

# PSA 모델 DB 기반 PSA 정량화 시스템 구축

## A Development of PSA automatic quantification system based on PSA Model DataBase

김승환  
 한국원자력연구소  
 대전광역시유성구 덕진동 150

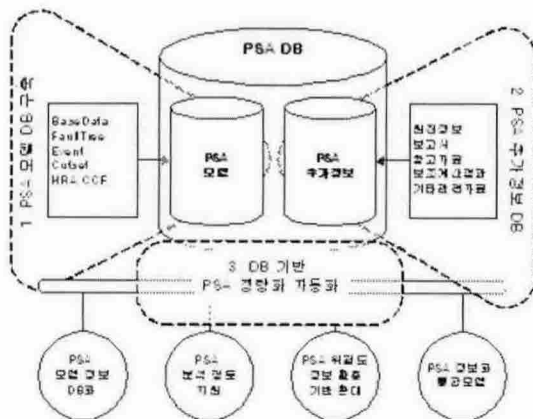
### 1. 서론

최근에 PSA 및 위험도 정보 활용 분야가 활성화 되면서 원전 현장에서 PSA 를 평가할 수 있는 기초적인 능력의 필요성이 증대하고 있다. 이러한 필요성에 맞추어, 원자력연구소에서는 PSA 관련 모든 정보를 DB 화하는 PSA 통합 DB 를 구축 중에 있으며, 이의 일환으로 PSA 자동 정량화 시스템을 개발하고 있다. 본 논문에서는 PSA 자동 정량화를 위한 PSA 모델 DB 의 스키마를 설계 및 구축과 각 초기사건 시나리오를 기준으로 하여 최소 단절군 및 노심손상빈도를 계산하여 주기위한 정량화 자동화 로직의 개발 그리고 전체 초기 사건 시나리오를 일괄적으로 계산하고 그를 통합하는 통합 모듈의 개발에 대한 연구 및 정량화의 결과로 저장된 최소 단절군 집합의 내용을 쉽게 검색하여 볼 수 있도록 하는 최소 단절군 검색기의 개발에 대한 연구사항을 기술하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 PSA 통합 DB 소개

PSA 통합 DB 는 PSA 모델 및 결과 등의 PSA 관련 자료들을 정보화하여 DB 에 저장하는 것으로, PSA 평가에 필요한 모든 입력 사항들을 제공하여 PSA 평가를 더욱 쉽게 수행할 수 있는 기반을 제공하여, 국내 위험도 정보 활용 및 PSA 의 기반을 확대시키고, 결과의 신뢰성을 증진시키는데 기여하기 위하여 개발되는 PSA 정보화 모델이다.



#### 2.2 PSA 자동 정량화 시스템 설계 및 구현

PSA 자동 정량화 시스템은 PSA 모델 DB 에 저장된 PSA 모델을 이용하여 각 사건 시나리오별로 정량화를 자동으로 수행할 수 있도록 해주는 DB 기반의 PSA 자동 정량화 지원 시스템이다. 이 시스템은 PSA 모델 DB 에 저장된 사건수목(Event Tree) 및 고장수목(Fault Tree)등, 정량화에 필요한 각종 데이터를 기초로 하여 PSA 정량화 계산을 위한 입력 파일을 생성시켜주고, 이를 정량화 엔진인 KIRAP, FORTE 등에 입력하여 PSA 정량화를 수행시켜주며, 이 결과로 생성되는 최소 단절군 집합 (Cutsets) 등은 Cutset Browser 를 통하여 검색되어 질수 있도록 구축된 시스템이다.

PSA 자동 정량화 시스템은 다음과 같은 주요 3 가지 단계에 의하여 구성될 수 있다.

- PSA 모델 DB 구조설계
- 정량화 로직 개발
- 최소 단절군 저장 및 처리

##### 2.2.1 PSA 모델 DB 구조 설계

이 단계는 PSA 정량화에 필요한 각종 정보들을 DB 화 하기위한 단계인데, 사건수목 시나리오를 관리하기 위한 EventTree 와 관련된 테이블, 그리고 고장수목을 관리하기 위한 FaultTree 관련 테이블 그리고 정량화 수행결과인 최소단절군 Cutsets 관련 테이블 등이 있다. 따라서 DB 구조설계 단계에서는 이들 테이블들의 구조를 확립하였으며, 다음과 같은 테이블로 구성하였다.

##### • EventTree

EventTree 는 사건 수목을 저장하기 위한 테이블로서 각 사건별로 사건명, 사건명세, 고장수목 등의 정보를 저장하고 또한 사건경위 즉 사건 수목 등의 시퀀스 정보를 저장하도록 구성하였다.

- ET : 기본 사건에 대한 일반 정보를 보관
- ETBranch : 사건수목에 포함된 분기정보를 보관
- ETGroup : 각 유사 경로를 갖는 사건수목들의 그룹 정보

##### • FaultTree

FaultTree 각 고장 수목에 대한 정보를 저장하기 위해서, 각 노드의 정보를 담은

ftEventList 테이블과 하위 노드에 대한 분기 정보를 저장하기 위한 ftTreeStructure 의 두 개의 테이블로 구성하였다.

- ftEventList : 각 고장 수목에 대한 정보를 저장하기 위해서, 각 노드의 정보를 저장
- ftTreeStructure : 각 노드에서 분기된 하위 노드에 대한 분기 정보를 저장

• CutSets

PSA 정량화 결과로 생성되는 최소 단절군 집합을 DB 화하여 저장하기 위한 테이블로서 크게 Data 블록과 CutSet 블록의 두 가지 정보로 구성하였다.

- csBase : 최소단절군에 대한 기초정보를 저장
- csDataBlock : 최소단절군에 포함된 각 기본 사건과 고장을 데이터를 저장
- csCutsetBlock : 최소 단절군의 집합에 대한 정보를 정형화하여 저장한 테이블

2.2.2 정량화로직개발

• 단일 시나리오 정량화 로직 개발  
한 개의 사건 시나리오에 대하여 PSA 정량화를 자동으로 수행하기 위한 자동 정량화 로직은 다음 항목들을 기준으로 개발하였다.

- 1) 고장수목 및 기본사건 데이터 로드
- 2) Branch Logic 개발 : 사건 수목의 브랜치별 계산
- 3) 각 Sequence 별 노심 손상빈도를 계산한다.
- 4) 정량화결과의 저장 : 최소단절군 집합을 저장한다.

• 전체 사건 시나리오 통합 로직 개발  
단일 시나리오 정량화 로직을 기초로 전체 시나리오 를 통합할수 있도록 다음과 같이 개발 하였다.

- 1) 각 초기 사건에 대한 정량화 입력 파일 생성
- 2) 정량화 수행 로직을 각 초기 사건별로 일괄적으로 수행한다.
- 3) 각 사건별로 생성되는 최소 단절군 집합을 각 사건별로 저장한다.

2.3 Cutset Browser 의 개발

정량화 수행결과인 최소단절군 집합에 저장된 Cutset 을 검색하기 위한 모듈로서 다음과 같은 기능을 갖도록 개발하였다.

- 열람하고자 하는 초기사건을 선택하면 해당 최소 단절군 집합을 출력한다.
- 각 기본사건별로 해당 이벤트를 누르면 해당 기본사건에 대한 상세 정보 (기본사건명, 설명, 고장을등)를 제공한다.
- 필터 및 정렬 기능을 제공하여 특정 이벤트를 갖는 최소 단절군 집합만 검색할 수 있도록 하였다.



3. 결론

본 논문에서는 PSA 모델 DB 기반 PSA 자동 정량화 시스템의 설계 및 구축에 관한 연구를 기술하였다. 먼저 PSA 모델 DB 를 설계 및 구축 하였으며, PSA 모델 DB 에 저장된 사건수목 및 고장 수목 등을 기초로 정량화를 수행하는 정량화 자동수행 로직을 전체 사건 시나리오에 대하여 통합 계산 할수 있도록 개발하였다. 또한 정량화 계산 결과인 최소 단절군 집합을 검색하기 위한 cutset Browser 를 개발하였다. 그러나 완전한 PSA 자동 정량화 시스템의 구축을 위해서는 사건수목 에디터 및 고장수목 에디터 등으로부터 직접 사용자 시나리오 변경사항을 반영하여 정량화 로직에 전달될 수 있는 인터페이스의 구현이 필요하여, 현재 이러한 추가 인터페이스 연구가 수행 중에 있다.

참고문헌

[1] 김승환 등, "PSA 자동 정량화 체제 개발에 관한 연구", '03 추계 학술 발표회, 2003  
 [2] 김승환 등, "PSA 통합 데이터베이스 구축에 관한 연구", '02 추계 학술 발표회, 2002  
 [3] 한상훈 등, "PSA Workstation KIRAP 개발", KAERI/ TR-847/97, 1997.