

‘98 추계학술발표회 논문집
한국원자력학회

영광 3,4호기 비상디젤발전기 신뢰도 데이터시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of Reliability Data System of Emergency Diesel Generator for YGN 3,4

김승환, 장수동, 김길유, 김태운
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

김영호, 정현중, 최광희
전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

본 논문은 영광 원자력 3,4 호기 비상디젤 발전기의 신뢰도를 감시, 관리하기 위하여 필요한 데이터들을 관리하는 프로그램인 D²REAMS의 설계 및 개발에 관하여 기술하였다. D²REAMS는 원자력 발전소 비상 디젤 발전기의 신뢰도를 결정하기 위한 모든 요소를 데이터베이스로 구축하여 관리하기 위한 시스템으로 크게 7가지의 하부 모듈로 구성되어 있다. 이의 구현으로 인하여 실제로 영광 원자력 발전소 2호기의 예비/비상디젤발전기의 실제 데이터를 D²REAMS의 데이터베이스에 입력하였으며, 그 입력된 데이터로부터 신뢰도 및 이용 불능도가 계산될 수 있다. 현재는 본 프로그램의 구조 및 모듈 수정 중에 있으며, 영광 1,2호기에 대해서 확장할 수 있도록 개발 중에 있다.

Abstract

This paper describes the design and implementation of D²REAMS that supports management and monitoring of the reliability data of emergency diesel generator of YGN 3,4 nuclear power plant. D²REAMS is the computerized reliability database management system to control the reliability of the emergency diesel generator of nuclear power plant and consists of seven sub-modules. Also, it was developed with intranet technology to eliminate the common problems of conventional client-server architecture. As the result of this implementation, the reliability and unavailability can be automatically computed by D²REAMS with the stored test and operation data of YGN 3,4 nuclear power plant.

1. 서론

비상 디젤 발전기의 안전성은 그 시스템의 신뢰도에 의해서 평가되므로 현장 정비 및 운전

실무자들이 비상 디젤 발전기와 관련된 모든 요소들을 하나의 통합된 시스템에서 관리하여 해당 기기의 신뢰도 및 이용 불능도를 계산, 점검할 수 있도록 하기 위한 전산 시스템을 개발 중에 있다. 신뢰도 데이터 시스템은 EDG의 정주기 시험결과 및 고장 및 보수이력, 기기별 제작사의 권고사항, 근본원인 분석결과 및 시정 조치 사항, 예방 정비 및 고장 정비 프로그램 등의 자료를 수집, 저장, 관리할 수 있는 프로그램 및 관리 시스템의 총칭으로서 현장 관계자들로 하여금 비상 디젤 발전기와 관련된 데이터를 입력 및 출력 그리고 신뢰도 및 성능을 관리/감시할 수 있는 시스템이다.

이 시스템 구축의 첫째 목적은 영광 비상 디젤 발전기의 관리 및 운전에 있어서 중요한 신뢰도 자료를 저장하기 위한 신뢰도 데이터 시스템 개발에 있으며, 개발 후에 발전소 내에서 현장 전산망을 이용하여 현장 기술자들에게 서비스하는 데에 있으며, 계속적으로 디젤 발전기의 성능 및 신뢰도를 감시 할 수 있도록 함에 있다.

한편, 원전 노심 손상 사소를 초래하는 중요 사고로서 소외 전원 상실 사고(Station Black Out)를 들 수 있으며 이 소외 전원 상실 사고 방지를 위해서는 비상 디젤 발전기의 고 신뢰도 확보가 중요하다. 따라서 최근 원전에서는 비상 디젤 발전기의 신뢰성 유지 및 향상을 위하여 NUMARC87-00에서 권고하는 신뢰도 프로그램을 수행하는 방법이 있는데 그 신뢰도 프로그램중의 중요 요소가 신뢰도 데이터 시스템 구축 및 활용이다. 이 시스템 구축의 두 번째 목적은 바로 그 신뢰도 데이터 시스템의 구축에 있다.[1]

다음 그림1은 본 연구에서 구현한 신뢰도 시스템의 개발도 인데, 그림에서 보는 바와 같이 현장에서 생산된 모든 디젤 데이터(성능감시데이터, 정기점검, 정비이력, 고장이력등)들을 신뢰도 데이터베이스에 저장한 후에 그 데이터베이스로부터 신뢰도를 계산하여 감시하고 그 결과를 정비와 운영에 반영하는 D²REAMS의 구성도이며 본 연구에서의 구현부분인 신뢰도 데이터 시스템은 점선으로 나타내어 표시하였다.

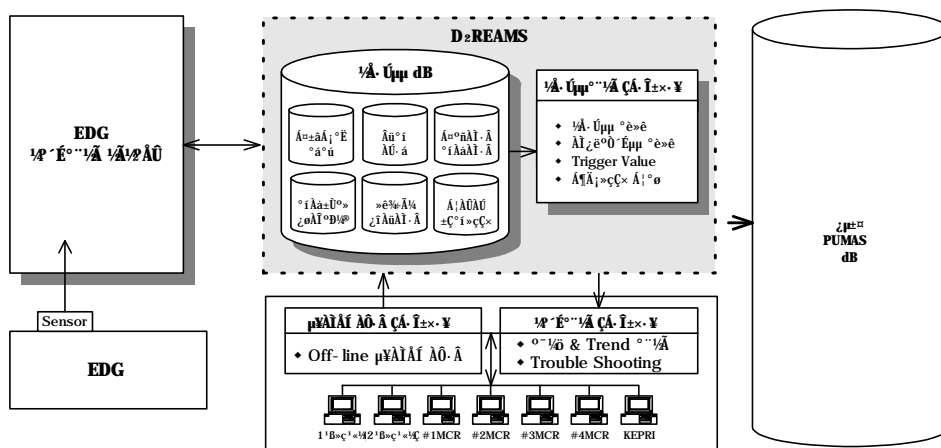


그림 1 영광원자력 비상디젤발전기 신뢰도프로그램

2. 전산 개발 환경

기존의 데이터베이스 프로그램 및 입력, 검색, 계산의 프로그램들은 클라이언트/서버 방식의

구현이 대부분 이었다. 그러나 근래에 들어서는 전산기술의 발달로 인하여 데이터베이스와 WWW (World Wide Web)의 장점을 이용한 인트라넷방식의 구현이 많이 시도되고 있으며, 이러한 인트라넷 방식의 구현환경은 기존의 클라이언트/서버 환경에 비하여 다음과 같은 많은 장점을 가지고 있다.

- 자료의 검색을 위하여 인터넷 익스플로러와 넷스케이프와 같은 월드 와이드 웹 브라우저만 설치되어 있으면, 원하는 데이터를 쉽게 데이터를 검색할 수 있다. 기존의 응용프로그램은 전용의 클라이언트 모듈을 따로 사용자의 시스템에 설치를 하여야 한다. 그러나 인트라넷 환경에서는 단순히 웹 브라우저만으로도 모든 데이터의 검색이 가능해진다.
- 모든 응용 프로그램을 중앙 집중 관리할 수 있게 된다.
- 클라이언트 모듈의 제작이 필요 없다.
- 유지 보수가 수월해진다. 즉 시스템 개발 및 개발 후의 시스템의 유지 및 보수에 있어서 서버 측의 프로그램/구조의 변화가 발생하는 경우에 기존의 클라이언트/서버 방식에서는 클라이언트 모듈을 매번 갱신해주어야 했는데 이는 개발 노력 이상의 유지 보수비용의 부담을 요구하게 되었다. 그러나 인트라넷에서는 클라이언트 모듈로서 오로지 웹브라우저만 있으면 되므로 서버 측의 갱신에 따라 클라이언트의 프로그램을 수정할 필요가 없기 때문에 유지보수에 있어 훨씬 효과적이다.

위와 같은 장점 때문에 근래에 인트라넷/익스트라넷의 구축이 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 신뢰도 데이터 시스템의 구축에 있어서도 위와 같은 구성을 채택하여 개발하였다. 다음 그림 2는 인트라넷 환경 하에서의 D²REAMS 시스템의 전산 개발 환경인데, 그림에서 보는바와 같이 데이터베이스에 저장된 데이터를 검색하기 위하여 사용자가 WWW 브라우저를 이용하여 검색을 의뢰하면 Web Server인 IIS (Internet Information Server) 가 사용자의 요구를 처리하여 Active Server Page Scripting 기술을 이용하여 데이터베이스에게 질의를 전달하고, 전달된 질의는 SQL Server DBMS가 처리하여 결과를 돌려보내면 그 결과를 Web Browser가 인식할 수 있는 언어인 HTML (Hypertext Markup Language)로 변환하여 사용자의 Web Browser에게 돌려보냄으로써 결과를 검색할 수 있게 된다

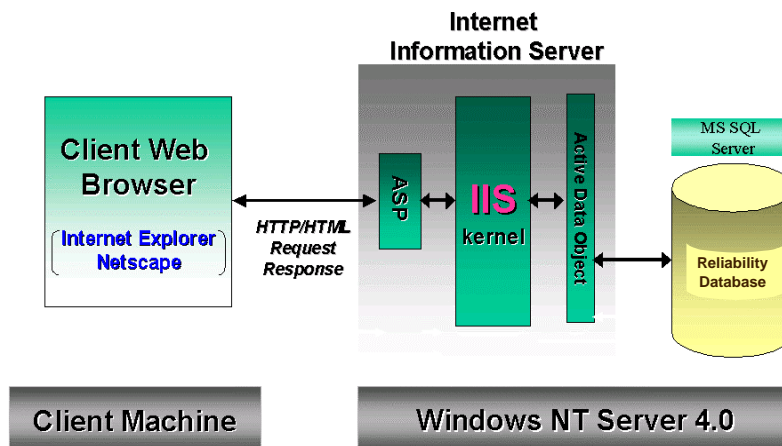


그림 2 전산 개발 환경

본 연구에서 구현중인 시스템(D²REAMS : Diesel Data Reliability Availability Management System)의 상세 사양은 다음과 <표1>과 같다.

표 1 시스템 상세 사양

구성	사양
시스템	Intel Pentium-II 시스템
운영체제	Window NT Server 4.0
웹서버	IIS (Internet Information Server) 4.0
스크립트 서버	ASP (Active Server Page)
데이터베이스	MS SQL Server 6.5

현재 D²REAMS의 개발은 원자력 연구소, 전력 연구원, 한전기공의 3개 기관에서 공동 연구가 수행되고 있는데, 이를 위해 개발 단계에서는 신뢰도감시 프로그램의 개발을 위하여 전력연구원과 성능감시 프로그램, 전자정보시스템, 데이터베이스 관리 프로그램을 위하여 원자력 연구소에 각각 서버 역할을 할 수 있는 시스템을 구축하여 공동으로 개발 중에 있으며, 개발 완료 후에는 현장에 설치하여 현장 직원들이 네트워크를 이용하여 수월하게 접속하여 사용할 수 있도록 구축 중에 있다.

3. 신뢰도 데이터 시스템 구성

영광 EDG 신뢰도 시스템(D²REAMS)의 구성은 다음과 같다. 먼저 현장에서 생성되는 비상 디젤발전기 관련 데이터 (보수, 시험, 운전등)들을 통합하여 관리하기 위한 즉 이 시스템의 구성에 있어 가장 기초가 되는 데이터베이스와 저장된 데이터로부터 신뢰도를 감시하기 위한 신뢰도 감시기, 고장이력/정비이력 관리기 등의 기본 기능과 디젤발전기와 관련된 기기의 스펙 등의 데이터를 P&ID 형식으로 보여주기 위한 원전 전자 정보 시스템, 그리고 데이터 베이스에 저장된 데이터를 관리하기 위한 각각의 모듈별 관리기로 구성되어 있어서 각각의 해당 모듈에서 데이터베이스와의 연결을 통하여 정보를 제공하는 시스템이다.[2]

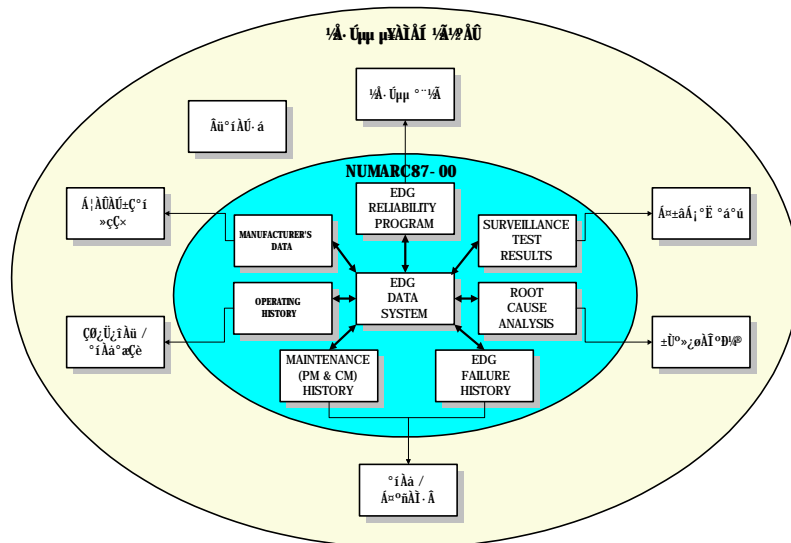


그림 3 신뢰도시스템 구성 요소

그림3은 신뢰도 데이터 시스템의 구성 다이어그램인데, 그림내부의 코어부분은 NUMARC87-00에서 정의한 신뢰도 시스템의 구성이다. 그림에서 보는 바와 같이 본 연구에서 구성하고 있는 신뢰도 데이터 시스템은 NUMARC87-00의 신뢰도 시스템의 구성을 기초로 설계하였으며, NUMARC87-00이 정의한 하부 모듈별로 D²REAMS에서 그에 상응하는 모듈들을 구축하였음을 알 수 있다.

D²REAMS에서 구현한 하부 시스템들은 신뢰도감시, 정기점검, 고장/정비이력, 근본원인분석, 해외운전/고장경험, 제작자권고사항, 참고자료 등의 세부 모듈로 구성이 되어 있다.

가. 신뢰도감시

데이터베이스에 저장된 정기 시험 데이터 및 고장/보수 테이블로부터 목표신뢰도 감시를 위하여 해당 기기의 신뢰도 및 이용 불능도를 계산하는 모듈이며 계산된 결과로부터 각 EDG 별로 시험주기 결정하기 위한 모듈로 구현되어 있다. 신뢰도 및 이용불능도 감시모듈은 각각 해당 기기의 주기별, 기간별로 별도로 계산이 가능하며 이 값을 기초로 하여 Trigger 정의를 이용한 호기별 목표신뢰도 감시 (20,50,100회) 기능이 있다.

나. 정기점검

정기점검 모듈은 디젤 발전기의 정기 시험에 대한 데이터를 저장하기 위한 모듈이다. 현재 현장에서 수행하고 있는 정기 점검 결과를 저장하기 위한 정기사험관리 모듈과 현장의 점검 관리 대장을 입력하기 위한 점검변수관리 모듈로 구성되어 있다. 정기사험관리 프로그램에 입력된 데이터는 신뢰도 감시 모듈에서의 EDG의 신뢰도 계산에 직접 이용되며, 또한 점검 변수관리 모듈의 입력데이터는 EDG 성능감시 시스템의 Off-Line데이터 분석 모듈에 직접 이용된다.

다. 고장/정비이력

이 모듈은 EDG에 발생한 고장 이력과 정비이력을 관리하기 위한 모듈이다. EDG와 관련된 고장과 그에 따른 보수 이력들을 저장하도록 구현하였는데 크게 EDG와 관련된 Out Of Service를 야기하는 모든 고장에 대하여 입력하기 위한 고장이력 모듈과 그와 관련된 상세 내역을 검색할 수 있는 정비이력 모듈로 구현되어 있다. 특히 정비이력 모듈은 PUMAS에 입력된 EDG관련 정비 이력을 직접 검색할 수 있도록 구현 중에 있으며 이를 위하여 이 기종 시스템과의 데이터베이스 접속을 할 수 있도록 하기 위한 방법인 ODBC (Open Database Connectivity)를 이용하여 접속하도록 설계 중에 있다.

라. 근본원인분석

신뢰도 분석프로그램 개발 후 운영 중에 발생할 고장 원인 및 근본원인 분석 결과를 입력하여 관리함으로써 동일, 유사 사건의 재발을 방지하기 위한 모듈이다.

마. 해외운전/고장경험

해외운전 및 고장경험을 데이터베이스에 저장하여 유사한 고장에 대하여 적절한 조치 및 최상의 기계 성능 유지를 위한 Knowledge Base로 사용하기 위한 모듈이다.

바. 제작자권고사항

영광 1, 2발전의 EDG의 제작사인 SACM과 COOPER에서 배포한 제작자 권고사항 및 Owners Group에서 얻을 수 있는 유사 기기에 대한 고장 및 수리 정보 등의 운전/성능 권고사항을 관리하기 위한 모듈이다. 입력필드들로써 제작사, 종류, 해당 파일명 등등의 자료를 입력하도록 구현되어 있다.

사. 참고자료

이 모듈은 각종 참고 자료 및 EDG와 관련된 절차서 및 기술 지침서 와 신뢰도 시스템의 운영에 필요한 사용자 설명서 등으로 구성이 되어 있다. 절차서는 크게 운전절차서, 정기시험절차서, 정비절차서, 신뢰도프로그램 관리 절차서, RCA절차서 등으로 구성하였다.

아. P&ID 전자정보 시스템

EDG와 관련된 정보들을 P&ID를 통하여 검색하기 위한 모듈이다. EDG의 8개 하부 시스템을 P&ID로 표현하여 놓고 그것으로부터 해당 기기번호 및 그와 관련된 모든 사항들을 검색하기 위한 시스템이다.

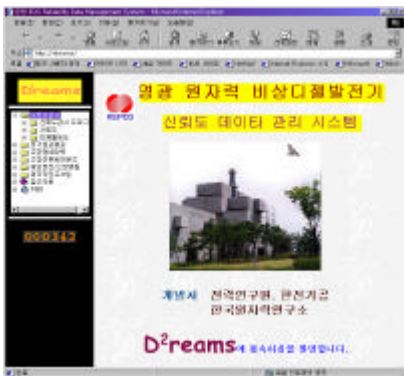


그림 4 D²REAMS 초기화면

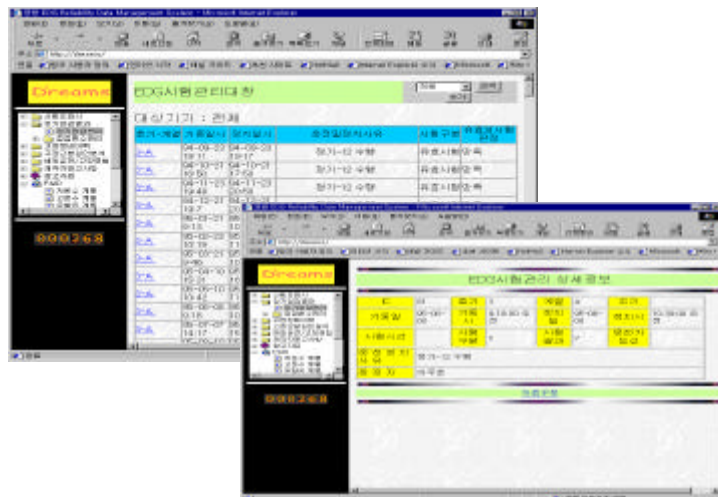


그림 5 정기점검결과-정기시험관리

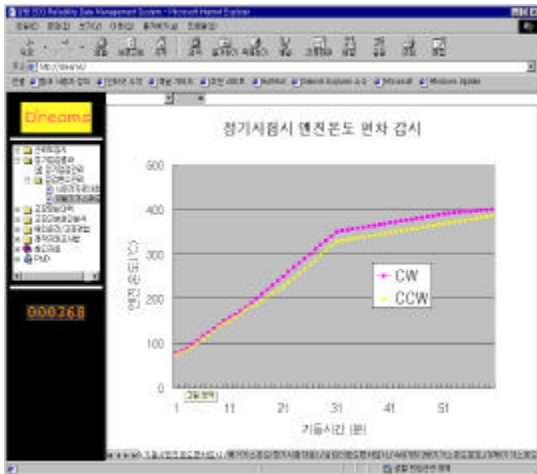


그림 6 정기점검결과 - 점검변수관리

대상기기: 문제	유기명	구분명	정비시작일시	정비종료일시
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-04-01 10:42	09-04-01 01:10
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-03-29 09:19	09-03-29 14:19
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-03-25 14:19	09-03-25 16:58
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-01-21 09:25	09-01-21 09:25
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-04-22 09:33	09-04-22 10:44
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-03-25 10:44	09-03-25 10:44
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-03-25 14:19	09-03-25 16:58
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-12-07 10:27	09-12-07 10:27
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-03-25 10:27	09-03-25 10:27
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-01-27 10:45	09-01-27 10:45
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-11-16 10:45	09-11-16 10:45
EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	EDS 엔진 JIMANTER 작동	09-04-21 10:45	09-04-21 10:45

그림 7 고장/정비이력

4 결론

D²REAMS의 개발로 인하여 영광 3,4 호기 비상디젤 발전기와 관련된 데이터를 저장함으로써 기기 신뢰도 향상에 이바지할 수 있게 되었다. 이로 인하여 기기 신뢰도 향상 및 관련 인력 절감 및 정확한 신뢰도를 계산할 수 있게 되었다. 이는 이번 연구에서 구현한 영광 3,4 호기뿐만이 아니라 영광 1,2호기에도 공히 이용될 수 있으므로, 전 발전소에서 이러한 방식을 이용한다면 더욱 향상된 신뢰도 관리/감시 프로그램을 이용할 수 있게 되었다. 특히 본 연구에서의 구현 방법인 인트라넷을 이용한 구현은 기존의 클라이언트/서버 방식이 가지고 있는 많은 제한 사항을 극복한 개발 방향이므로 그 의의가 크다고 말할 수 있다. 그러나 현재의 구현은 실용화 이전의 개발단계의 구현으로서 이의 실용화를 위하여 연구 중에 있으며, 현장 사용자 및 관련 전문가들의 의견을 더욱 반영하여 성능 개선이 필요하며, 더 나아가서 국내 경수로형 원자력 발전소에서 운영중/준비중인 발전소 정비 전산시스템인 PUMAS/N-II와의 연계를 고려 해 보아야겠다.

감사의 글

본 연구는 한국전력공사 전력연구원의 영광1,2,3,4호기 비상디젤발전기 성능감시 및 신뢰도 데이터 시스템 개발과제의 일환으로 수행 되었습니다.

참고문헌

1. "NUMARC 87-00 : Guidelines and technical bases for NUMARC initiatives addressing station blackout at light water reactor ", August 1991
2. 한국원자력연구소, "영광 1,2,3,4호기 비상디젤발전기 성능감시 및 신뢰도 데이터 시스템 개발, 3분기 보고서", Sep. 1998.