

가상워크벤치와 프로젝션 월을 연동한 가상환경에서의 빌딩 디자인 및 시뮬레이션

이선민¹, 권두영², 조 은¹, 유효선¹, 김명희^{1,2}

이화여자대학교 컴퓨터학과¹, 이화여자대학교 컴퓨터 그래픽스/가상현실 연구센터²

Building Design and Simulation in Virtual Environment using a Virtual Workbench and a Projection Wall

Seon-Min Rhee¹, Doo-Young Kwon², Eun Cho¹, Hyo-Sun You¹, Myoung-Hee Kim^{1,2}

Computer Science & Engineering, Ewha Womans University¹

Center for Computer Graphics and Virtual Reality, Ewha Womans University²

요 약

본 연구에서는 서로 다른 형태의 VR 디스플레이 장비인 가상워크벤치와 프로젝션 월을 연동한 이종협업 가상환경을 구축하고 이러한 환경에서 단일 빌딩을 모델링 하는 전과정을 입체적으로 시뮬레이션 할 수 있는 어플리케이션에 대하여 소개한다. 수평 형태의 가상워크벤치 상에서는 건축가와 일반 사용자 혹은 건축 디자이너가 함께 참여하여 빌딩의 형태 및 색상, 재질 등을 인터랙티브하게 변화시키면서 디자인 된 모델을 단계별로 입체 시뮬레이션 할 수 있도록 하였다. 대형의 스크린을 기반으로 하는 수직형 프로젝션 월에서는 디자인 된 빌딩의 입면도를 시뮬레이션하고 빌딩의 외부 및 주변 환경을 네비게이션 할 수 있도록 하여 동일한 모델을 서로 다른 시점에서 관찰하고 의견을 교환하여 이를 모델링에 반영할 수 있도록 하였다.

1. 서 론

건축물을 설계하기 위해서는 이차원 도면상에 직접 스케치하거나 CAD 툴을 이용하는 방식이 널리 이용되고 있으며, 설계된 건축물이 삼차원 공간 상에서 어떻게 보여 지는지 확인하기 위해서는 실물 크기를 축소하여 직접 제작하는 방식이 주로 사용되고 있다. 그러나 이러한 방식은 제작에 걸리는 시간과 비용이 클 뿐만 아니라 설계 변경이 요

구되는 경우 다시 제작하기 위한 추가적인 비용을 부담해야 하는 단점이 있다. 또한 주변 경관과의 조화를 시뮬레이션 해 보기 위해서는 설계된 건축물뿐만 아니라 주변 환경 자체도 모두 축소 제작해야 하는 번거로움이 있다. 반면 가상현실 (Virtual Reality, VR)은 삼차원 객체를 디자인하고 이를 시뮬레이션 하기 위한 보다 효과적인 수단을 제공한다. CAD 툴 등을 이용하여 설계한 건축물을 가상공간상에서 입체적으로 디스플레이 할 수 있기 때문에 모델을 축소 제작할 필요가 없으며,

설계가 변경 되었을 때에도 쉽게 수정하여 다시 시물레이션 해 볼 수 있기 때문에 매우 유용하다.

가상공간은 이용되는 디스플레이 장비의 형태에 따라 그 특성이 달라지기 때문에 어플리케이션에 적합한 디스플레이 장비를 선택하는 것이 중요하다. 본 연구에서 이용한 가상워크벤치(virtual workbench)와 프로젝션 월(projection wall)은 반몰입형(semi-immersive) 가상현실 장비로 대형 디스플레이 환경에 투사된 가상세계를 경험할 수 있도록 해 주기 때문에 특별한 입력 장비 없이 몸짓이나 음성 등을 통한 사용자 간의 자연스러운 인터랙션이 전제된다는 장점이 있다. 이러한 특징은 두 세 사람이 정보를 서로 공유하고 의견을 나누면서 작업하는데 효율적이기 때문에 소규모의 공동 작업을 수행할 때 유용하다.

본 연구에서는 가상워크벤치 및 프로젝션 월을 연동한 이종 협업 가상환경을 구축하고 단일 빌딩 디자인 및 모델링 단계에서 여러 사람이 함께 의견을 교환하며 결과를 입체적으로 시물레이션 할 수 있는 시스템을 개발 중이다. 본 논문에서는 개발 중인 시스템의 구성 및 특성에 대하여 기술한다.

2. 관련연구

가상워크벤치가 제공하는 수평형의 작업공간은 현실세계에서 책상이나 작업대에서 수행하던 많은 일들을 가상세계에서 자연스럽게 재현할 수 있도록 있게 해주기 때문에 삼차원 디자인, 건축 및 도시 설계, 모의 수술, 교육 등의 응용 어플리케이션에 효과적으로 이용될 수 있다[1]. 그러나 삼차원 공간상에서의 가상객체의 정확한 선택 및 조작이 쉽지 않기 때문에[2] 복잡하고 다양한 기능을 수행하는 어플리케이션 보다는 모델의 입체 가시화에 초점을 맞추는 경우가 많다. Encarnacao[3]는 가상현실 기술을 이용하여 산업 현장에서 사용할 수

있는 디자인 어플리케이션을 개발하기 위하여 가상워크벤치를 이용한 3D CAD 시스템을 개발하였다. Raffaele[4] 등은 가상워크벤치에서 삼차원 가상객체를 보다 쉽게 조작하기 위한 다양한 인터랙션이 지원되는 CAD 시스템을 개발하였다.

프로젝션 월은 대부분의 디스플레이 장비처럼 수직 형태이지만 가상객체를 실물크기로 보여줄 수 있기 때문에 디지털 목업이나 가상세계 네비게이션을 위한 응용 어플리케이션에 이용될 수 있다 [5].

그러나 두 개의 디스플레이 장비를 연동하여 이종가상 협업환경을 구축하고 이러한 환경을 이용한 연구나 응용 어플리케이션 개발은 활발하지 않은 편이다.

3. 시스템 구성

본 연구에서 구현 중인 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 구성은 그림 1과 같다. 하드웨어 환경은 크게 두 대의 렌더링 서버 및 이에 연결되어 있는 디스플레이 장비, 사용자의 위치를 추적하기 위해 필요한 장비들이 연결되어 있는 트래킹 서버로 구성되어 있다. 가상워크벤치 및 프로젝션 월은 각각의 렌더링 서버에서 생성하는 가상세계를 디스플레이 한다. 두 렌더링 서버는 분산가상환경을 위한 네트워크 엔진인 ATLAS[6]를 이용하여 연동하여 동일한 가상세계를 서로 다른 시점에서 볼 수 있도록 하였다. 가상워크벤치 및 프로젝션 월을 이용한 VR 환경에서 제공해 주는 기능은 3.1절과 3.2절에서 각각 설명한다.

3.1 가상워크벤치를 이용한 VR 환경

수평 형태의 가상워크벤치 상에서는 주변 경관에 어울리도록 빌딩을 디자인하고 이를 장식하기 위한 모델링의 전과정을 입체적으로 시물레이션 할 수 있다. 또한 최종 모델링 된 빌딩에 대한 조

감도 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 이러한 기능을 제공하기 위한 주요 모듈은 다음과 같다.

○ **인터랙티브 VR 모델러**: 사용자의 시점에 따른 뷰포인트를 조절하며, 삼차원 공간상에서 빌딩의 기본 형태를 정의하기 위하여 3D 매스를 생성하고 이를 자유롭게 변형하기 위한 다양한 삼차원 인터랙션 기법을 제공한다.

○ **하이브리드 트래커**: 사용자의 위치를 추적하고 이에 맞는 뷰포인트를 제공하기 위하여 적외선을 이용한 비전기반 트래킹 방식[7]을 사용하였다. 또한 가상객체를 생성하고 이를 조작하기 위해 필요한 삼차원 입력 장비의 위치 및 방향을 추적하고 입력 신호를 받아들이기 위하여 마그네틱 트래킹 장비[8]를 이용하였다.

○ **인터프리터**: 사용자가 생성한 초기 매스를 빌딩 구조로 바꾸기 위하여 매스의 사이즈를 입력 받아 빌딩의 바닥보양 및 층수를 결정하고 이에 맞는 창, 문, 지붕 등과 같은 빌딩 구성 요소를 생성한다. 또한 빌딩을 장식하기 위한 다양한 건축 부재(창틀, 문틀, 지붕) 데이터 베이스를 제공한다.

○ **네트워크**: 모델링 과정에서 발생하는 이벤트를 프로젝션 월에 연결되어 있는 렌더링 서버에 전달하여 두 렌더링 서버를 동기화 시킬 수 있도록 한다.

3.2 프로젝션 월을 이용한 VR 환경

수직형태의 프로젝션 월에서는 가상워크벤치상에서 디자인 되고 있는 빌딩의 입면을 시뮬레이션하여 이를 모델링 작업에 반영할 수 있기 때문에 간접적으로 모델링에 참여할 수 있고, 주변 환경과

의 조화 시뮬레이션 및 건물 외부 탐험이 가능하다. 이와 같이 가상워크벤치 및 프로젝션 월을 연동한 VR 환경에서는 서로 다른 시점을 관찰하고 있는 사용자들끼리의 의견교환을 통한 협업이 가능하다.

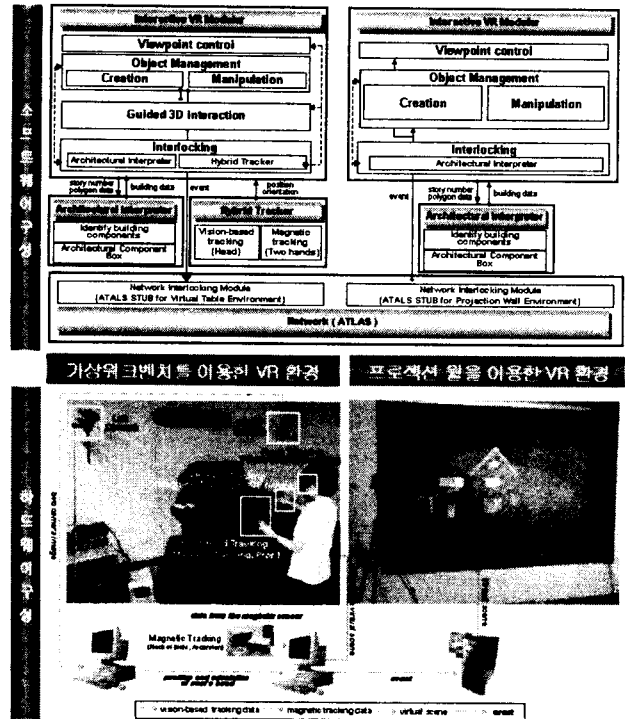


그림 1. 가상워크벤치와 프로젝션 월의 연동한 빌딩 모델링 및 시뮬레이션을 위한 시스템 구성도

4. 빌딩 디자인 및 시뮬레이션 프로세스

본 연구를 통해 개발된 시스템을 이용하여 아래와 같은 순서로 빌딩 모델링 및 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

4.1 환경설정

모델링 할 빌딩이 위치할 곳의 주변 경관을 선택함으로써 주변 환경과 조화를 이루는 빌딩을 디자인 할 수 있도록 한다.

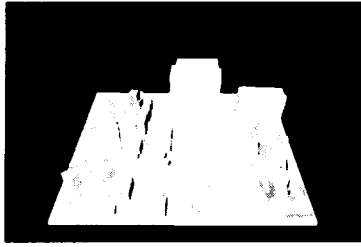


그림 2. 주변 환경 선택 예

4.2 초기매스 생성 및 변형

빌딩의 초기형태를 결정하기 위하여 이용되는 매스를 생성하고 이를 자유롭게 변형한다. 매스를 생성할 때에는 다양한 크기 및 개수의 그리드를 제공하고 이를 선택할 수 있도록 함으로써 사용자가 보다 쉽게 가상환경 상에서 인터랙션 할 수 있도록 한다.

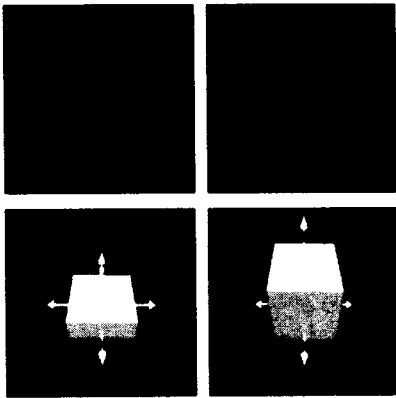
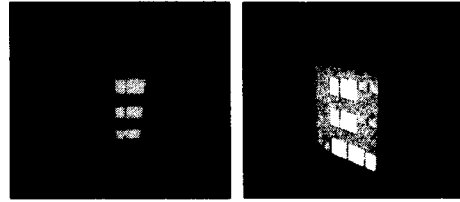


그림 3. 그리드 선택을 이용한 매스 생성 및 변형 예

4.3 빌딩의 기본 구조 생성 및 장식

빌딩의 기본 구조를 생성하기 위해서는 바닥 형태 및 층 수 데이터가 필요하다. 이러한 정보는 사용자가 생성한 초기 매스의 기하학 정보를 인터프리터에 전달하여 생성한다. 빌딩의 기본 구조가 생성되면, 지붕, 각 층의 창과 문이 생성된다. 이와 같은 과정을 통해 생성된 빌딩 구조체에 다양한 부재모델(창틀 및 문틀, 지붕) 및 색깔, 재질을 이용하여 빌딩을 장식 할 수 있다.



(a) (b)

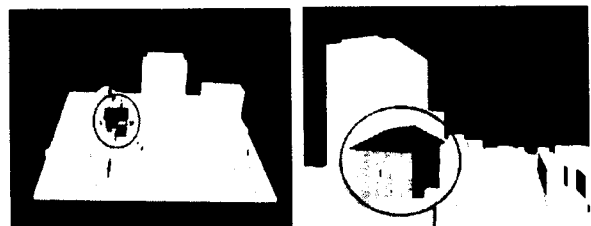


(c)

그림 4. 빌딩의 기본 구조 생성 및 장식 예: (a),(b) 매스의 기하학 정보를 이용한 빌딩구조 생성, (c) 빌딩 장식 (색상 및 창틀)

4.4 주변 경관과의 조화 시뮬레이션

모델링 된 빌딩이 처음 선택된 주변 경관과 자연스럽게 어울리는지 여부를 확인해 볼 수 있다. 그림 5는: 빌딩을 선택된 자리에 배치하고 이를 가상위크벤치 및 프로젝션 윗에 각각 디스플레이 한 결과이다. 이와 같은 프로세스를 이용하여 다양한 빌딩을 모델링하고 이를 시뮬레이션 하여 최적의 빌딩 디자인을 수행할 수 있다.



(a) (b)

그림 5. 모델링 된 빌딩과 주변 환경과의 조화 시뮬레이션: (a) 가상위크벤치에서의 조감도 시뮬레이션, (b) 프로젝션 윗에서의 위면도 시뮬레이션

5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 VR 디스플레이 장비인 가상위크벤치 및 프로젝션 윗을 연동하여 빌딩 디자인 및 모델링 단계에서 입체적인 결과를 직접 시뮬레

이선 할 수 있도록 개발 중인 시스템의 구성 및 기능에 대하여 소개하였다. 가상워크벤치는 수평형 태이고 프로젝션 월은 수직형의 디스플레이 환경을 제공하기 때문에 이를 연동할 경우 두 가지 형태를 모두 필요로 하는 어플리케이션에 효율적으로 이용될 수 있다.

향후 연구로는 건물 형태 및 디자인에 따른 조감도, 입면도 및 주변 경관과의 조화 시뮬레이션 이외에도 다양한 디자인 대안을 나열하여 시뮬레이션 할 수 있는 비교 시뮬레이션, 건물의 그림자에 의한 일조권 시뮬레이션 등을 수행할 수 있도록 할 예정이다. 또한 동굴형의 CAVE-like 시스템과 연동하여 건물의 외부뿐만 아니라 내부 시뮬레이션도 가능하게 할 예정이다.

Acknowledgements

본 연구는 정보통신부 대학정보통신연구센터(ITRC) 지원사업, 한국과학재단 가상현실연구센터 지원사업에 의해 부분적으로 지원 받았습니다

참고문헌

[1] Rosenblum, L. J., J. Durbin, and R. Doyle, "The Virtual Reality Responsive Workbench: Applications and Experiences", *Proceedings of British Computer Society Conference on Virtual Worlds on the WWW, Internet, and Networks, Bradford, 1997*

[2] Mine, Mark, Frederick P. Brooks Jr., and Carlo Sequin, "Moving Objects in Space: Exploiting Proprioception in Virtual-Environment Interaction", *Proceedings of SIGGRAPH 97, 1997*

[3] L. M. Encarnacao, A. Stork, D. Schmalstieg, R. Barton III "The Virtual Table - A Future CAD Workspace". *Proceedings of Computer Technology Solutions conference (former*

Autofact),1999, pp. 13-19

[4] Raffaele de Amicis, Michele Fiorentino, Andre Stork, "Parametric Interaction for CAD application in Virtual Reality Environmnet", *XII ADM International conference, 2001.*

[5] Oliver Riedel, Ralf Breining , Ulrich Hafner, Roland Blach, "Use of Immersive Projection Environments for Engineering Tasks", *Proceedings of the 25th SIGGRAPH 98, 1998*

[6] 이동만, 임민규, 양정화, "ATLAS: 대규모 분산 가상 환경을 위한 네트워크 프레임워크", *HCI 2000 학술대회, 2000.2*

[7] 김효선, "반몰입 가상환경을 위한 삼각측량법 기반 카메라 트래킹", *제29회 정보과학회 춘계학술 논문집, 2002, pp.586-589*

[8]<http://www.ascension-tech.com/products/flockofbirds/>, Flock of Birds