

# 3차원 디스플레이를 이용한 향상된 원격 화상회의 시스템 구현

이영호\*, 최종명\*

## 요약

전 세계의 연구자들이 동일한 공간에 모인 것과 같이 공동 작업할 수 있는 협업환경을 제공하는 원격 화상회의 시스템은 대형 디스플레이와 오디오 장치 등으로 구성되어 있다. 하지만 현재의 시스템은 다자간 화상회의에 초점이 맞춰져 실감미디어를 공유한 공동작업을 지원하기는 어렵다. 본 논문에서는 기존의 화상회의 시스템을 보완하는 향상된 화상회의 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 3차원 및 파노라믹 디스플레이, 상호작용을 위한 다양한 입력 장치, 신뢰성 있는 네트워크를 이용하여 협업 활동을 지원한다. 또한 오락, 교육, 과학계산용 가시화 등을 포함하는 다양한 분야의 네트워크 협업 응용에 활용될 것으로 기대된다.

## Implementation of Enhanced Tele-conference System with 3D Display

Young-Ho Lee\*, Jong-Myung Choi\*

## ABSTRACT

Tele-conference system provides collaborative environment that allows scientists in the world to collaborate as in the same space exploiting large-sized display and audio devices. However, current systems mainly focuses on video conferencing so that it has difficulties in supporting collaborative works using immersive media data. In this paper we propose an enhanced tele-conference system supporting panoramic 3D display, various input devices for interaction, reliable networking, etc. The proposed system is expected to be applied to various networked collaborative applications including entertainment, education, scientific visualization, etc.

Key Words : tele-conference, panoramic display, immersive media, reliable networking, visualization

---

\* 목포대학교 컴퓨터공학과(✉youngho@mokpo.ac.kr)

· 제1저자(First Author) : 이영호 · 교신저자(Correspondent Author) : 이영호

· 접수일(2012년 8월 10일), 수정일(1차 : 2012년 10월 16일), 게재확정일(2012년 10월 19일)

## 1. 서론

시간과 공간의 제약을 뛰어 넘어 사람들 사이에 정보를 교환하고 상호작용하기 위한 인간의 노력은 오랜 역사를 갖는다. 직접 상대방이 있는 곳까지 이동하여 정보를 교환하던 방식이, 봉화, 깃발 등의 신호를 이용한 방법에서, 편지, 전화로 발전하여 지구상 어느 곳에 있는 사람과도 대화, 의견 교류가 가능해 졌다. 또한, 기술의 발전으로 인터넷을 통한 화상회의 시스템이 상용화되었으며, 이를 더욱 발전시켜 새로운 협업 공간을 제시하기 위한 연구 과제가 진행 중이다.

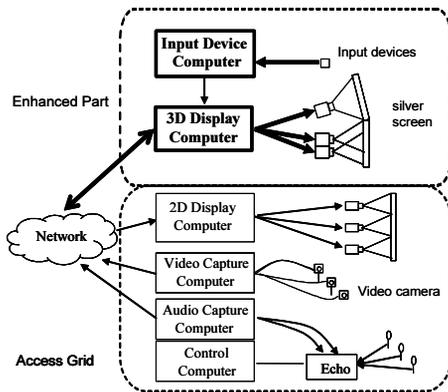


그림 1. 향상된 화상회의 시스템 구조

Fig. 1. Enhanced Tele-conference System Architecture

원격 화상회의 시스템은 공동 연구나 정책결정을 위해 다양한 분야의 사람들이 원격지에서 서로 정보를 교환하고 협력할 수 있는 협업 환경이다. 이러한 시스템은 다수의 사용자들이 공유하는 대형 스크린과 음향 장치를 이용하여 각 노드로부터 입력되는 비디오 영상, 발표자료, 음성 등을 멀티캐스팅 기반으로 전송하여 공간적으로 떨어져 있는 사람들이 효율적으로 공동 작업을 하도록 서비스한다. <그림 1>의 아래 부분에 보여진 것처럼 디스플레이 컴퓨터, 오디오 컴퓨터, 비디오 컴퓨터, 컨트롤 컴퓨터를 기본으로 구성된다 [1]. 일반적으로 디스플레이를 위해 세대의 스크린

이 사용되며, 발표자 및 청중의 모습을 전송하기 위해 다수의 카메라가 사용된다. 마이크는 발표자와 주위 여러 사람의 음성을 전달할 수 있도록 분산되어 설치된다. 지만 현재의 시스템은 다자간 화상회의에 초점이 맞춰져 실감미디어를 공유한 공동작업을 지원하기는 어렵다.

최근에는 3차원 디스플레이 (stereoscopic display), 파노라믹 디스플레이 (panoramic image display), 타일 형태의 디스플레이 (tiled display) 등을 이용하여 몰입형 협업 환경을 제공하려는 시도가 보고되고 있다. UIC (University of Illinois at Chicago)의 EVL (Electronic Visualization Laboratory)에서 연구 중인 AGAVE (Access Grid Augmented Virtual Environments) [2]는 액세스 그리드 노드에서 원격으로 공동작업을 수행하는 공동연구자들이 3차원 그래픽 모델을 서로 공유하여 상호작용 할 수 있도록 하는 것이 목표이다. 현재 AGAVE는 GeoWall 과제에 포함되어 지질학 강의에의 활용 가능성이 연구되고 있으며, TeraVision을 이용하여 영상전송 실험을 하고 있다. 암스텔담의 Vrije Universiteit에서 제안한 ICWall (Interactive and Collaborative Wall) 은 타일 형태의 디스플레이 시스템으로 고해상도 영상을 제공하며, CAVEStudy 과제와 연계되어 각종 모의 실험도 수행할 수 있다 [3]. 또한, 액세스 그리드와 연계하여 활용될 계획이다. 프린스턴 대학의 Display Wall 은 ICWall과 마찬가지로 타일 형태의 디스플레이로 고해상도 영상을 보여주며, 여러 대의 컴퓨터를 사용하여 많은 계산능력을 필요로 하는 복잡한 모델을 렌더링할 수 있다 [4].

타일 형태의 디스플레이는 클러스터를 사용하여 고해상도 영상을 보여줄 수 있지만, 수 십대의 컴퓨터와 수 십대의 프로젝터가 준비되어야 하며, 넓은 장소가 필요하므로 일반적으로 사용되기에는 실용적이지 못하다. 또한 아직까지 가시화에 연구의 초점이 맞추어져 있어, 병렬처리, 보정기술 등이 연구되고 있으며,

상호작용에 대한 연구는 활발하지 않다. 이에 반해 AGAVE는 단일 컴퓨터를 사용하여 간단히 3차원 영상을 보여주며, 저렴하다는 장점이 있지만, 높은 성능을 기대하기는 어렵다.

본 논문에서는 기존의 화상회의 시스템을 향상시켜 새로운 협업 공간을 제시하기 위해, <그림 1>에서처럼, 기존의 화상회의 시스템에 3차원 디스플레이, 상호작용을 위한 입력 장치, 가상공간 공유를 위한 신뢰성 있는 네트워킹 기능이 추가된 향상된 화상회의 시스템을 제안한다. 제안된 시스템을 이용하여 원격 회의 중 공유해야 할 그래픽 모델이나 스테레오 카메라에서 얻어진 영상을 3차원 디스플레이를 통해 보면서 작업할 수 있다. 또한 가상현실 시스템에 사용되는 입력장치를 사용하여 상호작용 할 수 있으며, 이를 지원하는 네트워킹을 통하여 정보를 공유하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 향상된 화상회의 시스템의 요구사항을 다루고, 3절에서는 하드웨어 및 소프트웨어 구현방법, 4절에서는 실제 구현과 응용프로그램을 통한 시스템 검증을 다룬다. 마지막으로, 5절에서 결론 및 추후 과제에 대해 언급한다.

## II. 향상된 화상회의 시스템의 요구사항

향상된 화상회의 시스템은 현재의 시스템을 시각적인 측면에서 향상시키기 위해 다음과 같은 다양한 요구조건을 충족시켜야한다. 먼저 디스플레이 부분은 몰입감을 느낄 수 있는 3차원 및 파노라믹 디스플레이 장치가 필요하다. CAVE, ImmersaDesk, Visionarium, RealityCenter, BOOM, HMD 등 고가의 장치로부터 RAVE, NAVE, AGAVE, VR cluster 등에서 지향하는 저가의 장치가 모두 고려 대상이다 [2][5]. 또한, 서로 다른 환경을 갖춘 여러 노드에서 자료를 공유하기 위해서는, 각 노드의 디스플레이 조건에 무관하게 간단한 환경 설정만으로 응용프로그램의 변경 없이 다양

한 환경의 디스플레이를 지원해야 한다.

제안된 시스템은 사용자가 가상공간에 존재하는 3차원 모델과 상호작용 할 수 있도록 다양한 입력 장치를 지원해야 한다. 이러한 상호작용은 가상공간 내에서의 사용자의 위치 변경, 객체를 집어서 움직이거나 조작하는 등을 예로 들 수 있다. 키보드나 마우스와 같은 기본적인 입력장치에서부터, 미세한 작업을 위한 데이터 글로브, CAVE에서 사용되는 고정형 움직임 탐지 장치 등이 사용될 수 있다. 기존의 개인용 컴퓨터 기반의 키보드와 마우스를 입력 장치로 이용하여도 3차원 모델의 조작, 변형이 가능하나, 실제 사람이 손으로 작업하는 것과 같은 자연스러운 상호작용은 제공하지 못한다. 또한, 1인이 아닌 2-30명의 단체가 공동 작업을 해야 할 경우 PC기반의 장비로는 불가능하기 때문에 그에 맞는 장비를 사용할 수 있어야 한다 [6]. 그리고 공유해야 하는 모델의 형태, 응용목적에 따라 사용되는 입력 장치도 변경되어 자연스러운 상호작용을 제공해야 한다.

이와 함께, 향상된 화상회의 시스템에서는 대용량 실감미디어 데이터를 네트워킹을 통하여 다자간 공유할 수 있도록 신뢰성 있는 네트워킹을 지원해야 한다. 이는 공유해야 하는 정보의 종류가 다양해지고, 크기가 대용량화되었기 때문이다. 다자간의 연결을 효율적으로 지원하기 위해 멀티캐스트, 혹은 멀티캐스트를 모방한 유니캐스트 네트워킹을 사용할 수 있어야 한다. 또한 네트워크 상황 (지연, 대역폭, 손실의 변동 상황)에 따른 적응적인 전송도 필요하다.

<그림 2>는 상태 공유를 위한 네트워킹 지원 구조를 보여준다. 공유 공간 부분은 디스플레이/상호작용과 네트워킹 지원 부분에 연결되어 있다. 상태 정보를 지원하기 위해서는 전송을 위한 통신 구조가 필요하다. 예를 들면 품질이나 데이터 특성에 따라 통신 구조에서 UDP, TCP, Parallel TCP, 또는 reliable blast UDP를 지원해야 한다. 또한, 멀티캐스팅이나 어플리케이션 멀티캐스팅을 이용하여 상태 정보를 전송해야 한

다. 이런 작용에 의해 전송되는 정보는 정보의 특징에 따라서 QoS, 신뢰적 전송, 대역폭, 지연에 대한 보장을 받아야 한다.

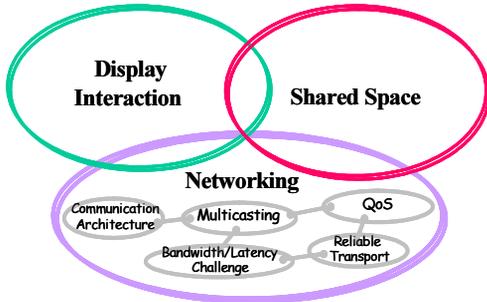


그림 2. 상태공유를 위한 네트워킹 지원구조  
Fig. 2. Networking support for shared state

### III. 향상된 화상회의의 시스템 설계

<그림 3>은 향상된 화상회의의 시스템의 하드웨어와 소프트웨어의 구조를 보여준다. 제안된 시스템의 장비는 파노라믹 및 3차원 디스플레이와 입력 장비, 그리고 네트워크 장비로 이루어진다. 소프트웨어는 윈도우즈, 리눅스, IRIX 등의 다양한 종류의 운영체제를 지원할 수 있도록 구성된다. 컴퓨터 그래픽스 모델을 제작하기 위해 OpenGL 라이브러리와 그 상위레벨의 그래픽 패키지인 OpenGL Performer, Open Inventor 등이 사용된다. 그래픽 미들웨어로 CAVELib, VR Juggler 등이 사용될 수 있으며, 이들을 이용하여 다양한 디스플레이 환경 설정과 입력 장치를 지원한다. 마지막으로 협업 환경은 공유메모리 데이터베이스를 통하여 공유된다.

앞에서 제시된 요구사항을 만족시키기 위해, 3차원 및 파노라믹 디스플레이, 다양한 상호작용을 지원하는 입력 장치, 신뢰성 있는 네트워킹을 지원하기 위한 하드웨어 설계와 소프트웨어를 구성하는 방법은 다음

과 같다.

### 3.1 삼차원 디스플레이

3차원 디스플레이는 인간의 시각 시스템의 특성을 이용하여 3차원 시각효과를 제공한다. 기본 원리는 양안 시차를 갖는 두 장의 2차원 영상을 양안에 분리 제시하여 입체감을 얻을 수 있는 방법이다. 색상차 또는 시 분할 (time-multiplexing)을 이용하여 스테레오 영상이 모니터에 보이면, 애너글리프 (anaglyph)나 셔터 글래스 (shutter glasses)를 이용하여 3차원 효과를 느낄 수 있다. 최근에는 무안경식 패럴랙스 베리어, 렌티큘라 등 다양한 방법이 제안되고 있다.

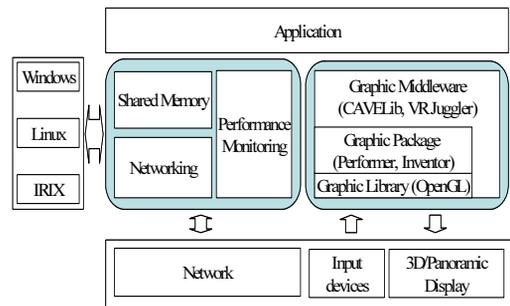


그림 3 향상된 화상회의의 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 구조

Fig. 3. Hardware and software architecture of enhanced access grid.

사용자의 시야각 (Field of View)을 넓히고 현실감을 증대시키기 위해 파노라믹 디스플레이와 3차원 디스플레이를 결합한다. 파노라마는 전체를 의미하는 'pan'과 '경치'의 의미를 갖는 'horama', 두 단어의 합성어로 사용자를 중심으로 주변에 보이는 전체의 경치를 의미한다. 파노라믹 영상은 이를 바라보는 사용자에게 입장감 및 몰입감을 제공한다는 면에서 큰 의미를 갖는다. 파노라믹 디스플레이를 사용하여 크기가 정해진 하나의 스크린에 장면을 보여주기 보다 넓은 공간에 사용자가 바라 볼 수 있는 확장된 장면을 뿌

려줘서 입장감을 느끼게 할 수 있다. 제안된 시스템에서는 두 개 이상의 스크린을 사용자 중심으로 원형으로 나열하고, 수동 스테레오 방식을 사용하여 3차원 영상을 디스플레이 한다. 3차원/파노라믹 디스플레이를 위한 PC 구성 방법은, 멀티 모니터 기능을 제공하는 그래픽 카드를 사용하는 방법과 Windows 98 이상에서 제공하는 MDS (Multiple Display Support) 기능을 이용하는 방법이 있다. MDS 기능을 사용하면 PCI 슬롯에 그래픽 카드를 추가하여 더 많은 수의 모니터/스크린을 사용할 수 있다. 또한 클러스터 기법을 이용하여 여러 대의 컴퓨터를 연결하여 사용할 수도 있다.

### 3.2 상호작용 및 네트워킹

자연스런 상호작용을 위해서, 기본적인 입력 장치인 키보드, 마우스 뿐만 아니라, 특수 입력 장치 (모션 트래커, 3D 마우스, 조이스틱, PDA, 카메라 등)가 사용된다. 이러한 장치들을 사용하여 사용자의 상태정보가 즉각적으로 반영되어 모든 사용자가 같은 장소에 있는 것처럼 느낄 수 있어야 한다. 각 노드간에 상태정보를 주고받는 방법에는 중앙식 정보 저장 방식 (Centralized information repository), 주기적 상태 재생 방식 (Frequent state regeneration), 추측 항법 (dead reckoning) 등이 있다. 중앙식 정보 저장 방식은 중앙의 정보 저장소에 모든 공유 정보를 저장하고 관리하는 방법이고, 주기적 상태 재생 방식은 비신뢰적으로, 주기적으로 상태정보를 방송하는 방식이다. 추측 항법은 과거의 저장된 정보에 바탕으로 현재의 정보를 예측하는 방식이다. 위의 방식 중 중앙식 저장 방식을 구현하는 방법으로는 파일 저장 방식과 메모리 저장 방식이 있다. 파일 저장 방식은 해당 정보를 파일에 저장하여 공유하기 때문에 비교적 쉽게 구현할 수 있다는 장점이 있지만, 파일을 조작해야 하기 때문에 느리고, 많은 사용자를 지원할 수 없다는 단점이 있다. 서버 메모리 저장 방식은 파일 저장 방식을 개선하여 공유정보를 디스크가 아닌 메모리에 저장하는 방식이

다. 이 방식은 서버 충돌이 발생 할 경우, 저장된 정보를 매번 백업하지 않으면 공유 정보를 잃게 되고, TCP/IP의 사용으로 인해 서버의 자원을 소비하는 단점이 있다. 그러나 이러한 서버 기반 저장 방식은 단순하면서도 합리적인 성능 때문에 작은 규모의 네트워킹을 지원하기 위해 많이 사용된다 [7].

### 3.3 프로세싱 시스템과 소프트웨어

프로세싱 시스템은 3차원 CG/Video 디스플레이와 상호작용을 위한 각종 입력 장치, 네트워크를 지원할 수 있도록 구성된다. 사용되는 그래픽 카드는 듀얼헤드 (dual-head) 방식으로 스테레오 디스플레이를 지원하고, OpenGL 가속 기능도 지원한다. 또한 각종 입력 장치를 사용할 수 있도록 직렬, 병렬, IEEE1394, USB 포트를 지원하며, 응용 프로그램이 원활히 동작할 수 있도록 충분한 계산 능력과 메모리를 갖춘다.

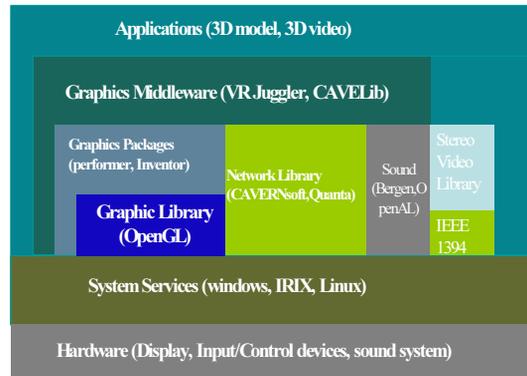


그림 4. 프로세싱 시스템  
Fig. 4. Processing System

<그림 4>는 프로세싱 시스템의 소프트웨어 구조를 보여준다. 응용프로그램으로 과학적 가시화에 필요한 모델이나 스테레오 카메라에서 획득된 3차원 영상이 있다. CAVELib, VR Juggler, Diverse Toolkit 등은 가상공간을 구성하는 응용프로그램과 디스플레이 환경이나 입력 장치를 설정해 주는 부분이 분리되어 있다

[8][9][10]. 따라서 프로그래머는 디스플레이 형태, 입력 장치 설정을 위한 드라이버 설정에 관여하지 않아도 된다. 예를 들어, CAVELib와 VR Juggler의 스크립트 파일을 이용하여 다양한 종류의 디스플레이 환경을 설정할 수 있으며, VRCO 사의 TRACKD demon은 입력 장치의 상태정보를 공유메모리로 전달하고, CAVELib는 공유메모리의 정보를 읽어 제품에 종속되지 않고 응용프로그램을 사용할 수 있다 [8]. TRACKD는 움직임 추적 장치, 입력 장치 등 가상현실 응용 프로그램을 위한 표준 장치 소프트웨어이다.

CAVELib와 VR Juggler는 특수 입력 장치를 사용하지 않더라도 키보드와 마우스를 이용하여 시뮬레이션 할 수 있는 기능을 제공한다. 이 기능을 사용하여 wand, 데이터글로브 (dataglove), 패스트랙 (fastrak) 등의 장비를 가정한 모의실험을 할 수 있다.

향상된 가상회의 시스템의 네트워크를 지원하기 위해 CAVERNsoft 혹은 Quanta가 사용된다. CAVERNsoft는 C++ 기반으로 개발되었으며, 네트워크/데이터베이스를 지원한다 [11]. TCP, 패러렐 TCP, UDP, 멀티캐스트 등의 전송기능과 이종-플랫폼을 위한 데이터 패킹기능, RPC, 원격화일 입출력 기능, 쓰레드와 상호배제 (Mutual Exclusion)를 제공한다. 네트워크 성능을 측정하고, 가상공간의 상태정보를 공유할 수 있는 기능을 갖고 있다. 또한 상위 모듈에서는 CAVE 라이브러리와 OpenGL Performer를 통한 아바타 렌더링 클래스와 애플리케이션 셸(shell)을 제공한다. 최근에는 CAVERNsoft에서 네트워크 관련 부분만을 분리하여 Quanta가 제안되어 사용된다.

멀티캐스트가 지원되지 않는 유니캐스트 네트워크에서 다자간 전송을 효율적으로 연결하기 위해서 데이터 리플렉션 (data reflection)과 공유메모리 데이터베이스 (Shared memory database)를 사용할 수 있다. 데이터 리플렉션은 클라이언트에서 서버로 정보를 보내면, 서버에서는 등록된 모든 다른 클라이언트로 전달된 정보를 보낸다. 공유메모리 데이터베이스는 데

이터 리플렉션과 마찬가지로 정보를 전달하며, 서버의 데이터 베이스에 새로운 정보를 계속 기록하고 새로 들어온 클라이언트에 기록된 모든 정보를 전달한다. 이러한 상태정보 공유방식은 서버에 지나치게 많은 양의 정보가 입출력될 때 지연 등의 문제가 발생하기 때문에, <그림 5>와 같이 여러 대의 서버를 추가하여 확장할 수도 있다.

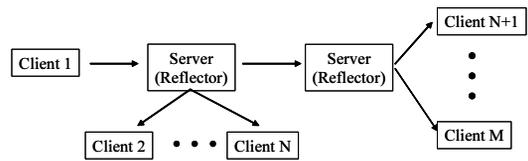


그림 5 상태정보 공유 방식  
Fig. 5. method for shared state

#### IV. 시스템 셋업 및 분석

현재 구축된 시스템에는 Windows 프로그램 환경에 익숙한 프로그램 개발자를 위해 WINDOWS XP를 설치하였고, SDK로 Visual C++ 6.0을 설치하였다. CAVELib 버전 3.0.2는 master 1개와 slave 2개를 사용하여 필요에 따라 slave를 추가할 수 있도록 설정하였다. VR Juggler는 버전 1.0.6이다. 네트워크 장치는 3Com 사의 3C920 Fast EtherLink XL 100Mbps 지원 NIC을 CISCO사의 3640, 7204 VXR 라우터를 통하여 고속의 연구용 네트워크인 155Mbps 선도연구망에 연결하였다.

CAVELib 혹은 VR Juggler의 설정 파일을 변경하면, 3차원 또는 파노라믹 디스플레이를 선택할 수 있다. 또한 비슷한 방법으로 수동 스테레오, 능동 스테레오 방식을 선택할 수 있다. 제안된 시스템에서는 3차원 및 파노라믹 디스플레이를 위해 3절에서 설명한 대로, AGP (dual head)와 PCI 그래픽 카드를 사용하였다. 그 결과, <그림 6> 에서처럼, 3차원 영상이 실버스

크린(silver screen)과 모니터에 디스플레이 되었다 [11-13].

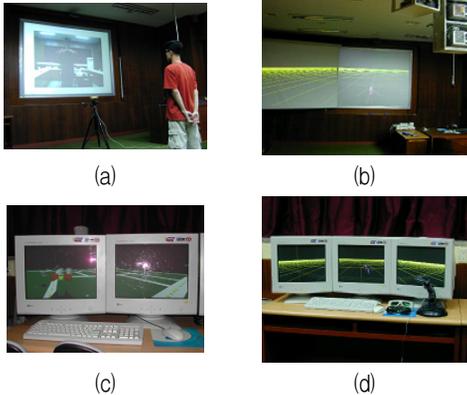


그림 6 (a) 실버 스크린을 사용한 3차원 비디오 디스플레이 (b) 두 개의 스크린을 사용한 파노라믹 디스플레이 (c) 모니터를 사용한 파노라믹 디스플레이 (d) 모니터를 사용한 파노라믹 3차원 디스플레이

Fig. 6. (a) 3D video display with silver screen (b) panoramic display with two screens (c) panoramic display with two monitors (d) panoramic 3D display with monitors

액세스 그리드 툴킷을 실행하여 회의를 진행하면서, <그림 7>과 같이, 3차원 모델을 공유하여 원격 회의를 수행하였다. 액세스 그리드를 이용해 영상과 음성신호를 주고받으며, 3차원 모델을 입력장치를 이용하여 조정하였다.

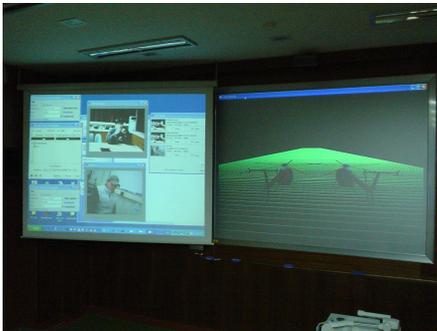


그림 7. 향상된 화상회의의 시스템의 활용  
Fig. 7 Application for enhanced tele-conference system

각 노드의 OpenGL로 제작된 비행기 모델이 <그림 8>에서처럼 공유메모리 데이터베이스를 사용하여 연결되었다. 제작된 응용 프로그램에서는 비행기가 3차원 디스플레이를 통해 보이며, 각 노드에서 자신의 비행기를 입력 장치를 통해 움직일 수 있다. 이 응용프로그램에서 입력 장치 역할은 모델을 움직이는 것이기 때문에, 간단한 입력 장치 (키보드, 마우스, 조이스틱)가 사용되었다.

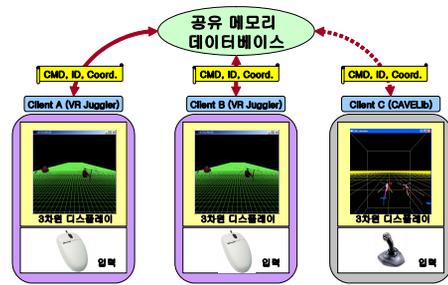


그림 8 공유메모리 데이터베이스를 이용한 각 노드의 연결

Fig. 8. Each node connection by using shared memory database

네트워킹 부분 구현은 Quanta 공유메모리 데이터베이스를 사용하였다. Quanta의 공유메모리 데이터베이스는 전통적인 클라이언트 서버 방식으로 구현되었다. 서버는 초기화 부분과 프로세스 부분으로 구성된다. 초기화 부분에서는 서버에서 사용하는 데이터베이스 디렉토리 이름, TCP 사용포트, UDP 사용포트, 최대 사용자 수 등의 기본 정보를 설정하게된다. 그리고 프로세스 부분은 서버에 연결된 클라이언트들을 제어하는 부분으로 서버에 접속하는 클라이언트들의 요청을 처리하는 역할을 하였다. 이 부분은 반복적으로 실행되어 클라이언트로부터의 명령을 처리하도록 했다. 클라이언트 부분은 정해진 데이터 포맷을 전송하였다. 전송부분은 서버의 데이터베이스에 공유되어야 할 데이터를 쓰고, 서버는 전송한 클라이언트 이외

의 다른 클라이언트들에게만 데이터를 전송하였다.

전송을 위해 사용된 데이터의 형태는 명령 (command), 사용자 아이디 (UserID), 좌표 (coordinate) 필드로 정의하였다. 명령 필드에 다양한 명령을 정의하여 사용하였다. 사용자 아이디 필드는 각 클라이언트의 아이디를 기록하는 부분이며, 가상 공간의 객체를 구별하는데 사용하였다. 마우스나 조이스틱을 통해서 입력받은 3차원 좌표를 좌표 필드에 기록하고, 아이디 필드에 해당되는 객체의 아이디를 기록하였다.

## V. 결론 및 추후과제

본 논문에선 화상회의 시스템을 향상시키기 위해 향상된 화상회의 시스템을 설계하고, 이를 검증하기 위한 시범 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템을 이용하여 액세스 그리드로는 원격회의를 진행하면서, 3차원 비디오 영상 및 컴퓨터 그래픽 모델을 공유할 수 있었다. 3차원 및 파노라믹 디스플레이를 이용하여 몰입감을 증대시켰으며, 가상현실에서 사용되는 입력 장치를 이용한 상호작용, 다자간 네트워킹이 가능함을 확인할 수 있었다. 본 시스템은 네트워크를 통하여 다양한 플랫폼과 연결되어 공간의 제약 없이 협업 활동을 가능하게 해줄 것으로 기대된다. 추가적으로 향상된 화상회의 시스템에서 분산 상호작용 (distributed interaction)에 대한 연구를 진행할 예정이다. 지리적으로 멀리 떨어져 있는 참가자들이 서로 동일한 정보를 갖고 상호작용 할 수 있도록 가변적인 네트워크 상태를 고려한 동기화 기법이 필요하다. 또한 서버 및 클라이언트에서 프로세싱 자원을 효율적으로 관리할 필요가 있다. 여러 클라이언트가 서버에 연결되었을 때 각 클라이언트가 주기적으로 데이터를 전송하므로 통신비용이 증가하며, 클라이언트에서는 입력 장치로부터 정보 입력, 그래픽 렌더링을 하기 위

한 계산 수행 등 많은 작업이 CPU를 사용하여 이루어지기 때문이다.

## 참고문헌

- [1] L. Childers, T. Disz, R. Olson, M. E. Papka, R. Stevens, and T. Udeshi, "Access Grid: Immersive Group-to-Group Collaborative Visualization," in *Proc. of the Fourth International Immersive Projection Technology Workshop*, June 2000.
- [2] J. Leigh, G. Dawe, J. Talandis, E. He, S. Venkataraman, J. Ge, D. Sandin, and T. DeFanti, "AGAVE: Access Grid Augmented Virtual Environment," in *Access Grid Retreat*, Jan. 2001.
- [3] ICWall. Interactive and Collaborative Tiled Display, <http://www.icwall.nl>, 2002.
- [4] H.Chen, G.Wallace, A.Gupta, K.Li, T.Funkhouser, P.Cook, "Experiences with Scalability of Display Walls," *Seventh Annual Immersive Projection Technology Symposium (IPT)*, March, 2002.
- [5] C. Cruz-Neira et. al., "Surround-Screen Projections-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE," in *Proc. ACM SIGGRAPH*, pp.135-142, 1993
- [6] S.Ahn, I.Kim, H.Kim, Y.Kwon, H.Ko, "Audience Interaction for Virtual Reality Theater and Its Implementation," *Virtual reality software and technology*, pp.41-45, 2001
- [7] K. Park, Y.J. Cho, N. Krishnaprasad, C. Scharver, M. Lewis, J. Leigh, and A. Johnson, "CAVERNsoft G2: A Toolkit for High Performance Tele-Immersive Collaboration," in *Proc. of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, pp. 8-15, Oct. 2000.
- [8] VRCO inc. <http://www.mechdyne.com/>
- [9] A. Bierbaum, C. Just, P. Hartling, K. Meinert, A. Baker, and C. Cruz-Neira, "VR Juggler: A Virtual Platform for Virtual Reality Application," in *Proc. IEEE VR 2001*, pp.89-96, March 2001.

- [10] L. Arsenault, J. Kelso, R.Kriz, and F. D. Neves, "DIVERSE: a Software Toolkit to Integrate Distributed Simulations with Heterogeneous Virtual Environments," in *Proceedings of IEEE VR 2002*, pp.19-36, 2002.
- [11] S. Singhal and M. Zyda, *Networked Virtual Environments: Design and Implementation*, Addison Wesley, 1999.
- [12] 이영호, 정재현, 김종원, 변옥환, 우운택, "협업 환경을 위한 Enhanced Access Grid System," *통신학회*, vol. 26, pp. 298-301, 2002.
- [13] 장혜영, 오세찬, 김종원, 우운택, 변옥환 "Access Grid의 개선을 위한 스테레오 영상 전송 시스템," *한국통신학회* pp.363-366, 2002.

---

### 저자소개

#### 이영호 (Young-Ho Lee)



2002년 광주과학기술원 정보통신공학과 (공학석사)  
2008년 광주과학기술원 정보통신공학과 (공학박사)

2009년~현재 국립목포대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 가상현실



#### 최종명 (Jong-Myung Choi)

1996년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 (공학석사)  
2003년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 (공학박사)

2004년~현재 목포대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야: 소셜네트워크, 상황인지 시스템, 건강 등