

반몰입 가상환경에서 시점에 따른 건물의 입체 가시화

이선민^a, 최수미^b, 김명희^{ab}

^a이화여자대학교 컴퓨터학과

^b이화여자대학교 컴퓨터 그래픽스/가상현실 연구센터

{blue, choism, mhkim}@mm.ewha.ac.kr

A Viewpoint Dependent Stereoscopic Display of a Building Within Semi-Immersive Virtual Environments

Seon-Min Rhee^a, Soo-Mi Choi^b, Myoung-Hee Kim^{ab}

^aDepartment of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

^bCenter for Computer Graphics and Virtual Reality, Ewha Womans University

요 약

본 논문에서는 수평형 프로젝션 시스템인 상호작용형 워크벤치와 수직형 프로젝션 시스템인 프로젝션 월을 기반으로 하는 반몰입 가상환경을 구축하고 이를 기반으로 사용자의 시점에 따라 변하는 건물 모델을 입체적으로 가시화 하는 방법을 제시한다. 상호작용형 워크벤치는 일반적인 수직 디스플레이와 달리 수평면/경사면 디스플레이가 가능하고, 프로젝션 월은 넓은 디스플레이 환경을 제공하므로 소규모의 공동작업에 용이하며 두 시스템 모두 반몰입감을 제공한다는 장점이 있다. 본 논문에서는 이러한 환경에서 주사용자의 위치와 시점 변화에 따라 달라지는 건물 모델을 실제 배경 영상과 합성한 결과를 제시한다.

1. 서론

가상현실(virtual reality: VR)은, 컴퓨터가 만들어진 가상세계에서 사용자가 느낄 수 있는 몰입감의 정도에 따라 몰입형(immersive), 반몰입형(semi-immersive), 비몰입형(non-immersive)으로 나누어 볼 수 있다[1]. HMD(head mounted display), CAVE 등의 장비를 이용하여 구축하는 몰입형 VR 은 사용자들 외부세계로부터 완전히 차단시키고 가상세계만을 인식하도록 함으로써 가상세계에 완전히 몰입할 수 있도록 한다. 비몰입형 VR 은 컴퓨터 모니터와 같은 디스플레이 장치를 통해서 가상세계를 관찰하는 형태이다. 반몰입형 VR 은 가상세계로 완전히 몰입하는 것이 아니라 사용자로 하여금 실제세계와 차단되지 않은 상태에서 실제세계와 가상세계를 동시에 느낄 수 있도록 해주는 형태이다. 반몰입형 VR 을 구축하기 위한 디바이스는 상호작용형 워크벤치(reponsive workbench), 프로젝션 월(projection wall)등이 있다. 반몰입형 VR 은 보다 저렴한 비용으로 효율적인 가상공간을 구축할 수 있으며, 실제세계와 가상세계를 동시에 혼합하여 현실감을 증진시키는 증강현실 분야에도 유용하게 사용될 수 있다[6].

본 논문은 정보통신부 정보통신연구센터 육성·지원 사업, 한국과학재단 가상현실연구센터 사업의 지원으로 수행하였습니다.

본 논문에서는 수평형 프로젝션 시스템인 상호작용형 워크벤치와 수직형 프로젝션 시스템인 프로젝션 월을 이용하여 구축한 반몰입 VR 환경과 이러한 환경에서 주사용자의 위치와 시점 변화에 따라 달라지는 건물 모델을 실제 배경 영상과 합성하여 보여준다.

2. 프로젝션 시스템을 이용한 VR 의 특징

반몰입형 VR 은 상호작용형 워크벤치나 프로젝션 월과 같은 프로젝션 시스템을 이용하여 구축하는 경우가 대부분이다. 뿐만 아니라 프로젝션 시스템은 표 1 과 같이 몰입형 VR 을 구축하기 위해서도 다양하게 이용 되어지고 있다.

표 1. 프로젝션 시스템을 이용한 반몰입/몰입형 VR

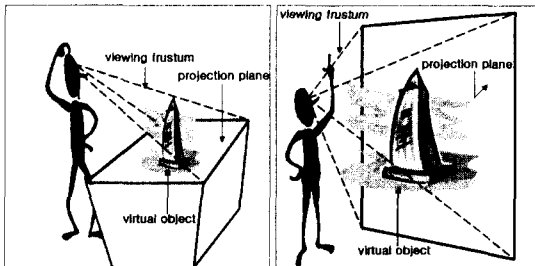
몰입감에 따른 분류	사 용 시 스템
반몰입형 VR	· 상호작용형 워크벤치(1면/ 2면) · 프로젝션 월
몰입형 VR	· CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) · RAVE(Real And Virtual Environment) · Cylindric Projection · Dome

프로젝션 시스템을 이용한 VR은 넓은 디스플레이 환경을 제공하기 때문에 공동 작업이 용이하다. 다수의 사용자가 하나의 프로젝션 시스템을 이용하여 서로 의사소통 하면서 공동 작업을 수행하는 face to face VR 뿐만 아니라 네트워크를 통하여 원격으로 진행되는 remote VR도 가능하기 때문에 소규모 그룹의 공동 작업에 효과적으로 사용될 수 있다.

또한 인간이 디바이스의 크기나 형태에 맞춰서 가상객체와의 상호작용을 했던 경우와 달리, 프로젝션 시스템을 기반으로 하는 VR에서는 일상세계에서와 비슷한 동작으로 가상세계와 상호 작용을 할 수 있기 때문에 사용자 동작에 대한 제약을 줄임으로써 인간 중심의 인터랙션이 가능하다.

특히 최근에 개발된 테이블 형태의 상호작용형 워크벤치는 전형적으로 수평 공간 상에서 이루어지던 많은 작업들을 자연스럽게 가상공간으로 옮겨올 수 있는 가능성을 제공하였다.

본 연구에서 반몰입형 VR을 구축하기 위하여 이용한 상호작용형 워크벤치와 프로젝션 월의 뷰잉 프러스텀(viewing frustum)을 살펴보면 그림 1과 같다. 상호작용형 워크벤치는 테이블 형태의 디스플레이 방식이므로 위에서 내려다 보는 경우에 적합하며, 프로젝션 월은 수직 형태의 디스플레이 방식이므로 앞에서 보는 형태의 모습을 보여줄 때 유용하게 쓰일 수 있다. 이러한 공간 상에서 사용자와 가상객체가 보다 효율적으로 상호 작용을 수행하기 위하여 이에 적합한 트래킹 및 사용자 인터랙션 방법이 적용되어야 한다[2][5].



(a) 상호작용형 워크벤치 (b) 프로젝션 월

그림 1. 뷰잉 프러스텀

3. 반몰입형 VR 환경 구축

수평형 프로젝션 시스템인 상호작용형 워크벤치는 BARCO사의 Baron projection table[7]을 사용하였다. 프로젝션 스크린의 대각선 크기는 67 inch (가로 x 세로 : 1610x1580 mm)이고, 스크린 표면까지의 높이는 1300 mm이다. 스크린의 경사도는 풋패달에 의해 0°-45°까지 조절 가능하다.

수직형 프로젝션 시스템인 프로젝션 월은 BARCO사의 제품을 사용하였으며(후방 투사형, 액티브 스테레오 모드) 프로젝션 스크린의 크기는 2.4m x 1.8m이다.

사용자의 위치를 추적하고 이를 반영하여 건물을 디스플레이 하기 위하여 본 연구에서는 비전 기반 트래킹 방식을 사용하였다. 두 개의 비디오 카메라 옆에 두 개의 적외선 소스(파장 940 nm)를 각각 설치하여 반사되는 랜드마크의 위치를 추적한다. 랜드마크는 사용자의 헤드 트래킹을 위해 스테레오 글래스에 부착된다. 트래킹을 위한 툴킷으로는 Squint[3]를 사용하였으며 스테레오 글래스는 NuVision의 active shutter glasses를 사용하였다. 비디오 카메라는 Sony사의 XC55를 wide-angle 렌즈와 함께 사용하고, 가시광선을 차단하기 위해서 적외선 필터(약 750 nm에서 차단)를 사용하였다.

비디오 캡처를 위해서는 Metrox사의 Meteor2-MC/4 frame-grabber를 트래킹 서버에 장착하였다. 이 PCI-board는 프로그래시브 스캔 카메라(progressive scan camera)로부터 스테레오 영상을 획득하기 위해 개발되었다.

상호작용형 워크벤치를 위한 렌더링 서버는 SGI Octane을 사용하였으며 splitting box를 통하여 렌더링 결과를 컴퓨터 모니터와 워크벤치에 동시에 보여질 수 있도록 하였고 프로젝션 월을 위한 렌더링 서버는 SGI Workstation(1GB Hz - dual processor, 1GB Ram)을 사용하였다. 렌더링을 위한 툴킷으로는 avalon[4]을 사용하였다. avalon은 ISO/IEC 14772에 의해 표준으로 지정된 VRML97에 정의된 모든 노드들을 사용할 수 있도록 해 줄 뿐만 아니라 새로운 노드를 정의하거나 기존 노드에 새로운 필드와 이벤트를 추가함으로써 그 기능을 확장할 수 있도록 설계된 툴킷이다. 따라서 상호작용형 워크벤치와 프로젝션 월에 적합한 새로운 형태의 인터랙션과 그에 따른 렌더링 효과를 추가할 수 있다.

그림 2는 상호작용형 워크벤치와 비디오 인터랙션을 위한 장비들의 연결도와 주사용자의 위치가 카메라에 의해 추적되고 있는 장면을 보여준다.

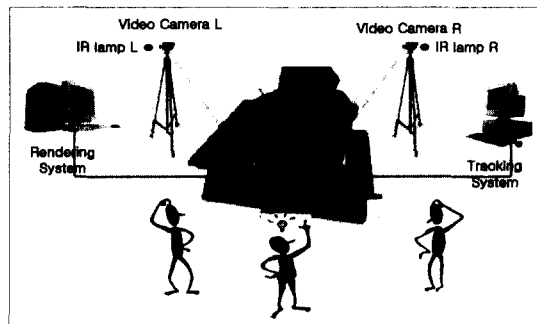


그림 2. 상호작용형 워크벤치를 이용한 VR 시스템 구성도

4. 실제 배경 영상과 건물 모델의 합성

가상공간상에서 사용자와 가상객체들의 상호작용에 따른 변화를 실시간으로 반영하고 이를 렌더링하기 위해서는 고성능의 렌더링 시스템을 필요로 한다. 그러나 3 차원 객체의 데이터양이 방대해졌을 경우, 사용자와의 상호작용에 따른 빈번한 변화를 재계산하여 렌더링 하기에는 여전히 오랜 시간이 소요되기 때문에 현실감이 떨어질 수 밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 사용자와의 인터랙션이 행해지지 않고 먼 거리에 있기 때문에 중요하지 않은 배경 영상은 실영상인 위성 영상으로 대체하고, 주요 건물은 삼차원 스캐너(CyRax)를 이용하여 모델을 생성하고 이를 합성하여 보여주었다. 이와 같은 방법을 이용하면, 가상객체뿐만 아니라 실제 사진을 보여줌으로써 가상객체만으로 이루어진 가상공간보다 더 현실감 있는 가상공간을 구축할 수 있다.

그림 3 은 명동성당 모델[8]에 샘플 위성영상의 혼합과정을 보여준다. 그림 4 는 주사용자의 시점 및 위치변화에 따라 상호작용형 워크벤치상에서 다르게 보여주는 결과 영상들이며 그림 5 는 반몰입형 VR 환경에서 여러 사용자가 공동 작업을 진행하고 있는 장면이다.

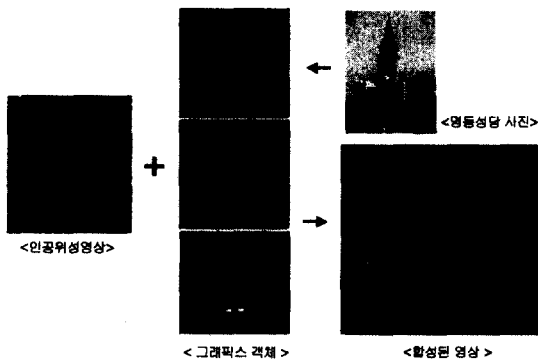


그림 3. 위성영상과 그래픽스 객체들의 혼합과정



그림 4. 주사용자 시점 및 위치 변화에 따른 상호작용형 워크벤치상에서의 결과 영상



(a) 상호작용형 워크벤치 (b) 프로젝트션 월

그림 5. 반몰입형 VR 환경에서의 공동작업

5. 결론

본 연구에서는 상호작용형 워크벤치와 프로젝트션 월을 이용한 반몰입형 VR 을 구축하기 위한 방법을 제시하였다. 제시된 VR 환경에서 주사용자의 위치는 비전 기반 트래킹 시스템에 의하여 추적되며 건물 모델을 실제 배경 영상과 합성하여 주사용자의 위치에 따라 다양한 각도에서 관찰할 수 있도록 하였다.

향후 연구로는 상호작용형 워크벤치와 프로젝트션 월의 장점을 각각 살려서 각 특성에 맞는 인터랙션 방법을 개발하여 확장하고 이를 건축물 모델링 분야에 적용시켜 가상공간 안에서 일반인들도 쉽게 참여할 수 있는 건축 모델링 시스템을 구축할 예정이다.

참고 문헌

- [1] C. Hand, "A Survey of 3D Interaction Techniques," *Proc. of EUROGRAPHICS'95*, vol. 16, no. 5, pp. 269-281, 1997.
- [2] O. Bimber, L. M. Encarnacao and D. Schmalstieg, "Augmented Reality with Back-Projection Systems using Transflective Surfaces," *EUROGRAPHICS '2000*, vol. 19, no. 3, 2000.
- [3] K. Dorfmueller and H. Wirth, "Real-Time Hand and Head Tracking for Virtual Environments using infrared Beacons," *International Workshop on Modelling and Motion Capture Techniques for Virtual Environments, CAPTECH'98*, Geneva, Switzerland, Nov. 1998.
- [4] J. Behr and A. Frohlich, "AVALON, an Open VRML VR/AR System for Dynamic Application," *Computer Graphics Topics*, vol. 10, no. 1, pp. 28-30, 1998.
- [5] R. Van De Pol, W. Ribarsky, L. Hodges and F. Post, "Interaction Techniques on the Virtual Workbench," *Proc. of Virtual Environments '99*, pp. 157-168, 1999.
- [6] R. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, 1997.
- [7] Barco, Inc., BARON, URL: <http://www.barco.com/projects/products/bsp/baron.html>, 1997.
- [8] WIPCO, URL: <http://www.wipco.co.kr>, 2001.