

# LAN 기반 다기종 공유가상환경 구축

김기범<sup>0,2</sup> 박성원<sup>1</sup> 유효선<sup>1</sup> 이선민<sup>1</sup> 김명희<sup>1,2</sup>  
이화여자대학교 컴퓨터학과<sup>1</sup>, 이화여자대학교 컴퓨터그래픽스/가상현실연구소<sup>2</sup>  
{gbkim<sup>0</sup>, swpark, mellow, blue, mhkim}@ewha.ac.kr

## Constructing the Heterogeneous Shared Virtual Environment Using LAN

Gi-Bum Kim<sup>0</sup> Seong-Won Park Hyo-Sun You Seon-Min Rhee Myoung-Hee Kim  
Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans University  
Center for Computer Graphics and Virtual Reality, Ewha Womans University

### 요 약

본 연구에서는 LAN 기반 환경에서 반몰입 혹은 몰입형 가상현실 장비의 대표적인 형태인 수평형, 수직형, 정방형 시스템들을 연동하여 복합 공유가상환경을 구축하였다. 또한 간단한 인터랙션을 포함하는 어플리케이션을 개발하여 공유가상환경 내에 위치한 사용자가 서로 다른 형태의 인터랙션 장비를 이용하여 가상객체와 실시간 상호작용 할 수 있도록 하고, 그 결과를 가상환경 내에 있는 사용자가 공유할 수 있도록 하였다. 기존의 연구가 동기중간의 공유가상환경을 구축하거나 이기중간의 단방향 인터랙션을 지원하는 데 비해 본 논문에서는 다기종간의 공유가상환경 구축 및 실시간 상호인터랙션 방법을 제안하고 있다.

### 1. 서 론

가상협업환경(Collaborative Virtual Environment)이란 지리적으로 떨어져 있는 다수의 사용자들이 동일한 가상 세계를 공유하고 가상 객체들과 상호작용하고 그 결과물 상대방도 공유하게 하는 분산 가상현실 공간이다[1]. 가상협업환경을 이용하면 원격지에 위치한 여러 사용자들과 회의 및 협력작업을 수행할 수 있어서 여행이나 통신 등으로 인해 발생하는 경제적, 시간적 비용을 줄일 수 있다는 장점이 있기 때문에 이러한 환경을 이용한 다양한 어플리케이션이 개발되고 있다.

기존의 연구로는 CAVE[2]간의 협업환경을 이용한 어플리케이션인 *Visual Eyes Project*[3][4]가 있다. 이는 시카고 일리노이 대학과 General Motors Research and Development Center의 CAVE 간에 3차원 모델데이터의 교환을 하는 어플리케이션이다. CAVE와 ImmersaDesk 간의 협업환경으로는 단방향 인터랙션(CAVE에서만 상호작용 가능)을 지원하여 건축구조물의 레이아웃의 데이터를 교환하는 *CALVIN(Collaborative Architectural Layout Via Immersive Navigation)*[3][4], 의료 데이터를 교환하고 가시화 하기 위한 *The Virtual Temporal*

*Bone*[3][5][6]이 있으며, Web과 CAVE간의 협업환경으로는 *NICE (Narrative Immersive Collaborative Environments)* [3][7]가 있다. 또한 국내 연구로는 한국 과학기술연구원에서는 서울-대전간의 선도시험망 및 대전-시카고간의 STAR TAP 링크 환경에서 KISTI에 설치된 CAVE, 기상청에 설치된 ImmersaDesk 및 일리노이주립대학교에 설치된 CAVE를 연동한 사례가 있다.[8].

본 논문에서는 기존의 동기중간의 상호인터랙션이나 단방향 인터랙션이 아니라, LAN기반의 상호 인터랙션이 가능하도록 VR 환경의 대표적 형태인 수평형, 수직형, 정방형 시스템들을 연동한 복합 공유가상환경을 구축하였다. 이를 위하여 그림 1과 같이 가상워크벤치, 프로젝션 월, 4면(우측면, 정면, 좌측면, 바닥면) CAVE-like 시스템을 네트워크로 연결하여 동일한 가상세계를 디스플레이하고 서로 다른 시스템의 사용자들이 동일한 가상세계를 공유하여 가상객체 간의 실시간 상호작용이 가능하도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 다기종 공유 가상환경을 구축하기 위하여 각 형태별 VR 장비를 연동하는 방법에 대하여 설명하고, 3장에서는 서로 다른 가상현실 장비 시스템에서 인터랙션 할 수 있는 어플리케이션을 제작하여 실험한 결과에 대하여 기술한다. 마지막으로, 4장에서는 결론 및 향후 과제에 대하여 기술한다.

본 연구는 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음

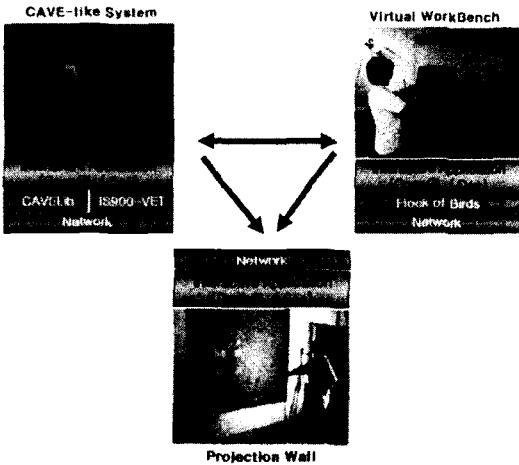


그림 1. 공유가상환경 시스템 구성

## 2. 다중 가상현실 장비 연동

공유가상환경을 구축하기 위하여 사용된 시스템은 그림 1과 같이 가상워크벤치, 프로젝션 월, CAVE-like 시스템이다. 가상워크벤치 및 CAVE-like 시스템에서는 사용자 상호작용을 반영하여 양방향 인터랙션을 수행할 수 있도록 하였으며, 프로젝션 월에서는 나머지 두 상대방의 행위를 보여주는 뷰어의 기능만 수행하도록 하였다.

### 2.1 기종별 이용 라이브러리 및 하드웨어

CAVE-like 시스템에서는 동일한 가상환경을 다수의 스크린에 분할하여 투영하기 위하여 VRCO 사의 CAVELib를 사용하였다. 또한 관성 및 초음파 방식을 혼합한 하이브리드 방식의 IS900-VET 트래커와 Minitrax (Intersense)를 사용하여 사용자와 가상세계간의 상호작용을 수행할 수 있도록 하였다. 가상워크벤치에서는 마그네틱 트래킹 장비인 Flock Of Birds(Ascension)와 6DOF 마우스를 사용하였으며, 프로젝션 월에서는 인터랙션을 수행하지 않기 때문에 별도의 트래킹 장비나 인터랙션 도구를 연동하기 위한 라이브러리를 필요로 하지 않는다.

세 시스템에서 공통적으로 이용되고 있는 인터랙티브 어플리케이션과 각 시스템간의 동기화를 위해 작성한 네트워크 모듈은 2.2절, 2.3절에서 각각 설명한다.

### 2.2. 인터랙티브 어플리케이션

제안된 시스템에서 수행하기 위하여 개발한 인터랙티브 어플리케이션은 C++과 OpenGL을 사용하여 작성하였다. 선택된 배경에 사용자의 수만큼 서로 다른 색깔의

공들이 일정 시간 간격으로 하나씩 생성된다. 공들은 가상 공간을 자유롭게 날아다니다가 아바타(6DOF 마우스 혹은 Wand)와 충돌하거나 일정 시간이 지나면 자동적으로 터지게 된다. 전자는 실시간 상호작용에 대한 실험이고, 후자는 객체의 증가로 인한 자원의 부족과 시스템이 느려지는 것을 막기 위한 것이다. 또한 각 시스템마다 색상을 선택하여 정해진 색깔의 공을 많이 터트리는 사람이 이기는 게임이다. 예를 들면 CAVE-like 시스템에 있는 사용자가 붉은 색을 선택하면 붉은 공만을 터트릴 수가 있도록 하였다.

### 2.3. 네트워크 모듈

네트워크 전송 구조를 보면 그림 2과 같이 각 시스템의 인터랙티브 어플리케이션을 실행하면 각 시스템은 TCP로 연결된 서버에게 구동할 준비가 되었다는 신호 발생하고 모든 시스템이 구동준비가 되면 서버는 각 시스템에게 어플리케이션을 시작하라는 명령을 보낸다. 동시에 각 시스템들은 어플리케이션을 시작하여 배경과 표적인 공을 발생시킨다. 각 시스템마다 렌더링과 네트워크 지연시간의 차이로 인해 공을 발생시키는 속도가 다르기 때문에 동기화를 위해 공을 발생시키는 좌표와 타이밍, 소멸되는 공에 대한 정보는 TCP를 통해 서버와 통신한다. 그러나 동기화가 필요하지 않은 라이팅, 텍스처, 운동속도, 주변환경물에 대한 생성/소실 및 변화, 다른 아바타(6DOF 마우스 혹은 Wand)에 대한 정보 등은 각 시스템이 동일 서브넷에 위치하기 때문에 UDP를 사용하였다.

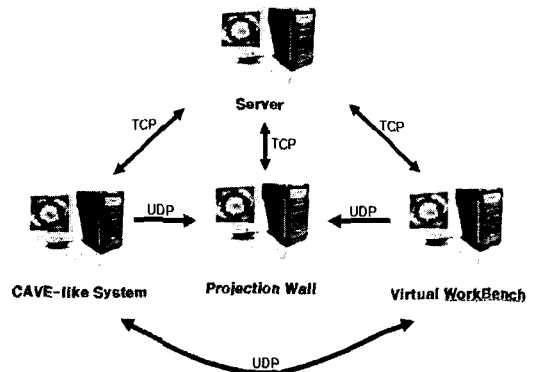


그림2. 네트워크 전송 구조

### 3. 실험 및 결과

본 장은 그림 3과 같이 CAVE-like 시스템, 가상 워크벤치, 프로젝션 월을 연동하여 공 터트리기 게임을 실험하였다. 본 실험에서는 CAVE-like 시스템이 F.O.V가 크고 IS900의 Wand가 가상워크벤치의 6DOF 마우스 보다 사용상 편리 때문에 더 많은 점수를 획득할 수 있었다.

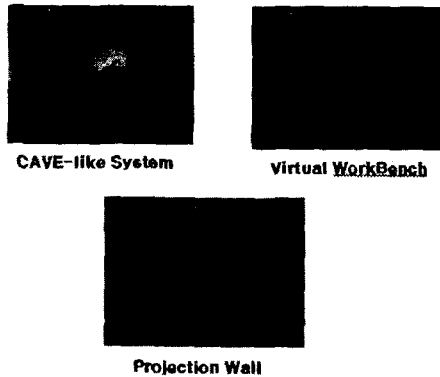


그림3. 다기준 가상협업 결과

### 4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 가상워크벤치, 프로젝션 월, CAVE-like 시스템을 연동하여 가상협업을 할 수 있도록 해주는 공유가상환경을 구축하였다. 기존의 가상협업 시스템이 동기종이나 CAVE와 ImmersaDesk의 연동된 것과는 달리 제안하는 방법은 VR 디스플레이의 가장 대표적인 형태인 수평형, 수직형 정방향 시스템을 연동하여 협업작업을 수행할 수 있도록 하였다. 그러나, 성능이 우수한 컴퓨터에서의 빠른 렌더링으로 인한 사용자의 이점과 전송 속도에서 오는 지연과 객체수의 증가로 인한 렌더링 속도의 저하 등의 문제점이 발생한다.

따라서 향후 연구로는 발생되는 문제점 등을 개선하고 프로젝션 월에서도 상호작용이 가능하도록 확장할 예정이다.

### 참고문헌

[1]E. Churchill, D. Snowdon, A. Munro, "Collaborative Virtual Environment", Springer  
 [2]Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin, Thomas A. DeFanti, Surround-Screen Projection-based Virtual Reality : The Design and Implementation of the CAVE, In the proceedings of ACM SIGGRAPH, 1993  
 [3]Andrew E. Johnson, Jason Leigh, Tele-

immersive Collaboration in the CAVE Research Network, Collaborative Virtual Environments: Digital Places and Spaces for Interaction, edited by Churchill, Snowdon and Munro, March 2001, p. 225-243.  
 [4]J. Leigh, Johnson, A., Vasilakis, C., DeFanti, T., Multi-Perspective Collaborative Design in Persistent Networked Virtual Environments, Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium (VRAIS '96), 1996, pp. 253-260,271-272  
 [5]Jason Leigh, Andrew E. Johnson, Tom DeFanti, et al., A Review of Tele Immersive Applications in the CAVE Research Network, in Proceeding IEEE VR99, 1999, 180-187  
 [6]Mason, T., Applebaim, E. Rasmussen, M., Millman, A., Evenhouse, R., Panko, W., The virtual Temporal bone, In the proceedings of the Medicine Meets Virtual Reality Conference, 1998  
 [7]Andrew E. Johnson, Maria Roussos, Jason Leigh, Christina Vasilakis, Craig Barnes, Thomas Moher, The NICE Project : Learning Together in a Virtual World, In the proceedings of VRAIS, 1998  
 [8]이중연, 최효식, 조민수, 이상산, 원거리 네트워크 환경에서 CAVE를 이용한 가상협업환경 설계 및 구현, 한국정보과학회 제12회 HCI CG VR DESIGN 학술대회 논문발표집 2, p.174-178, 2003