

# 인적오류로 인한 원자력발전소 고장정지 사건묘사를 위한 멀티미디어 인터페이스 설계 (Design of a Multimedia Interface for the Description of Human Error Caused Nuclear Power Plant Trips)

박근욱\*

## 요 약

원자력발전소에서 발생하는 고장정지 사건에 내포된 인적오류의 발생내용을 흥미있고 현장감 있게 묘사시킴과 동시에 종사원들의 인적오류를 저감시키기 위한 새로운 교육훈련방법으로써 멀티미디어 기술의 사용을 고려하였다. 즉, 컴퓨터 환경하에서 숫자와 텍스트, 음향 및 음성, 그래픽, 애니메이션, 화상 등의 미디어를 사용하여 인적오류로 인한 고장정지 사건발생의 내용을 전달하는 새로운 교육훈련 방법을 사용하는 것이다. 이를 위하여 고장정지 사건과 관련한 원자력발전소 구성정보와 종사원의 활동정보를 입출력하기 위한 멀티미디어 인터페이스를 설계하였다. 설계는 멀티미디어 제공환경 구축과 인터페이스 운영논리 설정의 두단계로 구성된 절차에 따라 수행하였다.

멀티미디어 인터페이스는 원자력발전소 구성정보를 설계하여 저장시켜둔 퍼스널 컴퓨터 환경하에서 운영되며, 입력 및 출력의 두가지 인터페이스를 갖는다. 입력 인터페이스는 인적오류를 포함한 고장정지 사건의 발생내용을 숫자, 텍스트, 음성 미디어로 받아들여 출력 인터페이스에서 사용될 수 있도록 미디어 결합을 수행하고, 컴퓨터 저장장치에 저장하는 기능을 수행한다. 출력 인터페이스는 저장장치에 기록된 내용을 판독하여 고장정지의 진행경위와 인적오류의 발생내용을 숫자, 문자, 텍스트, 음성, 음향, 그래픽, 애니메이션, 정지화상으로 원자력발전소 종사원들에게 출력시켜 주는 기능을 수행한다. 멀티미디어 출력정보는 사용자가 CRT 화면에 제공되는 버튼 또는 Click Touch 메뉴를 사용함에 따라 이전, 이후의 출력정보로 전이할 수 있도록 하였다.

## 1. 서론

국내 전력생산량의 약 50%를 점유하고 있는 원자력발전소는 각종 기기로 구성되어 있으며, 인간인 종사원에 의하여 운영되므로 바람직하지 못한 고장정지 사건이 때때로 발생한다. 고장정지의 원인들중 인적오류는 원자력발전소의 안전성을 위협하는 최대 요인으로써 중요한 관심사이다. EPRI는 전체 고장정지 사건의 약 20%가 종사원의 오조작, 운전절차 위반과 같은 직접적인 인적오류로 인하여 발생하고 있으므로 종사원에 대한 교육훈련을 더욱 강화해야하며 새로운 교육훈련방법을 개발해야할 필요가 있다고 지적하고 있다[1]. 인적오류로 인한 완전한 고장정지의 방지는 현실적으로 기대하기 어렵다.

그러나 인적오류를 포함하였던 고장정지 사건의 내용을 종사원들에게 교육훈련 시킴으로써 유사한 유형의 고장정지와 인적오류의 저감이 가능하다. 현재 국내 원자력산업계는 시뮬레이터의 이용, 인적오류 발생사례의 현장전파 등에 의한 교육훈련방법을 통하여 종사원의 인적오류 저감을 도모하고 있다. 시뮬레이터를 이용한 방법은 발전소 중앙제어실을 모사한 모의제어반상에 가상 고장정지 사건을 제공하고, 이에 대처하도록 반복적으로 교육훈련시키는 방법이다.

---

\* 한국원자력연구소 인간공학기술개발팀

시뮬레이터를 이용한 방법은 시간과 장소의 제약, 고장정지 사건발생시 전개된 현장 활동상황의 묘사가 곤란하다는 한계점을 갖는다. 특히 현재 사용중인 시뮬레이터가 인적오류의 발생을 설명하기 위한 용도로 설계된 것이 아니라 운전 및 사고 대응능력 배양 중심으로 설계되어 있다는 점에서 적합하지 않다. 인적오류 발생사례의 현장전파는 발생한 사건을 분석한 보고문서의 내용을 강의 또는 그룹토의하는 유형으로 수행하고 있다. 이 방법은 강의자 또는 토의 참여자들이 인적오류에 대한 전문지식을 갖추어야 하고 피교육자의 자발적인 참여를 전제로 하고 있으나, 국내의 현실은 이에 미치지 못하고 있다.

현재의 문제점을 해소시키기 위한 방안으로써 멀티미디어(Multimedia)를 사용한 새로운 교육훈련방법을 본 논문에서 제시하였다. 멀티미디어란 숫자, 문자, 텍스트, 음향 및 음성, 그래픽, 애니메이션, 화상 등과 같은 다양한 미디어 정보를 컴퓨터 환경에 상호 통합(Integration)시킨 것으로써 교육훈련, 광고, 게임 등과 같은 응용영역에 효과적으로 사용할 수 있다[2,3,4]. 발전소와 같은 대규모 공정제어 플랜트 환경하에서의 멀티미디어 응용에 대한 연구는 아직까지 활발하게 이루어 지지 않고 있으나, 원자력발전소 운전원에게 멀티미디어 정보를 제공하고 전달성과 이해도를 실험한 결과 그 효과가 우수함이 최근에 보고되었다[5]. 따라서 인적오류를 포함한 원자력발전소 고장정지 사건을 멀티미디어로 표현하고 발전소 종사원들에게 전달할 수 있다면 보다 높은 교육훈련 효과를 기대할 수 있다. 즉, 멀티미디어를 사용한 인적오류 발생 사례전파 시스템을 개발하여 이를 발전소 현장에 제공한다면 현재의 교육훈련 환경을 개선시킬 수 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 인적오류 발생 사례전파 시스템 개발의 사전연구로써 고장정지 사건내용을 멀티미디어로 표현할 수 있는 입출력 인터페이스 설계를 시도하였다.

## 2. 멀티미디어 인터페이스 설계절차 구성

현재의 멀티미디어 기술은 기존의 컴퓨터 환경하에서 취급하기 어려웠던 음성 및 음향, 그래픽, 애니메이션, 화상 등과 같은 유형의 정보를 사용자에게 제공하는 능력을 갖고 있지만 특정 응용역역에 사용하려면 사용자 분석, 작업분석, 정보전달 계획수립, 미디어 생성과 저장, 프로그래밍 등 일련의 응용소프트웨어 설계작업을 요구하고 있다[6]. 원자력발전소에서 인적오류로 인한 고장정지 사건이 발생할 경우, 일련의 설계작업에 따라 매번 컴퓨터 환경하에서 멀티미디어로 사건발생 내용을 표현해야 한다면 비효율적이다. 그러나 원자력발전소 구성정보를 미리 멀티미디어로 생성시켜 컴퓨터 저장장치에 저장시켜 두고, 발생한 특정 고장정지 사건내용의 설명에 필요한 정보만을 저장장치로부터 추출하여 사용할 수 있다면 비효율성은 해소될 수 있다. 즉, 멀티미디어 운영환경이 존재하고, 이 환경하에서 작동하는 인터페이스가 설계된다면 각각의 고장정지 사건내용을 보다 편리하게 설명할 수 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 멀티미디어 제공환경 구축과 인터페이스 운영논리 설정의 두 단계로 크게 분할할 수 있는 그림 1과 같은 설계절차를 구성하였다.

### 2.1 멀티미디어 제공환경 구축

원자력발전소 구성정보를 설계 저장시켜 두고, 이를 사용할 수 있게 지원하기 위한 멀티미디어 제공환경 구축은 사용 대상자 분석, 정보전달 관점의 작업분석, 정보전달 계획수립 및 컴퓨터 환경구축, 발전소 구성정보의 속성 결정, 미디어 설계 및 저장과 같은 일련의 설계단계를 수행함으로써 달성할 수 있다.

사용 대상자 분석에서는 원자력발전소 종사원들의 지식과 기술수준, 멀티미디어 사용에 대한 호응성, 종사원들에게 적합한 정보전달의 패턴과 교육훈련 스타일, 컴퓨터 주변장비의 취급수준과 사용경험 등을 분석한다. 정보전달 관점의 작업분석에서는 발전소 종사원의 주변환경, 작업내용과 절차 등

을 파악하여 전달해야할 멀티미디어의 내용을 파악한다. 정보전달 계획수립 및 컴퓨터 환경 구축에서는 어떤 유형의 정보전달 방법이 효과적인가를 파악한다. 또한 입출력 인터페이스를 통하여 발전소 종사원들에게 제공할 멀티미디어 하드웨어 및 소프트웨어 컴퓨터 환경을 구성한다.

멀티미디어 정보의 설계와 저장에서는 입출력 인터페이스에서 사용할 발전소 구성정보의 유형을 파악하여 미디어 설계를 시도하고 저장장치에 저장한다. 이 단계에서 전달할 발전소의 정보유형이 정적, 반정적, 동적 속성중 어느 속성에 속하는지 결정하고, 각 속성별로 설계와 저장을 수행한다. 정적 속성의 정보유형이란 시간이 경과하여도 운전원에게 투사되는 정보의 내용이 변화하지 않는 유형들이다(예를 들면 공정 계통도 도면 자체, 기기의 구조, 기기나 계통의 고유기능 등). 반정적인 정보유형이란 발전소 공정의 진행상태 또는 운전원의 조작에 의하여 변화되는 정보를 의미한다. 벨브나 개폐기의 OPEN/CLOSE, 회전기기의 운전상태를 나타내는 RUN/STOP 램프 등은 이산정보로써 반정적 속성으로 취급한다. 동적인 정보유형이란 미리 설계하여 저장시켜 두기 어려운 발전소 구성정보이다. 즉, 고장 정지 발생상황의 텍스트 또는 음성해설 등은 동적인 발전소 정보로 취급한다.

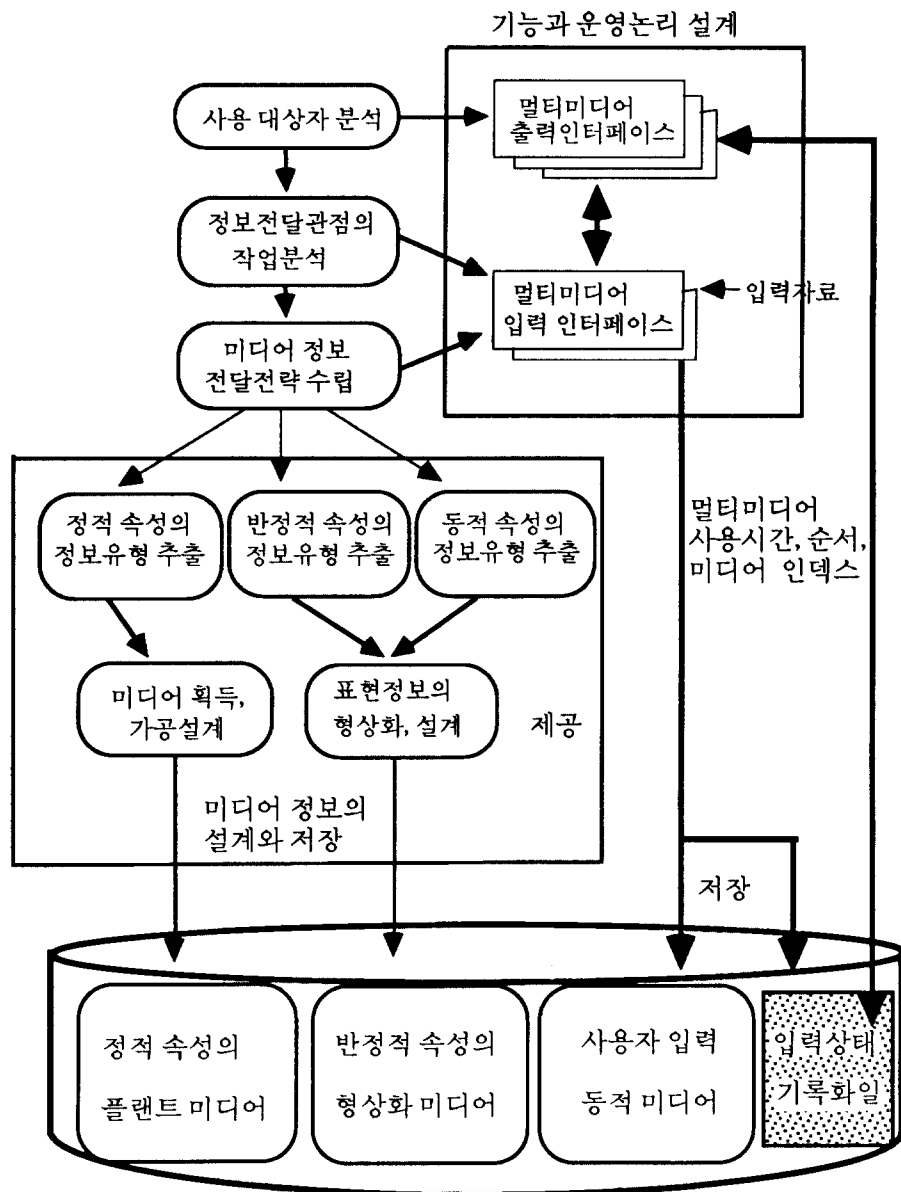


그림 1 멀티미디어 인터페이스 설계절차 구성

## 2.2 멀티미디어 인터페이스 운영논리 설정

멀티미디어 제공환경이 구성되면 설계 및 저장되어 있는 발전소 구성정보를 상호 결합시켜 일련의 의미있는 고장정지 발생내용으로 설명할 수 있게 하는 운영논리를 설정한다. 즉, 저장 정보와 사용자간의 멀티미디어 인터페이스 운영논리를 설정한다. 인터페이스는 입력과 출력의 두가지 유형이 있다. 입력 인터페이스는 설계 저장시켜둔 발전소 구성정보에 접근하거나 동적 속성을 갖는 고장정지 사건의 진행경위 해설을 입력시키는 기능을 갖게 하되, 기본적으로 다음과 같은 운영논리를 포함한다.

- 입력자가 컴퓨터 저장장치에 저장시켜둔 정적 속성의 발전소 구성 정보에 접근하면 해당하는 멀티미디어 정보를 입력 인터페이스(CRT 화면구조)상에 제공한다.
- 현재의 입력 인터페이스상에 나타난 멀티미디어 정보를 출력 인터페이스에서 사용한다는 저장명령을 입력자가 수행하면 각각의 해당 미디어 정보 내용(또는 식별번호)과 사용순서를 각각 저장장치의 화일에 기록한다.
- 입력자의 요구에 의하여 반정적 속성의 발전소 구성 정보가 필요할 경우에는 해당하는 반정적 속성의 멀티미디어 정보를 입력 인터페이스상에 제공하고, 입력자가 반정적 속성의 멀티미디어 값을 결정할 수 있는 수단을 제공한다. 입력자가 결정한 값과 사용시간을 저장장치의 화일에 기록한다.
- 입력 인터페이스상에 동적 속성의 발전소 구성 정보를 입력할 수 있는 수단과 방법을 제공하고, 입력되는 동적 속성의 멀티미디어 값과 사용시간을 화일에 기록한다.

멀티미디어 출력 인터페이스는 입력자가 입력 인터페이스를 사용하는 과정에서 생성한 화일(입력 상태 기록 화일)을 기준으로 원자력발전소에서 발생한 고장정지 사건내용을 발전소 종사원에게 설명하여 주는 인터페이스이다. 즉, 출력 인터페이스는 입력상태 기록 화일의 내용을 읽고 현재의 출력 인터페이스에 어떤 유형의 멀티미디어가 어떤 시점에서 제공되어야 하는 가를 결정할 수 있도록 다음과 같은 기본적인 운영논리를 갖게 한다.

- 입력상태 기록화일을 판독한 결과가 정적 속성의 발전소 구성정보라면 해당 정보를 저장장치에서 추출하여 출력 인터페이스상에 표시한다. 판독 결과가 반정적 속성의 발전소 정보를 의미하면 형상화하여 저장시켜둔 해당 정보와 입력자의 속성 결정값을 출력 인터페이스상에 동시에 제공한다. 만약에 판독 결과가 동적 속성의 정보라면 입력자가 저장시켜둔 멀티미디어 정보를 출력 인터페이스에 제공한다.
- 출력 인터페이스에 사용자(발전소 종사원)와의 상호작용성을 부여한다. 즉, 사용자가 이전내용, 현재내용 반복, 다음내용 등으로 자유롭게 전이할 수 있게 한다. 또한 음성해설의 경우, 음성 미디어의 시작, 정지, 재개 등과 같은 상호작용성이 가능하게 한다.

## 3. 운영환경과 인터페이스 설계

### 3.1 멀티미디어 운영환경 설계

원자력발전소의 구성정보는 방대하므로 멀티미디어 인터페이스를 통하여 인적오류로 인한 고장정지 사건을 효과적으로 표현할 수 있음을 예증할 수 있는 범위로 국한하여 운영환경을 설계하였다. 설계를 위하여 먼저 원자력발전소 운전원이 발전소 공정의 진행상태 감시와 제어조작을 수행할 때 주변 환경으로부터 어떤 유형의 미디어를 사용하는가 조사하였다. 감시 및 제어작업을 수행할 때에는 다음과 같은 주요 유형의 미디어를 사용한다.

영숫자: 공정 변수값

텍스트: 공정변수 이름과 단위, 기기의 식별 Label, 경보 메시지 등

그래픽 또는 화상: 공정 계통도(Mimic Diagram), 기기의 운전상태 표시정보, 공정변수, 작업도구, 계측 및 제어조작기 등.

- 음 향: 공정의 이상상태를 알리는 경보음, 기기의 운전상태 소리 등
- 음 성: 운전원간의 대화내용, 스피커 방송 등

원자력발전소 운전원의 주변환경 구성으로부터 고장정지 사건을 멀티미디어로 표현하기 위한 컴퓨터 환경은 최소한 키보드, 마이크, 스피커, 이미지 스캐너, 사운드 보드, 화상 및 그래픽 입출력 보드, 천연색 CRT, 대용량 자료 저장장치 등을 기본으로 장착해야 함을 알 수 있다. 원자력발전소 운전원의 주변환경을 반영하여 그림 2와 같이 멀티미디어 인터페이스를 운영할 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어를 구축하였다. 운영환경 설계작업의 진행은 그림 1의 절차에 따라 다음과 같은 내용과 범위로 수행하였다.

- 사용 대상자 : 원자력발전소 고장정지 사건 분석자 및 종사원.
- 작업분석 : 원자력발전소 이차계통중 주증기 차단제어계통 기능분할(Top-down 분할).
- 미디어 정보 전달전략: 연역적, 절차적 방법으로 진행, 귀납적 종료. 즉, 사건 타이틀, 고장정지 개요, 사건진행 경위, 사건의 교훈 순서로 미디어 정보 전달.
- 전달 미디어의 속성 결정과 설계 및 저장
  - 정적 속성의 미디어: 발전소 개관도, 주증기 차단제어계통 그래픽.(가공 설계후 저장장치에 저장)
  - 반정적 속성의 미디어: 밸브, 펌프, 램프, 푸시버튼 및 한계스위치, 경보음향 및 텍스트, 운전감시 및 제어조작 저해요소 텍스트.(저장장치에 형상화하여 저장)
  - 동적 속성의 미디어: 고장정지와 인적오류 발생 내용의 텍스트 및 해설음성.(저장할 공간 설계)

### 3.2 멀티미디어 입출력 인터페이스 설계

#### 3.2.1 입력 인터페이스

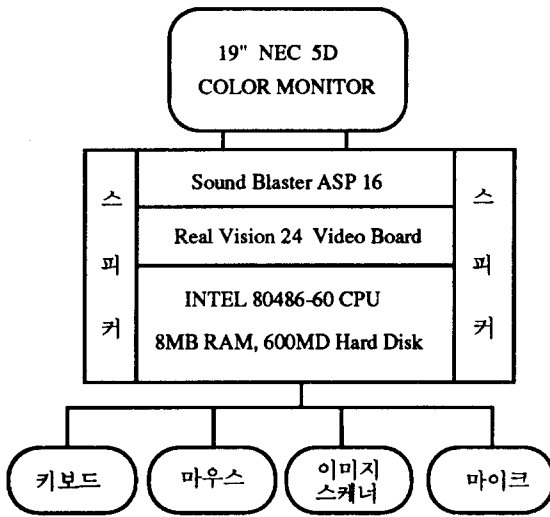
개개의 고장정지 사건 발생내용이 유사한 경우도 있으나 서로 다른 것이 일반적이다. 따라서 입력 인터페이스는 서로 다른 고장정지 사건을 표현할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. 즉, 이미 설계 저장시켜둔 발전소 구성정보에 접근할 수 있어야 함은 물론 이들을 상호 결합시켜 발전소에서 발생한 서로 다른 사건내용을 발전소 종사원에게 제공할 수 있어야 한다. 또한 고장정지 사건에 관련한 모든 발전소 구성정보를 컴퓨터 환경에 저장시켜 둘 수는 없으므로 입력자로부터 일부의 미디어 정보 값을 입력받고 이들을 제어할 수 있어야 한다.

고장정지 발생사건의 내용이 모두 입력 인터페이스를 통하여 수행될 수 있어야 하므로 미디어 정보전달 전략에 준하여 4개의 그룹으로 구성하였다. 즉, 사건 타이틀 입력, 고장정지 개요 입력, 사건 진행 경위 입력, 사건 교훈 등의 내용을 각각 입력할 수 있도록 4개 그룹의 입력 인터페이스를 설계하였다. 각 그룹의 입력 인터페이스는 다음과 같은 입력 작업을 수행하는데 사용된다.

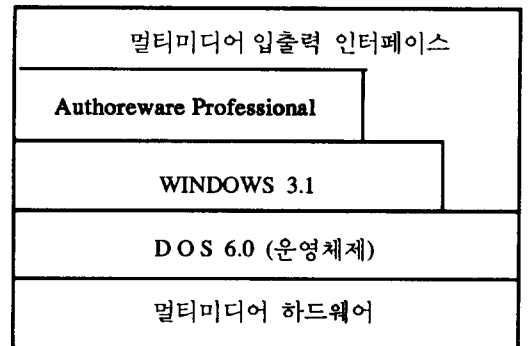
- 사건 타이틀 입력 인터페이스 : 사건이 발생한 발전소 이름, 일시, 계통, 사건제목.
- 고장정지 개요 입력 인터페이스 : 고장정지 전후의 주요 운전변수 및 구성소자 운전상태, 고장정지의 개요.
- 사건진행 경위 입력 인터페이스 : 운전감시 상태변수 및 관련 시스템 구성소자 운전상태, 운전원 조작제어 상황 정보, 정상 감시 및 제어조작 작업의 저해요소(인적오류).
- 사건 교훈 입력 인터페이스 : 고장정지후의 발전소 개관 상태, 사건에 따른 문제점 및 대책.

고장정지 개요와 사건진행 경위 입력 인터페이스는 다수개의 하위 입력 인터페이스를 갖는다. 즉, 입력자의 요청에 의하여 수시로 호출하여 입력 작업을 수행할 수 있는 별도의 독립적인 하위 입력 인터페이스를 갖게 설계하였다. 그림 3은 고장정지 사건내용을 입력하기 위한 입력 인터페이스의 계층구성도이다. 모든 계층에서의 입력 작업은 CRT 화면상에 제공되는 버튼 또는 Click Touch 메뉴를 마우스로 제어함으로써 다음과 같이 수행할 수 있도록 설계하였다.

- 버튼 메뉴를 제어함으로써 컴퓨터에 저장되어 있는 정적, 반정적 속성의 발전소 멀티미디어 정보에 접근한다. 접근결과가 현재의 입력 인터페이스상에 제공되며 입력자는 사용의 유무와 미디어 값을 결정한다.
- 동적 속성의 발전소 멀티미디어 정보는 입력 인터페이스상의 버튼메뉴를 제어하여 개시하며, 입력자가 키보드, 마이크를 사용하여 정보 값을 입력한다.
- 입력자가 입력 인터페이스상에 제공되는 Click Touch 메뉴를 제어하여 현재의 입력값을 저장시키면 멀티미디어의 값, 사용순서를 별도의 화일(Trace File)에 순차적으로 누적 기록한다.
- 4개 그룹의 입력 인터페이스중 어느 하나 그룹의 입력이 완료되면 그 결과를 입력 인터페이스상의 Click Touch 메뉴를 제어함으로써 멀티미디어 컴퓨터 환경하에서 재생시키고 필요시 입력의 수정 작업을 수행할 수 있다.



(A) 하드웨어 구성



(B) 소프트웨어 구성

그림 2 멀티미디어 하드웨어와 소프트웨어의 구성

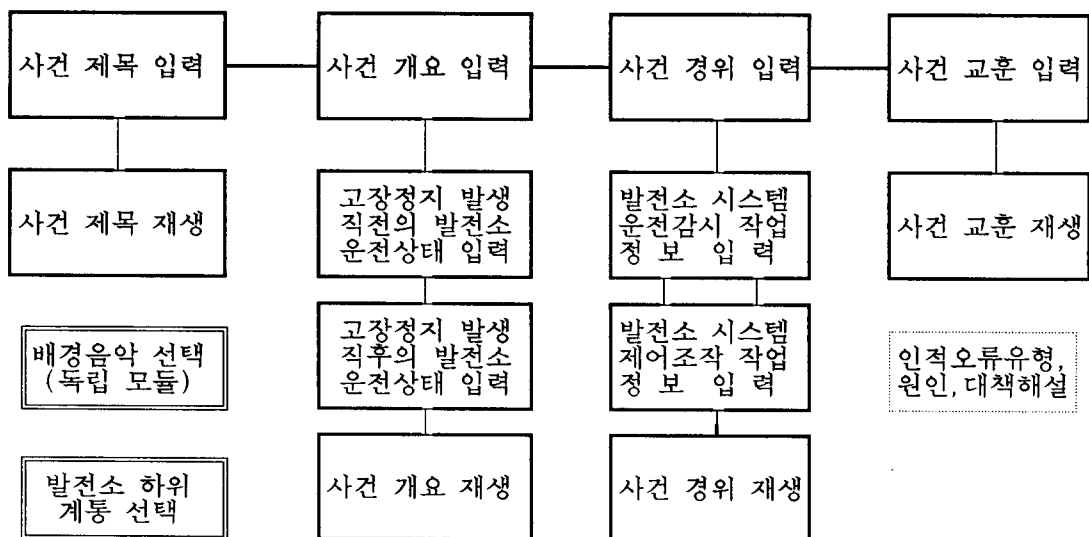


그림 3 입력 인터페이스의 계층 구성도

4개 그룹이 포함하고 있는 모든 입력 인터페이스상에서의 입력 내용은 상이하지만 기본개념은 동일하다. 입력 인터페이스의 CRT 화면 구성을 개념적으로 표현하면 그림 4와 같다.

### 3.2.2 출력 인터페이스

멀티미디어 출력 인터페이스는 고장정지 사건의 제목, 발생 개요, 진행 경위, 사건 교훈 등의 내용이 순서대로 발전소 종사원들에게 출력되도록 설계하였다. 출력 진행은 입력 인터페이스를 통하여 생성한 Trace File의 정보를 출력 인터페이스에서 읽은 후, 출력화면에 어떤 속성의 미디어가 필요한지 결정하고, 그 결정에 따라 설계자가 설계하여 저장시킨 멀티미디어 또는 입력자가 입력 인터페이스에서 저장한 멀티미디어에 접근하도록 설계하였다.

출력 인터페이스의 갯수는 입력 인터페이스와 같이 4개 그룹으로 구성하였다. 4개 그룹의 출력 인터페이스중 사건 진행경위 출력 인터페이스는 하나로 구성하여 설계하였으나, 하나의 화면에 정적, 반정적, 동적인 속성의 플랜트 멀티미디어 정보가 Trace File의 기록정보를 토대로 반복적이고 조합적으로 멀티미디어 정보의 사용자에게 제시되도록 설계하였다. 따라서 멀티미디어 정보의 사용자는 다수 개의 화면이 자신에게 제공되고 있다는 느낌을 가질수 있게 설계하였다.

고장정지 사건의 내용이 출력되는 과정에서 사용자(발전소 종사원)가 이전의 사건(출력 인터페이스 그룹 또는 이전의 CRT 화면)이나 이후의 사건으로 전이할 수 있으며, 음성해설로 제공되는 고장정지 사건 해설을 재반복, 정지, 재개할 수 있도록 사용자와의 상호 작용성을 출력 인터페이스에 부과하여 설계하였다. 그림 5는 출력 인터페이스의 CRT 화면 구성과 사용자와의 상호작용성을 설계한 결과를 개념적으로 표현한 것이다.

## 4. 설계결과의 예증

본 논문에서 구축한 멀티미디어 컴퓨터 상에서 설계결과에 대한 예증을 수행하였다. 국내의 원자력발전소 종사원들에게 인적오류의 발생내용과 고장정지 사건의 진행내용을 영문과 한글로 표현하여 줄 필요가 있으므로 Microsoft Windows 3.1상의 응용프로그램 운영에 한글 사용을 지원하는 한메한글 1.01을 추가로 설치하여 사용자 입출력 인터페이스 사용자가 한글 입출력을 수행할 수 있도록 하였다. 설계수행 결과의 프로그래밍에는 Authorware 사의 Authorware Professional 1.0 소프트웨어 패키지를 사용하였다[7].

본 연구에서 개발한 멀티미디어 인터페이스 프로그램을 컴파일하면 Authoreware Professional 소프트웨어가 없어도 Windows 환경을 가진 퍼스널 컴퓨터 상에서 동작할 수 있다. 또한 퍼스널 컴퓨터에 Sound 출력 기능을 가진 보드를 내장하고 있다면 원자력발전소에서 발생한 고장정지의 사건경위 음성해설과 사건에 기여한 인적오류 음성해설, 경보의 발생음, 스위치의 작동음향 등을 들을 수 있다. 예증을 위하여 사용한 원자력발전소 고장정지 사건은 1990년 2월, 울진 원자력발전소 1호기에서 발생한 “주중기 격리밸브 시험중 오조작에 의한 발정정지” 사건이다[8].

그림 6은 사건개요 입력 인터페이스 그룹의 하위 입력 인터페이스 중의 하나인 고장정지전 발전소 상태 정보를 입력시키는 CRT 화면이며, 그림 7은 사건경위 입력 인터페이스의 하위 인터페이스 중의 하나인 제어조작 정보 입력 화면이다. 화면상의 버튼 또는 Click 메뉴를 마우스로 클릭하여 각 항목의 입력을 수행하면, 입력의 결과가 Trace File에 기록된다.

멀티미디어 출력 인터페이스는 입력 결과로써 생성된 Trace File을 읽음으로써 작동을 시작한다. 그림 8은 사건개요 입력 인터페이스에서 입력한 결과인 Trace File의 기록 정보를 판독하여 출력 인터페이스에 출력한 결과이며, 그림 9는 사건경위 입력 인터페이스에서 입력한 결과를 출력시키고 있는 한 순간의 화면 상태를 보인 것이다. 그림 8과 9의 화면 하단에 보이는 Click Touch 메뉴를 사용하여 다른 출력 인터페이스로 전이할 수 있으며, 고장정지 사건의 음성해설을 제어할 수 있다.

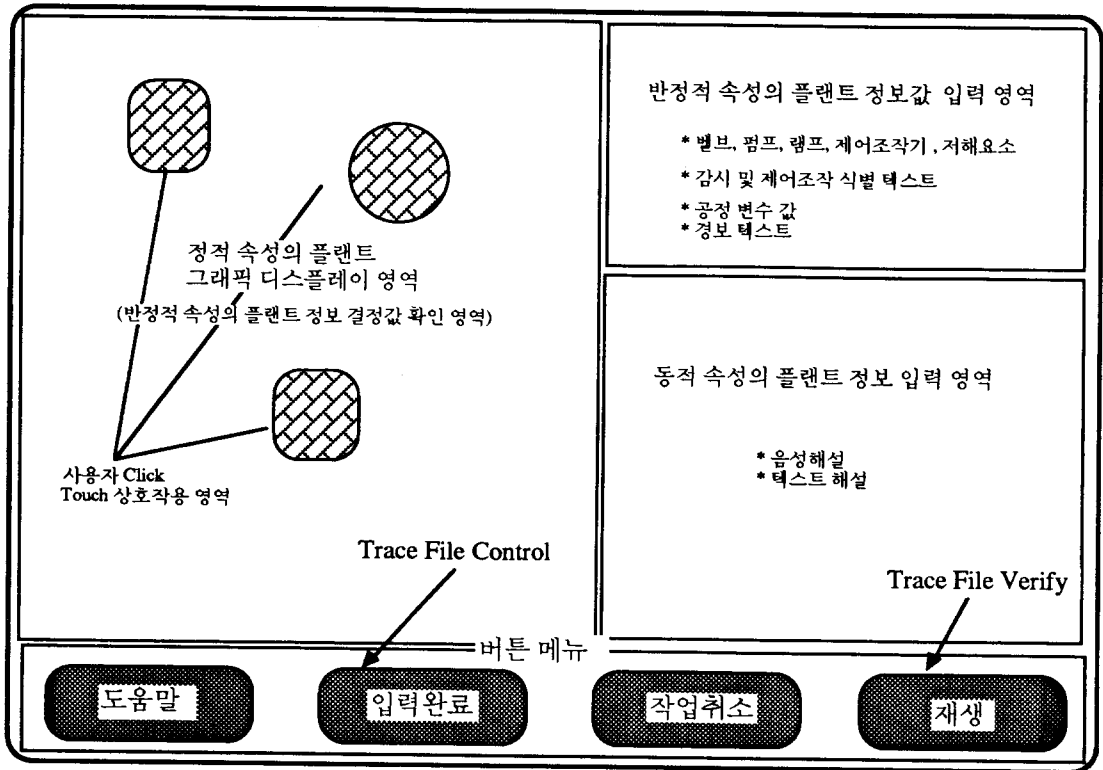


그림 4 입력 인터페이스의 개념적 설계구조

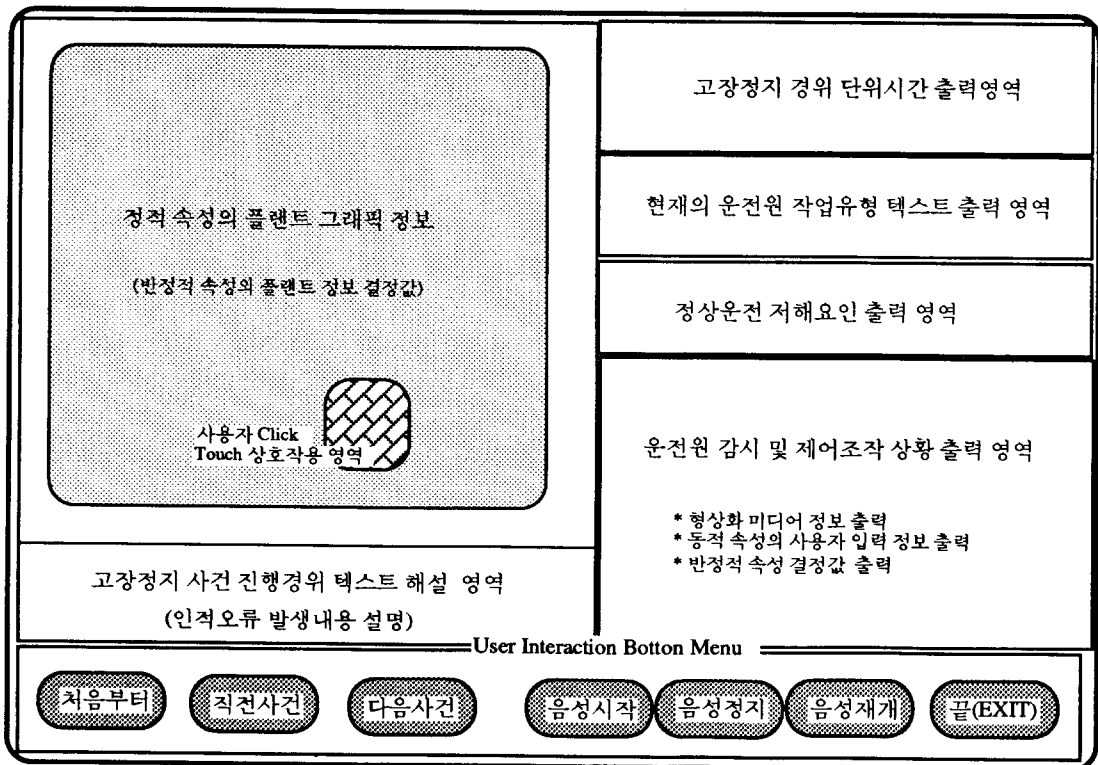


그림 5 출력 인터페이스의 개념적 설계구조



**화면 좌측영역의 버튼을 사용하여 고장정지 직전 운전상태를 입력하십시오**

RCP 상태	RUN	STOP
RHRP 상태	RUN	STOP
CHGP 상태	RUN	STOP
AFWP 상태	RUN	STOP
MFWP 상태	RUN	STOP
MSIV 상태	OPEN	CLOSE
PORV 상태	OPEN	CLOSE
GCB 상태	RUN	TRIP
DG 상태	START	STOP

도움말
입력완료
출력제생
저장수정
작업취소
다음작업

그림 6 고장정지 직전의 발전소 운전상태 입력

**단위사건 발생에 따른 운전원 조작 및 제어사항을 입력하십시오. 운전원 조작제어 사항이 없다면 화면하단 메뉴의 "입력없음"을 수행하십시오**

단위사건 발생시간	14 시 50 분 01 초
사건관련 하위계통탐색	주종기 차단 제어 계통
운전원 조작제어 유형	기기이름 : MSIV Limit SW 조작방향 : DOWN/CLOSE/OFF
정상작업 저해요소 탐색	조작제어를 잘못함

STEP NO.  
**1**

음성 해설입력	입력수행	해당없음
텍스트 해설입력	입력수행	해당없음

도움말
입력없음
입력저장

그림 7 고장정지 사건 진행경위의 제어조작 정보 입력

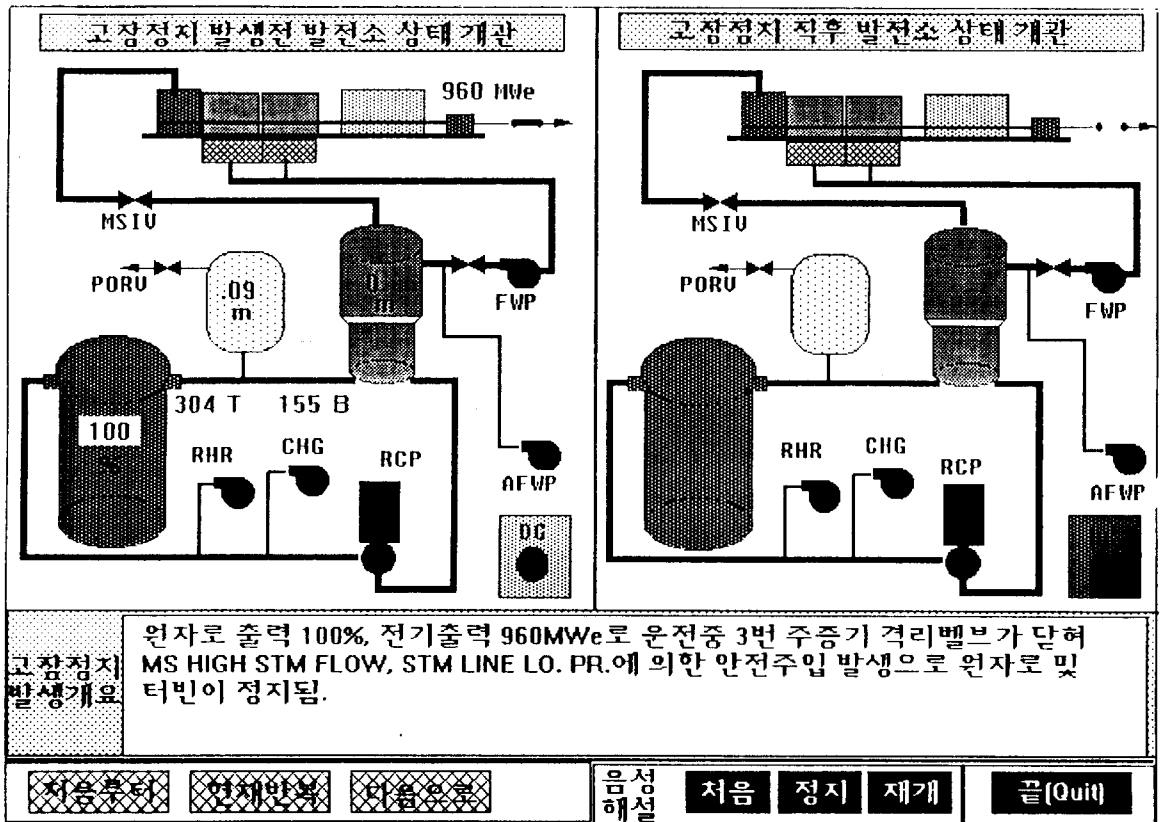


그림 8 고장정지 전후의 발전소 운전상태 출력

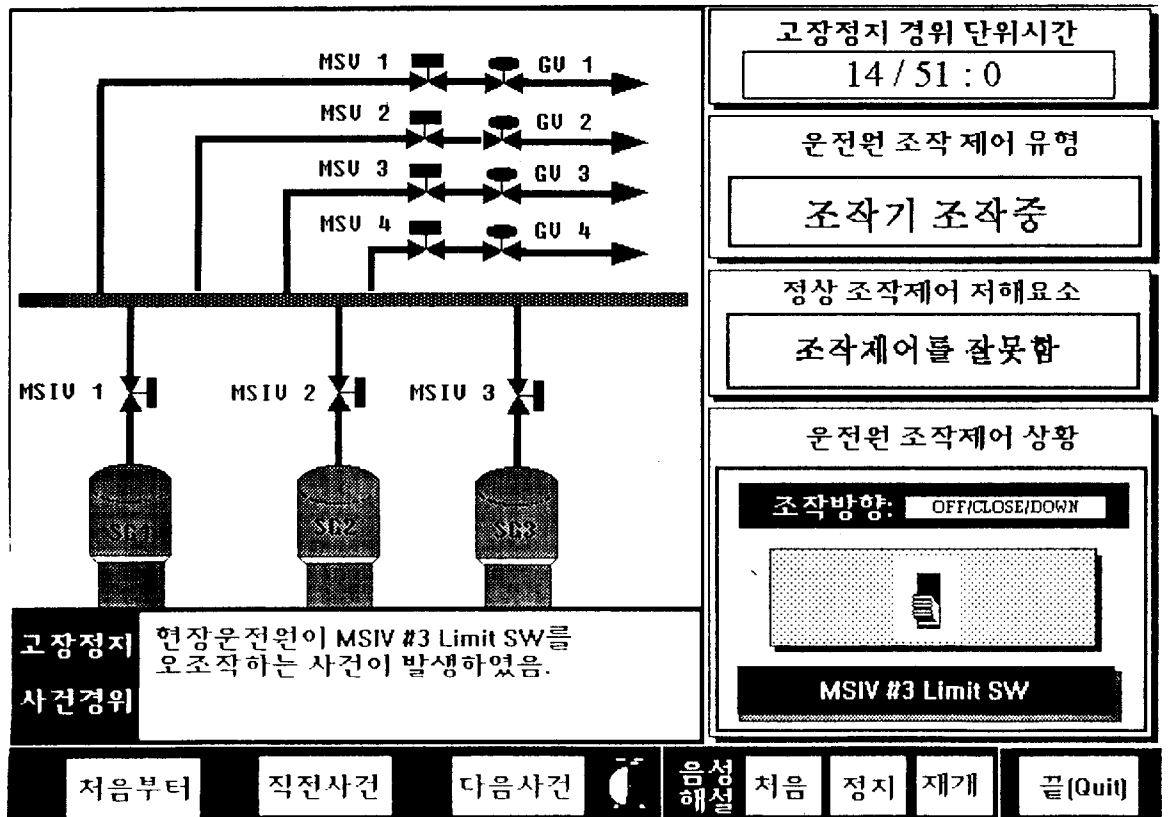


그림 9 고장정지 진행중의 제어조작 정보 출력

## 5. 결 론

본 논문에서는 원자력발전소에서 인적오류에 기인하여 발생하는 고장정지 사건을 영숫자, 텍스트, 그래픽, 애니메이션, 음성, 음향, 정지화상 등과 같은 멀티미디어로 설명하여 주는 멀티미디어 인터페이스를 설계하였다. 설계결과를 멀티미디어 컴퓨터 환경하에서 예증한 결과 멀티미디어 인터페이스를 사용하여 발전소에서 발생하는 고장정지 사건의 진행경위와 인적오류 발생상황을 효과적으로 교육훈련 시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 현재의 결과를 바탕으로 설계범위를 원자력발전소의 각 계통으로 확장시키면 보다 다양한 고장정지 사건과 인적오류 발생내용을 현장에 전파시키는 인적오류 사례전파 체계를 개발할 수 있다.

설계한 멀티미디어 인터페이스를 실용화 수준으로 끌어 올리기 위하여 멀티미디어 데이터베이스에 대한 연구가 추가로 필요하다. 멀티미디어 인터페이스는 애니메이션, 정지화상, 음성과 같은 자료의 량이 방대한 고품질의 미디어를 처리하므로 이를 효과적으로 처리할 수 있는 수단, 즉 멀티미디어 데이터베이스가 제공된다면 보다 효율적으로 운영할 수 있다.

## 6. 참고문헌

- [1] A.F. O'Neal, Proc.of the Int. Topical Meeting on Advances in HFs in Nuclear Power Systems, "Computerbased Training:Technology & Trends", American Nuclear Society Pub. p405-410, 1986.
- [2] Jack Grimes, Mike Potel, "What is Multimedia?", IEEE Computer Graphics & Applications, p49-52, Jan. 1991.
- [3] Maureen McManus, "Multimedia Development", Computer Graphics World, p69-74, Mar, 1992.
- [4] Sorel Reisman, "Developing Multimedia Applications", IEEE Computer Graphics & Applications, p52-57, July 1991.
- [5] J. L. Aity, M. Bergan, P. Craufurd, "Experiments using Multimedia Interface in Process Control: Some Initial Results", Proceedings of post ANP '92 Conference Seminar on Human Cognitive and Cooperative Activities in Advanced Technological Systems, Kyoto, JAPAN, 1992.
- [6] Multimedia Technology Senamir, 한국디지털주식회사 주최, 서울 신라호텔 '92.12/3-4. (Lecture : Ms. Peggy Piz)
- [7] Authorware Professional for Windows: Reference, Multimedia, Tutorial, Productivity Lib. Manual, Authore Inc. 1991.
- [8] 원자력발전소 발전정지 사례집, 통권 제 10호, 한국전력공사, 1992.