

시스템다이내믹스 기법의
공학적 응용
(Dynamic Reliability Analysis)

곽 상 만

목 차

- 원자력발전소 안전성
- 원자력발전소 안전성 평가 기법 개요
- PSA 기법의 문제점
- SD의 PSA 응용 개념
- SD의 PSA 응용 예제
- SD의 PSA 응용 현황
- 결론

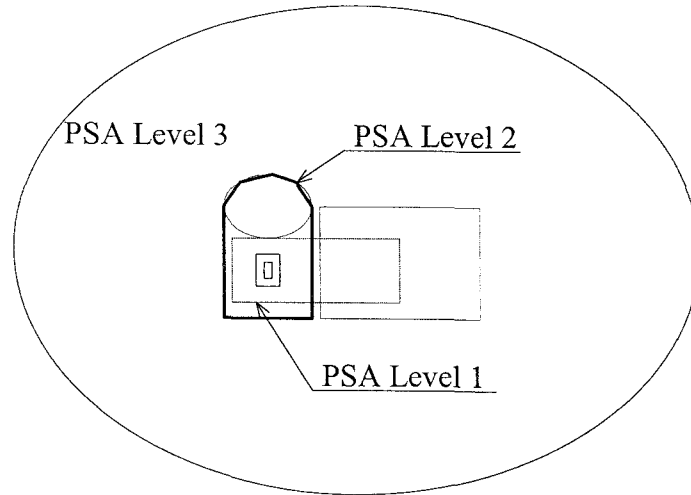
원자력발전소 안전성

- Multi-Barrier
 - 핵연료, Cladding, 1차계통, Compartment, Containment, Exclusive Area, Evacuation
- Redundancy and Diversity
 - Redundancy – 1/2, 1/3, 2/3, etc.
 - Diversity – Common Mode Failure, Common Cause Failure
- Inherent Safety
 - Negative Feedbacks: Negative Temperature Coefficient, etc.
 - Gravitation, Natural Circulation, etc.
 - 부품: Fail Closed, Fail Open, etc.
- Mitigation Systems

PSA 기법 개요

- 현재 PSA(Probabilistic Safety Assessment) 기법 개념
 - PSA Level 1: Initiating event → Core Damage Frequency
 - PSA Level 2: Core Damage → Containment Penetration
 - PSA Level 3: Containment Penetration → Public Health
-

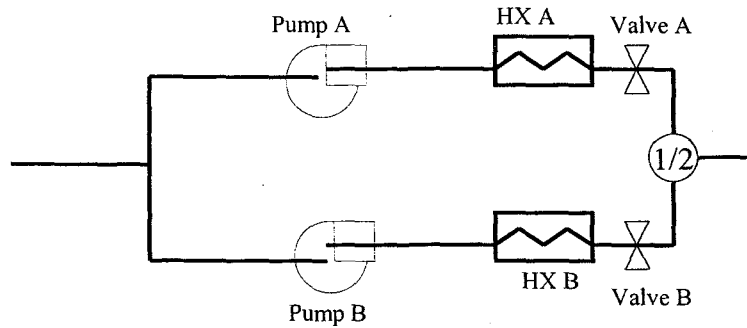
PSA 기법 개요



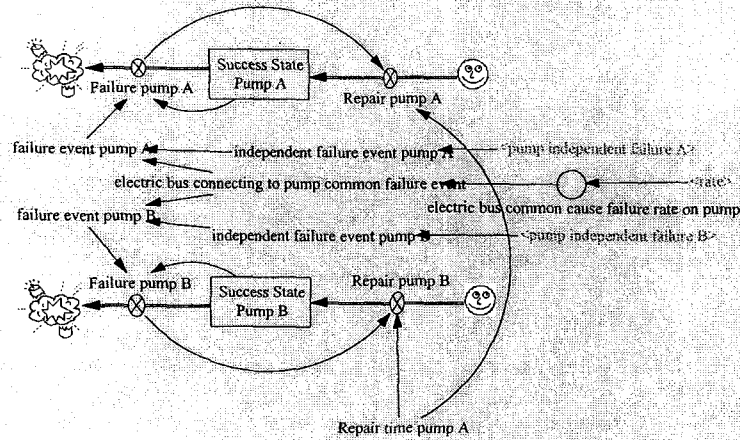
기존 PSA 문제점

- 정적 분석
 - Recovery action, Multiple dependency 등의 고려가 미흡
- 이항 분석
 - 고장/비고장
- 융통성이 없음
 - 자료 및 구조의 변화가 용이하지 않음

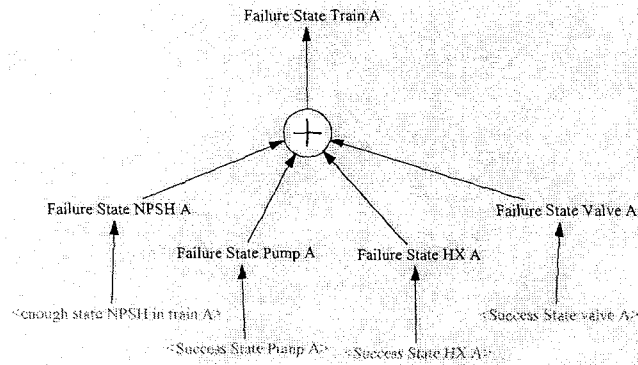
System Dynamics 기법의 활용 (문제)



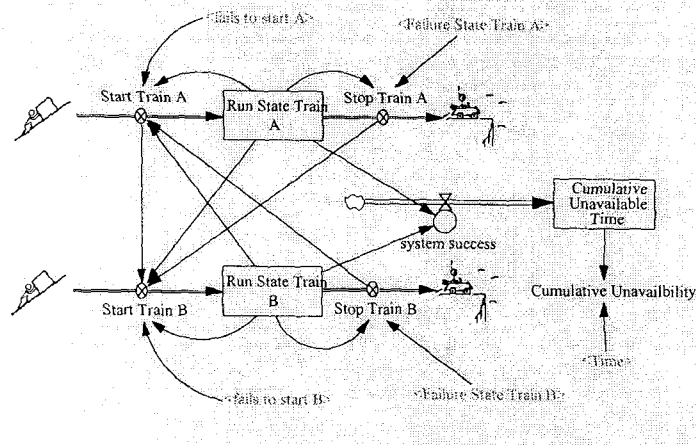
System Dynamics 기법의 활용 (기기의 Reliability)



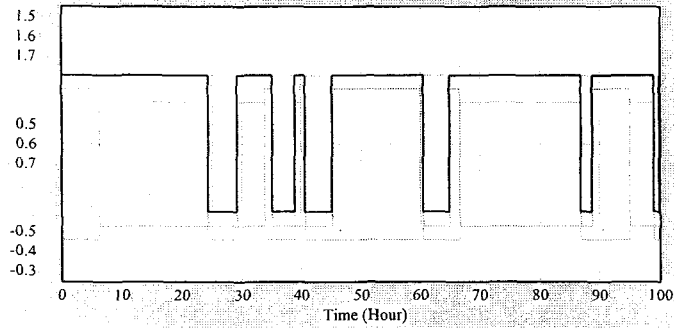
System Dynamics 기법의 활용 (Train의 Reliability)



System Dynamics 기법의 활용 (System의 Reliability)

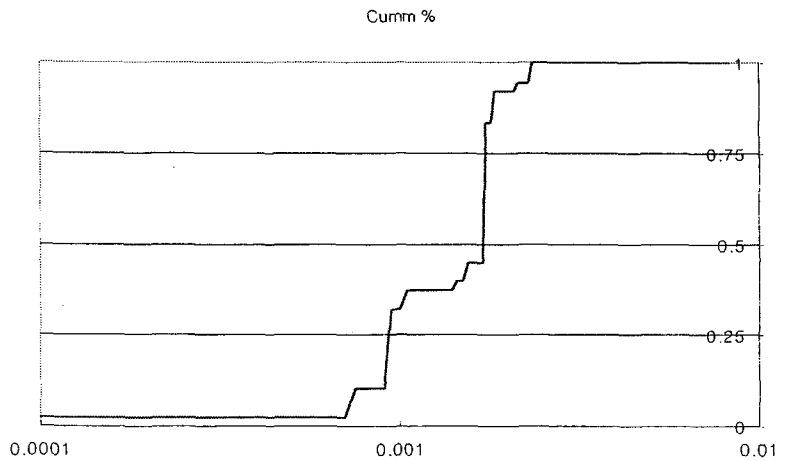


System Dynamics 기법의 활용 (결과)



system success : Test1
 Run State Train A : Test1
 Run State Train B : Test1

System Dynamics 기법의 활용 (몬테칼로 시뮬레이션 결과)



결론

- 장점
 - 각종 Dynamic 특성을 모델화
 - Recovery action 등
 - Hardware뿐만 아니라 다양한 민감도 분석이 가능
 - 절차서 개선, 조직 특성 등
 - 모듈 개념을 활용할 시에 모델화 시간이 절약
 - 기존 방법에 비해 1/2 - 1/10 정도의 노력
 - 다른 전략 모델과의 연계가 가능
- 단점
 - 정성적 Insight를 얻기 어려움
 - 평가 시간이 매우 김.

현재

- 한양대학교 원자력공학과
 - 제우성 교수 실험실
 - PSA Level 1 및 Level 2의 방법론에 대한 연구
- KAIST 원자핵공학과
 - 성풍현 교수 실험실
 - Man-Machine Interface에 대한 연구
- KEPRI
 - 정책연구실
 - 기존 PSA 결과와 전략모델과의 연계