

3D 입체 가상발전소(Virtual Plant)와 가상판넬(Virtual Panel) 모듈 구현

유 현 주, 이 명 수, 박 신 열, 홍 진 혁
 한국전력연구원 원자력연구실 원전계전그룹
 시뮬레이터 / 가상현실 팀
 email . yoohj@kepri.re.kr

Application for 3D Stereoscopic Virtual Plant & Virtual Panel

Hyeon-Ju Yoo, Myeong-Soo Lee, Shin-Yeol Park, Jin-Hyuk Hong
 Nuclear Instrumentation & Control Group
 Nuclear Power Laboratory
 Korea Electric Power Research Institute

ABSTRACT

본 논문에서는 현재 수행중인 가상현실 기술을 이용한 컴퓨터 지원 교육훈련 시스템(CATS: Computer Assister Training System) 개념 설계를 바탕으로 발전소 3D 그래픽 모델을 작성하고 가상현실도구를 사용하여 정보의 변경 및 가공처리로 가상발전소(Virtual Plant) 및 가상판넬(Virtual Panel) 상세설계 및 구현결과에 대해 서술한다. 이를 통해 발전소 주요계통 설비 및 발전소 본관 내부의 주요 기기 등을 Navigation 할 수 있고, 이에 대한 엔지니어링 데이터베이스 환경을 작성하여 추후 정확하고 신속한 계통 설비 및 주요기기 정보를 얻을 수 있도록 하였으며 가상판넬(Virtual Pannel)을 만들어 학생들이 시뮬레이터실로 가지 않고 MCR(Main Control Room)에서 발전소를 운전하는 것과 같은 효과를 강의실에서 얻을 수 있다.

1. 서론

최근 개발되는 기술들이 복잡하고 급박하게 변화됨에 따라 산업계에서는 기술교육부문에 많은 시간과 돈을 투입하고 있는 실정이다. 많은 회사들이 보다 안정적인 교육과 효율적인 교육방법을 찾기 위해 노력해 왔고 그 결과로 컴퓨터 지원 교육훈련 시스템을 채택하고 있는 실정이다.[1] 이와 같은 컴퓨터 지원 교육훈련 시스템은 VR(Virtual Reality) 또는 VE(Virtual Environments) 기본개념을 기초로 사용되고 있다.

VR을 기본으로 한 교육훈련 시스템은 다음과 같은 장점을 가지고 있다. 첫째, 새로운 중요 기기나 시설물이 설치되기 전 또는 거리상으로 떨어져 설치되어 있는 시설물 및 기기 등에 대하여 실지와 같은 관점에서 조작을 해보거나 견학할 수 있다.

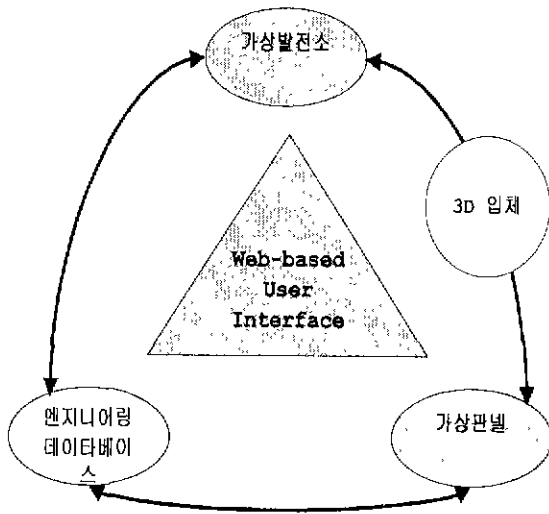
둘째, 몰입감 및 다양한 감각(시각, 청각, 촉각 등)을 제공할 수 있는 하드웨어(입체안경, 사이버글로브 등)를 통하여 실지로 현실 세계에서 설비 등을 직접 조작하는 것과 같은 느낌을 갖도록 하여 교육실습 능력을 향상시킬 수 있다. 마지막으로 교육시 발생하는 인간의 실수 또는 잘못된 조작으로 인한 기계의 고장이나 상해 사건으로부터 안전하게 보호할 수 있다.

본 논문에서는 가상현실을 이용한 컴퓨터 기반 원자력발전소 교육훈련 시스템(CATS:Computer Assisted Training System)중 가상발전소와 가상판넬의 구현에 관하여 서술한다. 이 연구의 발전소 모델은 영광 1,2호기 원자력 발전소를 대상으로 개발되었으며, 차후 원자력교육원 시뮬레이터 2호기에 통합 설치될 것이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 가상발전소 및 가상판넬 시스템 구조, 개발절차에 대해 살펴보고 3장에서 상세설계 및 개발 예를 서술한다. 마지막으로 4장에서 결론 및 향후 개발방향을 제시하고자 한다.

2. 시스템구조 및 개발절차

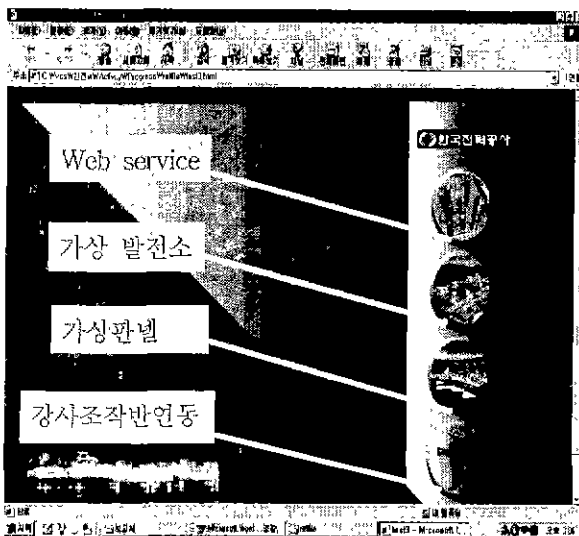
2.1 가상발전소(Virtual Plant) 및 가상판넬(Virtual Pannel)의 시스템구조¹⁾

가상발전소 및 가상판넬에 대한 개념설계[2]에 적합한 시스템 구조도는 다음 그림과 같다. 앞서 발표한 개념설계에서와 같이 본 시스템은 WWW(World Wide Web)을 표준으로 정하여 사용자 인터페이스 환경을 개발하였다. CATS 메인 시스템에서는 모든 발전소 정보 및 MCR(Main



[그림 1. 시스템구조도]

Control Room) 패널정보를 Navigation 하며, 일반 인터넷 사용자가 웹을 통하여 자율학습이 가능하도록 하기 위하여 VRML언어를 사용하여 3D 영상을 구현하였다. 하지만 VRML의 한계와 인터넷 보안을 위하여 모든 정보를 VRML로 표현할 수 없는 제한점이 있다. 다음은 html문서로 작성된 메인 화면으로 CATS Web Server에 올려져 있다.



[그림 2. 메인화면]

가상발전소 및 가상관제는 몰입감을 고조시키기 위하여 3D 입체 시스템을 설치하였고 모터소리 등의 오디오 정보를 영상과 연동시켜, 현실감을 높였다. 3D 입체 시스템은 LCD 안경, 동기화를 위한 Emitter, 3D 스테레오 스피커, CRT 프로젝터 및

스크린 등의 장비로 구성되며 이를 통해 3D 입체 영상 및 입체 음향을 구현한다. 발전소에 있는 방대한 설비와 장비 정보는 매우 방대하고 복잡하므로 이를 저장한 엔지니어링 데이터베이스와 가상발전소의 일부분을 연동시켜 효율적인 검색이 이루어질 수 있도록 구축하였다.

2.2 개발절차

본 시스템을 구현하기 환경은 입체를 위한 하드웨어 시스템, 그래픽전용 컴퓨터, 3D 그래픽 환경을 위한 Microstation, 가상현실도구 dV-Mockup 등이 필요하며 자세한 내용은 [2] 참조한다. 본 시스템을 개발하기 위한 절차는 다음과 같다.

1. 영광발전소 도면을 참조하여 3D 데이터 모델링 작업을 수행한다. - 한전의 표준 파일 format인 dgn 화일을 생성한다.
2. 작성된 3D 도면 화일을 개념설계 시 선택한 가상현실 개발 도구인 dV-Mockup을 사용하여 가상현실 화일 format인 vdi format 으로 변환한다. - dgn file을 각각 level 정보 및 color 속성 등 가상현실 파일 format으로 변환한다.
3. 2에서 변환된 파일을 최적화 할 수 있도록 합치거나 나눈다. - 예를 들어 터빈과 관련된 파일을 한꺼번에 합쳐서 그룹별로 관리할 수 있도록 한다.
4. 교육목적에 적합한 동영상 화일을 가상현실도구를 이용하여 저작한다.
5. 변환된 format을 기본으로 하여 C 언어로 인터페이스 모듈을 코딩한다. - 윈도우즈 환경 하에서 사용자 인터페이스가 적절하게 운영될 수 있도록 설계된 기능을 코딩한다.
6. 가상현실저작도구를 이용하여 웹에서 서비스해야 할 부분의 VRML 화일을 작성한다. - VRML화일의 한계(화일 사이즈가 커지면 Viewer가 load못하는 점 등)로 인하여 여러번의 반복 변환 후에 원하는 VRML화일을 작성한다.
7. 웹서버를 구축한다.
8. 홈페이지 초기화면을 작성하고 가상발전소 및 가상관제 부분을 연동시킨다. - 인터넷 사용자는 접속 시 사용자인증을 검사하여 가상관제 및 가상발전소를 볼 수 없도록 구현한다.
9. 엔지니어링 데이터베이스를 구축하고 인터넷 VRML서비스와 연동시킨다.
10. 교육 강의안을 올려서 홈페이지에 연결시킨다.

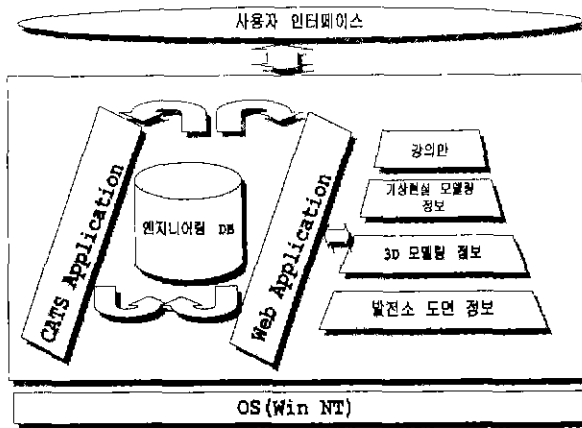
위와 같은 개발절차의 반복시행과 실패를 통하여 시스템의 속도 및 3D 입체영상 화면 등의 최적화 결과를 얻을 수 있다. 입체영상을 위하여 선택한 하드웨어 및 입체안경은 가상현실도구에서 입체의 깊이를 선택할 수 있으며, 프로젝트 영상을 통하여 가상발전소를 관람해야

하는 사용자는 입체안경 및 어두운 환경 등으로 인해 쉽게 피로감을 느끼므로 환경을 점차 개선해 나가야 한다.

3. 상세설계 및 구현

3.1 상세설계

상세설계를 위한 개략도는 다음과 같다.



[그림 3. 시스템 설계 개략도]

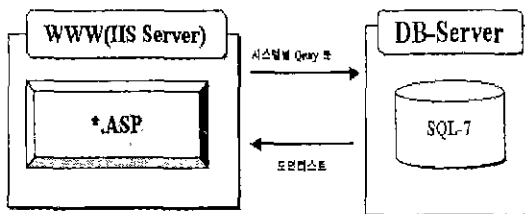
위의 그림에서와 같이 Windows NT 운영체제 환경에서 시스템은 운영되며 DB로는 많이 사용되고 있는 SQL SERVER 7.0을 사용하여 발전소 엔지니어링 데이터를 저장할 수 있도록 구축하였다. 저장된 정보는 ODBC 및 Web Server의 IIS를 통해 ASP code로 연결한다.

```
<% dim objConn
set objConn=
```

```
Server.CreateObject("ADODB.Connection")
```

```
objConn.Open ("DSN=CAE;UID=gori;PWD=gori") %>
```

CATS Application은 가상현실 엔진으로 사용하고 있는 dv-Mockup과 사용자환경(GUI)간의 실시간 데이터 교환 등의 통신을 구현하는 부분이 포함되어



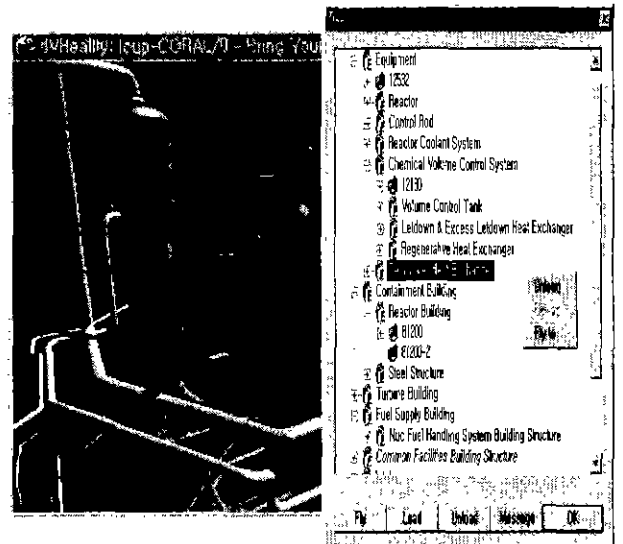
[그림 4. IIS 와 DB 통신]

있다. dv-Mockup은 이미 상용화 된 소프트웨어로서 다른 개발 모듈들과 유기적으로 연결되기 위해서는 이들간의 실시간 통신이 이루어져야 했고

이를 위해 사용자환경(GUI)내에는 통신을 구현하는 모듈이 포함되어 있다. 통신은 서로 다른 메모리 영역에 자리잡은 별개의 소프트웨어들 간에 각자가 가지고 있지 않은 기능이나 자원을 상대방에게 요청하기 위해 그들간에 해석이 가능한 메시지(Message)를 주고 받는 것을 말한다. 이 경우 자원이나 특정 기능을 요청하는 측을 클라이언트(Client)라 하고 이에 대해 서비스를 해주는 측을 서버(Server)라 한다. 대개의 경우 서버와 클라이언트는 그 역할을 바꾸지 않고 통신과정을 진행하며 CATS는 서버의 역할을 dv-Mockup이 담당하고 사용자 인터페이스가 클라이언트의 역할을 수행한다.

3.2 CATS Application

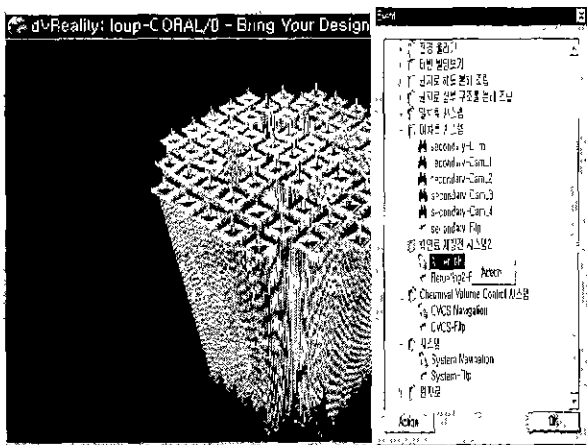
가상현실 기반으로 한 교육훈련 시스템의 핵심이라고 할 수 있는 CATS Application 부분은 크게 3가지 부분으로 나뉜다. 가상현실 도구에 적합한 형태의 파일로 변환되어 3D 형식으로 사용자가 원하는 부분을 브라우저로 최적화하여 보여주는 기능, 브라우저에서 사용자가 원하는 부분을 클릭하면 그 부분에 대한 트리정보를 제공하고 반대로 사용자가 원하는 발전소 정보를 클릭하면 브라우저상에서 표시해 주는 기능, 유지보수 및 사용자의 용이한 교육을 위하여 계통 흐름 등의 동영상 화일을 브라우저를 통하여 보여주는 기능으로 구현한다.



[그림 5. 브라우저와 트리]

그림6을 구현하기 위한 알고리즘은 다음과 같다.

1. 사용자가 원하는 동영상 정보를 클릭하면 이 이벤트를 인지한다.
2. 해당 이벤트가 발생되면 Action을 발생시킨다



[그림 6. 브라우저와 동영상정보]

3. Mainwn에서 통신을 위한 패킷을 준비한다.
4. 통신프로그램에서 이 패킷을 분석한다.
5. 분석된 패킷명령에 따라 Action을 취한다.

그림 5의 알고리즘도 유사한 형식을 지니고 있고, 인터넷에서 VRML화일을 서비스하는 모듈의 알고리즘은 나모웹 에디터로 작성된 HTML문서에 ODBC를 통하여 원하는 발전소 인덱스 정보와 VRML화일을 링크해 주는 알고리즘으로 시스템을 구축하였다.

4. 결론 및 향후 개발방향

현재 산업계, 의학계, 교육계 등에서 가상현실을 이용한 관련 기술이 급진적인 발전을 보이고 있다. 본 논문에서는 한 차원 높은 원자력발전 교육을 운전원에게 제공하기 위하여 CATS시스템을 개발하였다. 신뢰성 있는 발전소 정보를 구축하기 위하여 현재 발전소에서 근무하는 실 운영요원과 원자력발전소를 강의하시는 교수요원들의 Know-How를 토대로 정확하고 효율적인 교육훈련 시스템을 만들기 위하여 노력하였다. 본 시스템을 통하여 원자로 가동시 원자로 격납건물 내부 등 직접 들어가기 곤란한 원자력 발전소 교육/훈련의 현실적 특수성을 극복하고 이를 통해 교육 내용의 정확한 이해를 도모하고 반복 교육을 통하여 교육/훈련의 품질을 향상시켜서 운전원의 원자력 발전소 시뮬레이터 운용 능력도모하고 유사시 운영 능력을 안정화 시키야 할 것이다.

추후 사용자 인터페이스, 가상관벨의 미세한 부문에서 발생하는 불편사항 등을 고려하여 좀 더 유용한 교육훈련 시스템이 되도록 표현하여야 하며, 시뮬레이터 모델과 다이나믹하게 연동되는 내용이 3D 입체로 나타날 수 있도록 시스템을 보완하여야 할 것이다.

- [1] Fuhua Lin, Chuan-Jun Su, Mitchell M. Tseng "An Agent-based Approach to Developing Intelligent Virtual Reality-based Training System", Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, pp 253-260, 1999
- [2] 유현주,이용관,이명수, "가상발전소(Virtual Plant) 시스템 개발에 관한 연구", 12회 추계 정보처리학회, 1999
- [3] 유현주,이용관,이명수, "인터넷에서 가상발전소(Virtual Plant) 설계에 관한 연구", 1999 추계 정보처리학회, Vol. 12, 1999.10
- [4] 유현주,이명수,박신열,홍진혁 "컴퓨터 지원 교육훈련 시스템을 위한 사이버환경 구축", 2000 춘계 시물레이션학회, 2000.04
- [5] Grigore Burdea. "Virtual Reality-Based Training for the Diagnosis of Prostate Cancer", IEEE Transaction on Biomedical Engineering, VOL 46, No 10, p 1253-1260, 1999
- [6] Martin Schalz. "From High-End VR to PC-based VRML Viewing Supporting the Car Body Development Process by Adapted Virtual Environments", Proceedings of IASTED International Conference Computer Graphics and Imaging, , June1-4,1998