

PSA 정보 데이터베이스 시스템 구축

김승환

한국원자력연구소 종합안전평가부

kimsh@kaeri.re.kr

Development of PSA Information Databases System

Seung Hwan Kim

Korea Atomic Energy Research Institute

요약

원자력 발전소의 확률론적 안전성 평가(PSA)를 수행하기 위해서는 여러가지 분야의 다양한 데이터가 필요하다. 그러므로 PSA의 수행 및 검토에 있어, 효과적인 자료의 관리가 필수적이라 할 수 있다. 한국원자력연구소에서는 PSA 관련 모든 정보를 손쉽게 관리하기 위하여, PSA 정보 데이터베이스 시스템(AIMS)을 개발하고 있다. PSA 정보-데이터베이스 시스템은 PSA의 수행에 필요한 모든 정보를 손쉽게 취득 가능하도록 PSA 분석 및 수행에 필요한 정보 및 관련 링크들의 정보를 데이터베이스에 저장하여 놓고, 필요시 참조할 수 있도록 개발한 시스템이다. 본 논문에서는 PSA 정보 데이터베이스의 개발 과정 및 데이터베이스 설계 그리고 입출력 시스템의 설계 및 구현에 관하여 기술하였다.

1. 서론

원자력 발전소의 확률론적 안전성 평가(Probabilistic Safety Assessment : PSA)를 수행하기 위해서는 다량의 데이터 및 분석 자료가 필수적인데, 이러한 점을 해결하기 위한 PSA 정보 데이터베이스 개발의 필요성이 점차 증가하고 있다. 예를 들어 PSA를 수행하기 위해서는, 분석 및 위험도 평가, 분석 결과에 대한 추적 및 결과에 대한 검증 등의 작업이 필요한데, 이를 위해서는 관련 정보를 저장 및 관리하기 위한 시스템이 필요하다. PSA 정보 데이터베이스 시스템은 PSA 수행에 필요한 모든 자료 및 관련 링크들을 DB에 저장하고 관리하는 시스템이라 할 수 있다.

이러한 필요성에 발맞추어 한국 원자력 연구소에서는 PSA 정보 데이터베이스 시스템(Advanced Information Management System for PSA : AIMS)을 개발하고 있다. AIMS 시스템 개발의 목표는 산재되어 있는 PSA 관련정보들을 통합하고, 전산화하여, PSA를 수행할 때 원하는 자료를 손쉽게 찾을 수 있도록 하는데 있다.

구축된 PSA 정보 데이터베이스는 다음과 같은 분야에 활용될 수 있다.

- 통합 PSA 정보 관리 소프트웨어
- 민감도 분석 : 민감도 분석시 PSA 모델 및 장비등에 대한 정보를 제공.
- 품질보증 : QA 절차시에 관련 문서들의 검색 및 보관 기능을 제공.
- 기타 자료와의 연계 : 다른 신뢰도자료와의 연계 기능

그림1은 AIMS 시스템의 구성도이다. 그림에서 보듯이 같이 AIMS는 PSA 정보 데이터베이스, 정보 검색 모듈, PSA 자동 정량화 관리자 모듈로 구성되어 있다. 본 논문은 이러한 시스템의 구성에 대한 데이터베이스 구성 및 데이터 서비스관점에 대한 연구사항을 기술하였다.

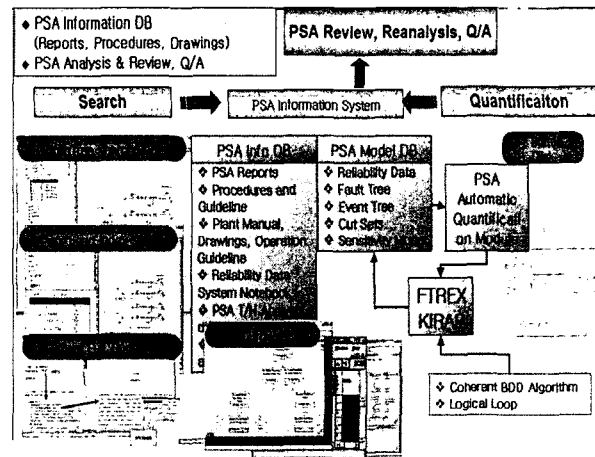


그림 1 AIMS 시스템 구성도

2. PSA 정보 데이터베이스 시스템 개발(AIMS)

PSA 정보 데이터베이스 시스템의 개발을 위해서 수행한 개발 절차는 다음과 같다. 1) 먼저 관련자료(PSA 보고서, PSA 관련 문서, 각종 도면, 계산시트 등)들을 수집하고 분류하였다. 2) 그리고 수집한 자료들을 기초로 하여 데이터베이스 구조를 설계하였고, 3) 분류한 각종 자료들을 데이

터베이스에 입력했으며, 4) 최종적으로 데이터베이스 관리 및 검색 소프트웨어를 개발하였고, PSA manager를 개발하였다.

2.1 PSA 정보 데이터베이스 구축

PSA의 수행을 위해선 여러 분야의 다양한 데이터가 필요한데, 이러한 자료들을 통합된 데이터베이스의 구조에 저장하고 입력하는 것이 중요하다. 데이터의 수집 및 분류를 위하여 취득한 자료들은 주로 다음과 같은 것들이 있다.

- 시스템 문서 : 디자인 문서, 도면들, 기타
- 발전소 절차서 : 발전소의 운영에 필요한 각종 운전 절차서, 보수 절차서 등.
- PSA 보고서 : PSA 수행 보고서
- PSA 보조문서 : PSA 수행 보고서에는 직접 포함되지 않으나, 필수적으로 필요한 보조 문서들 (각종 계산 근거 시트등)

일반적으로 위와 같은 것들은 전산 파일의 형식을 통하여 얻을 수 있었다. 그러나 각종 도면 및 제작된 지 오래된 자료들은 전산 파일의 형식으로 취득할 수 없었고, 종이로 된 도면 및 문서의 형식으로만 취득할 수 있었다. 따라서 이와 같은 문서들은 스캐너 등의 도구를 이용하여 전산화 하였다. 이렇게 수집된 각종 자료들은 자료의 특성상 몇 개의 카테고리로 분류 하였는데, 주로 PSA보고서, FSAR(최종안전분석보고서), 신뢰도 자료, 발전소 자료등의 범주로 구분 하였다. 다음 표 1은 AIMS 데이터베이스에 구축되고 저장된 PSA 정보 분류 자료들이다.

표1. PSA 정보 분류표

Category	Contents
PSA Report	Introduction
	Methodology
	Plant description- General Site Description- Plant Layout- NSSS Description- Plant System Description
	Initiating Event - IE List- Identification of IE
	Event Tree (classified by Initiating Event)
	System Analysis (Classified by System)
	Database of PSA quantification, Quantitative analysis of accident sequence, ASQ Results (Included in PSA model database)
	Appendix- Naming-Convention - Common Cause Failure - Human Error Probability- System FT- Generic DataBase- ASQ-MCS(Minimal Cutset)
PSA Related report	PSA analysis guideline, Methodology
FSAR	Final Safety Analysis Report (Hyperlink to external

Plant Data	web service)
	Procedures : alarm, instrumentation, system, standard administration, emergency, abnormal, periodic testing, maintenance, comprehensive operation, in-service testing (886 items)
Reliability Data	Drawings - P&ID Drawings (298 sheets)
	- C&ID Drawings (469 sheets)
	- C&LD Drawings (1,017 sheets)
Etc	- EWD Drawings (2,681 sheets)
	Analysis Result (PSA reports, Reliability data)
	Raw Data
	PSA Thermo-Hydraulic Analysis data

2.2 자료 검색 모듈의 개발

AIMS는 울진 원자력 발전소 3,4호기의 PSA 수행 정보를 기준으로 개발하였는데, 문서 관리 및 문서 검색 등의 기능을 제공하는 PSA 분석 지원도구로서 개발하였다. AIMS의 자료 검색 모듈은 PSA 관련 정보 및 관련 문서들을 손쉽게 찾을 수 있도록 개발한 정보 검색 도구이며 검색 방법의 차이에 따라서 4개의 하부 검색 모듈로 개발하였으며 다음과 같다.

2.2.1 PSA 정보수목 검색기

AIMS는 데이터베이스에 저장된 데이터 베이스로부터 정보 구조를 추출하여 PSA 정보수목으로 구성하도록 구현되어 있다. PSA 정보수목은 PSA 정보들을 트리 구조로 구성한 논리수목이다. 이렇게 구성된 PSA 정보의 논리적 구조를 탐색할 수 있도록 구현하였다 [그림1]. 사용자가 정보수목의 트리를 확장/축소 시키면 각 트리 항목에 연결된 문서를 참조 할수 있다. 그림2는 정보수목의 화면 예이다. 사용자가 정보수목의 링크를 누르면 각 링크에 연결된 문서의 확장자를 참조하여 해당 문서의 내용이 우측 프레임에 열린다.

2.2.2 키워드검색기

AIMS DB에는 각 문서의 확장된 속성(키워드)를 저장할 수 있도록 문서 속성 테이블 PSA 업무에 자주 사용되는 단어들 및 그 유의어를 키워드 DB에 저장하고 그 키워드를 이용하여 원하는 문서를 검색 하도록 구현된 모듈이다. 이의 구현을 위하여 확장된 정보들로는 문서명, 주제, 저자, 범주, 키워드 및 각 문서의 주요사항들이다. 사용자는 키워드 검색기를 이용하여 원하는 문서를 검색 할 수 있다. 그림3은 키워드 검색기의 화면 예이다. 사용자가 AIMS의 키워드 검색기에 키워드를 입력하면, AIMS는 해당 키워드가 있는 검색 결과를 보여주는데, 사용자는 검색결과로 부터 원하는 문서를 열수 있다.

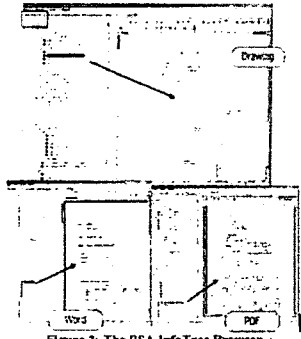


Figure 2: The PSA InfoTree Browser

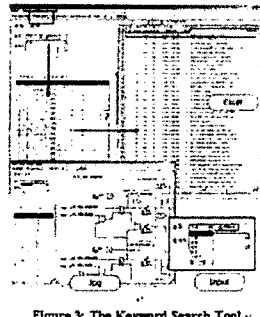


Figure 3: The Keyword Search Tool

2.2.3 문서 검색 엔진

일반적으로 정보 수목 및 문서 속성 데이터 테이블로부터 검색하고자 하는 문서들의 대부분을 검색할 수 있다. 그러나 정보 수목 및 문서 속성 테이블은 각 문서에 대한 최소한의 필수적인 정보만을 키워드 형식으로 저장하고 있기 때문에, 모든 문서를 검색하기에는 부족함이 있다. 따라서 문서 내에 저장된 모든 문자열을 기준으로 검색할 수 있는 검색 모듈을 설계 개발하게 되었는데, 사용자가 문서 검색 엔진에 원하는 문자열을 입력하면, AIMS는 사전에 구성된 문자열 색인 DB로부터, 문서 내에 해당되는 문자열을 포함한 문서 목록 검색 결과를 반환한다. 그러면 사용자는 해당 목록으로 부터 원하는 문서를 참조할 수 있다. 그림 4는 문자열 검색 모듈의 수행 예이다.

2.2.4 PSA 모델 브라우저

AIMS에 저장된 PSA 모델을 검색하기 위하여 트리형태의 검색창을 제공하도록 개발한 모듈이다[그림 5]. PSA 분석에 필수적으로 필요한 모델정보로는 고장수목, 사건수목, 이벤트정보, 최소 단절군등의 PSA 모델등이 있는데, 이를 검색 가능하도록 구성된 프로그램이다.

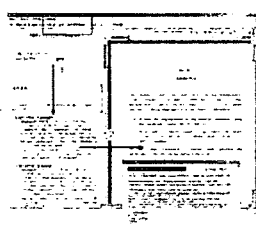


Figure 4: The Text Search

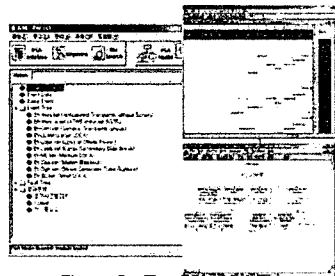


Figure 5: The PSA Model

2.3 PSA 모델 관리기

AIMS의 중요 기능 중에 하나인 PSA 모델 관리기는 PSA 모델로부터 고장수목 및 사건수목을 기초로 하여 고장수목을 해독하고 최소 단절군을 계산할 수 있는 전체 과

정을 관리해주는 통합 관리 도구로서, 한국 원자력 연구소에서 개발되어 AIMS에 포함되어 있는 세계 최고속 PSA 정량화 엔진인 FTREX가 PSA 모델 관리기에 포함되어 있다. AIMS는 PSA 모델 관리기를 통하여 PSA 모델을 자동으로 정량화 할수 있으며, 각종 계산 조건 및 기기 배열 변경등의 변화에 따라서 실시간으로 계산하여 볼수 있는 민감도 분석 기능을 제공하고 있다.

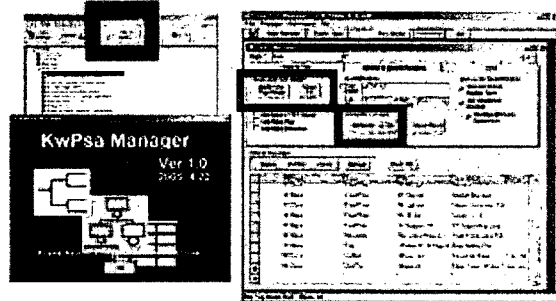


Figure 6: PSA 모델 관리기

3. 결론

PSA의 효율적인 수행 및 검토 그리고 결과의 질을 유지하기 위해서는 효율적인 데이터 관리 도구가 필요하다. 한국 원자력 연구소에서는 PSA 정보 데이터베이스 시스템인 AIMS를 개발하여 PSA 정보 및 관련된 모든 자료를 손쉽게 참조할 수 있도록 하였다. AIMS의 주요기술은 분산된 관련 정보들의 통합 및 관련 정보간의 연결 그리고 저장된 자료의 참조 기술의 개발이라 할 수 있다. 이러한 정보 검색을 위하여 AIMS는 PSA 정보수목, PSA 키워드검색기, PSA 문서검색엔진, PSA 모델 검색기 그리고 효과적인 PSA 통합 수행을 위한 PSA 모델 관리기등을 개발하였다. 현재는 생성 및 유지 보관 되는 문서들에 대한 생성/검토등의 일련 작업을 관리하는 품질 보증절차를 관리하기 위한 모듈을 설계 구현중에 있다. AIMS는 PSA 수행에 효율적인 정보 관리 도구로 사용될 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] Seung Hwan Kim et al, "The development of PSA information database system", '05 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants, 2005
- [2] Seung Hwan Kim et al, "A Study for the development of PSA Automatic Sequence Quantification System," '03 Korea Nuclear Society, 2003
- [3] Seung Hwan Kim et al, "A Study for the development of PSA Integrated Database", '02 Korea Nuclear Society, 2002