1999년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 1999. 7.19-21

# 보일러 분산제어 시스템 3차원 MMI 구현

# The Application of Boiler Digital Control System 3D MMI Using Virtual Real

Oh Young il*, Kim Eung Seok**

*Electric Instrument & Control Group, Korea Electric Power Research Institute
(Tel: 042-865-5275; Fax: 042-865-5204; E-mail: young@kepri.re.kr)
**Electric Instrument & Control Group, Korea Electric Power Research Institute
(Tel: 042-865-5274; Fax: 042-865-5204; E-mail: eskim@kepri.re.kr)

**Abstract** - Virtual Reality is a set of computer technologies which, when combined, provide an interface to a computer-generated world, and in particular, provide such a convincing interface that the user believes he is actually in a three dimensional computer-generated world. This computer generated world may be a model of a real-world object, such as a house; it might be an abstract world that does not exist in a real sense but is understood by humans, such as a chemical molecule or a representation of a set of data; or it might be in a completely imaginary science fiction world.

this paper describes the application of boiler digital control system MMI for power plant using virtual reality

## 1. 서 론

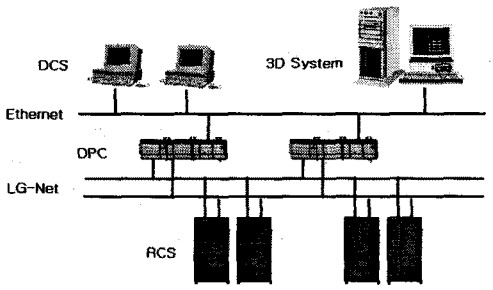
국내 VR(Virtual Reality) 즉 가상현실분야는 아주 초보적 단계를 걸어가고 있는 것이 현실이다. 1999년 들어오면서 국내에 여러 분야에서 활발한 움직임을 보이고 있는 중이다. 국외는 국내보다는 발달한 단계를 보이지만 일부 분야를 제외한 나머지 부분은 아직도 미숙한 것은 국내나 마찬가지다. 현재 가상현실의 적용사례를 보면 건축쪽에는 건물이나 장비 등이 주변환경과의 고려가 실제는 안되는 모순이 되는 부분이 많이 발생하고 있다. 이것을 미연에 방지하기 위해 실재 공간과 주변환경을 가상현실로 구현해두고 이 공간에서 적용시켜 이상이 없을 때 건물이나 장비를 배치하는 부분에 활용되고 있다. 건물 뿐만아니라 가구의 배치, 모델하우스 등에도 적용하고 있다. 군사 시뮬레이션 부분 즉 전차나 각종 장비의 모의 훈련에 사용되며 가장 활발한 분야는 우주 항공분야라고 할 수 있다. 달이나 화성을 가상현실로 꾸며 놓고 그곳에서 탐사 로봇이나 우주선을 미리 착륙을 시켜보는 등 아주 다양한 부분에 적용 발전시키고 있다. 공정감시 모니터링 시스템에 있어서 HMI(Human Machine Interface) 역할의 중요성이 부각되고 있고 실제로 이 부분의 해결을 위한 많은 상용화된 패키지들도 나와있다. 현재의 HMI 관련 부분의 기술은 컴퓨터 H/W 및 S/W 기술의 발전에 따른 실시간 모니터링 및 컴퓨터 그래픽 기술에 힘입어 인간의 감각에 친숙한 인터페이스의 제공이 가능해지고 있어서 기존의 2차원적인 표현에서 벗어난 3차원 그래픽 기술의 적용이 가능해졌다. 실제로 3차원 그래픽 기술은 여러 분야에 응용이 되고 있으며 그 응용분야는 나날이 확대되고 있다. 발전 플랜트 분야는 외형 모델링 적용이 진행중이고 실제 가동중인 보일러 DCS에서 실시간 감시에 적용된 사례는 국내에 처음으로 적용되어지고 있다.

본 논문에서는 실제가동중인 Power Plant에 가상현실 기법을 도입한 3차원 MMI의 실시간 감시 적용사례 및 적용의 장단점을 기술하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 전체 네트워크 구성

3차원 그래픽 시스템은 분산제어 시스템과 Ethernet LAN으로 연결되는 독립된 시스템으로 구현되며, RPC (Remote Procedure Call)통신 프로토콜을 사용하여 분산제어 시스템으로부터 데이터를 수집한다. 분산제어 시스템은 현장과 인터페이스되어 데이터를 수집하거나 제어하는 역할을 하는 RCS(Remote Control Station), 분산제어 시스템의 데이터 처리를 위한 DPC(Database Processing Center), 사용자와 직접 인터페이스 되는CCS (Central Control Station)부분으로 구성되어 있는데, 3차원 실시간 감시 시스템은 분산제어 시스템으로부터 데이터를 수집하게 되므로 DPC로부터 지정된 샘플링 주기로 데이터를 가져오게 된다.




<그림1> 전체 네트웨크 구성

### 2.2 3차원 그래픽 시스템 구성

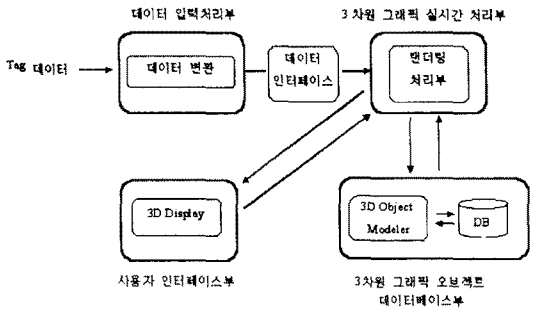
3차원 그래픽 시스템의 구성은 크게 데이터 입력 처리부, 3차원 그래픽 실시간 처리부, 3차원 그래픽 오브젝트 데이터베이스부, 사용자 인터페이스부로 구성되어 진다.

데이터 입력처리부는 분산제어 시스템의 데이터베이스를 처리하는 DPC로부터 Tag데이터를 기본 입력데이터로 받아들여 3차원 그래픽 시스템 내에서의 데이터 형식

으로 변환한다. 이때 실시간으로 표현하고자 하는 데이터들은 3차원 그래픽 패키지의 API(Application Program Interface)에 의하여 변환되어 3차원 그래픽 실시간 처리부와 연결된다.

3차원 그래픽 실시간 처리부는 감시대상을 3차원 모델링(modeling)한 오브젝트와 입력처리부로부터 전달된 데이터를 실시간으로 인터페이스 시키며, 랜더링(rendering) 처리부에서 각 오브젝트에 3차원 효과를 주고 아울러 사용자 인터페이스부에서 입력되는 사용자의 인터액티브(interactive)한 3차원 처리 요구에 대해 실시간으로 처리를 하는 역할을 한다. 랜더링 처리는 3차원 그래픽 랜더링 툴인 Vega를 이용하여 구현이 된다. 3차원 그래픽 오브젝트 데이터베이스부는 3차원 그래픽 오브젝트의 편집을 위한 기능과 구현된 3차원 모델을 데이터베이스에 저장하고 관리하는 역할을 한다. 3차원 그래픽 오브젝트의 편집은 3차원 감시대상의 모델링 처리로 이루어 진다. 본 프로젝트에서는 3차원 그래픽 모델링 툴인 MultiGen를 이용하여 구현되어 진다. 3차원 모델링 처리는 실제로 본 프로젝트 진행에 있어서 가장 어렵고 시간이 많이 소요되는 작업으로 실제 모델링 하려는 대상을 3차원 모델러를 이용하여 x, y, z 좌표상의 값을 가지는 3차원 데이터로 각각의 대상을 모델링하게 된다. 모델링된 오브젝트는 3차원 그래픽 오브젝트 데이터베이스에 저장된다.

사용자 인터페이스부에서는 사용자의 디스플레이 요구가 3차원 그래픽 실시간 처리부에 전달되어져 3차원 그래픽이 화면에 디스플레이 되게 된다. 사용자의 입력은 3차원 입력 디바이스인 스페이스볼을 활용하게 된다. 또한 사용자가 화면조작을 하지 않을 경우에는 일정시간이 경과하면 자동적으로 미리 지정된 순서에 의해 화면 디스플레이가 변경된다.




<그림2>3차원 그래픽 시스템의 구성

### 2.3 3D 시스템 윈도우 화면구성

1)시설물동작 시뮬레이션
-드럼,터빈 A/H 등의 운전 시뮬레이션을 수행하기 위한 항목(단위 기기들의 보이지 않는 내부의 동작상태를 시뮬레이션 한다)

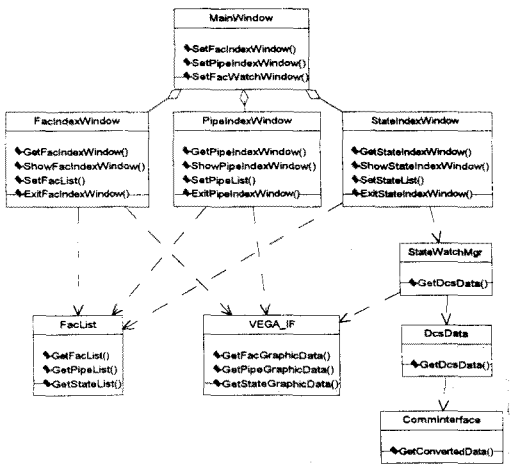
2)순환계통 시뮬레이션
-급수계통, 증기전달계통, 공기순환계통 등의 배관이나 통로를 중심으로 한 유체의 흐름을 시뮬레이션을 수행하기 위한 항목

3)시설물 상태감시
-상태감시를 원하는 보일러 본체 및 급수계통과 연수용 공기계통의 시설물을 확대한 3D형상으로 보여주고, 자세한 내용을 원하는 항목은 선택하여 상세히 관찰할 수 있다.

클래스들의 대략적인 함수 상관관계 구성도는 <그림3> 과 같고, 각각의 멤버함수들의 간단한 설명은 <표1>과 같다.

| 클래스 이름 | 클래스의 정의 및 역활 |
|---|---|
| MainWindow | 여수화력 3차원 감시 시스템 의 메인화면을 표시하는 기능을 수행<br>계통별 시뮬레이션 호출 |
| FacIndexWindow | 보일러 시설물의 목록을 검색하는 기능을 수행 |
| FacList | 전체 보일러 시설물의 개별 목록 |
| PipeIndexWindov | 보일러 시설물중 배관을 중심으로 하는 모든 계통을 검색하는 기능을 수행 |
| StateIndexWindo | 상태감시를 하고자 하는 시설물의 목록을 검색하는 기능을 수행 |
| StateWatchMgr | 상태감시 실행시 주기적으로 DCS Data를 가져오는 기능을 수행 |
| VEGA_IF | Simulation과 상태감시화면을 표시하는데 필요한 시설물의 그래픽 Data |
| DcsData | 통신I/F를 통하여 받아들인 실시간 상태Data |
| CommInterface | DCS와 통신 Interface를 수행<br>변환된 DCS Data 요구 |

<표1> 전체 클래스 설명



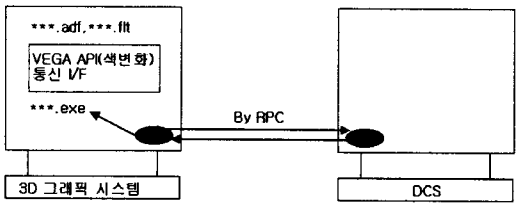

<그림3> 전체 클래스 구성도

### 2.4 통신

보일러를 제어하는 DCS는 UNIX 범용 O/S를 사용하고 있고, 3D 그래픽 시스템을 구현하기 위한 시스템은 MS사의 WINDOW NT를 O/S로 채택하고 있다. 이들 이기종 시스템간의 프로토콜은 RPC(Remote Procedure Call) 프로토콜로 해결 했다.

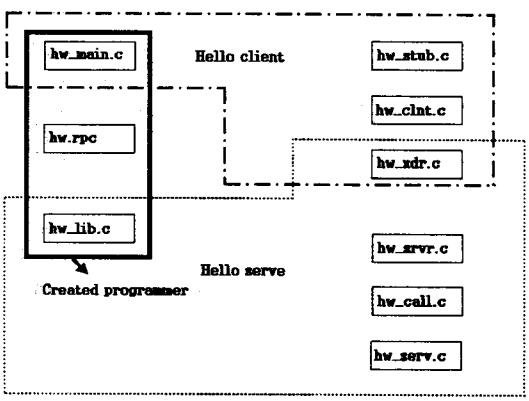
RPC통신은 사전에 DCS시스템에 작성되어 있는 Procedure(함수)들 중에서 3차원 그래픽 시스템에서 필요로 하는 Date를 읽어올 수 있는 Procedure가 어떤 것이 있는지 파악되어야 한다. (보통의 경우에는 시스템의

모든 Tag를 Access할 수 있는 Procedure가 DCS에 이미 만들어져 있다.) Client (3차원 그래픽 시스템)는 마치 자기 내부의 함수를 호출하여 실행시키는 것처럼 원격지의 Server(DCS 시스템)에 있는 함수를 호출하여 이렇게 전송된 Data를 Client에서 내부적으로 가공하여 VEGA API의 명령신호로 사용한다. 실제로는 작성된 3D 실시간 상태감시 실행파일(***.exe)을 실행시키면 VAGA가 구동 되면서 그래픽 Data가 화면에 표시된다. 그와동시에 표시된 구성요소에 대한 실시간 Data를 얻기 위하여 RPC통신이 진행되고, 원하는 Data가 Client로 전송되어 화면에 표시되어 진다.




<그림4> 3차원 그래픽 시스템의 Data통신 구성

1) 3차원 그래픽 시스템의 Data통신 파일들의 설명
[프로그램명]_rpc.h : #define, typedef에 대한 정의
[프로그램명]_rpc2.h : EZRPC가 생성한 function 및 RPC stub function 에대한 prototype
[프로그램명]_ez.h : EZRPC라이브러리에 포함된 function에 대한 prototype
[프로그램명]_svr.h : [프로그램명]_sendreply() 함수에 대한 prototype. Server side에만 사용
[프로그램명]_stub.c : [프로그램명]_rpc2.h에 정의된 함수 및 RPC stub function에 대한 code
[프로그램명]_clnt.c : Function request및 receive function
[프로그램명]_xdr.c : higher level XDR(eXternal Data Representation) function
*XDR이란 서로 다른 machine간에 데이터 전송시 Platform-independent한 표준화 데이터 구조.
[프로그램명]_srvr.c : request receive, dispatch, return function
[프로그램명]_call.c : client의 [프로그램명]_stub.c에 대응되는 server파일
[프로그램명]_serv.c : server의 WinMain()에 해당
[프로그램명].mk : makefile




<그림5> Data통신 파일들의 구성

2.5 시스템 사양
1)Hardware
* TDZ-2000 3D Workstation
CPU : Pentium II Xeon 400MHz(Dual Processor)
Memory : 128MB SDRAM
64MB Texture Memory
4.5GB Ultra Wide SCSI Hard Disk
10/100 Mbps Ethernet
3D Graphics Accelerator Card(Geometry)
2)Software
OS : Window NT 4.0
개발환경 : Visual C++5.0
Graphic Library : OpenGL
Modeling : MultiGen
Rendering : Vega

## 3. 결 론

산업현장의 프로세스 및 제어 상황을 감시하기 위한 모니터링 시스템은 일반적으로 2차원 상에서 감시대상의 항목을 2차원 그래픽 심볼로 배치한 화면 구성을 가진다. 본 논문은 개인용 컴퓨터를 이용한 보일러 분산제어 시스템 3차원 MMI의 구성과 기능에 대해 설명하였다. Power Plant에 3차원 MMI 적용은 그 적용사례가 없다. 왜냐하면 개인용 컴퓨터의 용량과 프로세스의 성능 및 프로그램의 방대한 용량등 여러 다른 많은 이유로 실시간 보장을 할 수 없는 약점을 지니고 있기 때문이다. 향후 개인용 컴퓨터가 점차적으로 설치비용 절감과 시스템 확장, 모델링 작업 간편 및 엔지니어링 작업이 용이하게 되어 가는 추세이며, 또한 Power Plant 및 산업현장의 운전조작 시스템이 가상현실이 적용된 3차원 MMI로 개선발전되어 가고 있다. 현재 이 분야의 기술력 확보가 앞으로 산업현장 시스템 설치 및 적용에 매우 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

## [참 고 문 헌]


[1] S.N. Pattanaik, Computational methods for illumination and Visualization of complex 3D enviro PhD thesis, Birla Institute of Technology and Science February 1993.
[2] T. Derose, M. Lounsbery, J. Warren, Multire Analysis for Surfaces of Arbitrary Topology T Technical Report TR 93-10-05, Department of Com Science, University of Washington, 1993.
[3] V. VanDoren,"Distributed with Personal Com Joural of Control Engineering, July, 1997.
[4] S. Zhang, A.L Thomas, Free-from surface const using Gregory patches, Proc. Third International Con in Central Europe on Computer Graphics and Visua 1995.