

# 가상건축엔지니어링의 구현과 인터넷 가상협동작업을 위한 실시간 상태서버의 설계

고동일, 이범렬, 김종성, 오원근  
한국전자통신연구원 가상현실연구개발센터  
전화 : 042-860-5818 / FAX : 042-860-1051

## Implementation of Virtual Architectural Engineering and Design of Real-time State Server for Internet Virtual Collaboration

Dong-il Ko, Beom-ryeol Lee, Jong-sung Kim, Weon-geun Oh  
Virtual Reality Center, ETRI  
E-mail : {diko, lbr, joskim, owg}@etri.re.kr

### Abstract

Recently, the advent of World-Wide-Web(WWW) and the explosive popularity of the Internet gave birth to collaborative applications which were enabled by computers and networks as their primary media. And the progress of 3D computer graphics enabled collaborative application with 3D virtual environments or distributed virtual environments. In this paper, we explain our implementation of Share collaboration engine and Virtual Architectural Engineering 2000 (VAE2000) system which is our pilot application implemented with Share collaboration engine. And we explain problems presented by our experiments with VAE2000 system. For those problems, we design our new middle-ware system, SHINE(SHared INternet Environment). The SHINE proposes new concepts and approaches for collaboration with 3D objects in a virtual world.

### I. 서론

최근 컴퓨터 시스템과 네트워크의 발전은 인터넷의 보급과 함께 그 절정을 이루고 있다. 월드-와이드-웹(World-Wide-Web: WWW)의 보급은 기존의 학술적

이고 폐쇄적이던 인터넷을 개방화하고 대중화하는데 결정적인 기여를 하였다. 또한 컴퓨터를 이용한 3차원 그래픽 기술의 발달은 네트워크를 통한 3차원 가상환경 내에서의 다중 사용자간 3차원 정보의 실시간 공유 기술을 발전 시켰으며 이를 일반적으로 '분산가상환경(Distributed Virtual Environment: DVE)' 기술이라 한다. 분산가상환경이란 "서로 분산되어 있는 여러 사용자가 네트워크를 통해 공유된 3차원 가상 환경에서 일련의 상호 작용을 가능하게 하는 기반 기술"로 정의할 수 있다 [1].

이 분산가상환경의 네트워크를 통한 3차원 정보 실시간 공유특성은 인터넷상의 다양한 협동 작업과 공동 문제 해결에 적용할 수 있는 특징을 가지고 있어 이를 이용한 다양한 인터넷 협동작업 응용이 구현되었으며 이렇게 인터넷상에서 3차원 가상환경 데이터를 이용한 협동작업 응용을 '가상협동작업응용'이라고 정의한다. 가상건축엔지니어링(Virtual Architectural Engineering: VAE) 응용은 이런 가상협동작업 응용의 한 예로 네트워크를 통해 공동 건축 설계를 하기 위한 응용으로 제작되었다. 본 논문에서는 가상건축엔지니어링 구현의 주된 특징과 이 구현을 통해 인터넷에서의 가상 협동작업을 위해 해결해야 할 문제점에 대해 논하고 이런 문제점을 해결하기 위해 필요한 인터넷 실시간 상태서버를 설계한다.

## II. 가상건축 엔지니어링 시스템

### 2.1 SHARE 협동작업 엔진

SHARE 협동작업 엔진은 가상공간 내에서 3차원 정보를 지역적으로 서로 떨어진 사용자간 공유를 목적으로 만들어졌다. SHARE 협동작업엔진은 가상협동작업에 참여하는 참여개체들간의 네트워크 구조 메커니즘과 가상협동작업에 사용되는 3차원 개체들의 실시간 상태 동기화 기능을 제공한다.

SHARE 협동작업 엔진은 다중서버-다중클라이언트 네트워크 구조에 바탕을 둔 'SHARE 분산 네트워크 구조'를 구현하였는데 이는 다음의 그림 1과 같다.

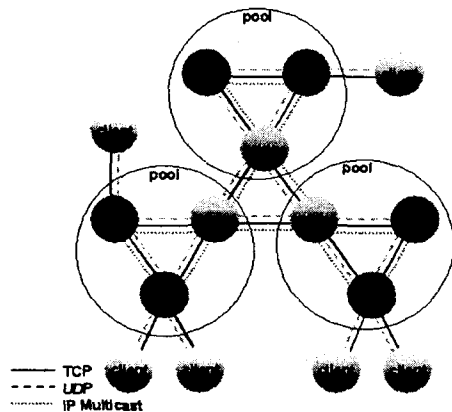


그림 1 SHARE 분산 네트워크 구조

SHARE 분산 네트워크 구조의 구성 요소로는 각 사용자 혹은 자율성을 가진 에이전트를 나타내는 클라이언트, 클라이언트간의 중재자 역할을 하는 서버가 있으며, 몇 개의 인접한 서버들은 한 그룹으로 묶여 풀(pool)이라는 단위로 관리된다. 각 풀들은 브리지(bridge) 서버라고 불리는 서버들로 연결된다. 이 브리지 서버는 가상환경 관리, 참여자 관리, 위상(topology) 관리 및 협업 관리 등을 담당한다. SHARE 분산 네트워크구조에서는 소수의 클라이언트들이 각각의 서버에 연결하기 때문에 부하 집중을 방지하게 된다.

SHARE 공유작업 엔진에서는 3차원 데이터의 실시간 공유를 위해 TGS사의 OpenInventor 툴킷 [2] 씬그래프(scene-graph)의 실시간 동기화 기능을 제공하였다. 기본적으로 SHARE 협동작업 엔진은 오픈 인벤터의 'SoSeparator' 노드별로 변화를 파악한다. 씬

래프 내의 각각의 SoSeparator 노드별로 객체 식별자를 자동으로 발급하며 이는 각 협동작업 세션 내에서 유일한 식별자가 된다. 이를 통해 각각의 객체를 인식하며 동기화 메커니즘을 수행하게 된다.

### 2.2 가상건축엔지니어링2000 시스템

가상건축엔지니어링2000(Virtual Architectural Engineering 2000: VAE2000) 시스템은 SHARE협동작업 엔진을 이용한 파일럿 테스트 응용으로서 구성되었다. 현재의 건축 설계 과정은 대부분

CAD(Computer Aided Design) 툴을 이용한 작업으로 이루어지고 있으나, 전체 설계 작업을 한 사람이 하기 힘든 경우가 많아 이를 여러 사람이 분담하여 수행하게 된다. 이 경우 각자 수행한 설계 작업에 전체적인 일관성이 없는 경우가 많아 이의 수정작업에 많은 시간과 돈이 소모되게 된다. 또한 실제 시공 시에도 여러 업체에서 설계 및 시공을 독자적으로 수행하여 설계 충돌이나 변경에 따른 인적, 물적 손해도 매우 크다. VAE2000 시스템은 이를 3차원 가상공간상에서 미리 검증하여 오류를 사전에 발견함으로써 인적 물적 자원을 획기적으로 절약할 수 있다.

VAE2000 데모 시스템은 다음의 그림 2와 같이 구성되었다.

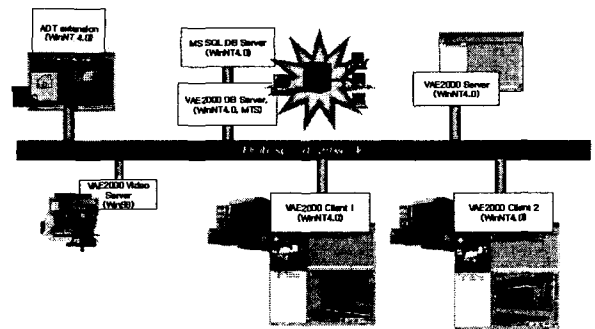


그림 2 VAE2000 시스템의 구성

VAE2000은 Autodesk사의 건축 설계용 CAD시스템인 ADT(Architectural DeskTop)로 작성된 건축 도면을 객체화하여 데이터베이스에 저장하고 이를 다시 협동작업클라이언트들에서 3차원 정보로 읽어들이게 된다. 이 3차원 씬 정보는 SHARE 협동작업 엔진을 통해 모든 클라이언트들이 실시간으로 공유하게 되어 만일 한 클라이언트가 창문의 위치를 수정하면 다른 클라이언트에도 실시간으로 수정되게 된다. 또한

VAE2000은 공유 화이트보드, H.261 [3]을 이용한 공동 비디오 수신, G.723 [4] 기반의 오디오 회의 등의 협동작업도구들도 제공되어 가상협동작업 참여자들의 공동작업을 지원하게 하였다.

### 2.3 가상건축엔지니어링2000 시스템의 문제점

그러나, VAE2000의 구현과 시연을 통해 SHARE 협동작업 엔진에 몇 가지 문제점이 드러났는데 이는 다음과 같다.

- 실시간 응답성 중시 가상협업응용에 부적합  
가상협업 응용 중에는 네트워크 게임과 같이 데이터 조작의 정밀성과 정확성보다 실시간 응답성과 확장성이 더 중시되는 응용도 있으나 SHARE 협동작업엔진은 이런 응용에는 적합하지 않았다.

- 씬그래프 동기화의 제약  
SHARE 협동작업엔진이 제공하는 3차원 씬그래프의 동기화는 3차원 모델 정보 자체를 다루는 협업에는 유용하였지만 다른 의미적 정보와 이들을 통합하여 객체로서 관리하기에는 다소 부족한 면이 있었다.

- 인터넷상의 가상협업응용에 부적합  
SHARE 협동작업 엔진은 대용량 데이터의 처리에 초점이 맞추어져 근거리망(LAN)이나 네트워크 자원이 보장된 초고속망 상에서는 상관이 없었으나 인터넷 기반에는 적용하기 어려운 점이 많았다.

이에 기존의 SHARE의 3차원 객체 실시간 공유기능을 인터넷 환경에서의 대규모 사용자 참여 기반에 적용하기 위해 새롭게 SHINE (SHared INternet Environment)을 구성하였다.

## III. SHINE 시스템

### 3.1 SHINE 프로토콜

실시간 응답성을 중시하는 가상협업응용을 지원하고 인터넷상에서의 가상협업응용 지원을 용이하게 하기 위해 SHINE 프로토콜을 제안한다. SHINE 프로토콜은 SHINE 세션 프로토콜(SSP), SHINE 이벤트 프로토콜(SEP), SHINE 데이터 프로토콜(SDP)의 3가지로 구분된다. SHINE 프로토콜의 프로토콜 스택은 다음의 그림 3과 같다.

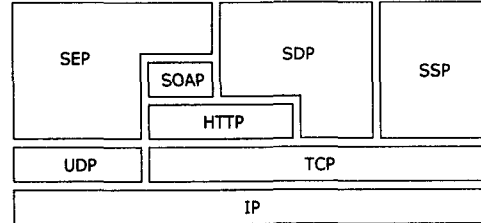


그림 3 SHINE 프로토콜 스택

- SHINE 세션 프로토콜 (SSP)  
인터넷상에서 가상협업을 위한 세션을 생성, 관리하고 세션에 대한 정보제공을 하기 위해 이용된다. TCP 위에서 구현되면 텍스트기반 프로토콜로 구현된다.
- SHINE 이벤트 프로토콜 (SEP)  
비 영속 실시간 상태정보의 변경, 요청 및 어떤 실시간 서비스 요청을 위해 SHINE 서버와 클라이언트가 사용하는 프로토콜이다. 실시간성이 최우선되는 가상협업 응용을 위해서는 UDP위에서 구현되고, 인터넷 환경에서의 데이터 무결성이 중시되는 응용을 위해서는 HTTP상에서의 XML기반의 원격 메소드실행 프로토콜인 SOAP(Simple Object Access Protocol) [5] 기반으로도 동작할 수 있다.
- SHINE 데이터 프로토콜 (SDP)  
가상협업에 사용될 대용량 정보를 다루기 위한 프로토콜이다. TCP혹은 HTTP위에서 구현되며, 새로운 공유상태의 전달이나 대규모 3차원 객체정보를 전달하기 위해 사용된다.

### 3.2 SHINE 미들웨어

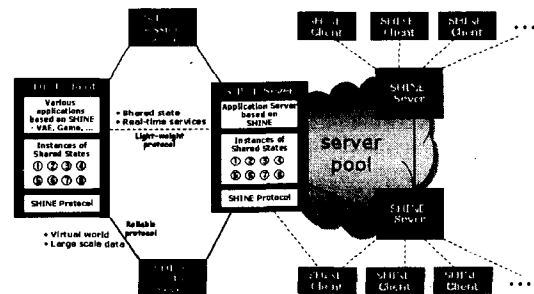


그림 4 SHINE 미들웨어 개념도

기존의 SHARE 협동작업엔진의 씬그래프 동기화의

한계 문제를 해결하기 위해 SHINE 미들웨어가 설계되었다. 그림 4는 SHINE 미들웨어의 개념을 보여주고 있다.

SHINE 미들웨어는 크게 2가지의 기능을 제공하는데 이는 다음과 같다.

- 클라이언트 서버간 공유상태의 실시간 동기화  
SHINE은 클라이언트 서버간에 미리 정의된 '공유상태(Shared State)'의 독립적인 인스턴스들을 관리하며 이 인스턴스들의 상태를 관리한다. 각각의 공유상태 인스턴스는 모두 객체로서 내부에 별도의 특성(property)들을 가지게 된다. SHINE 미들웨어는 클라이언트나 서버에 이 공유상태의 변화가 발생시 이를 전달하여 실시간으로 동기화한다. 공유상태는 미리 정의된 XML 문서로 클라이언트와 서버에서 같이 정의될 수 있다. 이는 기존의 썬그래프 동기화와는 달리 다양한 정보의 실시간 공유 및 객체화, 구조화를 용이하게 한다.

- 클라이언트 요청 서비스 실시간 처리  
SHINE 미들웨어는 어떤 클라이언트가 요청하는 서비스를 수행하여 그 결과를 실시간으로 전달해주는 역할을 수행한다. 클라이언트가 요청하고 서버가 수행하게 되는 서비스의 종류와 의미는 별도로 정의되며, 프로그래머가 각 서비스를 수행하는 실행코드를 작성할 수 있는 응용 프레임워크도 같이 제공되게 된다.

#### IV. 결론

현재 SHINE 시스템은 1차 파일럿 버전이 완성되어 실험 및 안정성 확보 작업 중에 있다. 본 논문에서 제안하는 SHINE 서버 시스템의 구현은 마이크로소프트 윈도우즈2000 운영체제 상에서 입출력 종료포트(I/O completion port)와 쓰레드풀(thread-pool) 기법을 이용하여 시스템 가용성을 최대로 보장하였으며, 다중 서버 다중 클라이언트 구조를 구현하여 사용자의 증가에 따라 서버 풀(pool)을 구성하여 부하 분산을 통한 확장성 향상을 보장한다.

SHINE 미들웨어의 활용도는 그림[5]와 같다. 본 논문에서 제안하고 설계한 SHINE 미들웨어를 이용하면 실시간성 중시 가상협동작업응용에서 데이터 무결성 중시 가상협동작업 응용까지 다양한 가상협동작업응용을 쉽게 작성할 수 있게 될 것으로 사료된다.



그림 5 SHINE 미들웨어의 활용

#### 참고문헌(또는 Reference)

- [1] 고동일, 최양희, "분산 가상환경을 위한 네트워크 프로토콜의 설계", 정보과학회논문지: 정보통신, Vol. 27, No. 1, 2000년 3월.
- [2] Josie Wernicke, "The Inventor Mentor : Programming Object-Oriented 3d Graphics With Open Inventor, Release 2," Addison-Wesley, March, 1994.
- [3] T. Turletti and C. Huitema, "RTP Payload Format for H.261 Video Streams," RFC 2032, October, 1996.
- [4] "Recommendation G.723.1 - Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s," ITU, Standard, March, 1996.
- [5] Don Box, "SOAP Increases Interoperability Across Platforms and Languages," MSDN Magazine, Vol. 15, No. 3, March, 2000.