

## 네트워크 가상환경에서 확장가능한 멀티미디어 공동작업 시스템

김 병 극, 이 현 주

LG 종합 기술원 Innovation 센터

### 요 약

전화나 인터넷과 같은 네트워크 환경이 보편화됨에 따라 사용자는 통신망을 통해서 원거리 사용자와 공동작업(Collaboration)을 할 필요성을 느끼게 되었다. 이러한 사용자들간의 공동작업을 지원하기 위해서는 네트워크상에서 공동작업을 할 수 있는 가상환경을 제공해 주어야 한다. 본 논문에서는 가상공간과 다양한 멀티미디어 회의 서비스를 제공하여 네트워크상에서 사용자들이 쉽게 공동작업을 할 수 있게 해 주는 시스템인 Webber에 대해서 설명한다. Webber는 서버/클라이언트 구조를 기반으로 각각의 클라이언트가 IP 멀티캐스팅을 이용하여 서로 데이터를 주고 받는 복합형(Hybrid) 구조의 시스템이다. Webber는 멀티미디어 서비스를 담당하는 Service-PUP과 이를 관리하는 Framework로 구성되어 있으므로 서비스의 추가, 삭제, 유지, 보수가 용이하다.

### I. 서 론

가상현실(Virtual Reality)은 컴퓨터가 만들어 낸 가상환경(Virtual Environment)에서 사용자가 마치 실제 세계에서 상호작용(Interaction)하는 것처럼 할 수 있게 해 주는 인간과 컴퓨터와의 진보된 인터페이스이다<sup>[1]</sup>. 가상현실은 크게 몰입감을 주는 가상현실(Immersive VR)과 몰입감을 주지

않는 가상현실(Non-immersive VR)로 나눌 수 있다. 몰입감을 주는 가상현실은 사용자가 DataGlove, Body Suit, 3D tracker, HMD(Head-Mounted Display)등과 같은 입출력 장치를 사용하여 가상공간에서 마치 현실 세계에 존재한다는 착각을 느끼게 하는 것이다. 몰입감을 주지 않는 가상현실은 이러한 고가의 입출력 장치 없이 데스크탑 환경에서 사용자가 컴퓨터가 만들어주는 가상환경에서 상호작용하는 것이다. 몰입감을 주기 위한 가상현실 입출력 장치는 고가이므로 일반 사용자에게 보편화되어 있지 않고 또한 장치의 기술적 미성숙으로 인하여 사용자가 가상환경과 상호작용하기에 불편하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 입출력 장치를 사용하지 않는 일반 데스크탑 환경에서 가상환경을 구축하고 사용자들이 쉽게 서로의 의견을 교환하기 위해 상호작용할 수 있는 방법을 제공한다.

가상환경이란 실제나 가상의 공간을 실시간으로 시뮬레이션(Simulation)하여 사용자가 그 공간에서 실제 세계를 경험하는 것처럼 만들어 주는 환경을 말한다<sup>[2]</sup>. 이러한 가상환경의 예로 컴퓨터가 만들어 내는 3차원 객체들로 구성된 복잡한 가상 공간을 들 수 있다. 사용자는 컴퓨터가 만들어 낸 가상공간을 네비게이션(Navigation)하면서 상호작용을 할 수 있다.

기존의 사용자와 가상환경과의 상호작용은 네트워크를 고려하지 않고 사용자와 컴퓨터간의 상호작용만을 다루어 왔다. 그러나 전화나 인터넷과 같은 네트워크 환경이 보편화됨에 따라 사용자는 통신망을 통하여 물리적으로 서로 떨어져 있는 사용

자와 실시간에 의사소통을 하고 공동작업(Collaboration)을 할 필요성을 느끼게 되었다. 이러한 의사소통과 공동작업을 하기 위해서는 사용자들이 공동작업을 하기 위한 가상환경 구축 기술, 원격리의 사용자들간에 가상환경을 공유하기 위한 네트워킹 기술, 상호작용시 실시간성을 보장하고 자원을 효율적으로 사용하기 위한 QoS(Quality of Service) 제어 기술등이 요구된다.

2장에서는 가상 환경에서 원격리 사용자가 네트워크상에서 공동작업을 하기 위해 필요한 기술을 살펴보고 3장에서 이와 관련된 기존의 연구를 살펴본다. 4장에서는 PC상에서 사용자가 특별한 하드웨어의 지원 없이 실시간에 공동작업을 할 수 있는 네트워크상의 가상환경을 제공하는 Webber의 구조와 구현에 대해서 기술한다. 끝으로 5장에서 결론과 향후 연구 방향에 대해서 언급한다.

## II. 네트워크상의 공동작업을 위한 기술

### 1. 가상환경 구축 기술

사용자들이 공동작업을 하기 위한 가상환경을 만들기 위해서 기존에는 텍스트나 그림과 같은 2차원적인 것을 사용했다. 그러나 이와 같은 2차원적인 것은 우리가 살고 있는 실제 공간을 묘사하는데 한계를 가지고 있다. 따라서 3차원 그래픽스 기술을 이용한 3차원 가상공간이 대두되었고 사람들은 가상과 실제의 세계를 모두 3차원으로 모델링하여 가상공간을 만들었다. 이와 같은 가상공간에서 사용자는 3차원 물체와 상호작용을 하면서 작업을 한다. 그러나 3차원 가상공간만으로는 사용자들간에 공동작업을 하는데 어려움이 있다. 사용자들간에 공동작업을 효과적으로 지원하기 위해서는 가상공간외에도 비디오, 오디오, 화이트보드(Whiteboard)등을 이용한 멀티미디어 회의 시스템이 제공되어야 한다. 멀티미디어 회의 시스템은 가상공간에서 사용자들간의 상호작용시 자료의 공유와 의사소통을 원활히 해 준다.

### 2. 네트워킹 기술

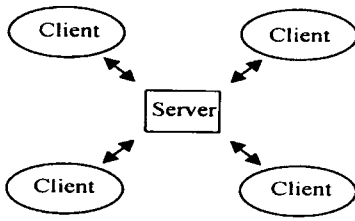
원거리의 사용자들이 효과적으로 가상환경을 공유하기 위한 네트워크 환경을 제공해 주기 위해서 가장 먼저 고려해야 할 사항은 네트워크의 투명성(Network Transparency) 제공이다. 네트워크의 투명성은 사용자들이 공동작업을 하기 위해 가상환경에서 상호작용시 상대방이 네트워크로 연결되어 있다는 것을 인식할 수 없을 정도의 서비스를 제공해야 함을 의미한다. 이를 위해서는 데이터의 전송시 지연(Delay)이 적어야 하고 실시간 처리를 할 수 있어야 한다. 지연과 실시간 처리는 통신망의 연결구조와 전송 프로토콜에 많이 좌우된다.

통신망의 연결 구조는 그림 1의 중앙 집중형(Centralized) 구조, 완전 분산형(Decentralized) 구조, 복합형(Hybrid) 구조로 나눌 수 있다.

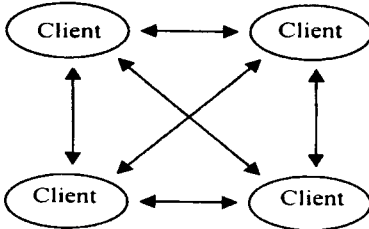
중앙 집중형 구조는 중앙에 존재하는 서버가 모든 통신의 중계 역할을 하는 구조로 일반적으로 서버/클라이언트 구조로 많이 알려져 있다. 이 구조에서는 서버가 시스템 전체의 정보를 관리하고 모든 통신을 중계하므로 제어하기 쉽고 시스템 전체적으로 일관성을 유지하기가 용이하다. 그러나 서버에 처리 부담과 통신량이 가중되므로 서버가 병목점으로 작용한다. 이러한 병목현상에 의한 지연은 가상환경에서 사용자가 공동작업을 할 때 요구되는 실시간성을 보장할 수 없게 한다.

완전 분산형의 구조는 모든 클라이언트가 서로 연결을 해서 데이터를 주고 받고 제어를 하는 구조이다. 이 구조에서는 서버의 병목점을 제거할 수 있는 반면에 다수의 클라이언트 사이에 발생할 수 있는 동시성 제어(Concurrency Control)나 클라이언트간에 공유되는 정보의 제어등과 같은 제어가 어렵고 시스템 전체적으로 일관성을 유지하기가 힘들다.

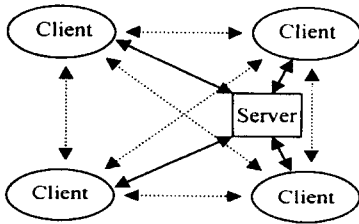
복합형 구조는 중앙 집중형 구조와 완전 분산형 구조가 절충된 구조로 제어나 일관성을 유지하기 위한 데이터와 무손실(Lossless)을 요구하는 데이터는 중앙 집중형 구조로 전송하고 각각의 클라이언트간에 손실 가능한 데이터의 전송은 완전 분산형 구조로 전송하는 구조로 Webber에서 사용한 구조이다.



(가) 중앙 집중형



(나) 완전 분산형



(다) 복합형

(그림 1) 통신망의 연결 구조

전송 프로토콜로 가장 쉽게 선택할 수 있는 것은 IP 계열의 프로토콜이다. TCP는 흐름제어, 오류 복구등을 해 주는 안정적인 프로토콜로 무손실을 요구하는 데이터의 전송에 적합하다. 그러나 통신망의 상태가 안 좋을 경우에는 지연이 매우 심하게 되므로 실시간성을 보장하기가 어렵다. UDP는 실시간성은 보장되지만 흐름제어, 오류 복구와 같은 기능이 없으므로 데이터의 손실을 보상할 수 있는 방법이 없다. 실시간성이 보장되는 UDP의 기반위에 데이터의 손실을 어느 정도 보상하기 위해 약간의 제어를 한 전송 프로토콜로는 RTP (Realtime Transport Protocol)가 있다.

### 3. QoS 제어 기술

가상환경에서 원거리 사용들간에 공동작업시 실시간성을 보장해주기 위해서 서비스들간에 또는 서비스내에서QoS(Quality of Service) 제어를 해야 한다. CPU의 처리 용량, 네트워크의 대역폭 (Bandwidth)등과 같은 자원이 한정되어 있으므로 자원의 효율적인 사용을 위해서는 QoS 제어를 해야 한다. 음성과 같은 연속성과 실시간성이 요구되는 부분에 더 많은 CPU 시간과 네트워크 대역폭을 할당하고 실시간성이 요구되지 않는 부분을 천천히 처리함으로써 자원을 효율적으로 사용하고 사용자들간의 공동작업시 편리한 가상환경을 제공할 수 있다.

## III. 관련 연구

지금까지 연구되어 온 대표적인 가상환경 시스템중에서 사용자간의 공동작업(Collaboration)을 돕는 데에 이용할 수 있는 시스템들을 간단히 살펴보자.

주로 군사 훈련 목적으로 만들어진 NPSNET [3]은 광역망(WAN)상에서 다중 사용자를 지원하는 응용 시스템을 위한 구조로서 분산 시뮬레이션 시스템을 위해 미 국방성에서 개발한 DIS 프로토콜을 사용하였다. AVIARY<sup>[4]</sup>는 계층적인 시스템 구조와 동적인 부하 균형(Load Balancing) 기법을 사용하였다. BrickNet<sup>[5]</sup>은 서버/클라이언트 모델을 사용하였으며 서버의 병목현상을 제거하기 위해서 서버 시스템을 분산하여, 각 서버 시스템들이 가상 공간에 접속하는 사용자들을 나누어 관리하게 하였다. NPSNET, AVIARY, DIVE[2]등 기존의 대부분 시스템은 완전 분산형 구조를 하고 있다. ‘다이아몬드 공원’<sup>[6]</sup>은 전용 하드웨어와 통신망을 바탕으로 높은 질의 가상 공간과 서비스를 제공하는 시스템이다. 또한 ‘PointWorld’<sup>[7]</sup>, ‘OnLive’<sup>[8]</sup>와 같이 가상공간이 사교나 유희의 장소가 될 수 있도록 인터넷을 통한 서비스를 실제로 제공하는 사이트들도 있다. 인터넷상의 멀티미

디어 회의 시스템을 제공하는 시스템으로는 White Pine S/W사의 CU-SeeMe, Microsoft사의 NetMeeting 등이 있다.

그러나 이와 같은 시스템들은 사용자들간의 공동작업을 돕기 위해 가상공간과 멀티미디어 회의 시스템의 효과적인 사용에 대한 고려가 없고 서비스의 추가, 삭제, 유지, 보수등을 위한 서비스 확장가능성(Service Scalability)에 대한 고려가 불충분하다.

## IV. Webber

### 1. 개요

Webber는 네트워크상의 가상환경속에서 공간적으로 떨어져 있는 여러 사용자에게 통합된 멀티미디어 서비스를 제공해 주기 위한 시스템이다. Webber에서 제공하는 서비스는 3차원 가상공간과 3차원 가상공간에서 사용자들간의 공동작업을 돕기 위한 멀티미디어 회의 시스템으로 구성되어 있다.

Webber 시스템은 서버/클라이언트 모델을 바탕으로 각각의 클라이언트가 데이터를 서로 주고 받는 복합형(Hybrid) 구조의 시스템이다. 클라이언트가 데이터를 서로 주고 받을 때, 데이터의 중복 전송을 피하기 위해서 멀티캐스팅(Multicasting)을 사용한다.

Webber는 객체 지향 개념을 도입하여 전체 구조를 시스템을 구성하는 객체들과 이들 객체들간의 관계로 정의하고 모듈화하여 구성하였다. 이와 같은 개념의 기반위에 Webber는 가상공간, 다자간 음성 회의, 다자간 비디오 회의, 화이트보드등과 같은 각각의 멀티미디어 서비스를 담당하는 Service-PUP(Processing Unit Plug-in)과 이를 효과적으로 관리하고 필요에 따라 서비스들을 추가, 삭제할 수 있는 Framework으로 구성되어 있다. Framework은 각각의 Service-PUP 개발자가 알아야 할 인터페이스를 위한 내부적인 표준과 각 서비스들이 통신이나 필요한 정보를 얻기 위해 이

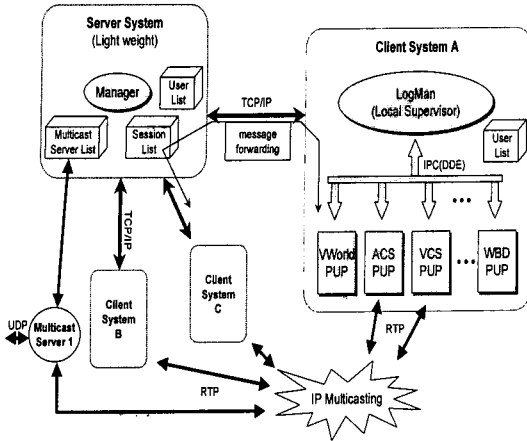
용할 수 있는 다양한 라이브러리를 제공한다. 따라서 서비스의 추가, 삭제가 용이하고 전체 시스템을 쉽게 유지, 보수할 수 있다. 또한 서버 시스템은 부하가 많이 걸리지 않으므로 많은 사용자를 처리할 수 있으며 Framework이 서버 시스템을 분산 구축하기에 용이한 구조와 구성요소를 제공하므로 쉽게 수 천명 이상의 사용자를 지원하는 시스템으로 확장할 수 있다.

### 2. 시스템 구조

Webber는 서버/클라이언트 모델을 바탕으로 각각의 클라이언트가 데이터를 서로 주고 받는 복합형 구조의 시스템이다. Webber에서는 제어와 무손실(Lossless)을 요구하는 데이터는 서버/클라이언트 구조로 TCP/IP를 이용하여 처리하고 실제 각각의 클라이언트간의 손실 가능한 데이터의 전송은 서버의 처리 부담을 줄이고 통신망상의 병목점을 없애기 위해 클라이언트가 직접 서로 주고 받는다. 각각의 클라이언트가 데이터를 서로 주고 받음으로써 생기는 데이터의 중복 전송을 피하기 위해서 IP 멀티캐스팅 기법을 사용한다. IP 멀티캐스팅은 임의의 그룹 IP 주소를 이용하여 그 그룹에 참여한 사용자들에게 데이터를 전달하는 기법이다. 그러나 IP 멀티캐스팅은 하나의 서브네트워크를 벗어나면 사용할 수 없으므로 Webber에서는 각 서브네트워크에 멀티캐스팅을 위한 멀티캐스팅 서버를 두고 멀티캐스팅 서버는 UDP를 사용하여 멀티포인트 통신을 한다.

Webber의 시스템 구조가 그림 2에 나타나 있다.

사용자가 가상공간에서 다른 사용자들과 상호작용을 하고 공동작업을 하기 위해서는 반드시 하나의 세션에 참가해야 한다. 세션에 참가한 사용자는 하나의 가상공간에 참여할 수 있으며, 하나의 세션에 여러 개의 가상공간이 존재할 수 있다. 이러한 가상공간은 세션에 참여한 사용자들사이에 공유되며 가상공간에서 사용자의 상호작용으로 인해 발생하는 데이터는 서버를 통해서 메시지 포워딩(Message Forwarding)된다. 사용자는 세션에 참가, 탈퇴, 초대등을 할 수 있다. 서버에서 이러한 세션들을 관리하는 기능을 담당한다. 또한 서버는



〈그림 2〉 Webber의 시스템 구조

서버에 연결된 사용자 관리, 다른 서브네트워크에 멀티캐스팅을 하기 위한 멀티캐스트 서버 관리, 사용자간의 제어나 데이터의 중계, 여러 사용자들간에 공유되는 가상공간 관리등의 역할을 한다.

클라이언트는 서비스를 담당하는 Service-PUP의 집합과 이를 관리하고 제어하는 Framework의 역할을 하는 LogMan으로 구성되어 있다. LogMan은 IPC(Inter-Process Communication)를 통해서 Service-PUP을 실행시키고 종료한다. 실행된 Service-PUP은 IPC를 통해서 LogMan과 데이터를 주고 받는다. 다른 클라이언트의 Service-PUP과 데이터를 주고 받을 필요가 있을 경우에 Service-PUP은 LogMan에 데이터 전송을 요청하고 LogMan은 서버를 통해서 다른 클라이언트의 LogMan에서 전송한다. 이 데이터를 LogMan이 해당되는 Service-PUP에 전달한다. 비디오나 오디오와 같이 실시간성이 요구되고 손실이 있어도 되는 데이터는 RTP(Realtime Transport Protocol)를 사용하여 클라이언트들간에 직접 멀티캐스팅된다. Service-PUP은 LogMan을 통해서 서버로부터 세션에 할당된 멀티캐스팅 주소를 할당받고 이 주소로 데이터를 전송한다. 각 클라이언트의 Service-PUP들은 자신이 속한 멀티캐스팅 주소로 전달되는 데이터를 수신하고 처리한다.

Webber의 모든 서비스는 Service-PUP의 형태

로 제공된다. Service-PUP은 객체 지향 개념에 따라 멀티미디어 통신에 대해 독자적인 구조를 가질 수 있도록 설계되었으므로, 미디어의 특성에 따라 알맞은 연결 구조를 가지고 있다. 따라서 사용자는 쉽게 서비스를 추가, 삭제할 수 있고 유지, 보수가 용이하다.

### 3. 가상공간

Webber에서 가상공간은 VWorld-PUP이라는 Service-PUP으로 제공된다. VWorld-PUP은 VRML 1.0 파일을 읽어 가상공간을 구축하고 가상공간내의 기하 객체를 관리하고 제어한다. 하나의 세션에 여러 개의 가상공간이 존재할 수 있으므로 사용자는 필요에 따라 여러 가상공간을 이동하면서 다른 사용자와 상호작용할 수 있다. 가상공간에서 발생하는 데이터는 LogMan과 서버를 통해서 다른 클라이언트에게 전송되므로 가상공간에 참여한 사용자들은 동일한 가상공간을 공유할 수 있다.

VWorld-PUP에서는 가상공간에 참여한 사용자의 분신인 아바타(AVATAR)라는 기하 객체를 제공한다. 사용자는 아바타를 통해서 가상공간을 보고 네비게이션(Navigation)할 수 있다. 아바타의 위치는 아바타의 현재 위치와 방향, 속도, 가속도에 의해서 결정되므로 사용자는 쉽게 네비게이션할 수 있다. 아바타는 가상공간에서 사용자의 명령에 따라 무표정, 두려움, 슬픔, 분노, 미소, 놀람, 즐거움, 역겨움의 8가지 얼굴 표정과 인사, 말하기, 눈 깜박임, 불안의 4가지 행위를 할 수 있다. 3차원 가상공간의 특정 부분에 URL을 지정한 경우 웹 브라우저를 통해서 검색할 수 있다.

이러한 다중 사용자를 위한 가상공간은 물리적으로 떨어져 있는 사용자가 3차원으로 모델링된 데이터를 서로 공유하면서 공동작업을 하는데 이용될 수 있다. 그러나 가상공간에서 사용자의 공동작업을 효과적으로 지원하기 위해서는 사용자들간에 서로 의견을 주고 받을 수 있는 수단이 필요하다. Webber에서는 원거리의 사용자가 효과적으로 공동작업할 수 있는 환경을 제공해 주기 위해서 VCS-PUP, ACS-PUP, WBD-PUP, Chat-PUP, AOD-PUP과 같은 다양한 멀티미디어 Service-

PUP을 제공한다. 현재 Webber에서 제공하는 Service-PUP이 표 1에 나타나 있다.

물론 사용자간의 공동작업을 돕기 위한 멀티미디어 서비스를 별도의 Service-PUP의 형태가 아닌 가상공간속에 존재하는 서비스로 제공되어야 한다고 생각할 수도 있다. 즉, 다자간 음성 회의 서비스를 제공하는 ACS-PUP 대신에 가상공간상의 3차원 음향(3D Sound)의 형태로 음성 서비스를 제공하고, 다자간 비디오 회의 서비스를 제공하는 VCS-PUP 대신에 각 사용자의 비디오를 가상 공간상의 사용자를 나타내는 아바타에 텍스처 맵핑(Texture Mapping)하는 형태로 제공하고, 다자간 화이트보드(whiteboard)를 제공하는 WBD-PUP 대신에 가상공간상에 가상 보드(Virtual Board)의 형태로 제공할 수도 있다. 그러나 Webber에서 이러한 서비스들을 가상공간상에서 제공하지 않고 별도의 Service-PUP의 형태로 제공하는 2 가지 이유가 있다. 먼저, 사용자의 편의성을 들 수 있다. 비디오나 화이트보드는 원래 2차원 속성을 지니고 있고 사용자는 2차원적인 환경에 익숙해져 있으므로 비디오나 화이트보드를 2차원의 별개의 Service-PUP 형태로 사용하는 것이 편하다. 둘째로, 실행속도를 들 수 있다. 비디오, 오디오, 화이트보드등과 같은 것을 가상공간속에 넣기 위해서는 엄청난 계산량을 요구한다. 그러나, Webber의 클라이언트는 PC상에서 별도의 하드웨

어의 지원 없이 구현되어지고 실시간에 처리되어야 하므로 공동작업을 돕기 위한 멀티미디어 서비스가 별도의 Service-PUP의 형태로 제공되어진다.

#### 4. 멀티미디어 서비스

ACS-PUP은 다자간 음성 회의 서비스를 제공한다. 원거리 사용자들이 가상공간상에서 상호작용시 ACS-PUP을 이용하여 음성으로 서로의 의견을 교환할 수 있다. 사용자는 음성의 끊김현상과 지연에 민감하므로 ACS-PUP은 연속적인 음성 데이터를 소프트웨어적으로 실시간에 압축, 전송, 복원해야 한다. 또한 여러 사람의 음성을 동시에 재생하기 위해서는 복원된 음성 데이터를 믹싱(Mixing)해야 한다. 이러한 음성 데이터는 서버의 처리를 줄이고 통신망상의 병목점을 없애기 위해 ACS-PUP간에 RTP 멀티캐스팅을 이용하여 전송된다.

VCS-PUP은 다자간 비디오 회의 서비스를 제공한다. 원거리 사용자들이 가상공간상에서 상호작용시 서로의 얼굴이나 캡춰된 비디오를 보면서 서로의 의견을 교환할 수 있다. VCS-PUP은 실시간성이나 전송방법에 있어서 ACS-PUP과 매우 유사한 특성을 가지고 있다. 그러나 VCS-PUP은 ACS-PUP보다 전송되는 데이터의 양도 많고 처리 시간도 더 많이 걸리므로 VCS-PUP으로 인해

〈표 1〉 현재 Webber에서 제공하는 Service-PUP들

Service-PUP	설 명	비 고
VWorld-PUP	Shared Virtual World 서비스	VRML 1.0 specification 지원, 내부적으로 정한 AVATAR에 관한 specification 지원
ACS-PUP	다자간 음성 회의 서비스	실시간 S/W 음성 압축/복원, GSM 6.10 RPE-LTP와 G.723.1 Codec 지원
VCS-PUP	다자간 비디오 회의 서비스	실시간 S/W 비디오 압축/복원/믹싱, H.263 Codec 지원
WBD-PUP	다자간 화이트보드 서비스	다양한 프리미티브를 이용한 문서 작성 지원
Chat-PUP	다자간 채팅 서비스	RichText 사용
AOD-PUP	주문형 오디오 서비스	Real-Audio specification 지원

서 다른 서비스들이 영향을 받지 않도록 해야 한다.

WBD-PUP은 다자간 화이트보드를 제공한다. WBD-PUP을 이용하여 원거리 사용자들은 네트워크를 통해 문서를 공동작업하고 공유할 수 있다. WBD-PUP에서는 문서를 만들기 위한 여러 종류의 프리미티브(Primitive)를 제공하며 각각의 프리미티브는 객체로 구성되어 있다. 수정된 프리미티브는 LogMan과 서버를 거쳐 다른 클라이언트의 WBD-PUP에 전송된다. 이러한 WBD-PUP상의 객체는 여러 사용자에게 의해 공유되어 지므로 WBD-PUP에서는 공유되는 객체를 효과적으로 제어할 수 있는 객체 잠금(Object Locking) 방법을 제공한다.

또한 Webber에서는 다자간 채팅 서비스를 위한 Chat-PUP과 주문형 오디오(Audio-On-Demand) 서비스를 위한 AOD-PUP을 제공한다.

위와 같은 다양한 멀티미디어 Service-PUP을 이용하여 가상공간상의 공동작업을 할 수 있다. 또한 Webber는 서비스 확장가능(Service-Scaleable)하므로 필요한 서비스를 쉽게 추가할 수 있다.

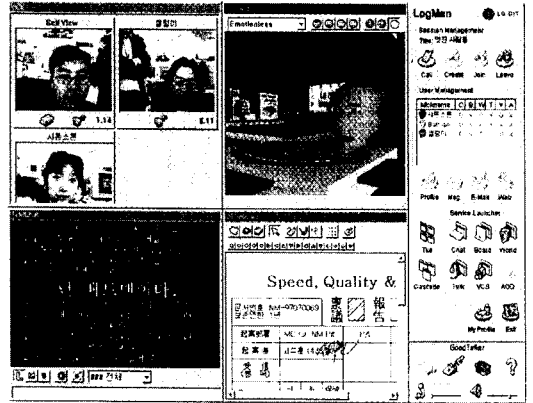
### 5. 구현

Webber의 서버 시스템과 클라이언트 시스템은 펜티엄급 PC에서 Windows NT/95 계열의 운영체제 위에 구현되었다. 그림 3은 Webber의 클라이언트 시스템을 실행시킨 화면이다.

VWorld-PUP에서는 실시간 소프트웨어 렌더링(Rendering)을 하기 위해 가상공간에 대한 전처리(Preprocessing)를 한 후 매 프레임마다 필요없는 객체들을 제거한다. DirectX 라이브러리를 이용하여 PC 상에서 실시간에 텍스처 맵핑(Texture Mapping)을 할 수 있다.

ACS-PUP은 음성을 실시간에 압축, 복원하기 위해서 GSM 6.10 RPE-LTP와 G.723.1 방식의 코덱(CODEC)을 지원한다. 또한 주변의 잡음을 묵음 처리(Silence Detection)하여 전송되는 데이터의 양을 줄인다. VCS-PUP은 QCIF(176x144) 해상도의 비디오 영상을 실시간에 압축, 복원하기 위

해서 H.263 코덱을 사용한다. AOD-PUP은 사용자들간의 통신으로 사용되지는 않지만 Real-Audio 2.0 서버로부터 주문형 오디오(Audio-On-Demand) 서비스를 제공한다.



(그림 3) Webber의 클라이언트 시스템 실행 화면

## V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 네트워크상에서 원거리 사용자들 간에 공동작업을 효과적으로 지원하기 위한 가상 환경 시스템인 Webber의 구조와 특징들을 설명하였다. Webber는 서버/클라이언트 구조를 기반으로 각각의 클라이언트가 IP 멀티캐스팅을 이용하여 서로 데이터를 주고 받는 복합형 구조의 시스템이다. Webber는 멀티미디어 서비스를 담당하는 Service-PUP과 이를 관리하는 Framework로 구성되어 있으므로 서비스의 추가, 삭제, 유지, 보수가 용이하다.

현재 Webber는 몇 가지 방향으로 계속 연구되어 나갈 예정인데 그 중 하나가 JAVA환경으로의 전환이다. 현재는 클라이언트 시스템으로서 일반 PC만을 고려하고 있지만 앞으로 네트워크 환경이 대중화 될 경우 TV, 전화기와 같은 수 많은 하드웨어들이 네트워크에 접속하게 된다. 따라서 단말

기의 종류에 상관없이 클라이언트 시스템을 설치할 수 있도록 하기 위해 JAVA로의 전환을 연구중에 있다.

또 다른 한가지 방향은 ATM망과 같은 차세대 네트워크 환경에서 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하는 미들웨어(Middleware)를 구축하는 것이다. 수천, 수만 명의 사용자를 동시에 지원하고 제한된 자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 QoS를 보장하는 미들웨어의 구축은 필연적이다. 또한 이를 통해서 서비스 개발자는 더욱 더 쉽게 새로운 서비스를 개발할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] John N. Latta and David J. Oberg, "A Conceptual Virtual Reality Model," IEEE Computer Graphics & Application, Vol. 14, No 1, pp. 23-29, Jan. 1994.

[2] Olof Hagsand, "Interactive Multiuser Vessels in the DIVE system," IEEE Multimedia, Vol. 3, No. 1, pp. 30-39, Spring 1996.

[3] Michael R. Macedonia, Michael J. Zyda, David R. Pratt, Paul T. Barham and Steven Zeswitz, "NPSNET : A Network Software Architecture for Large Scale Virtual Environments," PRESENCE : Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 3, No. 4, pp. 256-287, 1994.

[4] David N. Snowdon, Adrian J. West, "AVIARY : Design Issues for Future Large-Scale Virtual Environments, PRESENCE : Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 3, No. 4, pp. 288-308, 1994.

[5] Gurminder Singh, Luis Serra, Willie Ping and Hern Ng, "BrickNet : A Software Toolkit for Network-Based Virtual World," PRESENCE : Teleoperators and Virtual

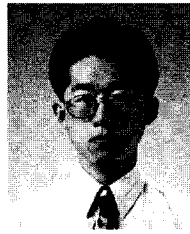
Environments, Vol. 3, No. 1, pp 19-34, 1994.

[6] David B. Anderson, John W. Barrus, John H. Howard, Chales Rich, China Shen and Richard C. Waters, "Building Multiuser Interactive Multimedia Environments at MERL," IEEE Multimedia, Vol. 2, No. 4, pp. 77-82, 1995.

[7] Black Sun Inc. PointWorld, <http://www.blacksun.com>, 1996.

[8] OnLive! Technologies, OnLive, <http://www.onlive.com>, 1996.

저 자 소 개



金炳克

1972年 5月 19日生 1995年 2月  
경북대학교 컴퓨터공학과 학사  
1997年 2月 포항공과대학교 전산  
과 석사 1997年 3月~현재 LG 중  
합기술원 Innovation Center 연구  
원 주관심 분야: 3D Graphics,  
Virtual Reality, 영상처리, 멀티미

디어통신



李憲柱

1959年 8月 19日生 1983年 2月  
경북대학교 전자공학과 학사  
1985年 2月 연세대학교 전자공  
학과 석사 1990年 2月 연세대학  
교 전자공학과 박사 1995年 6月~  
1996年 7月 UC, Berkeley, In-  
dustrial Fellow 1990年 1月~현

재 LG 종합기술원 Innovation Center 책임연구원 주관심  
분야: 영상처리, 멀티미디어통신, Distributed Object  
Computing