

## 실감형 가상 시작품을 이용한 협업 디자인 품평

최상수\*, 조현제\*\*, 노상도\*\*\*

### Collaboration Design Review Using Realistic Virtual Prototype

SangSu Choi\*, HyunJei Jo\*\* and Sang Do Noh\*\*\*

#### ABSTRACT

In these days, the importance of design becomes increasing and the design aspect that customers decide to purchase products such as television, mobile phone is more important than functional one. And the progress of virtual reality technology enables us to feel the reality from the virtual prototype as the real one. In this paper, we introduce the collaboration design review system consist of MEMPHIS, CORE. We can create a realistic virtual prototype more fastly, conveniently and efficiently using MEMPHIS and carry out the design review through collaboration using CORE. As a result of this study, it would be possible that decision making can be done effectively at early stage of the design process.

**Key words** : Virtual design review, VR(Virtual Reality), virtual prototype, CAD(Computer Aided Design), PDM(Product Data Management)

#### 1. 서 론

최근 들어 소비자의 다양한 요구들로 인하여 제품의 개발 주기가 짧아지고, 제품의 디자인에 대한 중요성이 높아지고 있다. 기술의 발달로 인하여 제품의 기능적인 요소에서 경쟁제품과 유사해지면서 디자인을 통하여 소비자들의 감성적인 측면에 호소하는 제품들이 많이 출시되고 있는 것이 최근의 추세이다. 특히 TV나 휴대폰 등의 가전제품의 경우에는 기능적인 측면이 유사할 경우에는 소비자가 제품 구매 요소로 디자인을 최우선으로 하는 경우가 많아지고 있다. 또한, 가상현실 기술이 발달함에 따라, 전통적인 제품 개발 과정에서 제작되던 물리적 시작품(physical prototype) 대신 가상 시작품(virtual prototype)을 이용하여 가상의 환경에서 제품의 디자인을 품평할 수 있는 다양한 연구들이 수행되었다<sup>[1-3]</sup>. 미국 GM사는 자동차 판매 전시장에 가상현실 시스템을 구축하여, 차량의 외관

시연과 내부조작까지 고객이 직접 경험할 수 있도록 하여 마케팅 전략에 활용하고 있으며, Boeing사는 가상 디자인 시스템을 구축하여 시작품 제작에 들어가는 비용을 50%이상 절감하고, X-32의 개발 사이클 타임을 예정된 스케줄보다 약 2달 가까이 단축시켰다. 또한 독일 Mercedes Benz사는 울름(Ulm)에 Virtual Reality Competence Center를 설립하여 실물크기의 가상 시작품을 가시화하여 여러 엔지니어들이 설계를 평가할 수 있도록 환경을 구축하였으며, 동화 신차 CAD/CAM 시스템을 구축하여 응용프로그램과 연계하고, 나아가서 부품업체와의 표준화된 PDM 데이터를 공유하는 'Open-CAD/CAM 시스템'을 개발하였다. 독일의 Fraunhofer IGD(Institute for Computer Graphics)는 컴퓨터 그래픽스와 가상현실 기술을 자동차 회사에 적용한 사례를 가지고 있다<sup>[4]</sup>. 국내에서는 워자력 플랜트 설계에서 가상현실 기술을 적용한 사례가 있다. CAD모델을 STEP 파일로 변환한 후, 변환된 플랜트 모델을 PC 클러스터 기반의 멀티 채널 CAVE(computer aided virtual environment) 시스템에서 가시화 하였다<sup>[5]</sup>. 또한, 산업 환경이 글로벌화 되면서 설계와 디자인, 생산 환경이 분리되어 시간과 공간적인 제약이 수반되게 되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기업 간 제품 정보 공유를 위한 협업적

\*학생회원, (재) 그래픽스 연구원 VR/CAD팀

\*\*성회원, (재) 그래픽스 연구원, AIA 팀

\*\*\*교신저자, 종신회원, 성균관대학교 공과대학 시스템경영 공학과

- 논문투고일: 2008. 11. 21

- 논문수정일: 2009. 01. 20

- 심사완료일: 2009. 02. 12

제품거래 프레임워크 연구 및 CPC(Collaborative product commerce) 환경을 위한 PDM 간 정보 교환 방법에 대한 연구들이 있었다<sup>19,20</sup>.

개발된 디자인을 품평하기 위해서는 고품질의 디자인 플랫폼 환경뿐만 아니라 온라인 상태에서 디자인을 공유하고 화상회의 시스템과 같은 효율적인 의사소통 기법을 통한 상호간의 의견교환을 실시간으로 가능하게 하여 디자인 품평을 신속하고 정확하게 할 수 있게 함으로써 제품 개발 주기를 더욱 단축시킬 수 있는 시스템의 개발이 요구된다. 본 연구에서는 제품의 설계 단계에서부터 CAD 및 PDM 데이터를 이용하여 실감형 가상시작품을 제작하고, 제품 마케팅의 주요 요소가 되는 디자인에 대하여 신속하고 정확한 의사결정을 할 수 있도록 지원하는 네트워크 협업 디자인 품평 시스템의 개발에 대하여 기술한다.

## 2. 제안된 시스템

### 2.1 워크플로우(workflow)

Fig. 1과 같이 네트워크 협업 디자인 품평 시스템(CORE: COLlaborative Review Environment)은 데이터 교환 미들웨어(MEMPHIS: Middleware for Exchanging

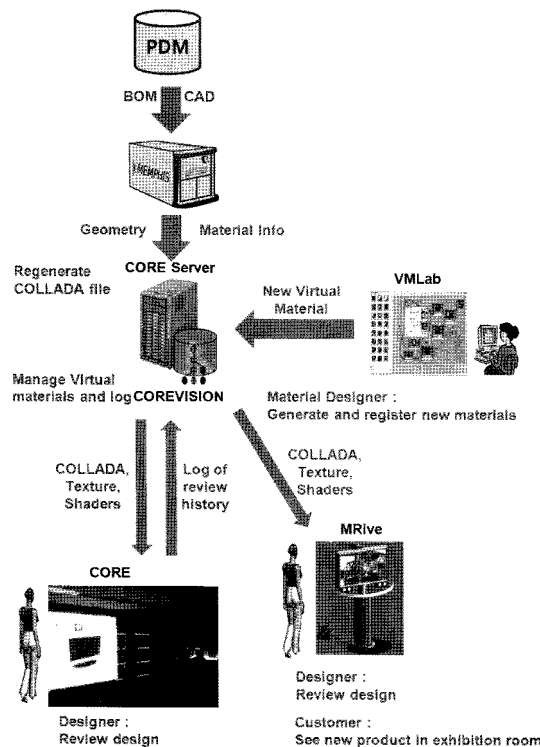


Fig. 1. 워크플로우.

Machinery and Product Data in Highly Immersive Systems)를 통하여 PDM에 들어있는 CAD와 BOM 정보를 이용하여 생성한 재질 정보와 지오메트리 데이터를 가져온다. 디자이너가 품평을 시작하기 전에 CORE Server에게 MEMPHIS에 있는 제품의 리스트를 요청하면 CORE Server는 이를 MEMPHIS에게 전달하고 해당 리스트를 받아온다. 다시 품평 디자이너가 선택 리스트 중 품평을 원하는 제품을 선택하면 CORE Server는 해당 제품의 지오메트리와 재질 정보를 MEMPHIS에게 요청하여 이를 각 CORE의 Client들에게 넘겨주게 된다. 만약 필요한 재질에 대한 디지털 재질이 존재하지 않는다면 디지털 재질 시작도구(VMLab)를 이용하여 필요한 디지털 재질을 만들어 이를 이용할 수 있다. CORE를 통하여 디자인 품평이 완료된 가상 시작품은 혼합현실을 이용한 품평 시스템(MRIVE)을 이용하여 가상 시작품이 제작 후 놓이게 될 실제 환경과의 적합성을 다시 검사하고 이를 최종적으로 확정하게 된다.

### 2.2 주요 특징

- MEMPHIS를 통하여 PDM에 있는 지오메트리와 재질 정보를 가져 와서 가상 시작품을 생성하며, MEMPHIS와 interchange 파일 포맷으로 국제표준이면서 기업에서 활용하는 COLLADA (COLLABorative Design Activity) FX를 이용함으로써 VRML이나 X3D에서 지원하지 못하는 재질 정보에 대한 특수효과를 파일에 기술할 수 있는 장점을 지닌다.
- 네트워크를 이용한 온라인 품평 환경 지원함으로써 다수의 참여자가 원격지에서 가상품평에 참여할 수 있도록 하였다. 이는 시간과 공간의 제약을 극복하여 신속한 결정을 내릴 수 있도록 돕는다.
- 가상 품평 환경 내에서 3D 화상회의 환경을 제공하고, 사용자 시점에 따라 비디오 패널이 이동함으로써 협업에 참석한 다른 참여자의 시점과 시선을 알 수 있도록 하였다. 참여자의 시점과 시선이 변경되면 품평 환경 내에 이를 실시간으로 반영하며, 다른 참여자의 비디오 패널의 위치를 통하여 실제 회의와 마찬가지로 어떤 부분에 관심을 가지고 회의를 진행하는 지 알 수 있도록 한다.
- COREVISION(CORE reVISION)을 제공하여 디자인 품평 과정을 저장하고 이를 다시 복원하여 활용할 수 있도록 한다. 이는 디자인 품평 결과를 재사용함으로써 디자인 품평에 소요되는 시간을 줄일 수 있고, 새로운 아이디어를 신속하게 반영

할 수 있는 특징 지닌다.

- 디자인 품질을 위한 디지털 재진로 계인의 특수효과 등에 많이 사용되는 CgFX를 지원함으로써 사실적인 가상 시제품 제작 및 품질이 가능하게 하였고, 실시간으로 재질 변경할 수 있도록 하였다.
- check in, check out 모델로 가상 모형의 일관성을 유지할 수 있도록 한다.

**2.3 주요 기능 및 성능**

네트워크 협업 디자인 품질 시스템은 다음과 같은 기능을 제공한다.

- 상용 PDM(UGS TeamCenter, Dassault SmarTeam) 인터페이스 지원
- CAD(CATIA, UG, Pro/E, IGES, STEP) 데이터를 COLLADA 데이터로 변환
- 웹서비스 기반의 데이터교환 미들웨어와의 통합 인터페이스(로그인, 전체 부품 리스트 요청, 해당 부품 파일 요청, 파일 다운로드)
- 가상품질 환경 내의 미디어를 이용한 화상회의 지원
- UDP 기반의 네트워크를 통한 최대 해상도 320×240의 화상회의 지원
- 화상 전송 Latency 최대 1초, 음성/영상 동기화 80 ms 이내
- revision control server 방식의 품질 과정에 대한 version 관리 기능 지원(버전 저장 및 로딩)
- 다수의 원격 참여자 지원(4인 이상의 참여자 지원)
- 실시간 재질 변경 지원(참여자 간 재질 변경 Latency 1초 이내)
- 다양한 가상환경 지원(다일드디스플레이, HMT, 데스크탑)

**3. 데이터교환 미들웨어(MEMPHIS)**

제조 기업 환경 하에서 이질적으로 관리되고 있는 CAD/PDM 시스템과 가상현실 시스템의 데이터 교환을 가능하게 함으로써 보다 효율적인 기업 내외부의 협업 및 제품의 제작 전 가상 품질을 가능하게 하고 통합된 제품 정보의 공유를 가능하게 하기 위하여 MEMPHIS를 개발하였다<sup>[11]</sup>. MEMPHIS는 서버/클라이언트로 구성되어 있으며, MVC(Model-View-Controller) 패턴으로 설계되었다.

**• Data Access Layer**

MEMPHIS의 Data Access Layer는 DAO(Data Access Object)를 이용하여 MEMPHIS나 PDM의 제

품 관련 정보 및 형상(Geometry) 데이터를 획득하기 위한 계층이다<sup>[12]</sup>. 제품 정보의 획득을 위해서 상용 PDM 시스템은 API를 제공하거나, 데이터베이스로 직접 접근하는 방식을 제공한다. 본 연구에서는 Siemens UGS PLM Software사의 TeamCenter Engineering과 Dassault System사의 PDM 시스템인 SmarTeam PDM을 선정, 적용하였다<sup>[13][14]</sup>. SmarTeam V5R16에 COM-API와 TeamCenter Engineering 2005(Ver. 10) API를 이용하여 CAD/BOM 정보를 획득하였으며, 획득한 데이터는 DAO를 이용하여 MEMPHIS의 Model인 PLM Object로 매핑하였다. PLM Object는 제품 데이터 관리를 위한 최상위 Object를 말한다<sup>[15]</sup>. 매핑된 PLM Object는 Hibernate를 이용하여 MEMPHIS의 데이터베이스로 저장된다. Hibernate는 객체와 DB 정보의 관계를 맵핑시켜, 좀 더 효율적으로 데이터를 처리하고자 하는 프레임워크이다<sup>[16]</sup>.

**• Model**

Model은 OMG의 PLM Services 1.0을 기반으로 개발되었으며, 6개의 개별 Model 계층(Layer)으로 구성된다<sup>[17]</sup>. 각 계층은 트리 형태의 구조로써 부모계층과 자식계층의 관계에 있어서 1:N의 관계를 맺고 있다. 구체적으로, 정보계층은 사용자 정보 계층(Person), 기관 정보 계층(Organization), 프로젝트 정보 계층(Project), 제품 구조 정보 계층(Item), 파일 정보 계층(Document), 속성 정보 계층(Property)으로 나누어지며, 각 계층에서 관여하는 세부 관련 정보는 다음 (Table 1)과 같다.

Table 1. 개별 Model 계층

Layer	Task
사용자 (Person)	사용자 개인 신상 정보 및 보안 정보 관리
기관 (Organization)	기관 정보 관리
프로젝트 (Project)	프로젝트 일정 및 속성 및 프로젝트간 관계 관리
제품 (Item)	단품/조립품의 구조 정보 및 구조 속성 관리
파일 (Document)	파일 및 버전 정보 관리
속성 (Property)	속성 정보 관리

**• Controller**

Controller는 singleton 패턴을 이용하여 개발되었으며, Session 관리, Logging 및 Action 관리를 담당한다<sup>[18]</sup>. 사용자가 MEMPHIS 서버에 접속하기 위해서는 클라이언트를 이용하여 로그인을 해야 한다. 로그

인을 통하여 PDM으로부터 제품정보를 가져오고, 다시 사용자가 이용 가능한 기관 및 프로젝트 정보를 요청한다. 사용자는 MEMPHIS 데이터베이스에 저장되어진 사용자의 권한에 따라 Model를 얻게 된다. 이 같이 Model을 얻기 위한 일련의 과정이 Controller에 의해 동작하게 된다.

• CAD2COLLADA Converter

상용 CAD 파일의 형상데이터를 변환하는 모듈로써 CATIA, Pro/E, UG, STEP, IGES 데이터를 COLLADA 데이터로 변환하기 위하여 상용 커널(Kernel)인 ACIS InterOp와 COLLADA Document Object Model (DOM)을 이용하여 개발하였다<sup>19,20</sup>.

COLLADA는 디지털 콘텐츠간의 상호변환을 위한 국제 표준으로, COLLADA 1.4부터 크로노스그룹(Khronos Group, 국제 소프트웨어 표준화 기구)에서 표준(Open Standard)으로 지정되었다. XML을 기반으로 하였기 때문에 Web 기술의 장점을 모두 수용하고 있고, 데이터를 위한 COLLADA FX와 물리 효과를 위한 COLLADA PhX를 함께 지원한다<sup>21</sup>. 디자인 품평을 위하여 실시간인 렌더링은 필수적인데, 이를 위해서는 지오메트리 데이터와 제품데이터의 계층정보, 제품의 재질정보를 동시에 관리하여야 할 필요가 있어 데이터와 제품의 계층정보 및 지오메트리 데이터를 동시에 수용하는 파일 포맷이 요구된다. COLLADA에서는 지오메트리와 계층정보(Scene-graph)를 따로 관리하면서 계층정보에서 지오메트리를 인스턴스하여 사용하며, PDM의 BOM(Bill Of Material) 정보는 <visual\_scene> </visual\_scene>에서 노드형태로 수용한다. 따라서 CAD 데이터와 VR을 위한 OpenSG 장면그래프(scene-graph)간의 디지털 3D데이터 교환을 위한 중간파일 포맷으로 COLLADA를 선택하였다.

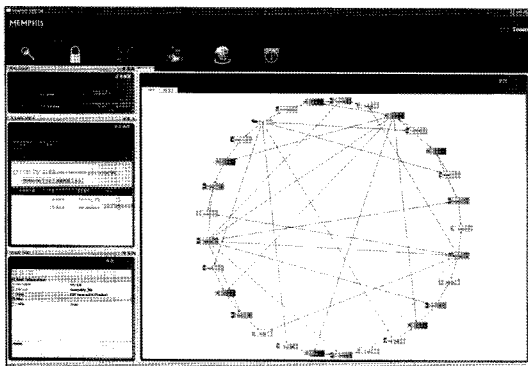


Fig. 2. MEMPHIS 클라이언트.

• View

View는 Model을 시각적으로 보여주기 위한 부분이며, Fig. 2와 같이 MEMPHIS의 클라이언트가 View를 담당하게 된다.

MEMPHIS는 분산 환경을 고려하여 웹서비스 기술을 활용하였으며, 특히 HTTP 전송 네트워크를 사용함으로써 기업 내/외부에서의 데이터 교환에 있어서 문제점으로 인식되어 오던 방화벽 문제를 극복하고 RPC(Remote Procedure Call) 기반의 서비스를 제공한다<sup>22,23</sup>.

4. 네트워크 협업 품평 시스템(CORE)

CORE는 네트워크 협업을 통한 디자인 품평 시스템이다. CORE는 네트워크 환경을 위해서 ICE(Internet Communication Engine)를 기반으로 개발되었고, 파일 포맷으로는 COLLADA를 지원하고 있다<sup>24</sup>. ICE는 ZeroC에서 개발된 네트워크 엔진으로 이질적인 환경에서 server-client 구조의 어플리케이션을 개발하는 데 사용되는 객체 지향형 middleware이며, ICE의 클라이언트와 서버는 각기 다른 프로그램 언어로 개발될 수도 있고, 서로 다른 OS 상에서도 동작이 가능하다. 따라서 ICE로 개발된 응용 프로그램은 뛰어난 확장성과 유연성을 가질 수 있어 네트워크 모듈을 손대지 않고 향후 시스템의 변경 및 업그레이드가 용이하다.

CORE는 크게 CORE Server와 COREVISION Control Client, 그리고 CORE View, 그리고 화상회의를 담당하는 Video conference 모듈로 나뉜다.

4.1 CORE Server

CORE Server는 C++으로 개발되었다. 본 네트워크 협업 시스템에서 다른 시스템들과 연결하는 가장 중심적인 역할을 수행하며, MEMPHIS와 웹서비스 기반으로 연결되어 있다. CORE Server는 Servant Module, Client Module, Data Module, Session Module, Chat Module로 이루어져 있으며, Data Module은 COREVISION, MEMPHIS, 디지털 재질 라이브러리 등의 DB와 연결되어 해당 데이터를 받아 오거나 저장하는 역할을 수행한다. CORE Server의 전체적인 구조도는 Fig. 3에서 보여주는 바와 같으며, 각 모듈들에 대하여 간단히 설명하기로 한다.

• Servant Module

Server의 주요 로직을 포함하고, 서비스 인터페이스를 수행하는 Servants들의 집합체이다. Client들의 요

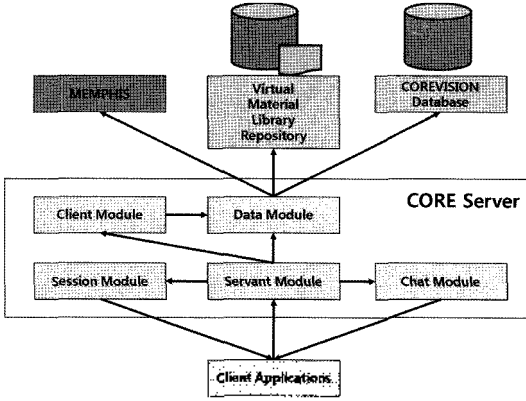


Fig. 3. CORE Server의 구조도.

청을 받아 이를 처리하는 기능을 수행하는 모듈로써 다른 서버 모듈들과의 인터페이스를 구현하기 위하여 활용한다.

• Client Module

View와 Client Control을 등록하고 관리하고, 참여자의 접근 권한을 관리한다.

• Data Module

MEMPHIS와 디지털 재질 라이브러리, COREVISION 같은 외부의 데이터베이스로부터 접근되는 데이터 소스들의 보호하고 관리한다. 또한, 외부 데이터베이스를 업데이트하고, 데이터를 요청하는 기능을 제공하며, 각 CORE View와 데이터베이스를 연결하여 CORE View가 업데이트된 데이터를 자동으로 받을 수 있도록 관리한다.

• Session Module

폼평을 위한 세션들을 생성하고 로딩하고, 저장하는 기능을 수행하며 세션과 참여자들을 관리한다. 또한, 다른 Client로부터 변경되는 정보를 각 Client들에게 전달하여 업데이트 하는 기능을 수행한다.

• Chat Module

채팅방을 만들고 채팅에 참여하는 참여자들을 등록하고 이를 관리한다. 채팅에 참여한 참여자들에게 채팅 메시지를 전달하는 기능도 수행한다.

4.2 CORE View

CORE View는 Client Control에서 보내지는 파라미터와 시점 정보 등을 CORE Server에 전달하고 CORE Server에서 보내지는 다른 Client들의 정보를

받아서 이를 렌더링하는 역할을 수행한다. CORE View는 C++를 기반으로 개발되었다. CORE View는 주요 모듈로는 Data Module과 Render Module, FXManager, Teleconference Module이 있다. Data Module은 CORE Server에서 연결된 데이터베이스에서 사신의 로컬 저장소와 비교하여 갱신된 데이터들을 받아오는 역할을 수행하며, Render Module은 CORE Server에서 전달된 파라미터 등을 이용하여 가상시작품을 렌더링하는 역할을 수행한다. FXManager는 디지털재질을 관리하고, Shader를 GPU로 보내는 역할을 수행한다. Teleconference Module은 화상회의 시스템을 관리하여 가상폼평 환경에서 화상회의를 가능하도록 한다. CORE View의 각 모듈에 대한 설명은 다음과 같으며, CORE View의 구조도는 아래 Fig. 4에서 나타내고 있다.

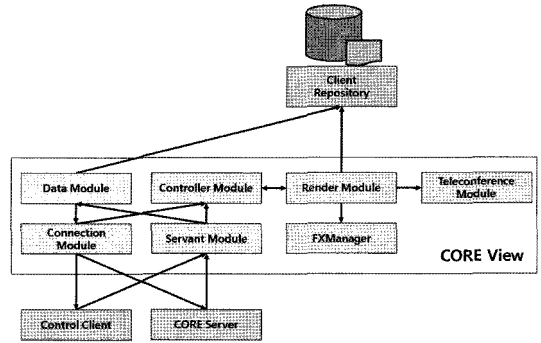


Fig. 4. CORE View의 구조도.

• Servant Module

CORE View의 서비스 인터페이스를 위한 기본적인 모듈로 CORE Server와 Control Client의 요청을 받아 이를 처리하는 기능을 수행한다. 다른 서비스 인터페이스의 기능을 구현하는 기본 모듈이다.

• Connection Module

네트워크를 관리하는 모듈로 각 네트워크의 서브 시스템들을 초기화 하며, CORE Server와 Control Client의 서비스 인터페이스를 위한 프록시 역할을 수행한다. 직접 사용되기 보다는 CORE Server와 Control Client간의 대화를 위하여 다른 모듈에서 사용된다.

• Data Module

디지털 재질 라이브러리로부터 갱신된 디지털 재질을 업데이트하고 저장하는 역할을 수행한다. CORE View가 초기에 수행될 때마다 CORE Server로부터 데이터 갱신을 요청받아 이를 처리한다.

• Controller Module

데이터 처리를 위한 쓰레드와 Render Module의 쓰레드간의 커뮤니케이션을 담당하는 내부 모듈이다. Client의 요구를 받는 servant module에 의해 호출되어 진다.

• Render Module

쓰레드로 동작되며, 참여자의 시점 정보를 Controller Module에 전달하는 역할도 수행한다. OpenSG를 기반으로 제작되어 장면 그래프를 관리한다.

CORE View는 복잡한 구조를 가짐에도 불구하고 CORE의 참여자에게는 Fig. 5와 같이 단순한 가상 시작품과 어떤 부품이 선택되었는지, 그리고 참여자가 어디에 있는 지에 대한 정보만을 보여 준다.

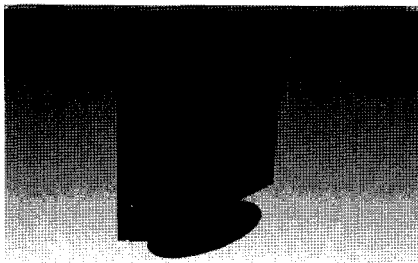


Fig. 5. CORE View.

4.3 Control Client

Control Client는 CORE의 참여자와 직접적으로 대화하는 부분으로 참여자가 로그인부터 새로운 세션을 생성하고 플랫폼을 전 과정을 지원한다. 따라서 Control Client는 GUI(Graphic User Interface)가 매우 중요한 역할을 하는데, 가상 품평 과정과 매우 유사한 전략 시뮬레이션 게임에서 그 개념들을 차용하였다.

우선 참여자가 로그인을 하면 ID와 password를 입력하는 창이 나타나고 적합한 ID와 password를 입력하면 main form이 나타난다. 여기서 새로운 버전을 만들어서 품평을 할 지 기존의 버전을 읽어서 품평을 할 지 결정할 수 있는데, 새로운 버전을 만들면, 새로운 버전이 생성됨을 알리는 창이 뜬다. 만약 기존의 버전을 읽기 위하여 Load Revision을 선택하면 버전 정보들의 트리가 보이고, 그 중 하나를 선택하여 버전을 로드하면 된다. 다른 참여자를 기다리고 있다가 세션을 시작하면 각 참여자들의 파일 로딩 상태를 나타내는 프로그레스 바가 있는 창이 뜨는데, 모두 100% 완료가 되어야 세션 창이 뜨게 된다. Fig. 6은 주요 GUI인 Main form과 Session 창에 대한 내용을 보여준다.

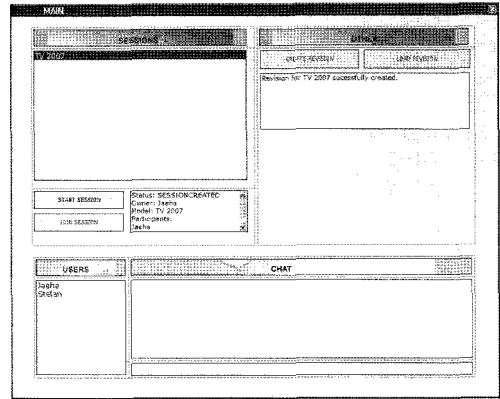


Fig. 6. Control Client의 Main form GUI.

Fig. 6에서 보여지는 바와 같이 좌 상단에는 플랫폼을 시작할 세션에 대한 정보가 보여지고 그 아래쪽에는 세션에 대한 상세 정보를 나타낸다. 새로 생성한 세션인지, 기존의 버전인지를 보여주고, 가상 시작품 모델명과 작성자 그리고 참석자가 보여지게 된다. 우측 상단은 버전을 새로 생성한 것인지 아니면 기존의 버전을 사용할 것인지 선택할 수 있는 버튼이 있고, 버튼을 선택한 경우에 그에 따른 정보가 아래에 나오게 된다. 아래쪽에는 현재 참여자와 채팅 메시지가 나타나며, 맨 아래쪽은 채팅 메시지를 입력할 수 있는 입력 창이다.

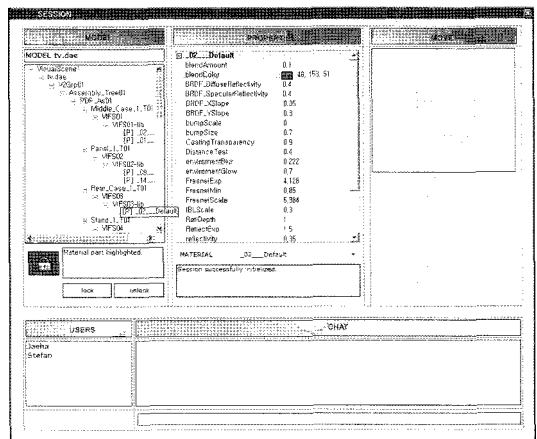


Fig. 7. Control Client의 Session GUI.

Fig. 7은 세션을 시작하였을 때 보여지는 세션 창으로 좌측 상단은 가상 시작품의 어셈블리 구조를 나타내는 트리를 보여준다. 트리에서 변경을 원하는 부분을 선택하면, 중간 Property 창에 해당 부품의 새 속성이 보이게 된다. 이 속성은 디지털 재질을 생성할 때 만들어진 속성으로 CORE에서는 재질 속성 자체를 변경할 수는 없고, 속성 값만을 변경할 수 있

다. 해당 속성을 변경하면 CORE View에 실시간으로 반영되어 폼핑에 참여한 참여자 모두 변경된 속성을 볼 수 있다. 하단의 User와 Chat은 현재 참여자와 채팅 메시지를 나타낸다.

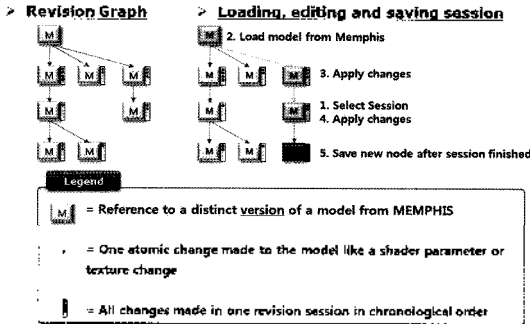


Fig. 8. COREVISION의 Revision 그래프.

4.4 COREVISION

COREVISION은 앞서 기술된 바와 같이 폼핑 과정에 대한 revision control system으로 폼핑 과정에서 변경된 부분을 로그 정보로 저장하여 관리한다. 폼핑이 완료된 후에 새로운 아이디어가 생각나서 다시 폼핑을 하고 싶은 경우에, 처음부터 MEMPHIS에서 데이터를 받아서 폼핑을 한다면 이전에 어떤 과정을 거쳤는지 생각나지 않을 뿐만 아니라 이전 작업을 다시 해야 하는 수고를 하게 된다. COREVISION은 한 번의 폼핑 과정에서 일어나는 변경 정보들을 하나의 버전으로 관리한다. 따라서 이전에 폼핑한 과정부터 다시 시작할 수 있는 기능을 제공할 수 있다. 다시 폼핑한 정보는 다른 버전이 되어 가져온 이전 버전의 하위 트리에 저장하게 된다.

4.5 Video Conference

Video conference는 원거리에 있는 여러 명의 참여자들이 서로 공유된 가상 폼핑 환경에서 참여자들의 시점에 따라 움직이는 동영상 패널을 실시간으로 보여주는 화상 회의 시스템이다. Video conference를 위한 동영상 압축/전송/상영에 필요한 시스템에서 필요한 주요 사항들은 다음과 같다.

- 4명의 원격 참여자 단말기에 동영상 상영 및 전송
- 해상도: 최대 320×240
- 초당 프레임 수: 최대 초당 20 프레임
- 동시에 최대 4개의 동영상에 대한 인코딩/전송/디코딩/상영
- 실제 동시 참여자 수는 해상도 및 초당 프레임 수에 증속적으로 함. 즉, 화면 해상도나 초당 프레임

- 수를 줄이면 참여자 수를 늘릴 수 있도록 설계.
- 3D Virtual Space에 텍스처 형태로 동영상상을 삽입.
- 3D 렌더링 모듈의 프레임 버퍼에 주기적으로 디코딩된 동영상 로딩
- 음성과의 동기화를 위한 기능 제공(Sync Offset : ±80 ms 이하)

5. 적용 예

협업 디자인 폼핑을 위해서 먼저 MEMPHIS를 이용하여 가상 시작품을 생성한다. Fig. 9와 같이 PDM 시스템의 CAD 데이터 및 제질정보가 포함된 BOM 데이터가 MEMPHIS의 PLM Object로 매핑되고, 디자인 폼핑을 위해 제질 정보가 포함된 COLLADA 파일을 생성한다. TV 모델의 Vertex 수는 77726개이고 Polygon 수는 98346개이다.

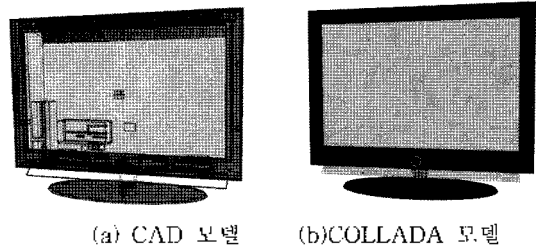


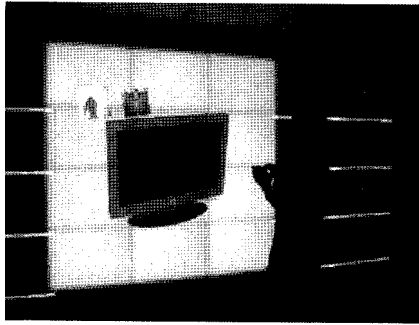
Fig. 9. MEMPHIS를 통한 가상 시작품 생성.

CORE에서 총 4명의 참여자가 서로 다른 3가지의 타일드디스플레이, 데스크탑, HMD 환경에서 폼핑을 하였다. HMD 환경의 폼핑 참여자는 재질의 속성을 변경할 수는 없고 단지 관찰자의 역할만 수행하였다.

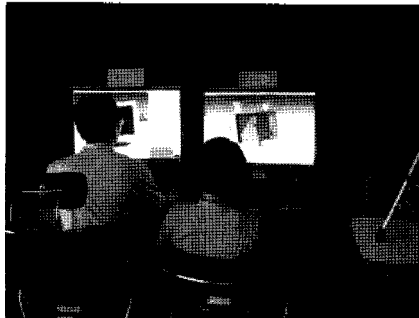
데스크탑 환경에서는 웹캠을 이용하여 화상회의를 수행하였고, 타일드디스플레이 참여자는 웹캠으로 캡처된 영상 대신 참여자의 이미지를 이용하여 화상회의를 하였다. HMD 참여자는 화상회의를 할 수 없고 단지 참여자의 이미지를 이용하여 참여자의 시점을 표현하였다. 참여자는 Control Client를 이용하여 부품을 선택하고 원하는 재질로 변경하거나 재질의 특성을 변경할 수 있었다.

Fig. 11은 CORE를 이용하여 재질을 변경한 과정을 보여주고 있다. 가상 왼쪽의 재질은 펄이 들어간 패턴 수지이고 중간이 크롬 수지이다. 그리고 오른쪽은 고풍택 수지이다. 그림에서 보여지는 바와 같이 재질에 따라 디자인의 느낌이 상당히 다름을 알 수 있었다.

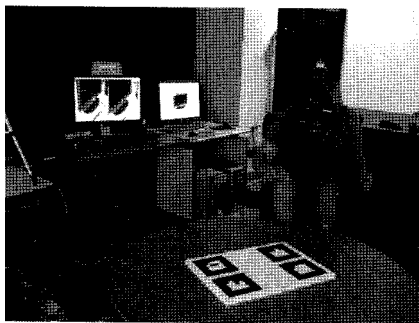
Fig. 12는 고풍택 수지에 BRDF의 특성인 specular reflectivity를 변경한 과정을 보여 주고 있다. 같은 재



(a) 타일디스플레이 환경



(b) 데스크탑 환경



(c) HMD 환경

Fig. 10. CORE의 참여 환경.

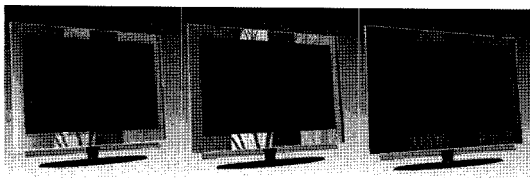


Fig. 11. 재질 변경. (왼 베타팅 수치, 코팅, 고풍택 수치)

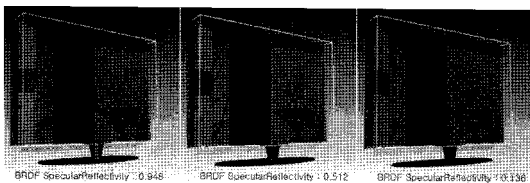


Fig. 12. 재질 속성 변경 : Specular reflectivity (0.948, 0.512, 0.135).

질이라도 반사도에 따라 다른 느낌을 보여 줌을 알 수 있었다.

## 6. 결 론

최근 들어 제품의 디자인의 중요성이 높아지고 있는 추세로 TV나 휴대폰 등의 가전제품의 경우에는 기능적인 측면 못지않게 디자인적인 요소가 소비자의 구매 여부를 결정짓는 중요한 요소가 되고 있다. 본 논문에서 소개된 협업 디자인 플랫폼 시스템은 보다 쉽고 빠르게 제품의 가상시제품을 생성하고, 네트워크를 이용하여 원격지의 참여자들끼리 상호 의견교환과 제품 디자인의 실시간 변경을 통하여 디자인 요소들의 변화에 따른 영향을 평가할 수 있도록 한다. 참여자들끼리의 효율적인 의사소통을 위하여 화상회의를 지원하고, 제품의 사실적인 렌더링을 위하여 레이더 기술을 이용한 다양한 재질 정보를 제공하고 있다. 또한 3D 가상 제품을 다양한 환경에서 가시화하기 위하여 일반 데스크탑 환경뿐만 아니라 타일디스플레이 환경을 지원하기 때문에 가전제품을 위한 가상 플랫폼, 자동차 업계에서의 대형 스크린을 이용한 가상 플랫폼, 가상환경에서의 멀티미디어 교육 분야, 디자인 관련 교육 분야에서 활용이 가능할 것이라 기대한다.

## 감사의 글

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT 신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음 (2005-S-604-02, 실감형 Virtual Engineering 기술).

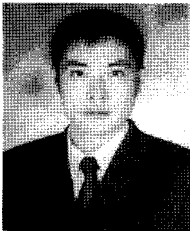
## 참고문헌

1. Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D., "Product Design and Development", McGraw Hill, New York, 2004.
2. Lee, K., "Principles of CAD/CAM/CAE Systems", Addison Wesley, Berkeley, 1999.
3. Choi, S. H. and Chan, A. M. M., "A Virtual Prototyping System for Rapid Product Development", *Computer-Aided Design*, Vol. 36, pp. 401-412, 2004.
4. F. Zorriassantine, C. Wykes, R. Parkin and N. Gindy, "A Survey of Virtual Prototyping Techniques for Mechanical Product Development", *Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 217, pp. 513-530, 2003.
5. Shyamsundar, N. and Gadh, R., "Collaborative Virtual Prototyping of Product Assemblies Over the Internet", *Computer-Aided Design*, Vol. 34, pp. 755-768, 2002.
6. Mike Daily *et al.*, "Distributed Design Review in



Virtual Environments”, *Proceedings of the Third International Conference on Collaborative Virtual Environments*, pp. 57-63, 2000.

7. Gomes, D. A. *et al.*, “Integrating Virtual Reality for Virtual Prototyping”, *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conferences*, pp. 1-12, 1998.
8. 분두환, 한순홍, 김용석, 명세현, “원자력 플랜트 CAD 모델의 VR 가시화”, 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, 2004.
9. 김현, 김형선, 이주행, 정진미, 도남철, 이재열, “기업간 제품정보 공유를 위한 협업적 제품거래 프레임워크”, 한국 CAD/CAM학회 논문집, 제8권, 제4호, pp. 201-211, 2003.
10. 이재현, 서효원, “CPC 환경을 위한 PDM 시스템간 XML 기반 정보 교환 방법”, 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, 2003.
11. Kim, S. R. *et al.*, “Middleware-based Integration of Multiple CAD and PDM Systems into Virtual Reality Environment”. *Computer-Aided Design & Applications*, Vol. 3, pp. 547-556, 2006.
12. DAO : Core J2EE Patterns-Data Access Object <http://java.sun.com/blueprints/corej2eepatterns/Patterns/DataSource.html>
13. UGS PLM Software, <http://www.ugs.com>
14. Dassault Systems, <http://www.3ds.com>
15. 박성애, 용환승, 최상수, “온톨로지 통합 분류와 온톨로지 기반의 PLM Object 의미적 통합”, 한국 CAD/CAM학회 논문집, 제13권, 제3호, 2008.
16. Christian Bauer *et al.*, “Hibernate in Action”, Manning Publications, 2004.
17. Lukas, U. von and Nowacki, S., High Level Integration based on the PLM Services Standard, ProSTEP iViP Science Days 2005: Cross-Domain Engineering, pp. 50-61, 2005.
18. Steven John Metsker, “Design Patterns in C#”, Addison-Wesley Professional, 2004.
19. ACIS R16 Online Help, Spatial Corporation, 2006.
20. COLLADA, <http://www.collada.org>
21. The Khronos Group, <http://www.khronos.org/>
22. W3C, Web Services Architecture W3C Working Group Note, 11 February 2004, <http://www.w3.org/TR/ws-arch>
23. Seely, S., SOAP-Cross Platform Web Service Development Using XML., Prentice Hall, 2001.
24. The home of ICE, <http://www.zero.com/index.html>



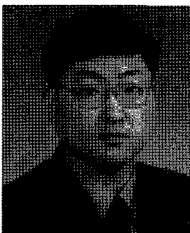
**최 상 수**

1997년~2001년 울산대학교 조선해양공학과 학사  
 2002년~2004년 울산대학교 조선해양공학과 석사  
 2007년~2009년 상경대학교 산업공학과 박사수료  
 2003년~2005년 INOPS CAx팀 연구원  
 2005년~2008년 (재)그래픽스연구원 VR/CAD팀 팀장  
 관심분야: CAx/PLM, Product Data Exchange, Virtual Reality, Virtual Design Review, Digital Virtual Manufacturing



**조 현 제**

1990년~1994년 한양대학교 정밀기계공학과 학사  
 1995년~1998년 한양대학교 기계설계학과 석사  
 2000년~2006년 (주)쓰리다임 개발기획팀 팀장  
 2006년~2008년 (재)그래픽스연구원 산업응용연구팀 팀장  
 관심분야: Virtual Reality, Computer Graphics, Digital Virtual Manufacturing, Virtual Design Review, CAD/PLM



**노 상 도**

1988년~1992년 한국과학기술원 기계공학과 학사  
 1992년~1994년 서울대학교 기계설계학과 석사  
 1994년~1999년 서울대학교 기계설계학과 박사  
 1999년~2002년 고등기술연구원 생산기술센터 선임연구원  
 2002년~현재 성균관대학교 공과대학 시스템경영공학과 조교수, 부교수  
 관심분야: 생산시스템 모델링 및 분석, 동시협업, 디지털 가상생산, CAD/CAPP/CAM, PLM