-78, 1999