

차세대원자로 Dynamic Mockup 개발
KNGR Dynamic Mockup Development

성찬호, 오응세, 임철희

한국전력공사 전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

차세대 원자력발전소 첨단제어실은 기존의 주제어실과는 다른 개념으로 설계되고 있다. 가장 큰 차이점은 인지/인간공학을 바탕으로 하는 전 설계의 디지털화이다. Dynamic Mockup은 차세대 원자력발전소 MMI 설계에 대해 검증 및 평가를 위한 목적으로 주제어실을 모사한 설비이다. 즉, 화면표시, 경보, 제어등 주제어실에서 할 수 있는 모든 MMI 기능을 발전소 적용에 앞서 구현한 모의 주제어실이다. 본 논문에서는 Dynamic Mockup의 구조 및 Mockup 설계에 관련된 주요사항들을 기술하고자 한다.

Abstract

ACR (Advanced Control Room) of Next Generation Nuclear Plant is being designed using different concept from a conventional control room. The principal difference is that the KNGR ACR consists of digitalized compact workstation designed based on human factors and cognitive engineering. The Dynamic Mockup for KNGR ACR is an equipment for the purpose of verification and evaluation of MMI (Man-Machine Interface) design in prior to application of nuclear power plant control room. That is, all functions of display, alarm and control are available on Dynamic Mockup just like the real main control room. This paper shows the Dynamic Mockup and its major functions and characteristics.

1. 서 론

차세대 원자력발전소 설계는 여러 부분으로 나누어져 설계되고 있다. 그 중에서도 MMI (Man-Machine Interface) 설계와 관련하여 운전적합성, 인간공학적 설계, 운전원 업무 부하 고려 등 설계에 따른 기능 구현 및 관련된 모든 평가업무를 지원하기 위해서 Dynamic Mockup이 개발되고 있다. Dynamic Mockup의 사용성은 이미 Partial Mockup의 개발완료로 일부 평가 업무가 시행되어 설계보완의 역할을 충분히 담당하였으며, 앞으로 Full Mockup의 개발과 더불어 차세대 원자력발전소 설계 개념에 따라 실제에 가깝도록 주제어실을 모사하여, 발전소 적용에 앞서 설계 검증뿐만 아니라 평가 결과에 따른 문제점 도출 및 대처방안을 제시할 수 있게 하고, 개발 완료

후에 운전원 교육의 장으로도 활용될 수 있도록 하고자 한다.

2 Dynamic Mockup 일반 구조

Dynamic Mockup은 기능과 역할에 따라 6 부분으로 나누어진다

1) Simulator 컴퓨터

영광 원자력발전소 3,4호기의 모든 정보를 가지고서 발전소 상황을 실제와 같이 모사 해주는 슈퍼컴퓨터이다. 또한 Application 서버와 실시간 고속통신망으로 연결되어 있어 데이터의 공유가 실시간으로 처리된다.

2) Application 서버

Mockup의 각각의 Application을 구동하기 위한 server로서, workstation급 컴퓨터로 구성되어 있다.

- ① 경보 서버 : 경보처리와 관련된 시스템으로 시뮬레이터 컴퓨터에서 들어오는 경보관련 데이터를 처리하여, 경보 발생, 경보리스트 생성 등 경보 데이터를 각 클라이언트로 전송하고 Acknowledge 신호를 수신한다.
- ② IPS 서버 : 화면 표시 데이터와 관련된 Dynamic 데이터(온도, 압력, 수위등)를 시뮬레이터 컴퓨터로 받아서 모든 클라이언트로 전송하는 역할을 한다.
- ③ Control 서버 : 제어 관련 Dynamic 데이터를 시뮬레이터 컴퓨터로부터 수신하여 각 클라이언트에도 송신하며, 클라이언트의 제어 행위에 대한 데이터를 수신하여 시뮬레이터 컴퓨터로 송신하는 역할을 한다.

3) RO Station / TO Station / CRS Station

각 Station은 고성능 펜티엄 PC 8대로 구성되어 있고, NT operating system을 기본으로 화면 표시용 4대와 제어용 4대로 구성되어 있다. 화면 표시용 PC 각각은 화면 표시 관련 GUI 데이터 및 발전소 Static 데이터를 모두 포함하고 있으며, 또한 4대의 제어용 PC는 제어관련 GUI 데이터 및 제어용 Static 데이터를 모두 포함하고 있다. 각각의 PC(클라이언트)들은 Application 서버로부터 Dynamic 데이터 받아서 처리하며, 또한 운전원 동작에 대한 데이터를 Application 서버로 송신한다. 제어용 클라이언트의 CRT는 Touch Panel로 되어 있다.

4) LDP (Large Display Panel)

LDP는 발전소의 전반적인 상황을 나타내주는 대형 정보 표시판이다. 중요한 경보, 수위, 압력, 온도등 발전소 전반적인 정보를 한 눈에 볼수 있도록 구성되어 있다. Mockup 개발에 사용된 LDP는 67" 프로젝터 6개를 3×2 형태로 구성하여 LDP 서버용 워크스테이션을 연결해서 사용한다. LDP서버는 Application 서버로부터 Dynamic 데이터를 받아서 프로젝터와 연결된 보조 PC를 통해 데이터를 전송한다.

5) Safety Console (안전제어장치)

원자력발전소에 적용될 Safety Console은 비상시 운전정지와 같은 중요한 역할을 담당하므로 네트워크를 통하지 않고 직접 제어설비와 연결되도록 설계되어 있다. 그러나, Mockup의 경우에는 직접연결이 불가능하므로 제어서버와 연결되어 있다. Safety Console을 구성하는 장비는 NT 기반의 고성능 PC로서, 제어용 GUI 및 Static 데이터를 갖고 있으며, 제어 서버로부터

Dynamic 데이터를 수신하고, 제어 행위 결과를 제어서버로 송신하는 역할을 한다.

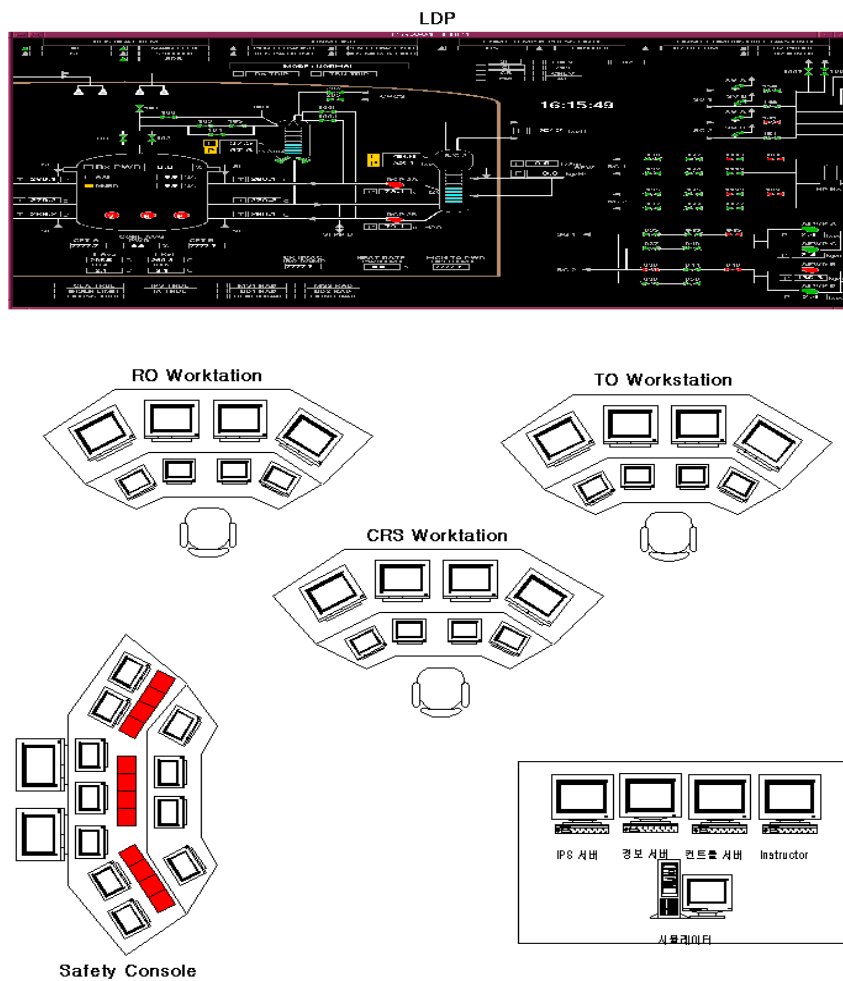


그림 1. Dynamic Mockup 구조

6) 제어확인 스위치

제어 행위에 대해 신뢰감을 주기 위한 장치로서 스위치와 PLC로 구성되어 있다. PLC에서 나오는 채널의 On/Off 데이터를 Gateway를 통해 제어 서버로 송신한다. 제어 서버는 채널을 확인한 다음 기타 제어행위(수위, 온도, 압력조절)를 가능하도록 처리한다.

3. Software 구조

1) Alarm 서버

- ① Scan : 시뮬레이터에서 발전소 데이터(공정변수)를 주기적으로 읽어와서 COAST로 넘겨준다.
- ② COAST : HRP(Halden Reactor Project)에서 개발한 경보처리전용 프로세서로써 발전소 데이터를 받아 경보발생, 경보리스트 등을 생성한다.
- ③ Alarm Agent : COAST에서 경보 정보를 받아서 각 클라이언트로 broad casting 방식으로 전송하고, 클라이언트로부터 Alarm Ack. 신호를 받아 COAST로 넘겨준다.

2) IPS(정보처리시스템) 서버

- ① Scan : 시뮬레이터에서 발전소 데이터를 주기적으로 읽어와서 RTAP 데이터베이스에 저장한다.
- ② RTAP : 실시간으로 데이터를 받아 데이터베이스화하며, 각종 데이터베이스간의 연산이 가능 하게 하고, 프로그래머 인터페이스를 바탕으로 응용프로그램을 연결하여 다른프로그램에 실시간으로 데이터를 전달할 수 있는 환경이다.
- ③ RTAP Agent : RTAP에 있는 데이터를 읽어서 각 클라이언트로 broad casting 방식으로 전송하는 역할을 한다.

3) Control 서버

- ① Control Agent : 시뮬레이터에서 발전소 control 관련 데이터를 주기적으로 읽어와서 제어전용 클라이언트로 전송한다. 또한 클라이언트로부터 제어신호 발생시 데이터를 받아서 시뮬레이터로 전송한다.

4) RTM(RunTime Manager)

클라이언트측에 장착된 Picasso 프로그램의 핵심인 사용자 인터페이스 프로그램으로, 각종 화면 데이터를 관리하고 사용자로부터 입력을 받아 처리하며, 응용프로그램 인터페이스를 통하여 외부 프로그램과 연결하여 MMI(Man-Machine Interface) 기능을 처리한다.

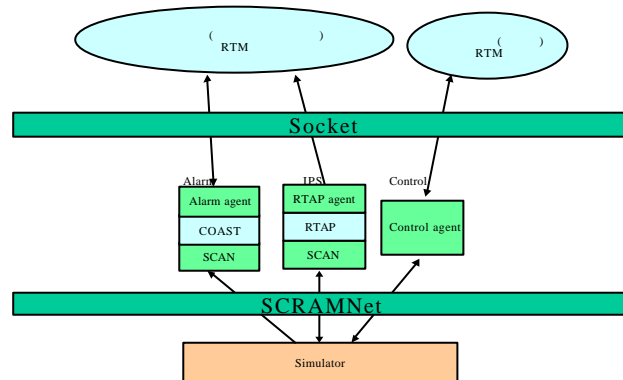


그림 2. Mockup Software 구조

4 Network 구조

Mockup에서는 3개의 구분된 네트워크를 사용한다. 일반 데이터 송수신용 네트워크, 제어전용 네트워크, 그리고 Application 서버와 시뮬레이터 컴퓨터간의 고속통신 네트워크를 사용한다. 일반 데이터와 제어용 데이터를 분리함으로써, 통신 트래픽(traffic)을 줄일수 있고, SCRAMNet이라는 고속 네트워크를 사용하여 시뮬레이터 컴퓨터와 Application 서버간에 실시간으로 데이터를 공유할 수 있는 장점이 있다. 데이터 전송방식은 아래와 같다.

- ⊙ Broadcasting 방식 : 각각의 Application 서버는 주기적으로 클라이언트로 관련 Dynamic 데이터를 Broadcasting 방식으로 전송한다.

- Event 방식 : 클라이언트에서 Application 서버로 event 발생시 전송하는 방식으로, control data, alarm ack, data등이 여기에 속한다.

구분	전송 방법
IPS서버 - 클라이언트(화면용)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 일반적인 Display 관련 Dynamic 데이터를 주기적으로 전송. ■ 전송방향은 서버 → 클라이언트 단방향.
COAST서버 - 클라이언트(화면용)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alarm 관련 Dynamic data(경보발생, 경보리스트)를 주기적으로 전송.(서버 → 클라이언트) ■ Alarm Acknowledge 발생신호 전송.(클라이언트 → 서버)
Control서버 - 클라이언트(제어용)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Control 관련 Dynamic data(setpoint, on/off data, 수위, 온도, 압력등)를 주기적으로 전송.(서버 → 클라이언트) ■ 제어신호(setpoint, on/off data) 발생시 전송.(클라이언트 → 서버)
클라이언트 - 클라이언트	<ul style="list-style-type: none"> ■ 화면 전환, 이동, 참조화면 호출시(Event 방식)

표 1. 전송 모듈

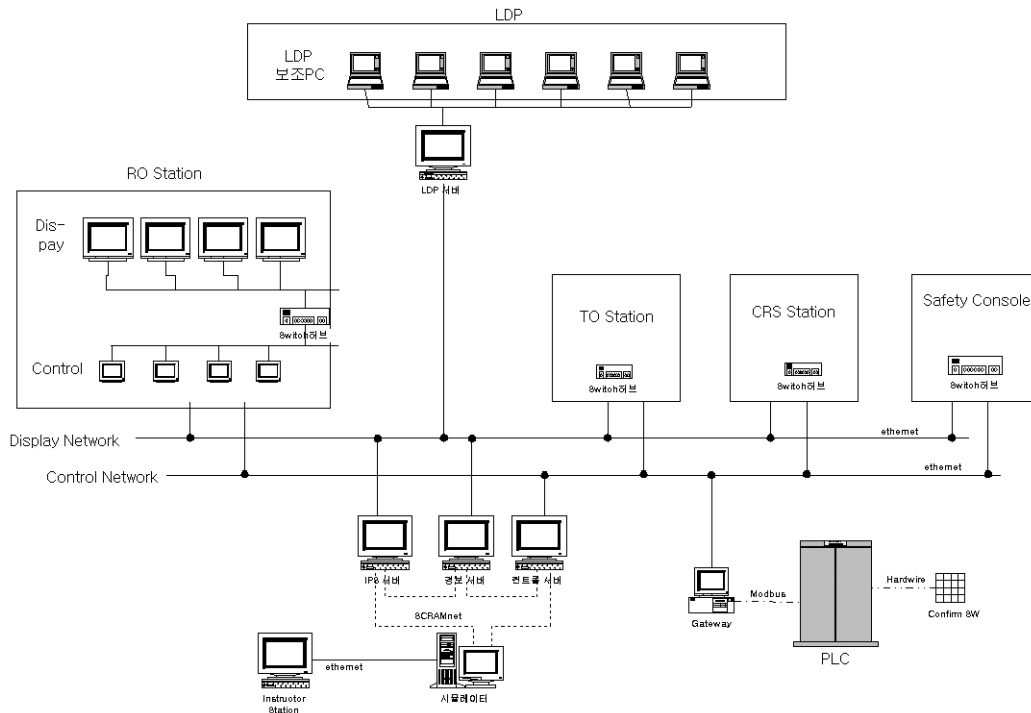


그림 3. Mockup Network 구조

5. 결론

Dynamic Mockup은 차세대원자로 MMI 설계의 검증 및 평가의 목적으로 개발되고있다. 이미 partial Mockup의 개발 완료로 일부 검증 및 평가가 시행되었으며, 만족할 만한 결과를 얻었다. 그러나 아직도 미해결 현안이 존재하며, 기능 구현 뿐 아니라 MMI 설계에 있어서도 개선되고 보완되어야 하는 부분이 많이 남아있다. MMI 설계 진행중에 여러번의 검증 및 평가 실험이 있다. 그러한 평가 실험을 통하여 설계에 대한 보완이 이뤄질 것이다. 실제 첨단제어실에는 Dynamic Mockup에 사용된 설비가 그대로 적용될는지 보장할 수 없지만, MMI 설계나 운전방법 그리고 기타 전체 구조에 있어서는 변함없이 적용될 것이므로 Dynamic Mockup은 MMI 설계의 검증 및 평가에 유용한 설비로 활용될 것이다.

참고문헌

- [1] KEPRI, KNGR Design Basis, 1998
- [2] KEPRI, Dynamic Mockup 개발보고서, 1999
- [3] Halden Reactor Project, The Picasso-3 User Interface Management System (Reference Manual), 1995.3
- [4] SUN microsystems, Network Programming Guide, 1990.3