

몰입형 시뮬레이션 환경을 위한 축소 모형 및 가이더 인터랙션

김명희^{1,2}, 조은¹, 유효선¹, 이선민¹, 박지영¹

Miniature and Guider Interaction for an Immersive Simulation Workspace

Myoung-Hee Kim, Eun Cho, Hyo-Sun You, Seon-Min Rhee, Jiyoung Park

Abstract

본 논문에서는 CAVE™-like 시스템과 같은 대형 디스플레이 기반의 몰입형 시뮬레이션 환경에 필요한 인터랙션 기법을 제안한다. 축소 모형(miniature) 인터랙션은 원거리에 있는 객체를 쉽게 선택하거나 조작하기 위하여 가상 세계 전체를 축소하여 사용자 근처에 디스플레이하고 이를 조작함으로써 대상 객체와 상호작용 할 수 있도록 해준다. 또한, 조감도(bird's eye view)로 표현되는 지도상에 사용자 위치를 표시하여 가상 세계 탐색시 이동 경로를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 축소 모형은 투명 패널 인터페이스를 통하여 보여지며 사용자는 이를 이용하여 택타일 피드백(tactile feedback)을 제공 받을 수 있다. 그리드(grid)를 이용한 비주얼 가이더는 가상 세계 내에 그리드를 디스플레이하여 대상 객체와 사용자간의 위치 관계를 쉽게 파악할 수 있도록 해준다. 일반적으로 대형 디스플레이 환경에서의 인터랙션은 정확한 깊이 인식이 어렵기 때문에 인터랙션 시 사용자의 불필요한 행위를 유발하게 된다. 본 논문에서 제안하는 기법은 이 같은 문제점을 개선하여 객체 조작 시 느껴지는 피로감을 최소화 시킬 수 있으며 다양한 몰입 및 상황 기반 시뮬레이션 어플리케이션에 적용되어 활성화 될 수 있다.

Key Words: virtual reality, human computer interaction, immersive simulation environment, interactive simulation workspace

본 연구는 정보통신부 대학정보통신연구센터
(ITRC) 육성지원사업의 지원에 의해 수행되었음.

¹ 이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과

² 이화여자대학교 컴퓨터그래픽스/가상현실 연구센터

1. 서론

CAVE™-like 시스템과 같은 대형 가상현실 디스플레이는 상황 기반 시뮬레이션 (situation-based simulation)에 사용되어 보다 효과적인 시뮬레이션 결과를 제공하고 있다. 특히 스테레오 효과는 사용자의 시각적 사실감을 최대화하며, 대형 디스플레이는 사용자가 시뮬레이션되는 상황을 실제처럼 느끼고 그 상황에 몰입하게 하는데 중요한 역할을 한다. 이 같은 장점 때문에 현재 다양한 시뮬레이션 어플리케이션에 대형 몰입형 가상현실 디스플레이가 사용되고 있다.

그러나 대형 가상세계에서 사용자 인터랙션은 일반 모니터와 마우스를 사용하는 환경에서와 같이 직관적이지 못하다. 사용자들은 객체의 크기, 가상공간에서 서로 다른 지점들 간의 거리(exocentric distances), 관찰자와 가상 공간 내 한 지점간의 거리(egocentric distances)에 대한 정확한 판단을 하기가 어렵다[1,2]. 실제로 몰입형 가상현실 디스플레이를 사용하는 어플리케이션의 경우, 사용자는 공간지각 단서의 결여로 인해 가상객체에 대한 단순한 조작에도 종종 실패를 반복하게 된다. 이에 대형 가상현실 환경에서 자연스럽고 효율적인 작업수행을 지원하기 위한 인터랙션 기법이 활발히 연구되고 있다.

특히 패널은 실생활에서 흔히 볼 수 있는 친숙한 2차원 인터페이스로서 데스크탑 어플리케이션이나 가상현실 어플리케이션에서 활발히 사용되어왔다[3-6]. 그러나 프로젝션 기반의 완전 몰입형 가상환경에 적합하게 설계 및 구현된 예는 찾아볼 수 없는 실정이다. [7-11]에서는 가상환경에서 인터랙션 편의를 도모하기 위한 보조도구들을 제안하였다. 그

러나 작은 객체를 선택, 조작하거나 미세한 조작의 경우, 수행이 어렵다는 단점을 가진다.

본 연구에서는 대형 가상세계와 사용자간의 보다 직관적이고 세밀한 상호작용을 제공하기 위한 인터랙션 기법으로, 투명 패널을 이용한 축소모형 인터랙션과 그리드를 이용한 공간지각 보조도구를 제안한다.

2. 투명패널 인터페이스를 이용한 축소 모형(miniature) 인터랙션

본 연구에서는 가상세계의 축소 모형(miniature)을 가시화함으로써 그것을 통해 사용자가 전체 공간을 쉽게 파악하고 원거리에 있는 객체를 쉽게 선택/조작할 수 있게 한다. 축소 모형은 투명 패널 인터페이스를 통해 보여지게 되며 사용자는 이를 조작함으로써 가상객체를 조작하게 되고, 택타일 피드백(tactile feedback) 또한 제공받게 된다. 패널의 움직임을 연속적으로 추적하기 위해서 6DOF 트래커를 투명 패널에 부착하였고 사용자는 Wand™를 사용하여 패널상의 축소모형에 대해 객체 선택/조작을 수행하게 된다.

2.1 선택/조작 패널 인터페이스

가상세계 축소모형은 렌더링되는 가상공간을 텍스처로 만들어 가상패널 상에 매핑함으로써 보여진다. 그림 1과 같이 매핑할 가상공간을 사용자 시선방향에서 프레임 버퍼에 렌더링한 후 프레임 버퍼를 프레임 행렬에 저장하고 이를 가상 패널위에 텍스처 매핑한다.

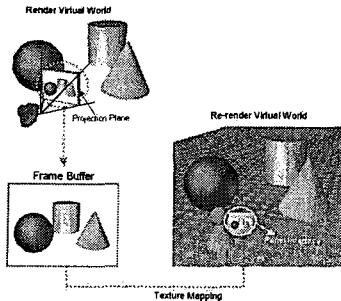


그림 1. 프레임 버퍼를 이용한 패널
인터페이스

가상객체를 선택하기 위해서는 그림 2와 같이 직선을 사용한다. 직선은 가상패널 상에 렌더링되며 이 직선과 프레임 버퍼의 선택 가능객체와의 교차를 확인하여 선택여부를 판단하게 된다. 또한 텍스처의 크기 조절을 통한 뷰의 확대/축소를 통해 사용자는 보다 세밀한 선택/조작 인터랙션을 수행할 수 있다.

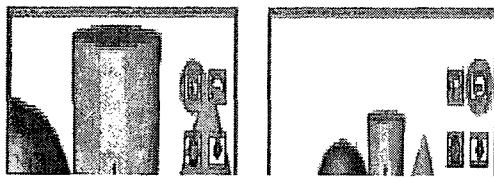


그림 2. 객체 선택을 위한 선택 직선 및
뷰의 확대(좌)/축소(우)

2.2 탐색 패널 인터페이스

탐색 패널 인터페이스는 가상패널에 전체 가상세계의 축소지도를 매핑하여 보여주는 것으로서, 가상세계를 효과적으로 탐색할 수 있게 한다. 그림 3에서와 같이 조감도(bird's eye view)로 표현되는 지도상에 사용자 위치를 표시하여 가상세계 탐색 시 이동 경로를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 사용자는 가상패널 상의 축소지도에서 원하는 위치를 Wand™으로 지정함으로써 원하는 위치로 빠르게 이동 할 수 있다. 또한 패널 인터페이스의 기울어

지는 각도에 이동속도를 매핑함으로써 사용자는 패널을 기울이는 행위를 통해 원하는 속도로 원거리 이동을 할 수 있다.

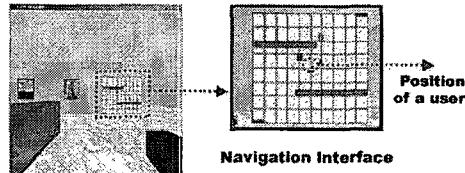


그림 3. 사용자 위치가 표시된 조감도

3. 비주얼 가이더 (Visual Guider)

본 연구에서 제안하는 비주얼 가이더는 문서나 그림 편집, 모델링 등을 위한 소프트웨어에서 2차원 평면 또는 3차원 공간상의 정확한 위치 및 거리 파악을 위해 보조수단으로 제공하는 눈금선 기능을 가상공간 상에 적용한 것이다.

3.1 Ground Visual Guider

Ground Visual Guider는 가상공간 상에서 사용자가 현위치와 목표로 하는 지점 사이의 거리 및 이동방향을 정확히 파악하게 하여 사용자의 위치 이동을 보다 빠르고 용이하게 하기 위한 것이다. Ground Visual Guider는 가상공간의 기저면을 다 덮을 수 있는 크기로 설계하고, 가상공간의 중심을 Ground Visual Guider의 중심에 일치시킨다. 'Notice grid'는 Ground Visual Guider 상에서 현재 사용자의 위치를 표시하기 위한 것으로 사용자가 움직일 때마다 헤드 트래커의 좌표값 변화를 실시간으로 반영하여 계산된다. 또한 'Compass'는 Ground Visual Guider의 축소된 형태로 전체 가상공간 맵 상에서의 사용자 위치를 한눈에 파악하게 해주고, 방위표시를 통해 이동방향

도 쉽게 파악하게 한다. 그럼 4는 Ground Visual Guider의 전체 개념을 나타낸다.

• Ground Visual Guider for navigation

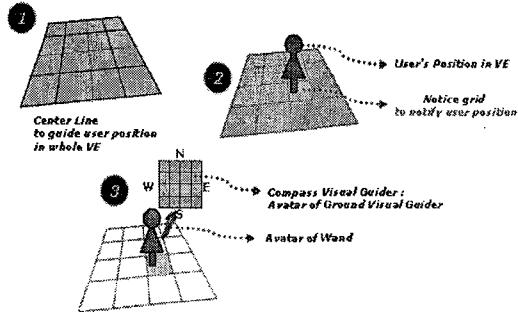


그림 4. 가상세계 탐색을 위한 Ground Visual Guider

3.2 Space Visual Guider

그림 5에서 설명되는 Space Visual Guider는 3차원 공간에서 두 지점간의 상대적 거리관계 파악을 위한 단서를 제공한다. Space Visual Guider는 가상객체 선택 및 조작에 사용하기 때문에 사용자 인터랙션 도구인 Wand™가 위치한 높이에서 임의의 방향성을 가진 평면상에 그리드 형태로 제시된다. 이 경우 Notice grid는 현재 Wand™의 위치를 나타내며 Notice grid의 크기는 단계적으로 분할되도록 하여 정교한 작업이 가능하도록 하였다.

• Space Visual Guider for selection & manipulation

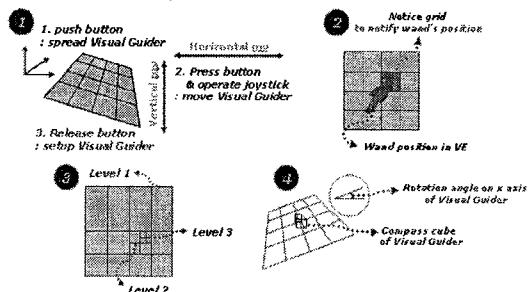


그림 5. 객체 선택/조작을 위한 Space Visual

Guider

4. 구현 및 결과

본 연구의 몰입형 디스플레이 환경은 CAVE™-like 시스템으로서 좌/우면, 전면, 바닥면 등 총 4면으로 구성된다.

그림 6은 투명 패널을 이용한 축소모형 인터랙션을 적용한 가상 박물관 어플리케이션을 나타내고 있다. 사용자는 손에 위치한 선택/조작 패널 인터페이스를 통해 선택 가능한 객체를 확인할 수 있으며, 선택 직선과 가상객체를 교차시켜 원거리의 객체를 직관적으로 선택할 수 있다. 또한 패널상에서 목적지를 지정하여 빠른 이동을 할 수 있다. 그림 7은 비주얼 가이더를 통해 가상 객체를 선택하고 가상공간을 네비게이션하는 모습을 보여준다. 전체 가상공간은 장애물에 해당하는 몇 개의 벽을 이용하여 분리시키고, 다양한 타원체들을 공중에 랜덤하게 배치시켰다. 이 가상공간을 탐색하면서 사용자는 타원체들을 재배치하게 된다. Wand™의 위치는 지시자로 나타나며 이것을 타원체와 충돌시키고 움직임으로써 타원체를 선택, 이동시킬 수 있다.

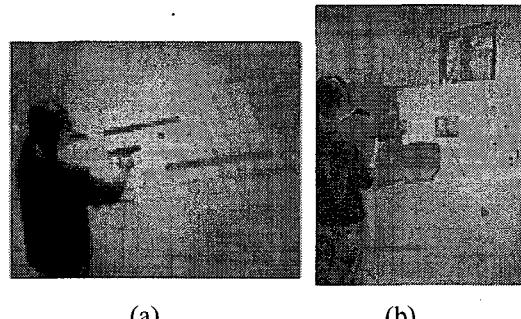


그림 6. 가상 박물관 어플리케이션에서 축소모형 인터랙션: (a) 네비게이션 (b) 선택 및 조작

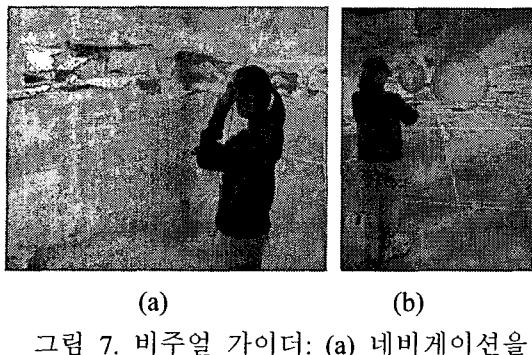


그림 7. 비주얼 가이더: (a) 네비게이션을 위한 ground visual guider (b) 선택, 조작을 위한 space visual guider

5. 결론

본 논문에서는 대형 디스플레이 기반의 몰입형 시뮬레이션 환경에 필요한 인터랙션 기법을 제안하였다. 축소 모형(miniature) 인터랙션은 원거리에 있는 객체를 쉽게 선택하거나 조작하기 위하여 가상 세계 전체를 축소하여 사용자 근처에 디스플레이하고 이를 조작함으로써 대상 객체와 상호작용 할 수 있도록 해준다. 또한, 조감도(bird's eye view)를 제공, 사용자 위치를 표시하여 가상 세계 탐색 시 이동 경로를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 비주얼 가이더는 가상 세계 내에 그리드를 디스플레이하여 대상 객체와 사용자간의 위치 관계를 쉽게 파악할 수 있도록 해준다.

제안된 기법은 사용자의 객체 조작시 발생하는 피로감과 시행착오를 최소화할 수 있으며 빠르고 세밀한 인터랙션을 가능하게 한다. 이는 다양한 몰입 및 상황 기반 시뮬레이션 어플리케이션에서 사용자의 자유도를 증가시키며 효과적인 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있도록 한다.

참고문헌

- [1] J. M. Loomis, J. M. Knapp. Visual perception of egocentric distance in real and virtual environments. In *Virtual and Adaptive Environments*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. L. J. Hettinger and M. W. Haas, Eds., pp.21-46, 2003.
- [2] H. H. Hu, A. A. Gooch, W. B. Thompson, B. E. Smits. Visual cues for imminent object contact in realistic virtual environments. In Proc. of the Conference on Visualization 2000, pp.179-185, 2000.
- [3] D. Schmalstieg, M. Encarnao, Zs. Szalavri. Using Transparent Props For Interaction With The Virtual Table. In Proc. of SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics '99, 1999.
- [4] Anton L. Fuhrmann, Jan Prikryl, Robert F. Tobler, Werner Purgathofer. Interactive Content for Presentations in Virtual Reality. In Proc. of VRST2001, 2001.
- [5] Poupyrev, N. Tomokazu, S. Weghorst. Virtual Notepad: handwriting in immersive VR. In Proc. of IEEE VRAIS'98, 1998.
- [6] Sangyoon Lee, Tian Chen, Jongseo Kim, Jungho Han, Gerard J. Kim, Zhigeng Pan. Affective Property Evaluation of Virtual Product Designs. In Proc. of IEEE intl. Conf. on Virtual Reality (IEEE VR 2004), 2004.
- [7] D. A. Bowman, L. F. Hodges. User Interface Constraints for Immersive Virtual Environment Applications. *Graphics, Visualization and Usability Center Technical Report*, 1995.

- [8] S. Y. Lee, J. S. Seo, Gerard J. Kim, C. M. Park. Evaluation of PointingTechniques for Ray Casting Selection in Virtual Environments. In Proc. of VRAI, 2002.
- [9] A. Forsberg, J. Hemdon, R. Zeleznik. Aperture based selection for immersive virtual environments. In Proc. of the 9th annual ACM symposium on User interface software and technology, 1996.
- [10] I. P. Mark Billinghurst, S. W. Tadao Ichikawa. The Go-Go Interaction Technique: Non-linear Mapping for Direct Manipulation in VR. In Proc. of ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 1996.
- [11] M. R. Mine, F. P. Brooks Jr., C. H. Sequin. Moving Objects in Space: Exploiting Proprioception in Virtual Environment Interaction. In Proc. of SIGGRAPH97, 1997.