

울진 표준형원전 시뮬레이터를 위한 강의실용 가상주제어실 교육훈련 시스템 개발

홍진혁
한전전력연구원

Development of the Virtual Reality Main Control Room for Ulchin Unit 3,4 Nuclear Power Plant Simulator

JinHyuk Hong
Korea Electric Power Research Institute

요약

전범위 복제형 시뮬레이터에 의해 이루어진 원자력 및 화력발전소에서의 운전원교육은 훈련원에게 실제 발전소 주제어실에서 운전한다는 인식을 시켜 실제감을 느끼게 한다는 면에서 장점이 있으나, 막대한 하드웨어 개발비용과 또한 동일 장소에 훈련원들이 모여야 한다는 공간적인 제약성을 가지고 있다. 이에 전력연구원은 3차원 웹기술을 접목하여 가상으로 주제어실을 개발하여 네트워크를 통하여 하나의 사이버 공간에서 공동으로 하나의 작업을 수행케 하는 Collaboration 기능을 탑재한 강의실용 가상주제어실 교육훈련 시스템(VRMCR : Virtual Reality Main Control Room)을 개발하였다. VRMCR은 3차원 웹(Web) 기술을 적용하여 공간을 이동하면서 버튼, 계기판, 경보판 등의 형상을 파악할 수 있으며, 주요 계기들은 시뮬레이터와 연동되어 있어서 특정 스위치를 조작하면 경보판의 울림, 계기판의 변화 등을 감지할 수 있도록 개발하였다. 또한 교육생들이 하나의 팀을 구성하여 네트워크상의 자신의 컴퓨터에서 각종계기의 조작 및 문제 상황 대처 방법을 학습할 수 있을 뿐 아니라, Cyber Glove, HMD 등의 가상현실 장비를 이용하여 사용자로 하여금 한층 더 몰입감을 느낄 수 있도록 하였다.

I. 서론

본 논문에서는 전력연구원에서 수행한 '울진 표준형원전 시뮬레이터 개발' 과제의 결과물중 울진표준형원전 시뮬레이터를 위한 강의실용 가상주제어실 (VRMCR : Virtual Reality Main Control Room) 교육훈련 시스템에 대해 소개하는 것을 목적으로 하고 있다.

II. 본론

1. 시스템 구성

가상 주제어실은 발전소의 MCR(Main Control Room)을 컴퓨터상에서 3차원 가상현실로 구현하였으며, 가상제어반의 3차원 모델은 시뮬레이터의 모델과 연계되어 가상제어반의 스위치 조작에 따른 데이터 변동 값을 시뮬레이션 모델로부터 현실감 있게 받게 된다. 시뮬레이터 모델과의 연계는 시뮬레이터 예비용 컴퓨터에 데이터 서버를 구축하여 시뮬레이션 모델과 가상발전소 사이에 데이터 통신이 되도록 하였다. 본 시뮬레이터용 데이터 통신 서버는 표준통신툴킷인 OPC(OLE for Process Control)를 이용하여 개발하였다. VRMCR에서는 다수의 운전원들이 동시에 접속하여 공동으로 비상운전을 수행하는 Collaboration의 기능을 포함하고 있다. 비상운전을 위해 강사는 자신의 아바타(Avatar)와 채팅에 의해 작업명령을 내리고, 운전원은 그 지시에 따라 계기를 조작할 수 있도록 하였다.

가상 주제어실외에 현장 패널인 EER(Electric Equipment Room), RSP(Remote Shutdown Panel), 2차 현장패널, Intake 패널은 2차원으로 실사 이미지를 이용하여 작성하였다. 각 패널 이미지는 마우스를 가져가면 미리보기가 활성화되고, 이미지 Viewer에서 Zoom In, Zoom Out 기능을 이용하여 이미지의 전체적인 형태와 각 부분의 깨끗하고 선명한 이미지를 볼 수 있다. 추가적으로, 가상 주제어실은 HMD(Head Mount Display)와 Data Glove를 이용한 몰입형(Immersive) 환경을 지원하며, 또한 입체 프로젝트를 이용하여 대형화면에서 입체영상을 제공한다

2. VRMCR

VR MCR에서는 VR MCR Simulation이라 하여 발전소의 Main Control Room을 컴퓨터상에서 3차원 가상현실로 구현, 실제 시뮬레이터의 데이터를 실시간으로 주고 받을 수 있는 것을 뿐만 아니라 또한 5명의 운전원이 동시에 가상주제어실 시뮬레이터에 접속하여 공동으로 하나의 작업을 수행하는 Collaboration의 기능까지 포함하고 있다. Collaboration시 5명의 운전원들과 강사는 채팅에 의해 작업명령을 지시받는다.

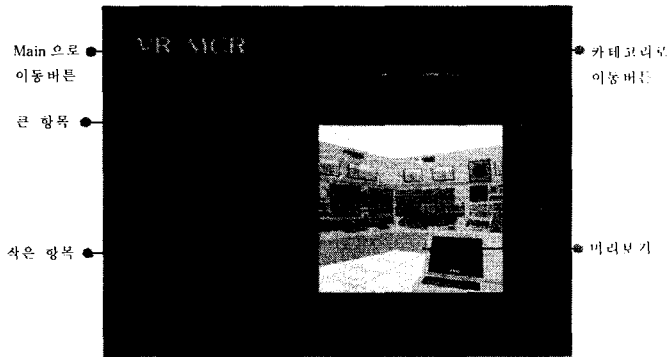
또한 Panel Image에서는 EER, RSP, 2차현장, INTAKE Panel의 실사 Image를 이용하여 실질감을 부여하였다. 또한 각 Panel Image에 Zoom In/Out 기능을 부여하여 이미지의 전체적인 형태와 각 부분의 깨끗하고 선명한 이미지를 볼 수 있도록 하였다.

2.1 화면구성

가상 주제어실의 메인화면으로는 <그림 1>과 같다.

(1) 큰 항목으로는 VR MCR Simulation과 Panel Image으로 구성되어 있다.

(2) 각 큰 항목에 속한 서브 항목들이 명시되어 있으며 클릭함으로 그에 해당하는 창이 활성화된다. 마우스를 오버하였을 때 미리보기 창에서 Still Cut으로 미리 보여 준다.

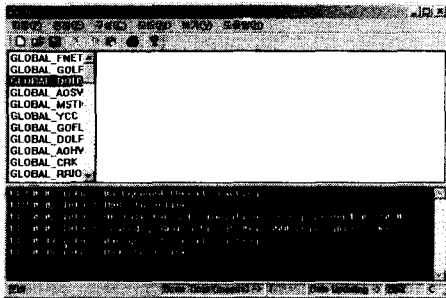


[그림 1] 가상 주제어실 메인화면

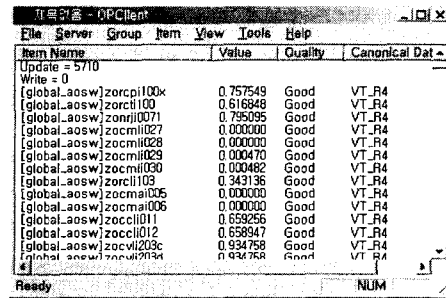
2.2 VR MCR Simulation

VR MCR Simulation은 Simulator와 Data가 연동되어 실행되기 때문에, 먼저 Simulator Server에서 Simulator가 실행되고 있어야 하며, 다음으로 Simulator의 Data를 Client PC로 전달하는 OPC Server가 실행되어야 한다. 그리고 Client PC에서 OPC Client가 실행되어 OPC Server로부터 Simulator의 Data를 받을 준비가 된 다음에 VR MCR Simulation 파일이 탑재된 Eon Colosseum Client를 실행하는 순서로 진행된다.

<그림 2> 및 <그림 3>은 실행된 OPC 서버 및 클라이언트의 주 화면을 나타낸다.

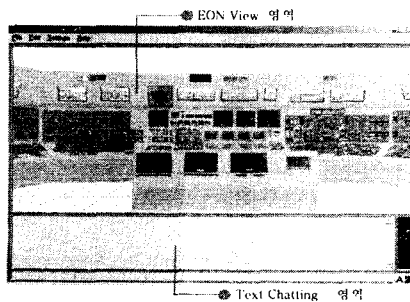


[그림 2] OPC Server



[그림 3] OPC Client

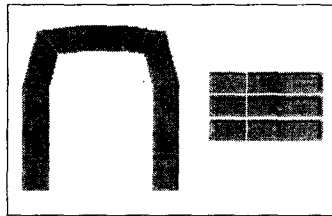
Eon Colosseum을 실행하여 파일 로딩이 끝나면 <그림 4>와 같이 실행할 수 있는 단계가 나온다.



[그림 4] EON Colosseum Connect

2.2.1 공동 작업

<그림. 4>의 Eon View 영역을 왼쪽 마우스로 제어 (상하 드래그)함에 의해 가상 주제어실에서 이동이 가능하며, 키보드를 통해서도 위, 아래로의 이동은 가능하게 하였다. 또한 Key Map을 이용하여서도 Navigation이 가능케 하였다. 즉, Eon View 영역에서 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하면 아래와 같은 Key Map이 화면 왼쪽 중앙에 나타난다. 먼저 왼쪽에서 숫자로 표시된 각 패널을 클릭하면 그 패널의 위치로 이동하게 되고 그 후 오른쪽의 9개 부분을 클릭하면 그 패널의 상, 중, 하, 왼쪽, 가운데, 오른쪽 부분으로 이동할 수 있다. 패널에 따라서 9 부분보다 적은 패널도 있다.



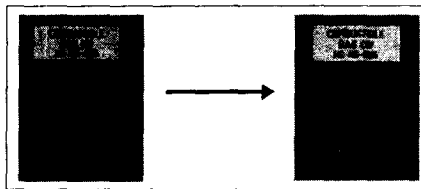
[그림 5] Key Map

마우스를 통하여 제어하는 중 하나의 패널에 가까이 가게 되면 이미지가 보다 가까워지면서 시뮬레이터와 연동된 계기들이 나타나게 된다.

2.2.2 마우스를 이용 계기 조작

가. Switch Lamp 형의 계기

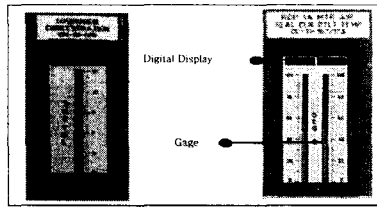
Switch Lamp 형의 계기는 스위치 위에 마우스를 가져가게 되면 마우스 커서의 모양이 화살표에서 손 모양으로 바뀐다. 이때 마우스 왼쪽 버튼을 클릭하게 되면 그 스위치의 입력값이 참(True)이 되어 시뮬레이터 서버로 전달된다. 그 전달된 값에 따라 램프의 Output이 결정되어 램프가 켜지거나 꺼지게 된다.



[그림 6] Switch Lamp 변화

나. Indicator 형 계기

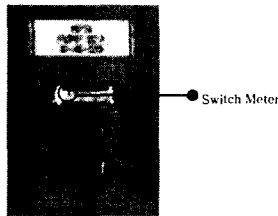
Indicator 형 계기는 Input이 없기 때문에 마우스로 조작할 필요 없이 그 Output 값만 눈으로 확인하면 된다. 그 값은 두 가지 방법으로 표시가 되는데 한가지는 수은 온도계처럼 Bar 모양의 Gauge로 값에 따라 위 아래로 크기가 늘었다 줄었다 한다. 그리고 다른 한 가지는 Digital Display로 그 값이 숫자로 표시된다.



[그림 7] Single Indicator와 Dual Indicator

다. Switch Meter 형 계기

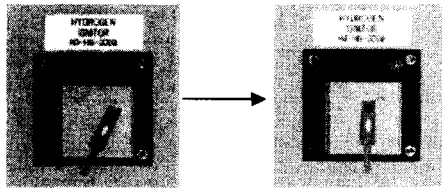
Switch Meter 형 계기는 Switch Lamp 형 계기 위에 하나의 Output 값을 표시하는 Gauge가 있어 값에 따라 좌우로 움직인다. Switch Lamp 형 계기와 마찬가지로 마우스로 스위치를 클릭하여 누를 수 있으며 이에 따라 램프의 불이 꺼지거나 켜진다.



[그림 8] Switch Meter Type의 계기

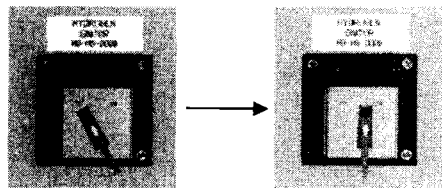
라. Spring Return Switch 형 계기

Spring Return Switch 형 계기는 2개의 Input을 가지고 있다. 이 계기는 마우스 왼쪽 버튼과 오른쪽 버튼으로 클릭함으로써 2개의 Input을 각각 참(true)으로 만들 수 있다.



[그림 9] Spring Return Switch Type의 계기 (I)

왼쪽 마우스 버튼으로 클릭하면 On이 되었다가 돌아오고 빨간색 램프가 켜진다.



[그림 10] Spring Return Switch Type의 계기 (II)

오른쪽 마우스 버튼으로 클릭하면 Off가 되었다가 돌아오고 초록색 램프가 켜진다.

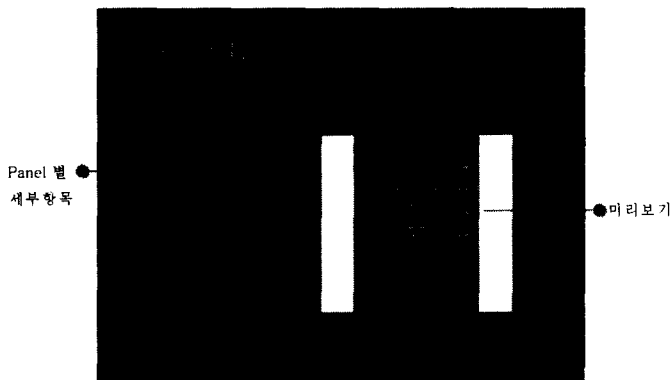
마. 그밖의 계기들

그밖의 계기들도 Switch Type, Lamp Type, Indicator Type 등의 혼합이기 때문에 조작하는 방식은 동일하다.

2.2.3 패널 이미지 (Panel Image)

주제어실을 제외한 중요한 패널 이미지들을 EER, RSP, 2차현장, INTAKE로 구분하여 미리 보기를 통하여 각 패널별 리스트를 볼 수 있고, 패널별 세부항목의 이미지 또한 미리보기를 통하여 아래 <그림 11> EER Panel Image Browser와 같이 보여진다. 또한 패널 이미지를 확대/축소를 하여 선명하고 깨끗한 실사 이미지를 볼 수 있도록 하였다.

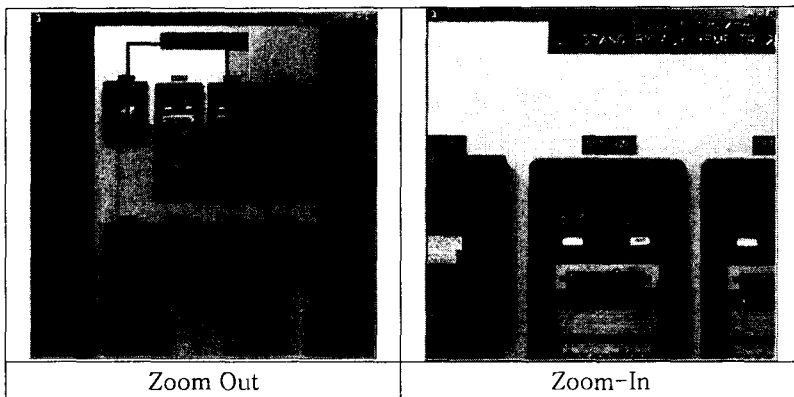
가. 패널 이미지 화면구성



[그림 11] EER Panel Image Browser

패널 이미지의 작은 항목인 EER, RSP, 2차현장, INTAKE Image을 클릭하면 위의 그림과 같이 패널별 세부항목이 형성이 된다. 또한 이 세부항목은 마우스 오버일 때 미리보기가 활성화되고, 클릭할 때에는 새로운 Image Viewer 창이 구현된다.

나. Image Viewer



[그림 12] EER Panel Image Viewer

제일 먼저 600×600 해상도의 Browser 사이즈에 맞춰진 Image Viewer는 Open Window시 Browser의 사이즈에 맞게 패널 이미지를 100% 크기로 보여줌으로써 전체적으로 관망할 수 있도록 되어 있다. 더불어 Zoom-In과 Zoom-Out의 기능을 부여하여 보고자 하는 부분부분의 세부이미지까지 깨끗하고 선명하게 볼 수 있도록 하였다. Zoom-In의 기능은 패널 이미지의 세부적인 부분까지 확대하는 것이며, Zoom-Out은 확대되어 있는 패널 이미지를 축소한다. 이때 최대 축소는 기본값은 Open Window시 Browser의 사이즈에 맞춰진 값까지 허용된다. 또한 마우스 왼쪽을 클릭한 상태에서 드래그하여 이미지를 이동할 수 있는 팬(Pan)의 기능으로 보다 편리하고 손쉽게 패널 이미지를 볼 수 있도록 구성하였다.

III. 결론

지금까지 3차원 웹기술을 접목하여 가상으로 주제어실을 개발하여 네트워크를 통하여 하나의 사이버 공간에서 공동으로 하나의 작업을 수행케 하는 Collaboration 기능을 탑재한 강의 실용 가상주제어실 교육훈련 시스템(VRMCR)에 대해 다루었다. 전력연구원은 본 시스템 개발을 통하여 대용량의 3차원 그래픽 데이터 처리, 시뮬레이션 모델과 가상 패널사이에 실시간 데이터를 공유하는 시뮬레이터 연동기술, LAN을 통한 3차원 공간에서의 다자간 공동작업, 입체 영상 등 여러 가지 기술을 시도하였다. 향후에는 가상 주제어실을 확장하여 비상절차서 전체의 기능을 갖는 시스템을 구축하는 등 그 내용과 범위를 점차 확대할 예정이다.

IV. 참고문서

- [1] 전력연구원 외 2사, “KSNP 컴퓨터지원 교육훈련시스템 개발”, 운영 및 사용자 지침서, 2002. 4.
- [2] 박신열, “가상현실을 이용한 발전소 시뮬레이터용 교육 훈련 시스템 설계”, 한국원자력학회, 2001. 4.
- [3] MyeongSoo Lee, “Development of a web-based traing system, VRCATS, for the operation and maintenance of nuclear power plant in Korea”, EUROMEDIA '2002. April 2002.
- [4] 한수원(주), 울진 표준형원전 시뮬레이터 개발, August 2002.
- [5] KAERI/GP-108/96, 한국 표준원전 계통실무, 한국원자력연구소.
- [6] Myeong-Soo Lee etc, The new research activities of KEPRI for KNPEC-2 Simulator upgrade project , ASTC-Advanced Simulation Technologies Conference- 2001 SCS 2001.
- [7] ANSI/ANS-3.5 1993, Nuclear Power Plant Simulations for Use in Operator Training .
- [8] Yong-Kwan Lee etc, KEPCOs 3-Pack Simulator Develop Plan, Proceedings of the 1995 Simulation Multi-conference (Phoenix, AR, Apr.9-13, 1995), SCS, pp. 53-57.
- [9] Myeong-Soo Lee etc, Verification and Validation of the Yonggwang 3&4 Full Scope Simulator 12th European Simulation Multi-conference (June.16-19, 1998), SCS, pp. 246-251.