

가상현실기술을 이용한 원자력발전소 원격교육 시스템 개발에 관한 연구

이명수*, 홍진혁, 박신열, 이용관

*한전 전력연구원(KEPRI)

e-mail : fiatlux@kepri.re.kr

A Study on Remote Teaching System for Nuclear Power Plant Using VR Technology

Myeong-Soo Lee*, Jin-Hyuk Hong, Sin-Yeol Park, Yong-Kwan Lee

* Korea Electric Power Research Institute

요 약

원자력 발전소는 발전소 안전과 방사선 안전등의 이유로 해서 복잡한 건물 및 기기들로 이루어져 있다. 특히 고 방사성 물질들을 함유하고 있는 1 차계통(NSSS System) 기기들은 정상 운전시 뿐 아니라 정기보수(O/H) 기간 중에도 고 방사능 지역에 위치하여 운전원의 접근이 어려운 지역이다. 본 고에서는 이러한 접근 제약성을 극복할 수 있는 교육시스템으로서 전력연구원에서 개발한 올진 표준형원전 가상현실 교육훈련 지원시스템(KSNP VRCATS)의 일환으로 가상 공간에 구현된 가상발전소(Virtual Plant)와 각종 기기 구조물, 가상 주제어실(Virtual MCR)의 개발 내용 및 특징을 기술하였다.

1. 서론

1970 년대 미국에서 발생한 TMI 사고 이후 원자력 원자력 발전소의 주제어실(Main Control Room)과 제어반(Control Panel)을 그대로 복제(replica)하여 만든 시뮬레이터를 이용한 훈련이 필수적이 되었고 원자로 조종사나 조종감독자(RO, SRO)의 면허시험에도 기준발전소(Reference Plant) 시뮬레이터를 사용토록 하는 등 시뮬레이터 훈련의 중요성은 계속 강조되어왔다.

시뮬레이터 훈련은 주제어실 근무자나 근무 예정자들을 위한 것으로 주로 반복 학습에 의한 운전 조작 절차 숙지를 목적으로 하고 있는 반면에 발전소의 발전 원리나 계통 설명 등 대부분의 교육은 강의실에서 고전적인 방법(구두 설명, 교재, OHP, Beam Project 등)을 통해 이루어져 왔다[그림 1 참조]

그러나 최근 급속히 발전하는 컴퓨터 기술의 발달로 기존의 고가의 유닉스 서버의 전용물로 인식되던 실시간 처리(Real-time rendering) 방식의 데이터 처리를 개인용 PC Workstation 에서 가능하게 되자 강의실 훈련 형태도 변하게 되었다.

본 고에서는 한전 전력연구원에 의해 한수원(원

올진 원자력본부에 설치된 한국표준형원전 가상현실 컴퓨터 지원 교육훈련 시스템(KSNP VRCATS)에 관해 기술하고자 한다.

Simulator vs. Classroom/Personal Training

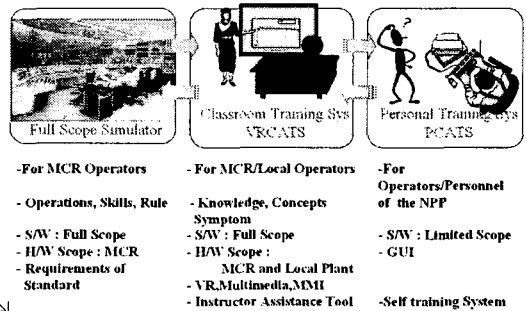


그림 1 원전 종사자 교육훈련 형태 비교

2. KSNP VRCATS

(KSNP VR Computer Assisted Training System)

전력연구원에서는 개발하였던 기존의 VRCATS 시스템은 상용 VR 기술을 이용하여 원자력교육원 2 호기 시뮬레이터에 설치한 바가 있다[3]. 그러나 기존에 사용된 소프트웨어의 조작이 불편하였던 까닭에 강사나 운전원들이 조작하기 어려운바 가 있었다. 이에 좀더 개발과 조작이 용이한 상용 소프트웨어(EON™)를 이용하여 발전소 엔지니어링 회사(KOPEC)의 발전소 설계 자료(3DCAD Data, Engineering DB 등)을 활용하여 가상발전소(VR Plant)의 각 객체 오브젝트와 EDB(Engineering DB)와의 연계, 가상주제어실(VRMCR)의 시뮬레이터 데이터 연계 등 새로운 기능들이 추가된 KSNP VRCATS 를 개발하였으며 그 주요 구성은 다음과 같다.

2.1. VR PLANT

Hml 파일에 삽입된 VR 파일을 구동하여 시뮬레이션하고 연결된 EDB(Engineering DB)와 동적 화면을 통해 건물이나 기기의 형태, 내부구조, 동작 원리를 확인하는 부분이며 Dual LCD Projector 를 이용하여 VR 화면을 입체 영상으로 전환시켜어 Passive Glass 를 착용하여 입체 영상을 Viewing 할 수 있다..

2.2. VR MCR

3 차원으로 제작된 MCR 을 통해 컴포넌트의 Detail 을 확인할 수 있으며 시뮬레이터 구동시 변수를 받아들여 동작을 확인할 수 있다. 또한 현장 패널의 Image 를 축소, 확대하여 계기의 형상을 파악 할 수 있다.

다. CBT

시뮬레이터와의 연동을 하여 실시간으로 데이터를 받아 3D 노심 다이내믹 디스플레이, Flash 를 이용하여 증기발생기 열변환 과정 및 중대사고 주요 현상 애니메이션, 중대사고 모델과 연계된 비상 방재 이벤트 트리 등 발전소 안전을 위한 여러 교육에 활용할 수 있도록 하였다.

라. WBT

훈련센터 교수들의 자료를 CATS 서버에 구축하여 강의실내에서 활용하는 부분과 로그인을 통한 BBS(Bulletin Board System)의 활용으로 자료의 Upload 가 가능하게 하였다.

3. KSNP VRCATS 구성

KSNP VRCATS 는 크게 발전소 역할을 담당하는 시뮬레이터 호스트와 데이터를 연계, 공급하는 CATS 서버, 발전소를 운전, 조작하는 강사조작반, 및 운전원들이 접속하는 클라이언트 PC 및 의사 소통을 위한 화

상 입력 장치 등으로 구성되어 있다. 그림 2 에 물리적 구성 개요를 표시하였다.

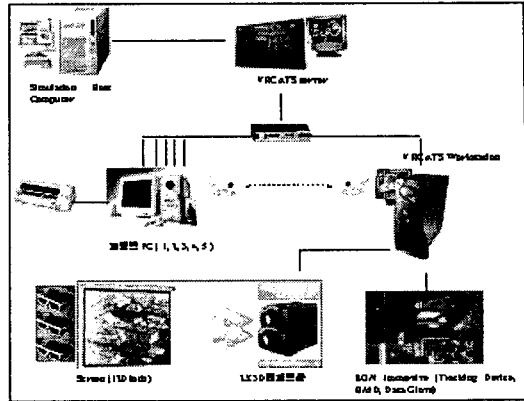


그림 2. KSNP VRCATS 구성도

4. 가상 발전소 (VRPLANT)

4.1 가상발전소 Navigation

VR PLANT Simulation, Building, 분해 및 조립, 내부 구조, System Simulation, 핵연료 장전 총 6 개 큰 항목으로 구성되어 있는 VR PLANT 는 전경에서 건물 그 건물을 구성하고 있는 기기까지 점차적으로 세부적인 부분까지 이동하도록 구성되어 있다.[그림 3,4]

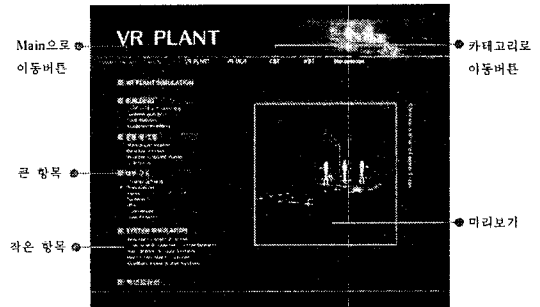


그림 3. 가상발전소 주화면

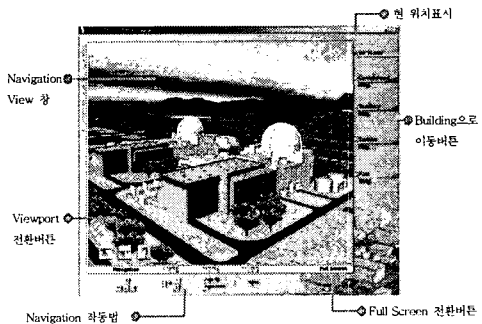


그림 4. 가상발전소 Navigation

이번에 개발된 가상발전소는 기존의 시스템이 단순히 3D 입체를 보여주던 것에 비해 발전소 설계 시 계통 설계자(KOPEC)에 의해 구축된 EDB(Engineering DB)를 연계하여 가상발전소 Navigation 시 해당 기기를 클릭하였을 때 해당 기기의 정보를 화면 출력하도록 되어 있다. 각 기기는 8 자리의 OBJECT ID 를 갖고 SL_CROSS_REF 테이블을 통해 OBJECT ID 와 TAG NO 가 연계되어 EDB Database 에서 원하는 정보를 구할 수 있다.

VRCATS 에서는 이 내용을 MS SQL 서버에 변환하여 구동되는 VR 콘텐츠에 연결, 사용자가 Object 에 대한 정보를 원할 경우 화면에 대한 클릭으로 데이터베이스를 표시하였다.[그림 5]

Uchlin_3_4 EQUIPMENT		
Tag_No	3-431-M.SG01	PBS 431
Description	STEAM GENERATOR ASSEMBLY (3A)	
Vender_Top_No	N/A	Weight 560582
Proj_Class	AIX	Required_Date 1994-10-23
PID_No	2-431-NI05.G01	HP_Inch N/A
Elect_dwg_No	N/A	Voltage N/A
PID_Sheet_No	001	Startup_Subsys 343104
SPEC_No	PUB-H.91E12	Remark NON-CAPTIVE
SPEC_Item_No	F 1	PO_No ED2H
GA_Dwg_Item_No	1451	Unit 3
Const_Act_No	3431M1CB	Remainder SG01
Room_No	086-C02A	

그림 5. EDB Field 화면

4.2 기기 분해 및 조립

원자로, 증기발생기등 주요 기기들은 내부적으로 모델링 하여 개체의 Navigation, 즉 Object Navigation 은 개체를 360° Rotation 하여 자유자재로 볼 수 있을 뿐만 아니라, 확대, 축소 및 Pan 을 이용하여 보다 세심하게 보고자 하는 부분까지 정확하게 볼 수 있다.[그림 6]

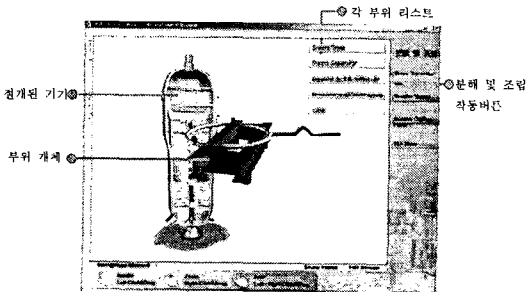


그림 6. 기기 분해 조립화면

4.3 기기 작동 원리

CEA, MSIV 등 주요 기기의 동작 원리를 3D 모델링과는 별도로 Flash 애니메이션을 통해 표현하여 교육생들의 교육 효과를 극대화 하였다.[그림 7]

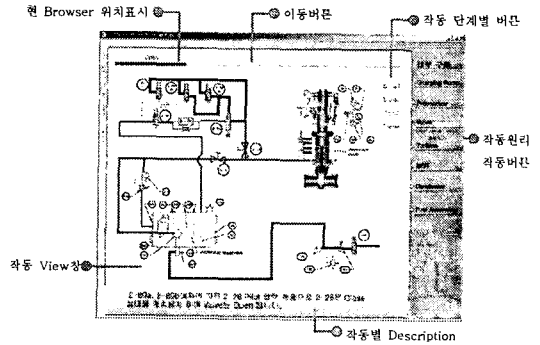


그림 7. MSIV 동작 원리 설명화면

4.4 핵연료 장전

원전 연료 장전 후 한 주기 운전을 하여 연료의 연소도가 설계치에 이르면 연료 교체를 하게 되는데, 이 과정을 절차 별로 나누어서 3D VR Animation 의 형태로 표현할 뿐만 아니라, 절차 별로 Browser 우측에 Description 을 작성하였다.



그림 8. 핵연료 교체 절차 모의화면

6. 가상 주제어실 (VRMCR)

가상 주제어실은 발전소의 주제어실(Main Control Room)을 사이버 공간상에 가상현실로 구현한 것으로, 가상제어실의 각종 주요 기기나 경보의 3 차원 모델이 발전소 역할을 담당하는 시뮬레이터 컴퓨터의 모델 변수 값들과 OPC(OLE for Process Control)통신을 이용

하여 연계되도록 하였다.

VR 소프트웨어(EON)에서 제공하는 협업(collaboration) 기능을 이용하여 인트라넷으로 접속된 운전원들은 각자의 아바타 위치 정보와 가상제어반의 스위치 조작에 따른 데이터 변동 값을 모델로부터 현실감 있게 받게 되며 팀을 이루어 가상사고 훈련을 할 수 있게 된다. 작업 범위(Scope)상 본 프로젝트에서는 비상 운전 절차 중 일부(EOP-1, 2)를 수행할 수 있는 정도 범위로 관련 경보판, 계기, 스위치들을 다이나믹하게 모델링하였다.

련용 교육 훈련 시스템 개발”, 한국전기학회, pp2791-2793, 2002. 7.

[3] 이명수 외 “원자력교육원 #2 시뮬레이터 성능개선 에 관한 연구(I)”, 2000 전력전자 학술대회, pp249-252, 2000.7

[4] 전력연구원 외, “KSNP 컴퓨터지원 교육훈련시스 템 개발”, 운영 및 사용자 지침서, 2002. 4.

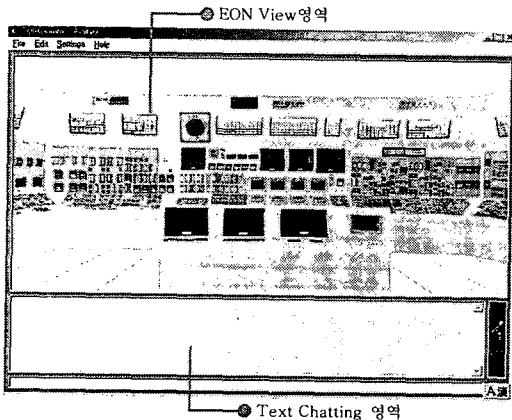


그림 9. 가상 주제어실 초기화면

7. 결론

한전 전력연구원(KEPRI)에서는 한수원(주)의 지원을 받아 발전소 엔지니어링 설계회사(KOPEC)와 공동으로 한국표준형원전 가상현실 컴퓨터지원 교육훈련시스템(KSNP VRCATS)을 개발하였다.

이 시스템은 기존의 가상현실 기술을 이용한 강의실 교육훈련시스템(KNPEC VRCATS)의 기능에서 구현하지 못했던 가상발전소(VRPlant) 오브젝트와 EDB(Engineering DB) 연계, 시뮬레이터 모델변수와 가상주제어실(VR MCR)의 대용량 데이터 실시간 연계, 인트라넷을 통한 사이버 공간 내에서의 협업(Collaboration)등 최신 기능을 갖추고 있으며 기존의 시뮬레이터 교육을 보완하는 새로운 개념의 원자력발전소 종사자 교육훈련시스템으로 한수원(주) 올진원자력본부에 설치되어 활용 중에 있다.

참고문헌

[1] MyeongSoo Lee etc., "Development of a web-based training system, VRCATS, for the operation and maintenance of nuclear power plant in Korea", EUROMEDIA '2002. April 2002.

[2] 박신열외, "가상현실을 이용한 발전소 운전원 훈