

시스템 신뢰도 예측에서 PRISM 활용 방안

송준엽*, 이승우(한국기계연구원), 장주수(모아소프트)

PRISM method for a system reliability prediction in early design phase

J.Y. Song, S.W. Lee(KIMM), J.S. Jang(MOASOFT)

ABSTRACT

There are many methodologies for doing analysis of system's reliability in early design stage. Among the methods, PRISM is, as compared to MIL-HDBK-217, a newly developed technology but not easy to use. Because PRISM provides models that predict a part failure rate and field database, called EPRD and NPRD that can be combined with prediction models. This paper presents some capabilities of the prediction models in PRISM and usability of EPRD and NPRD database in system level reliability prediction.

Key Words: PRISM, Reliability, Reliability Prediction, Failure Rate, EPRD, NPRD

1. 서론

시스템에 대한 신뢰도 예측은 개발 과정에 있는 시스템의 신뢰도 및 정비도 등을 산출하기 위한 목적 그리고 이러한 예측 값을 통한 시스템의 비용 등을 고려한 운용 방안을 설정하기 위해서이다. 특히 전기 전자 분야의 경우 많은 수의 부품들로 구성된 시스템의 신뢰도 평가 방법은 예측(Prediction) 기법이 주를 이루고 있다. 즉 시험 또는 운용 자료를 이용한 방법을 사용할 경우 막대한 비용은 물론이고 시간적인 문제를 해결할 수 없기 때문이다.

현재 국내는 물론이고 전 세계적으로 가장 많이 사용되는 신뢰도 예측 규격은 MIL-HDBK-217F 이다. 미 국방성에서 제정한 이 규격은 오랜 역사 그리고 실전 장비의 운용 상태에서의 고장 정보를 바탕으로 예측 기법이 구성되어 있다. 그러나 1980 년 말부터 전자 산업의 폭발적인 기술 진보와 반도체 등과 같은 신규 산업의 발전은 MIL-HDBK-217F 이 가진 기술적인 문제를 더욱 부각시키게 하였다. 즉 현재 기술을 설명할 수 있는 요인과 신뢰성과의 관계를 규명하는 데에 한계가 있다는 것이다.

한편 1994 년 미 국방성은 MIL-HDBK-217F 공식적으로 폐기하고 이를 대체할 새로운 규격의 제정 작업에 착수하였다. 즉, 미국의 신뢰성 분석 전문 기관인 RAC (Reliability Analysis Center)를 중심으로 전기 전자 관련 업체들과의 공동 작업으로 PRISM 이란 예측 규격을 만드는 과정에 있으며, 일부 완성된 모델에 대해서는 군 또는 민간 부문에서 활용하고 있으며 점차 확대될 전망이다. 따라서 본 논문에서는 PRISM 이 갖는 신뢰도 예측 기법의

배경과 현재 완성된 모델과 MIL-HDBK-217F 사용된 모델에 대해 비교 검토하고 차이를 설명할 것이다.

2. PRISM

PRISM 의 목적은 서론에 언급한 것처럼 MIL-HDBK-217F 를 보완하는 것이다. 따라서 여기서 언급하는 범 위는 PRISM 이 가진 특징이며 동시에 MIL-HDBK-217F 의 제약 사항이기도 하다.

2.1 PRISM 모델의 범위

현재 완성된 신뢰도 예측 모델은 Capacitor, Resistor, Integrated Circuit, Diodes, Thyristors, Transistor 및 Software 이다. 즉 전자부품의 기술 변화가 급격하게 진행되는 부품에 대한 새로운 신뢰도 예측 모델을 제공한다.

2.2 시스템레벨의 모델링

시스템 레벨에서의 신뢰도 또는 고장률 예측은 다음 Table 1 에서와 같은 요소를 고려한다.

Table 1. Differences of system level

항목	PRISM	MIL-HDBK-217
동작온도	고려함	고려함
비동작온도	고려함	고려함
상대습도	고려함	고려할 수 없음
진동수준	고려함	고려할 수 없음
초기고장률	산출가능	산출불가

Table 1 에 나타난 바와 같이 PRISM 의 가장 큰 특징은 초기 고장률을 산출할 수 있다는 것이며, 새로운 환경 요소인 상대습도, 진동수준 등을 고려하고 있다. PRISM 은 신뢰도 예측방법의 표준이 되는 것을 의도한 것이 아니며, 신뢰도 예측에서 발생할 수 있는 부주의한 부분을 막기 위해서이다.

2.3 부품 레벨의 예측 모델

PRISM 의 부품 레벨의 고장률 예측은 다른 규격과 유사하거나 거의 같다고 볼 수 있다. 즉,

$$(식 1) \lambda_p = \lambda_b f(\pi_i)$$

과 같으며, 기본 고장률에 부품에 인가되는 스트레스 요소를 고려하여 개별 부품에 대한 고장률을 산출한다.

2.4 어셈블리/시스템 레벨의 예측 모델

어셈블리 또는 시스템 레벨의 고장률 예측은 다음 (식 2)와 같다.

$$(식 2) \lambda_p = g(\sum \lambda_p)$$

여기서 (식 2)의 $g(\)$ 는 어셈블리 또는 시스템 레벨의 환경 요소이다. (식 2)가 의미하는 것은 개별 부품의 단순 합이 어셈블리 또는 시스템의 고장률이 아니라는 것이다.

2.5 Process Grades 와 History Data

다른 규격과 비교할 때, PRISM 의 가장 두드러진 특징은 부품 또는 어셈블리의 제조 공정에 관련된 정보를 고려하여 고장률 산출에 이용할 수 있다는 점이다. PRISM 을 이용한 예측 방법은 Parts, Design, Manufacturing, System Management, Wear out, Induced, No Defect Found 등과 같은 공정등급(Process grade)와 함께 기본 신뢰도 추정변경이 가능하다.

또한 과거 유사 부품 또는 같은 부품의 실제 운용상의 고장 자료를 베이지안 (Bayesian) 통계 기법을 활용하여 재 조정 (Adjustment)할 수 있다는 점이다. 이것은 고장률 모델이 가지는 수정 불가능한 부분을 실제 자료를 활용하여 재조정한다는 것을 의미한다.

3. EPRD 와 NPRD

EPRD (Electronic Parts Reliability Data)와 NPRD (Non-electronic Parts Reliability Data) 데이터베이스는

PRISM 모델을 제정하기 위해 수집된 전기 전자 및 기계류 부품의 데이터베이스이다. 즉 단순한 고장률 정보를 제공하는 데이터는 아니고, PRISM 모델을 통해 고장률을 재조정할 수 있는 데이터베이스라고 생각할 수 있다. EPRD/NPRD 에 수록된 데이터는 산업용 부품의 평균 고장률을 반영한다. 특히, 요약 고장률 (summary failure rates)은 다양한 데이터 출처로부터 유사한 부품/어셈블리의 각 고장률의 조합을 근간으로 한 데이터다. EPRD 와 NPRD 는 서로 상보적이고, 이들 데이터 사이에는 중복되는 부분은 없다. Fig. 1 에 EPRD/NPRD 의 신뢰성 데이터 검색 화면을 나타내었다.

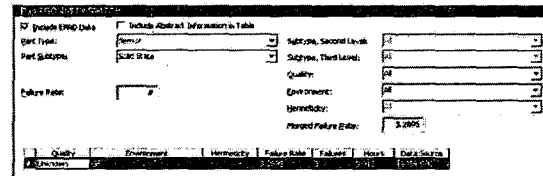


Fig. 1 Retrieving reliability data in EPRD/NPRD

그러나, 이들 데이터베이스는 단독적으로 사용할 때 오류를 가질 수 있다는 것을 고려하고 사용해야 한다.

4. 결론

국내의 경우 대부분의 시스템 설계 엔지니어가 관심을 두는 것은 예측의 정확도이다. 그러나 이것은 잘못된 관심이다. 예측은 예측이기 때문이다.

제 아무리 최첨단의 시험 또는 설계 기법을 동원한다고 해도 예측의 값이 실제와 같을 수 있을 확률은 거의 없다. 예측의 목적은 예측을 통해 설계 및 운용의 방향을 찾는 데에서 그 목적의 타당성을 찾아야 한다.

따라서 본 연구에서는 설계초기단계에서의 시스템신뢰도 예측에 PRISM 예측 모델과 EPRD/NPRD 데이터베이스의 활용방안에 대해 언급하였다. 설계 단계에서의 신뢰도 예측을 통해 추후 실 제작되는 시스템의 신뢰성 향상을 기대할 수 있다.

참고문헌

1. 장주수, 송준엽 외 3 인, 시스템 신뢰도예측 가이드., 교우사, 2004.
2. 김원경, 시스템 신뢰성 공학, 교우사, 1999.
3. 이승우, 한승우, 송준엽 외, "PRISM 을 이용한 PCB 신뢰도 예측," 대한기계학회 춘계학술대회, pp.143-146, 2005.
4. PRISM Handbook, Relex Software Corp, 2001.