

인트라넷을 활용한 원전 증기발생기 전열관 이력관리시스템 설계 및 구현사례

송재주*, 한철성
한국전력공사 전력연구원

The Design and Implementation of the History Management System for Nuclear Power Plant Steam Generator U-Tube Using IntraNet

Jae Ju Song*, Chil Sung Han
KEPRI(Korea Electric Power Research Institute)

2. 본 론

Abstract - 원자력발전소 증기발생기 전열관 건전성 유지를 위하여 매 주기마다 실시하고 있는 비파괴검사의 일종인 와전류검사(ECT, Eddy Current Testing)의 주요 공정은 크게 3가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 전열관 상태검사를 위한 신호데이터 취득공정이고, 두 번째는 취득된 신호를 판독하여 전열관의 건전성 여부를 진단하는 평가공정, 세 번째는 평가공정에서 발생하는 데이터를 토대로 전열관 이력 및 상태를 유지관리하는 공정으로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 위의 세 번째 공정결과 생성되는 전열관 이력 및 상태자료를 데이터베이스화하여 유지 관리하고, 데이터베이스화된 내용을 바탕으로 전열관 상태 변화추이를 파악하는 기능, 현재까지 비 체계화된 모든 전열관의 이력자료를 다양한 보고서 형태로 출력할 수 있는 기능 등을 제공하기 위한 "인트라넷 증기발생기 전열관 이력관리시스템"의 설계 및 구현과정을 정리하였다.

2.1 전체 시스템 개요

본 시스템은 클라이언트, 애플리케이션 서버, 데이터베이스 서버로 [그림 1]과 같이 크게 3가지로 나누어 볼 수 있으며 애플리케이션 서버는 전열관 상태 정보를 검색하기 위한 CGI 프로그램 모듈로 구성되어 있고 클라이언트 요구를 받아 데이터베이스를 검색하며 그 결과를 HTML 문서 형식으로 변환하여 클라이언트로 전송한다. 웹 브라우저를 사용한 클라이언트 측에서는 전열관 정보 등에 대한 입력, 수정, 삭제, 검색 및 출력이 가능하고, 입력된 전열관 데이터에 대한 발전소, 증기발생기, 검사차수별 결합정보 등 다양한 통계 작업과 보고서 제작 기능도 제공된다. 이러한 시스템 구조는 다양한 형태의 많은 데이터를 웹 상에서 처리하기 위한 클라이언트/서버의 전형적인 모델이다. 이 모델에서는 웹 브라우저가 하나의 클라이언트로서 질의 처리를 위해 서버에 데이터를 요청하고, 데이터를 관리하는 서버는 요청 받은 데이터를 클라이언트에 전송해 주는 역할을 한다.

1. 서 론

최근, 전세계를 연결하는 인터넷의 발달은 컴퓨팅 환경의 변화뿐만 아니라 컴퓨터를 이용하는 모든 사업 및 생활에 많은 변화를 가져오고 있다. WWW(World Wide Web, 이하 웹)은 인터넷을 기반으로 하고 있으므로 전세계 어디라도 연결할 수 있고, 웹 브라우저만 있으면 사용자들은 인터넷상에 구축되어 있는 사이트들이 제공하는 정보 서비스를 손쉽게 이용할 수 있는 장점들을 가지고 있다. 이러한 장점으로 인하여 웹 기술이 부각되면서 기업내 정보시스템에 적용하기 위한 인트라넷 개념이 자연스럽게 등장하였으며 현재 수많은 기업들이 사내 정보시스템 구축에 웹 기술을 활용중에 있고 관련 소프트웨어 및 응용 시스템 개발과 관련된 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 특히 우리공사와 같이 지역적으로 산재해 있는 지리적 위치를 고려할 때 인트라넷 응용 시스템 구축은 필수적으로 요구되고 있다. 현재 사내 Sicom/Web 브라우저 및 기타 웹 사이트들이 이러한 시대적 흐름에 부응하여 개발되었으며 향후 계속 발전을 거듭할 것이다. 사내에서 운영중인 이러한 웹 사이트들은 주로 정보검색형 위주의 시스템으로서 데이터베이스에 저장된 데이터에 대한 단순질의, 검색기능, 검색된 결과를 웹 브라우저에 디스플레이 하는 기능은 제공하고 있지만, 특정업무의 비즈니스 로직을 처리하기 위한 데이터베이스 트랜잭션 처리, 동시성 제어 등과 같은 전통적인 클라이언트/서버 환경에서 가능하였던 기능은 충분히 반영하지 못하는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 웹 정보 서비스 시스템의 단점을 보완하여 사용자와의 상호 대화적인 처리가 가능하도록 시스템 구축 모델을 정립하여 이를 기반으로 웹 기반 클라이언트/서버 애플리케이션 시스템 설계 및 구현과정을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 본론에서는 본 시스템의 전체구조, 웹과 데이터베이스 서버간 연계기술 소개 그리고 구현에 적용된 몇 가지 관련 기술들을 설명하고, 결론에서는 본 시스템 개발효과, 향후 확대 적용 계획 등에 대해 언급하였다.

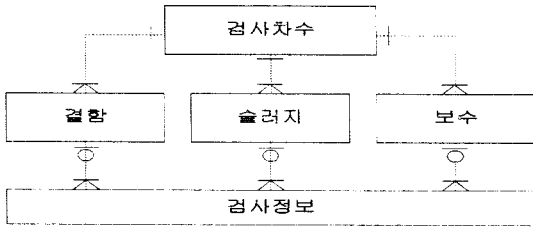
[그림 1] 웹 애플리케이션 구조도

2.2 시스템 설계

본 시스템은 웹서버를 오라클 웹 애플리케이션 서버로 데이터베이스는 오라클 7.2.1 버전을 사용하였다. 또한 웹 컴퓨팅 환경에서 애플리케이션 구축을 위한 개발 툴인 오라클사의 Developer 2000을 채택하였다. 이러한 개발방법의 가장 큰 장점은 개발자의 소스코드를 수정하지 않고 3-tier 기반의 웹 애플리케이션으로 인터넷/인트라넷상에 구축할 수 있는 것이다. Developer 2000 서버는 웹서버가 있는 애플리케이션 서버에 위치하며, Forms는 자바 클래스로, Graphics는 GIF로, Reports는 PDF파일 포맷으로 변환되어 웹 브라우저상에서 실행된다. 자바 애플릿이 다운로드되어 실행시에는 클래스 파일들이 JAR 파일 형태로 압축되어 전송되고 Applet View나 웹 브라우저상에서 실행된다. 다운로드 시간이 다소 소요되는 단점이 있으나 클래스 파일들을 Cache하는 방법 등으로 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.

2.2.1 데이터베이스 구성

본 시스템의 데이터베이스 구성은 검사차수 테이블과 검사정보 마스터 테이블과의 관계로 데이터가 모델링 되어 있다. 전열관 검사차수 정보는 사용자가 웹 화면에서 직접 입력하는 절차가 필요하고 검사마스터 테이블은 텍스트 파일로 변환된 Raw 데이터를 입력받아 생성되며, 동시에 분배 프로그램을 통해 각 해당 테이블 즉 결합, 슬러지, 보수 테이블로 자동 입력된다. 입력된 검사 마스터 정보는 검사수행시 평가결과 발생되는 데이터로서 차수별로 생성된다. 방대한 양의 마스터 테이블을 결합, 슬러지, 보수 테이블로 재 분리시켜 독립적으로 구성하되 각 테이블의 관계는 차수정보 테이블에 의해 결합시킴으로써 수정, 삭제에 따른 속도저하 문제를 해결하였다. [그림 2]은 테이블간의 관계를 간략히 나타내는 전체 스키마 구성을 보여준다. [표 1]은 각 테이블의 데이터 구성 및 뷰 테이블을 나타낸다.



[그림 2] 전체 스키마 구성

○ 차수 테이블

차수	시작일	종료일	취득기관	평가기관	감독자
----	-----	-----	------	------	-----

○ 검사정보 마스터 테이블

번호	Loop	차수	Row	Col	검사유형	Extent	상태
----	------	----	-----	-----	------	--------	----

○ 결합 테이블

번호	Row	Col	Chn	전압	각도	결합크기	Coment
----	-----	-----	-----	----	----	------	--------

○ 슬러지 테이블

번호	Row	Col	Chn	위치	높이	결합종류	Coment
----	-----	-----	-----	----	----	------	--------

○ 보수 테이블

차수	Loop	Row	Col	일자	보수상태	기관	Coment
----	------	-----	-----	----	------	----	--------

○ 결합/슬러지/보수 전열관 뷰 테이블

번호	Loop	Row	Col	결합크기/종류/상태	Coment
----	------	-----	-----	------------	--------

[표 1] 테이블 구성

2.2.2 클라이언트측 시스템 설계

클라이언트 사용자는 웹 브라우저를 통해 시스템을 구동하여 직접 전열관 검사자료를 입력, 수정, 삭제할 수 있고 Map, Graph, List의 다양한 형태로 검사정보를 검색할 수 있도록 한다. 클라이언트 개발도구로 오라클의 Developer 2000을 사용하여 최상의 GUI 환경을 구현하며 애플리케이션의 신속개발 및 생산성 중심의 개발환경을 선택하였다. Forms를 사용하여 데이터베이스 질의, 갱신, 삭제 애플리케이션을 개발하고 Reports로 포인트 앤 클릭으로 원하는 형태의 보고서를 출력할 수 있게 구현한다. 또한 Graphics 그래프, Map을 구현하는데 사용한다.

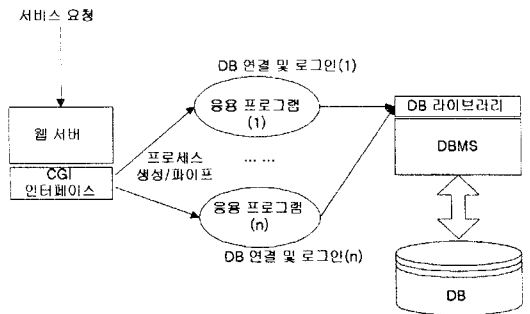
2.2.3 웹과 데이터베이스 연동방법

본 시스템에서는 웹과 데이터베이스를 연동하는 방법

으로 가장 일반적인 방법인 CGI를 통한 연결과 웹을 확장하는 방법을 고려하였다. 시스템 Login 정보 입력 및 패스워드 수정은 CGI 방법으로 구현하고, 데이터베이스 트랜잭션 처리는 웹 확장 방법으로 구현한다. 다음은 연동기술의 주요 장단점 및 적용방법을 살펴보았다.

○ CGI를 이용한 데이터베이스 연결

CGI(Common Gateway Interface)는 웹에서 외부 시스템을 연결할 때 사용하는 방법의 표준이다. CGI를 사용하면 HTML폼 등을 사용해 사용자의 질의를 환경 변수를 통해 데이터베이스에 전달할 수 있다. CGI를 이용한 방법은 쉽고 빠르게 기존의 데이터베이스 응용 시스템을 웹에 연동 할 수 있기 때문에 현재 많은 개발자 사이에서 사용되고 있다. 그러나 사용자의 질의를 처리할 때마다 새로운 프로세스를 생성해야 하고, 생성된 프로세스는 데이터베이스에 연결과 로그인 과정을 거쳐야 하기 때문에 성능에 많은 문제가 발생한다. 초기 대부분의 웹과 데이터베이스 연동 제품들이 이 방법을 사용했다. [그림 3]



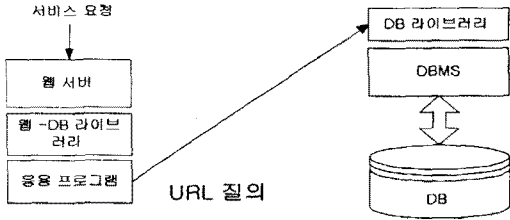
[그림 3] CGI를 통한 데이터베이스 연결

이 방법은 데이터베이스 시스템과 웹의 가장 단순한 통합 방법으로서, 기존의 웹서버와 브라우저를 변경하지 않고 그대로 사용하는 방식이다. 기존의 URL과 HTTP, HTML등을 수정 없이 사용할 수 있다. 데이터베이스에 저장된 모든 자료는 데이터베이스 애플리케이션을 통해 접근되고, 데이터베이스 애플리케이션은 웹서버의 CGI를 통해 입력 인자를 받고 데이터베이스 엔진을 통해 원하는 자료를 검색한 후, 이를 HTML 문서 형태로 변환해 웹서버에 넘겨준다. 데이터베이스 애플리케이션은 DBMS의 기능을 이용하기 위해 연결하고자 하는 DBMS의 애플리케이션 개발 툴을 이용해 작성된다.

○ 웹 확장을 통한 데이터베이스 연결

웹의 확장을 통한 연결방법은 말 그대로 웹의 내부에 데이터베이스에 직접 연결할 수 있는 기능을 추가하는 것이다. 이렇게 함으로써 CGI에서 발생하는 성능 상의 오버헤드를 방지할 수 있다. 확장된 웹서버는 웹의 명명 규칙인 URL을 사용해 질의를 전달하고 해당 결과를 전달받는다. 확장된 웹서버를 구현할 경우 크게 두 가지 방법이 가능하다. 하나는 아예 웹서버의 내부 소스에 데이터베이스 접근 부분을 삽입하는 것이고, 다른 하나는 사용자가 직접 웹에서 접근할 수 있는 데이터베이스 응용 프로그램을 작성할 수 있는 라이브러리를 제공하는 것이다. 전자의 경우 오라클 웹서버가 대표적이며, 후자의 경우는 네스케이프의 NSAPI와 인터넷 인포메이션 서버의 ISAPI가 있다. [그림 4] 웹서버의 확장에 의한 웹과 데이터베이스의 연동은 기존의 웹서버에 DBMS 엔진을 직접 접속할 수 있는 데이터베이스 애플리케이션을 추가하는 방식이다. 이 방식에서는 웹 브라우저를 비롯한 URL, HTTP, HTML 문서 등 기존의 웹 기술을

그대로 이용할 수 있으나 웹서버는 확장된 것만 이용할 수 있다. 모든 데이터베이스 액세스는 데이터베이스 애플리케이션을 통해 이뤄진다. 이를 통해 접근되는 데이터베이스 자료를 위해 기존의 URL을 이용한다.

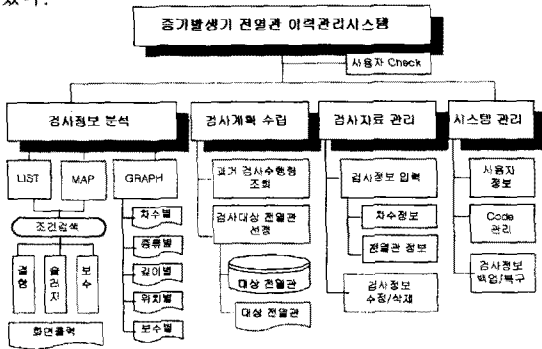


[그림 4] 웹의 확장을 통한 데이터베이스 연결

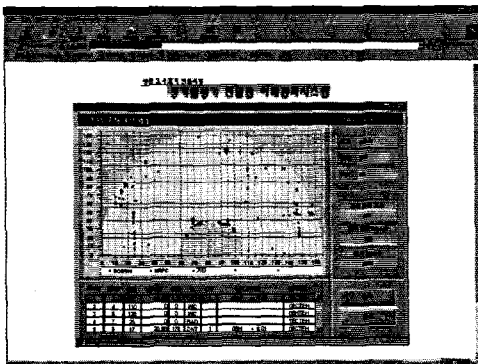
2.3 시스템 구현

2.3.1 클라이언트 시스템 구현

클라이언트 시스템 전체 모듈 구조도는 [그림 5]와 같고, [그림 6]은 구현된 증기발생기 반단면도에 전열관 정보를 표시한 화면이다. 기본 모듈 구조는 검사정보 분석, 계획수립, 전열관 정보관리, 시스템 관리 등 4개로 구성되어 있다. 검사정보 분석에서는 검사차수별로 취득된 모든 전열관의 결함추이정보를 MAP, GRAPH, LIST 형태로 검색 조회할 수 있고, 검사계획 수립에서는 현재까지 발전된 결함정보를 파악하여 차기 검사대상 전열관을 선정 할 수 있다. 전열관 정보관리에서는 데이터베이스화된 정보의 입력, 수정, 삭제 기능이 있고, 사용자 및 코드 관리를 위한 시스템 관리 기능도 포함되어 있다.



[그림 5] 시스템 모듈 구조도

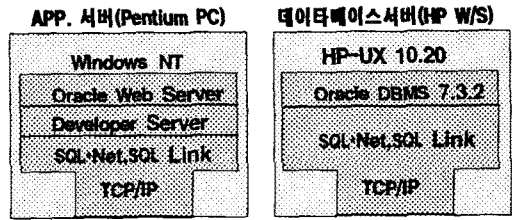


[그림 6] 검사정보 MAP 출력화면

2.3.2 서버 시스템 구현

서버에서의 시스템 구성은 [그림 7]과 같으며, HP9000 W/S에 설치된 오라클 DBMS 서버를 사용한다. 웹 서버는 Windows NT 4.0에 오라클 웹서버 3.0을 탑재하였고, Developer로 개발된 소스코드를 자바 클래스로 변환하여 웹 상에 구축할 수 있는 Developer 2000서버를 사용하였다.

- 데이터베이스 서버
 - DBMS : ORACLE 7.3.2
- 애플리케이션 서버
 - OS : MS 윈도우 NT 4.0
 - 웹 서버 : Oracle 웹 애플리케이션 서버 3.0
 - Oracle S/W : Developer/2000 Forms 4.5.8



[그림 7] 서버 시스템 구성

3. 결 론

“증기발생기 전열관 이력관리시스템”은 현재 영광 3, 4호기를 대상으로 개발되었으나 타 원전에 추가 적용시 증기발생기 Type이나 전열관 개수, 요구사항 추가 개발 등과 같은 Customizing 과정을 거쳐 바로 사용할 수 있도록 유연성 있게 구현하였다. 애플리케이션 서버를 Windows NT의 PC환경으로, 데이터베이스 서버를 Unix W/S로 사용한 3계층 구조의 인트라넷 웹 응용시스템으로 개발되었다. 이러한 아키텍처가 가지는 장점은 클라이언트측과 서버측으로 나누어 생각할 수 있는데, 먼저 클라이언트측의 경우 표준화된 브라우저 인터페이스로 인해 시스템 운영에 따른 교육시간과 비용을 감소시키는 동시에 플랫폼 독립적이기 때문에 클라이언트에는 웹 브라우저 소프트웨어만 설치하면 되고, 서버측에는 인트라넷 시스템에서 권한을 부여받은 사용자라면 누구든지 이 응용시스템을 서비스 받을 수 있다는 것이다. 또한 모든 유지보수와 소프트웨어의 갱신은 서버에서 실행되기 때문에 클라이언트측에서의 응용시스템의 설치, 유지보수, 갱신 작업이 필요 없다는 장점도 들 수 있다. 이로 인하여 사용자는 자신의 시스템 환경에 상관없이 자연스런 업무처리가 가능하고, 관련 담당자들 사이에 원활한 정보공유가 가능한 정보시스템을 구현할 수 있는 것이다. 우선 이 시스템은 영광원전 3,4호기를 대상으로 적용하고 금년중에 올린원전 1,2호기에 확대 시행예정이다. 아직까지는 현장 운영을 통한 충분한 테스트 단계를 거치지 못한 실정이라서 지속적으로 활용결과를 체크하여 보완할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 오라클 웹사이트 http://www.oracle.co.kr/product/tools/tools_sub01.html
- [2] Developer2000 전문가그룹, "Oracle Developer/2000 프로그래머 가이드, 1999
- [3] 김평철, "WWW과 데이터베이스 통합", 월간 인터넷 96년 1월 ~ 4월
- [4] David Lockman 저 KMK 정보산업연구원 역, "개발자를 위한 ORACLE 7 Applications", 삼각형, 1996. 2
- [5] Piroz Mohseni, "WEB DATABASE PRIMER PLUS", July 1996, Chapter Seven~Ten