

테이블형 가상 공간에서의 인터랙티브 객체 모델링*

이선민^{a0}, 권두영^b, 최수미^{b1}, 김명희^{ab}

^a이화여자대학교 컴퓨터학과, ^b이화여자대학교 컴퓨터 그래픽스·가상현실 연구센터
{blue,dykwon,choism,mhkim}@ewha.ac.kr

Interactive Object Modeling Within a Table-type Virtual Environment

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

^aDept. of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

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

요 약

본 논문에서는 테이블형 가상 공간인 가상워크벤치 상에서 자연스럽게 직관적인 사용자 인터랙션을 이용하여 삼차원 객체를 모델링 하는 방법에 대하여 소개한다. 먼저 일반적으로 삼차원 객체를 모델링하기 위하여 많이 이용되는 이차원 스크린 기반의 환경과 삼차원 가상 현실 시스템을 기반으로 하는 환경의 특징에 대하여 살펴본다. 삼차원 가상 현실 시스템을 기반으로 하는 모델링 환경에서는 사용자와의 인터랙션이 삼차원 공간상에서 이루어지기 때문에 직관적이지만 객체를 정확하게 선택하거나 조작하는데 어려움이 따른다. 따라서 이러한 단점을 보완해 주기 위하여 테이블형 가상 공간에서 그리드 기반의 객체 생성 및 스냅핑을 적용한 객체 조작 방법을 제안하고 이의 응용 가능성을 살펴본다.

1. 서론

가상 현실(virtual reality)은 실세계를 모델링하고 이를 다양한 조건 하에서 시뮬레이션 해 볼 수 있도록 해주며, 현실 세계에서 어려운 작업들을 수행할 수 있도록 해주기 때문에 군사, 교육, 의료 등의 다양한 어플리케이션 제작에 이용되고 있다[1]. 사용자가 이러한 가상 공간에 몰입 되어 현실감을 체험하기 위해서는 사용자와 가상 객체 간의 인터랙션이 필수적이다. 스크린을 기반으로 하는 데스크탑 가상 현실(desktop VR)에서는 이러한 인터랙션이 이차원 공간상에서 이루어지기 때문에 깊이 값을 고려한 조작을 수행할 경우에는 비효율적이다. 그러나 대형의 디스플레이 장비를 이용하는 반몰입형(semi-immersive) 및 몰입형(immersive) 가상 현실에서는 사용자와 가상 객체간의 인터랙션이 삼차원 공간상에서 이루어지기 때문에 보다 자연스럽게 직관적이지만 정확한 선택이나 조작이 상대적으로 어렵다[2]. 따라서 삼차원 공간상에서 직관적이면서 동시에 정확한 인터랙션을 수행하기 위한 방법들이 개발되어야 한다.

반몰입형 가상 공간을 구축하기 위하여 널리 이용되는 테이블 형태의 가상워크벤치(virtual workbench)[3]는 수평 형태의 작업 환경에서 수행되던 많은 일들

을 자연스럽게 가상 공간으로 옮겨올 수 있도록 해주기 때문에 수평형 어플리케이션에 매우 유용하다. 특히 모니터 기반의 환경에서 삼차원 객체를 모델링 할 때보다 넓은 수평형 디스플레이를 이용함으로써 효과적이다. 그러나 삼차원 공간상에서의 객체 선택 및 조작에는 아직도 많은 어려움이 있기 때문에 사용자가 쉽게 사용할 수 있는 삼차원 인터랙션 방법들에 대한 개발이 필요하다.

본 논문에서는 이차원 스크린과 삼차원 가상현실 시스템을 이용한 삼차원 객체 모델링 환경을 비교해 보고, 테이블 형태의 가상 공간인 가상워크벤치에서 삼차원 객체를 효과적으로 모델링하기 위해 개발한 인터랙션 방법들에 대하여 설명한다. 이어지는 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대하여 살펴보고, 3장에서는 이차원 스크린 및 삼차원 가상현실 시스템을 기반으로 하는 삼차원 인터랙티브 모델링 환경에 대하여 설명한다. 4장에서는 테이블형 가상 공간에서 삼차원 객체를 모델링하기 위한 삼차원 인터랙션 방법들을 제시한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 방향에 대하여 기술한다.

2. 관련 연구

테이블형의 가상워크벤치(virtual workbench) 혹은

* 본 연구는 정보통신부 대학정보통신연구센터(ITRC) 지원사업, 한국과학재단 가상현실연구센터 지원사업, 과학기술부 국가지정 연구실(NRI) 사업에 의해 부분적으로 지원 받았습니다.

¹ 현 소속 : 세종대학교 소프트웨어공학과

상호작용형 워크벤치(responsive workbench)를 이용한 가상 공간은 Barco 사의 Baron Table™, Fakespace 사의 ImmersaDesk™ 등의 디스플레이 장비를 이용하여 구축할 수 있다. Encarnação[5]는 가상 현실 기술을 이용하여 산업 현장에서 사용할 수 있는 디자인 어플리케이션을 개발하기 위하여 가상테이블(Virtual Table)을 이용한 3D CAD 시스템을 개발하였다. Bowman[6]은 가상 환경에서 수행할 수 있는 인터랙션 기법을 관찰자의 뷰 포인트를 바꾸주는 탐색(navigation), 객체를 식별하는 선택(selection), 객체의 속성을 바꾸주는 조작(manipulation)으로 분류하였다. Pol[7]은 인터랙션 기법에 영향을 미치는 테이블형 가상 공간의 특성을 정의하고 가상워크벤치에 적합한 인터랙션 방법들을 비교 평가하였다. Cutler[8]은 가상워크벤치에서 펀치 글러브를 이용하여 수행할 수 있는 한손 또는 양손 인터랙션 기법을 정의하고 분류하였다.

이와 같이 가상워크벤치에 적합한 인터랙션 방법에 관한 다수의 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 방식을 응용 어플리케이션에 실제로 적용하여 실험한 예나 삼차원 공간상에서 보다 정확한 객체 선택 및 조작용을 제공하기 위한 연구는 아직 부족한 실정이다.

3. 삼차원 인터랙티브 모델링 환경

삼차원 객체를 인터랙티브하게 모델링하기 위한 환경은 이차원 스크린을 기반으로 하는 경우와 삼차원 가상현실 시스템을 기반으로 하는 경우로 나누어 볼 수 있다.

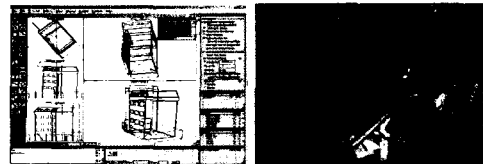
3.1 이차원 스크린 환경

이차원 스크린 환경에서는 Maya나 FormZ 등과 같이 기존에 상용화 되어 있는 삼차원 모델링 툴을 이용하여 삼차원 객체를 인터랙티브하게 모델링할 수 있다. 삼차원 객체를 원하는 형태로 모델링하기 위해서는 마우스를 사용하여 객체를 선택하여 조작하거나 키보드를 이용하여 파라미터를 직접 입력하는 방식이 주로 사용된다. 정밀한 객체 조작용을 위해서는 일반적으로 그리드 기능을 이용하며 와이어 프레임 모델을 사용하여 작업하는 경우가 많다. 또한 이차원 인터페이스의 기본 프레임워크로 이미 널리 이용되는 WIMP(windows, icons, mouse, pointing)를 기본으로 하는 작업 환경을 제공한다. 이와 같은 스크린 기반의 모델링 환경은 비교적 오랫동안 사용되어 왔기 때문에 사용자에게 익숙하지만 삼차원 객체를 이차원 스크린 상에서 모델링하기 때문에 깊이 값(대부분 z축)을 표현하기 어렵다. 따라서 이러한 단점을 보완해 주기 위해서 스크린을 분할하여 xy, yz, zx 평면에 해당 하는 다중 뷰를 제공하는 것이 일반적이다. 그러나 이 경우 삼차원 공간 상에서 간단하게 수행할 수 있는 작업을 이차원적으로 투영된 스크린상에서 작업해야 하기 때문에 각 평면에 해당하는 뷰에서 각각 작업해 주

어야 한다(그림 1. (a)). 따라서 스크린을 통해 보여지는 착시 현상과 제한된 입력 방식 때문에 사용자와의 인터랙션이 자연스럽게 못할 뿐만 아니라 모델링 된 결과 자체도 이차원 스크린 상에 투영되기 때문에 직관적으로 이해하기 어렵다.

3.2 삼차원 가상 현실 시스템 환경

가상 현실 시스템을 기반으로 하는 모델링 환경에서는 삼차원 공간 상의 위치를 추적하는 트래커와 연동된 삼차원 입력 장치를 이용하여 객체를 생성하고 조작한다. 이러한 환경에서는 사용자와 가상 객체간의 인터랙션이 실제적인 삼차원 공간상에서 이루어지기 때문에 이차원 스크린 환경에 비해 훨씬 자연스럽게 맵핑되어진다. 그러나 사용자가 관찰하는 객체가 실제로 삼차원적으로 존재하는 것이 아니라 두개의 스테레오 영상을 통해 입체적으로 느끼게 하는 것이기 때문에 정밀하게 객체를 조작하는데 어려움이 따른다.



(a) 이차원 스크린 환경 (b) 테이블형 가상현실 시스템 환경[4]

그림 1. 인터랙티브 객체 모델링을 위한 작업 환경

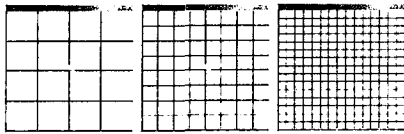
4. 테이블형 가상 환경에서의 삼차원 객체 생성 및 조작

본 논문에서는 반몰입형 가상공간에서 삼차원 객체 모델링을 수행하기 위하여 스크린 기반 모델링 툴의 그리드와 스냅핑 기법을 테이블형 가상 환경 시스템에 적용하였다. 객체를 생성할 때에는 삼차원 그리드 지시선을 제공해 주고, 조작할 때에는 다양한 스냅핑을 통해 일정한 제약 사항을 정해줌으로써 삼차원 공간상에서 보다 정교한 객체 조작용이 이루어지도록 하였다.

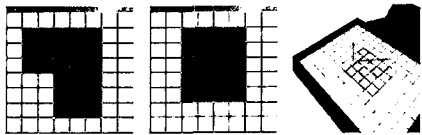
4.1 그리드를 이용한 삼차원 객체 생성

대부분의 스크린 기반 삼차원 모델링 툴에서 삼차원 객체를 생성하기 위해서는 지정된 바닥판을 작업 평면에 수직으로 돌출시켜 원하는 형태를 만든다. 바닥판을 지정하기 위해 사용자는 바닥판을 구성하는 각각의 점들을 선택, 연결하는 단계들이 필요하다. 그러나 커다란 디스플레이 환경을 기반으로 하는 테이블형 가상 환경에서 삼차원 공간상의 점들을 정확하게 선택하는 것은 쉬운 일이 아니다. 따라서 본 연구에서는 그리드를 이용하여 보다 쉽게 삼차원 객체의 바닥을 설정하도록 하였다. 테이블형 가상 공간에서 사용자는 자신이 원하는 형태의 스케일을 고려하여 그리드 간격

을 인터랙티브하게 조정하고, 정해진 그리드 모듈의 선과 면을 선택함으로써 삼차원 객체의 바닥판을 구성한다. 또한 임의의 작업 평면에 수직인 형태를 만들기 위해 트랙커가 부착된 삼차원 인터랙션 도구인 프랍(prop)을 이용하여 그리드가 존재하는 작업 평면을 임의로 인터랙티브하게 정의하도록 한다. 이를 통하여 다양한 작업평면에 기초한 객체의 바닥판을 빠르고 정확하게 만들 수 있도록 하였다.



(a) 그리드의 다양한 크기 및 개수



(b) 그리드 선택을 통한 객체의 기본 형태 설정
그림 2. 그리드를 이용한 삼차원 객체 생성 예

4.2 스냅핑을 고려한 삼차원 객체 조작

스냅핑은 삼차원 모델링 객체를 조작할 때 방향성, 참조위치, 이동간격을 제어함으로써 사용자가 손쉽게 원하는 형태로 조작할 수 있도록 하는 기능이다.

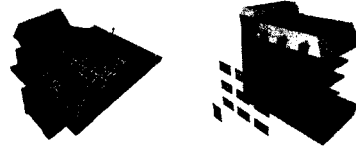
테이블형 가상공간 시스템에서는 키보드를 사용하여 치수를 입력하는 것이 어려울 뿐만 아니라 객체를 선택하고 조작할 때 실제적으로 햅틱 피드백(haptic feedback)을 느낄 수 없기 때문에 이러한 단점을 보완해주는 새로운 인터랙션 방법이 필요하다. 이를 위해 삼차원 스냅핑 기법을 사용하여 좀 더 직관적인 작업을 수행할 수 있도록 한다. 본 연구에서는 화면기반의 스냅핑 기능을 다음의 세가지 개념을 적용하여 테이블형 가상환경에 적합하도록 확장 및 보완하였다.

■ 방향성 제어를 위한 프랍: 방향을 제어하기 위해 삼차원 모델링에서는 작업평면에 수직 방향을 제어하는 경우가 일반적이다. 테이블형 가상공간에서 작업평면을 인터랙티브하게 제어하기 위해 프랍을 이용하였다. 프랍의 위치와 기울기를 작업평면의 위치와 기울기로 설정하고 테이블형 가상공간에서 임의로 회전, 이동시키면 가상공간 내에 작업평면이 회전, 이동되도록 하였다.

■ 정확한 위치를 위한 참조객체: 확장성을 고려한 참조 객체를 사용함으로써 사용자 정의 객체가 정확하게 배치되고 정렬될 수 있도록 객체 스냅핑을 제공한다. 현재 개발중인 인터랙티브 빌딩 모델링의 경우 문과 창 도형을 벽으로 가져가면 도형이 스스로 제 자리를 찾아가는 스냅핑이 해당된다.

■ 이동간격 조정을 위한 제어핸들: 치수, 각도, 탄젠트

및 기타 유용한 기하학적 관계에 대한 시각적인 피드백을 제공하고 수치입력을 인터랙티브하게 제공하는 제어핸들을 사용한다. 사용자는 스냅핑을 적용하기 전 제어핸들을 조작함으로써 원하는 간격의 치수, 각도를 설정할 수 있다.



(a) 방향성 제어와 제어핸들 (b) 참조객체

그림 3. 스냅핑을 고려한 모델링 기법 예

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 테이블형 가상 환경에서 사용자가 직관적인 인터랙션을 통하여 삼차원 객체를 모델링 할 수 있는 시스템 환경을 설계하였다. 우선, 이차원 스크린 기반과 삼차원 가상 현실을 기반으로 하는 삼차원 객체 모델링 환경의 특징 및 장·단점에 대하여 살펴보았다. 또한 삼차원 가상현실 기반의 모델링 작업 환경에서 보다 정확한 인터랙션을 수행할 수 있도록 객체 생성과 조작의 보조 도구로 삼차원 그리드 및 스냅핑 기법을 적용하였다. 향후 연구로는 제안한 인터랙션 기법을 수행하기 위한 다양한 인터랙션 도구를 개발하고, 개발된 도구들을 건축물 설계 및 시뮬레이션에 적용하고자 한다.

■참고 문헌

- [1] Grigore Burdea, Philippe Coiffet, Virtual Reality Technology, WILEY-INTERSCIENCE, 1994
- [2] Mark R.Mine, Frederick P., Grooks Jr., Moving Objects in Space: Exploiting Proprioception In Virtual-Environment Interaction, Proceedings of Computer Graphics, ACM SIGGRAPH, pp19-26, 1997
- [3] Poston, T. and Serra, L., The Virtual Workbench: Dextrous VR., Proceedings of ACM VRST'94 - Virtual Reality Software and Technology, pp. 11-122, 1994
- [4] Responsive Workbench: Roof-gutter assembly sequence, 1996, <http://graphics.stanford.edu/projects/RWB/roof/>
- [5] L. M. Encarnação, A. Stork, D. Schmalstieg, R. Barton III: The Virtual Table - A Future CAD Workspace. Proceedings of Computer Technology Solutions conference (former Autofact), Michigan, Detroit, USA, September, pp. 13-19, 1999.
- [6] D. Bowman, D. and L. Hodges, An Evaluation of Techniques for Grabbing and Manipulation Remote Objects in Immersive Virtual Environments, Proceedings of IEEE VRAIS, pp. 35-38, 1997
- [7] Rogier van de Pol, William Ribarsky, Larry Hodges, and Frits Post, Interaction in Semi-Immersive Large Display Environments, Report GIT-GVU-98-30, Virtual Environments, pp. 157-168 (Springer, Wien), 1999
- [8] Lawrence D. Cutler, Bernd Fröhlich, Pat Hanraha, Two-Handed Direct Manipulation on the Responsive Workbench, Symposium on Interactive 3D Graphics, 1997