

PCB 신뢰도 평가 시스템

Reliability Evaluation System for PCB Management

신창호, 김진영, 전치혁
포항공과대학교 산업공학과

Abstract

A reliability evaluation system for PCB management is developed and tested. Structure of PCB is analyzed and the basic failure rate of each type of PCB is estimated by using part failure rates in MIL-HDBK-217F. The basic failure rates estimated under some environment is then used in estimating the gamma prior distribution. Failure data of PCB is to be inputted in this system, and reliability of each PCB is computed by Bayesian method through the posterior distribution.

This reliability evaluation system is implemented in C programming language, CA-Clipper program for database management and Clipper graphic libraries for Korean and is being tested on 80486-based IBM PC.

1. 서론

제철소의 각종 제어기기, 즉, process computer, PLC, DCS 등의 주요 부품인 PCB의 열화 또는 고장은 제어기기의 작동에 영향을 주고, 생산휴지를 유발하여 궁극적으로 생산품의 품질 및 생산 계획에 차질을 주게 된다. 현재 PCB의 관리 및 정비는 관리자의 감각적 경험에 의존하고 있으며, 이를 위한 체계적인 시스템이 없는 실정이다. 따라서 고장이 발생한 후에야 이를 조치하게 됨에 따라 생산에 큰 영향을 줄 수가 있으며 제어기기의 운용이 비효율적으로 되기 쉽다. 특히 PCB의 수명 예측 또는 신뢰도의 평가가 어려운 것은 종류가 다양하며 열화의 정도가 사용 환경, 즉, 계측기기들이 설치되어 있는 환경에 따라 서로 다르기 때문이다. 이로 인하여 합리적인 사전 정비 시기를 결정하기 어렵고, 이에 따라 긴요한 예비품의 미 확보, 불필요한 예비품의 과잉 확보에 따른 불필요한 비용이 초래되며, 예기치 못한 고장 발생시 막대한 경제적 손실을 초래하고 있다. 그러므로 PCB의 신뢰도를 높은 수준으로 유지하는 것이 요구되며, 이를 위해 PCB의 수명을 예측하여 발생 가능한 고장에 대비함이 필요하다. 이에 따라 고장자료의 관리 분석에 의한 신뢰도 평가가 우선되어야 할 것이다. 축적된 고장자료를 분석하고 PCB의 수명 분포를 예측, 효과적인 사전 정비 및 정기 검사 시기를 결정하고 적절한 예비품 목록을 미리 확보함으로써 고장 발생시의 최소화 또는 고장 발생시 정비 시간을 단축시켜 궁극적으로는 경제적 손

실을 최소화 할 수 있는 효율적인 신뢰도 모형의 구축이 요구된다.

최근들어 전자부품을 비롯한 전자시스템의 신뢰도 예측에 대한 관심이 고조되고 있다. 전자시스템에 대한 신뢰도 예측기법으로는 MIL-HDBK-217, Bellcore RPP, NTT Procedure, British telecom HRD4, CNET procedure, Simens procedure 등 현재 6가지 정도가 많이 사용되고 있다.(Bowles (1992)) 이들 예측방법들은 신뢰도 예측에 있어 평가의 타당성, design의 상호비교, 잠재적인 신뢰도 문제의 구별, 수명주기 및 비용분석등을 위한 기초자료등 많은 부문에서 필요성이 점차로 대두되고 있고, 이러한 부문에서 정확한 신뢰도 예측은 결정적인 결론을 유도할 수 있으므로 매우 중요하다.

이러한 기법들은 전자부품들의 전반에 걸쳐 다루고 있지만, 특히 microelectronics 장치에 중점을 두고 있다. 그러나, 현장의 적용시 정확성의 결여, 예측모델의 단순화, 초기고장의 배제, 단순한 점추정치, 시간에 따른 고장률 변화를 반영하지 못하는 등의 문제점을 가지고 있다.(Blanks (1988))

본 연구에서는 전자시스템의 신뢰도 분석에 있어 가장 많이 사용되고 있는 MIL-HDBK-217F (DoD (1991))의 부품신뢰도 자료를 이용하여 PCB의 신뢰도를 평가하는 시스템을 구축한다. PCB가 사용되고 있는 시스템의 구조를 분석하고, PCB를 각 구성 부품별로 세분화하여 MIL-HDBK-217F의 자료를 이용하여 기본고장률을 산출하고, 이를 각 환경요인별로 분류한 후 감마사전 확률분포의 추정 에 사용한다. 이를 베이지안 기법을 통하여 사후확률분포를 유도해 내고, 고장률과 관련된 점추정치의 보완을 통해, 이를 바탕으로 다음고장까지의 시간에 대한 예측분포를 유도해 낸다. 이런 방법들의 실제 적용을 위해 제철소의 제어시스템중 Melco사의 Melcom 350-60/500의 PCB신뢰도 분석을 위한 전산시스템을 구축해 보았다.

2. Mil-Hdbk-217 F " Reliability Prediction of Electronic Equipment "

여기서 언급하는 PCB는 각종 전자부품들로 이루어진 board를 일컫는다. 따라서, PCB의 신뢰도 예측을 위해서 전자부품및 전자시스템의 예측기법을 먼저 살펴보기로 한다.

Mil-Hdbk-217은 확립된 절차에 따라서 미국방성이 개발한 것으로 1960년대초 신뢰성 공학의 새로운 지침으로 시작되어 국방성의 모든 기관에 의하여 사용이 승인되어 있다. 그 이후로 RADC (Rome Air Development Center) 에 의해 개정, 발간되어 왔다. 현재 전자시스템의 신뢰도 예측기법들 중에서 가장 많이 사용되고 있으며, 이유는 MIL-HDBK-217은 전자장치의 대부분에 대해서 가장 많이 다루고 있기 때문이다. MIL-HDBK-217은 여러 전자부품에 대하여 고장률의 모델을 제시하고 있는데, 산업체또는 상용적인 목적에 사용되고 있다. 수년동안 MIL-HDBK-217은 군사적인 용도로는 말할 것도 없고 일반응도에서 핵 발전소의 신뢰도 예측등 다양하게 적용되어 왔다.(George (1992)) MIL-HDBK-217을 비롯한 신뢰도 예측기법들은 실제 경험data에 근거하여 신뢰도를 비교하는 기준을 제시하여 주고, 여

러가지 stress 영향과 다른 요인들의 영향을 정량적으로 나타내는데 유용하다. 그리고 신뢰도의 정확한 예측보다는 신뢰도의 비교, 민감도 분석의 관점에서 유용하며, 이 신뢰도 예측기법을 통해 예측된 신뢰도의 값은 신뢰도의 목표치로 사용될 수 있다.

2.1 MIL-HDBK-217의 기본가정

MIL-HDBK-217의 신뢰도 예측은 다음과 같은 주요 4가지 가정에 근거를 두고 있다. (O'Connor (1983))

1) 열화에 따른 고장률은 온도와 관련된 Arrhenius Model 에 의해 설명된다.

$$\lambda_p(T_J) = \lambda_p(T_R) \exp[A(T_R^{-1} - T_J^{-1})], \quad A = E_a/K$$

λ_p : part failure rate

T_J : operating (junction) temperature

T_R : reference temperature

E_a : activation energy for the main failure generating process

K : Boltzmann's constant

2) 고장률은 전반적인 환경조건에 관계된다. (Airborne, Space Flight, Ground Mobile 등)

3) 고장률은 복잡성(Complexity) 에 관계된다. (Gate count, Package complexity)

4) 고장률은 시간에 따라 변하지 않는다. 즉, 일정한 고장률을 갖는다.

즉, 시간 t 에서의 신뢰도는 $R(t) = \exp(-\lambda t)$ (λ : 고장률) 와 같이 표현된다. 이는 모든 부품들의 고장간 시간이 서로 독립이고 동일한 지수분포를 따른다는 가정에 바탕을 둔 것이다. 이러한 가정하에서 각각의 부품들이 직렬로 작동한다고 하면 상위 level의 시스템의 고장률은 각 하위 부품의 고장률의 합으로 표현된다.

MIL-HDBK-217은 고장률 모델을 사용하고 있고 일정하고 평균적인 stress level(온도, 전압등)에 근거를 둔다. 이것은 고장을 유발할 수 있는 일시적인 overstress, stress cycling과 그 밖의 예기치 못한 유발적인 요인들을 설명해 주지는 못한다.

2.2 MIL-HDBK-217의 고장률 모델

MIL-HDBK-217에는 두가지의 신뢰도 예측을 위한 고장률 모델이 있다. (Klion (1992))

2.2.1 Parts count method

Parts count method는 part type(즉, Resistor, Capacitor, Transistor, IC 등)별 총 부품수에 근거하여 신뢰도를 예측한다. 이 기법은 신뢰도 예측의 구체적인 자료가 충분치 않고 각 요인들에 대한 세부지식이

없을때나 가능하면 신속한 신뢰도의 예측이 필요한 경우, 그리고 자료가 한정되었을 경우등에 주로 사용된다.

microelectronics 장치 (ICs) 에 대하여 다음과 같은 고장률 모델을 제시한다.

$$\lambda = \lambda_G \pi_Q \pi_L$$

λ : 기본 고장률

π_Q : quality factor

π_L : learning factor

λ_G : complexity, environment등을 고려한 base(generic) 고장률

고장률은 field data 혹은 경험적인 test에 의한 data에 근거한다. Parts count 기법의 가정은 모든 부품들이 직렬로 연결되어있다고 가정한다. 그것은 하위 부품들 중 하나의 고장이 상위 장비의 고장을 일으킴을 의미한다. 그러므로, 장비(equipment)의 총고장률, λ_o , 는 하위 부품들의 고장률의 합으로 표현된다.

$$\lambda_o = \sum_{i=1}^N f_i \lambda_{pi} \pi_Q$$

λ_{pi} : 부품 class i 의 고장률

f_i : 장비의 부품 class i 에 속하는 부품들의 수

π_Q : quality factor

N : 장비를 구성하는 부품 class의 수

2.2.2 Parts stress model

Parts stress model은 각 부품들의 특성과 작동 인자들에 대해서 더욱 자세히 반영하고 있는데, stress, 사용환경, 품질수준, 온도, Complexity, 전압등의 적용에 대한 영향을 나타내는 고장률의 계산을 제공한다. microelectronics 장치(ICs)에 대하여 다음과 같은 고장률 모델을 제시한다.

$$\lambda = \pi_Q [C_1 \pi_T \pi_V + C_2 \pi_E] \pi_L$$

π_T : temperature acceleration factor

π_V : voltage stress factor(not used in MIL-HDBK-217F)

π_E : environment factor

π_L : learning factor

C_1, C_2 : device/package complexity factor

3. 베이지안 기법에 의한 PCB의 신뢰도 예측

Pecht, Kang(1988)은 PCB 신뢰도 예측을 위하여 앞절에서 언급한 parts count method와 parts stress method를 이용해 PCB 구성부품들의 고장률을 산출한 다음 3가지 환경조건과 몇가지 사용온도 조건에서 PCB의 고장률을 산출하였고, Pecht, Palmer, Schenke(1987) 등은 PCB 구성부품의 교체시기 연구를 위해 마찬가지로 위의 두가지 방법을 사용하였다.

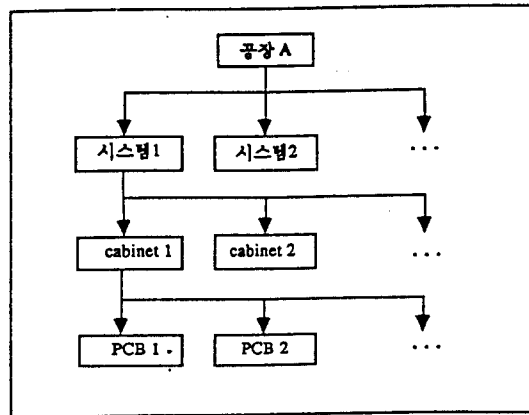
기존의 예측방법은 대부분의 system에서 초기 2.3년 동안의 고장은 배제하고, 단순한 점추정치를 제공하고, 시간에 따른 열화 정도를 고장률의 변화에 반영하지 못하는 등의 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 베이지안 기법을 사용함으로써 PCB의 신뢰도 예측을 위해 대표값으로의 점추정치보다 고장률의 분포를 추정하여 보다 효과적인 신뢰도 예측을 가능하게 한다. 베이지안 기법에서는 PCB의 고장률에 대한 uncertainty를 확률분포로 표시함으로써 신뢰도 함수를 제시한다.

3.1 시스템의 구조파악

제어시스템중 공정제어 (tracking, 물류 추적) 및 modeling control을 담당하고 있는 Melcom 350-60/500을 비롯한 전산기 제어시스템은 5-8대의 cabinet으로 구성되어 있고, 각 cabinet은 수십개씩의 PCB로 구성되어 있다. 그리고 Melcom 350-60/500또한 한 공장내에 여러대가 분산 배치 되어있다.

이를 그림으로 나타내면 <그림 1>과 같으며, 공장 A내에는 7대의 시스템이 배치되어 있는데 그 중 5대가 운용을 하고 있고, 2대는 backup용으로 사용되고 있다.



<그림 1> 제어시스템 계층도

따라서 적절한 PCB의 신뢰도 예측을 위해서는 이런 system의 구조에 따른 각 PCB의 이력관리가 필요하다.

3.2 부품분류

제어기기 공급업체에서 제공하는 PCB 관련 도면의 Part list로부터 해당 PCB를 구성하고 있는 부품을 파악할 수 있다. MIL-HDBK-217F에서 제시되어진 여러 부품군에서의 기본 고장률 자료를 각 PCB의 part list에 적용하였다. 본 연구에서는 IC(bipolar), IC(MOS), ROM, SRAM, DRAM, Diode, OPTO-Electronics, Transistors, Resistors, Capacitors, Inductive devices, Crystal, Lamp, Electronic-filter, Relays, Switches, Connectors, Fuses, Rotating Devices 등 19가지로 분류하였다. 즉, PCB는 주로 위의 부품들로 구성되어 있다.

3.3 기본고장률 계산

우리가 각 PCB의 Part list로부터 얻을 수 있는 자료는 각 부품의 종류와 사양, 갯수 등으로 자세한 정보를 얻을 수 없다. 따라서 부품들의 stress에 관한 정보들이 사용되기 이전인 시스템의 초기과정에서는 Parts count method가 많이 사용된다. PCB의 기본 고장률 계산은 Part list로부터 얻은 PCB의 부품별 분류를 통해 각 부품의 type, 사용환경(Ground Benign, Ground fixed, Airborne Inhabited Cargo...), 각 부품의 갯수등이 input data가 되어 MIL-HDBK-217F의 part count method를 이용해 산출한다. 즉 PCB가 각각 주어진 사용환경에 따라 기본 고장률이 계산된다.

$$\lambda_{PCB} = \sum_{i=1}^N f_i \lambda_{gi} \pi_{Qi}$$

λ_{PCB} : PCB의 고장률(failures/10⁶ hr)

λ_{gi} : 부품종류 i의 Generic failure rate (failures/10⁶ hr)

π_{Qi} : 부품종류 i의 quality factor

f_i : 부품종류 i의 부품 수

N : 부품종류 수(여기서는 N=19)

한 PCB에 대하여 계산된 기본고장률은 다음 <표 1>과 같다. 사용환경은 MIL-HDBK-217F에 14 종류가 있는데 여기서는 Gb(Ground benign), Gf(Ground fixed), Gm(Ground mobile), Ns(Naval sheltered), Nu(Naval unsheltered)에 국한하여 다루었다. π_Q 에 대한 정보가 없을 경우에는 통상 1로 간주한다.

Parts count method를 사용함으로써 PCB의 각 부품들 간의 특성, 위치, 기능, 전기적 접속정도는 신뢰도 계산에 영향을 미치지 않는다.

<표 1> PCB의 기본고장률 산출 예

PCB명 : NPX01864

Part	Quantity	Gb	Gf	Gm	Ns	Nu
Capacitor	155	0.00078	0.0022	0.013	0.0056	0.023
Diode(LED)	5	0.00047	0.0012	0.0035	0.0025	0.0077
IC (bipolar)	244	0.0038	0.012	0.024	0.024	0.035
SRAM(mos)	16	0.0079	0.022	0.038	0.034	0.05
ROM(mos)	9	0.0047	0.018	0.036	0.035	0.053
module Resistor	2	0.0023	0.0066	0.031	0.013	0.055
film Resistor	3	0.0014	0.0031	0.013	0.0061	0.023
Switch	2	0.06	0.12	0.9	0.48	1.6
Delay Line	1	0.0034	0.013	0.052	0.021	0.087
Failure rate (failures / 10 ⁶ hr)		1.30025	4.0579	10.7425	8.6078	16.8315

3.4 PCB 고장률에 대한 사전확률분포

앞절에서 언급한 기본 고장률들은 PCB 고장률에 대한 사전확률분포를 구하기 위한 자료로 활용된다. PCB의 고장간 시간은 고장률 λ 가 주어졌을 때 다음과 같이 지수 분포(Exponential distribution)를 따르는 것으로 가정한다.

$$x_i | \lambda \sim \text{Exp}(\lambda)$$

또한, 사전확률분포(prior distribution)는 다음과 같이 감마분포(Gamma distribution)으로 가정한다.

$$\lambda \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta)$$

$$p(\lambda) = \frac{\beta e^{-\beta\lambda} (\beta\lambda)^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)}$$

여기서 α, β 는 사전확률분포의 모수로서 알려져 있지 않아 각 환경별 PCB의 기본 고장률들을 표본으로 하여, 표본평균을 모평균으로, 표본분산을 모분산으로 등식화하는 모멘트방식 (Method of Moments)을 사용해 추정한다. 즉, 환경에 따른 기본고장률의 표본 평균을 $\bar{\lambda}$, 표본분산을 s^2 이라 할 때 다음과 같은 식으로부터 모수를 유도해 낸다.

$$\bar{\lambda} = \frac{\alpha}{\beta}, s^2 = \frac{\alpha}{\beta^2}$$

3.5 PCB 고장률에 대한 사후확률분포

베이지안 기법의 한 강점은 새로운 데이터가 관측될 때 마다 기존의 분포를 새롭게 수정(updating) 할 수 있다는 것이다. 이와같이 수정된 분포를 사후 확률 분포(posterior distribution)이라 한다. 일반적으로 사후 확률 분포는 다음과 같은 베이즈 법칙(Bayes'rule)에 의하여 구해진다. 데이터 x에 따라 변수 λ 에 대한 사후 확률 분포는 다음과 같이 계산된다.

$$p(\lambda | x) = \frac{p(x | \lambda) \cdot p(\lambda)}{p(x)}$$

본연구의 경우 고장시간 자료 x를 가지고 있다고 할때 사후 확률 분포는 다음과 같다.

$$\lambda | x \sim \text{Gamma}(\alpha + 1, \beta + x)$$

따라서 $\alpha' = \alpha + 1, \beta' = \beta + x$ 라고 하면 새로운 고장 자료를 관측하였을 때마다 α 대신 α' 를 β 대신 β' 를 사용하면 위와 같이 계속적으로 모수를 수정할 수 있다.

<표 2>에서는 <표1>의 기본고장률을 바탕으로 α, β 모수를 추정하고 고장data에 의해서 사후분포의 파라미터가 update되는 것을 보여 준다.

<표 2> 사후확률분포의 파라미터 Update
PCB명 : NPX01864

i th Failure	Alpha	Beta
0	1.864735	0.2193236
1 (7년)	2.864735	0.2199368
2 (5년)	3.864735	0.2203748
3 (4년)	4.864735	0.2207252
4 (5년)	5.864735	0.2211632

(괄호안의 숫자는 이전고장에서 다음고장까지의 경과된 시간임.)

3.6 고장시간의 예측분포

고장자료 x를 관측한 후 다음번 고장까지의 시간 y에 대한 예측 분포(Predictive distribution)는 관측이 불가능한 λ 를 적분 소거함으로써 다음과 같이 closed form으로 간단히 구할 수 있다.(전치혁 외 (1993) 참조.)

$$\begin{aligned}
 p(y | x) &= \int p(y | \lambda) \cdot p(\lambda | x) d\lambda \\
 &= \left(\frac{\beta'}{\beta' + x} \right)^{\alpha'} \left(\frac{\alpha'}{\beta' + x} \right)
 \end{aligned}$$

3.7 신뢰도 계산

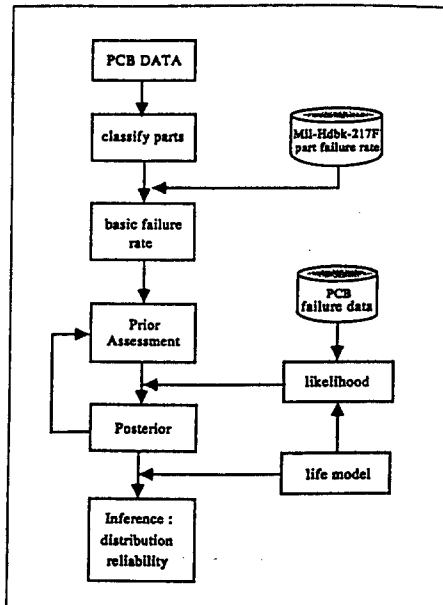
다음 고장시간까지의 예측분포가 위와같은 분포를 따르고 있으므로 시간 t 까지 고장이 발생하지 않을 확률인 신뢰도 $R(t|x)$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 R(t | x) &= p(y > t | x) = \int_t^{\infty} p(y | x) dy \\
 &= \left(\frac{\beta'}{\beta' + t} \right)^{\alpha'}
 \end{aligned}$$

따라서, 신뢰도 함수 역시 새로운 고장자료가 관측될때 마다 수정된 모수 α, β 를 위와같이 사용하여 update 되고있다.

4. 시스템 구현 및 실행예

앞에서 언급된 이론을 바탕으로 Melco사의 Melcom 350-60 / 500 제어시스템의 PCB 신뢰도 예측 시스템을 구현해 보았다. 시스템 개발을 위해 C언어와 데이터 베이스는 CA-Clipper 2.2 를 사용하였고, 그래픽 사용자 환경을 위해 클리퍼 한글 그래픽 라이브러리를 사용하였다. 전체적인 시스템의 흐름은 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 전체적인 시스템 흐름도

4.1 대상시스템의 Database 구조

Database 구조는 크게 Data 처리 부문과 Hierarchy 부문으로 나눌 수 있다. Data 처리 부문은 Hierarchy 뿐만 아니라, Parts list, 환경별 기본고장률, 파라미터, 고장 정보등을 담고 있다. Hierarchy 부문은 Data Data 부문의 자료의 코드화를 위해 3.1 절의 구조를 담고 있다. Database화된 PCB 자료와 고장자료에 대한 조회와 갱신 작업을 위해 인덱싱 되어 처리된다. 자세한 구조와 Database 화일의 내용은 다음의 <그림 3>, <그림 4>, <그림 5>와 같다.

4.2 PCB 자료관리 부문

PCB에 관한 Parts count lists 를 입력함으로써 기본고장률을 생성하고 필요시 검색하는 루틴이다. 이때 Part의 분류는 MIL-HDBK-217F를 이용하였고 부품분류는 3.2 절에서 언급한바와 같이 19가지로 하였다.

기본고장률의 계산을 위한 Parts list를 입력하면 Gb, Gf, Gm, Nu, Ns 의 각 환경별로 기본 고장률이 계산된다. 또한 검색은 전체적 구조를 통해 계층적으로 검색하는 방법과 PCB ID에 의한 검색의 두가지 방법을 택함으로써 보다 쉬운 검색이 가능하다. <그림 6>은 PCB자료의 초기 입력상황을 보여주고, <그림 7>는 한 작업장, 한 시스템, 한 캐비닛의 PCB들의 부품 구성과 각 사용환경별 고장률과 평균 고장률을 나타낸다. 그리고, <그림 8>은 PCB ID별 조회를 나타낸다.

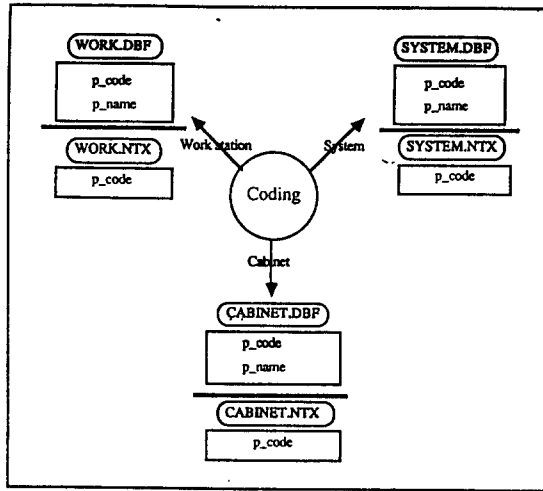
4.3 고장 자료관리 부문

각 PCB 별로 고장데이터를 입력하면 동시에 베이지안 기법을 이용하여 파라미터가 Update되고, 각 PCB에 대하여 고장이력을 관리함으로써 어느 작업장, 어느 시스템, 어느 캐비닛에서 고장이 자주 발생하는지, 그때의 고장 원인은 무엇이고, 대책은 어떠한지를 알수있다. 고장자료의 검색은 PCB ID에 의한 검색과 고장날자에 의한 검색 두가지가 있다.

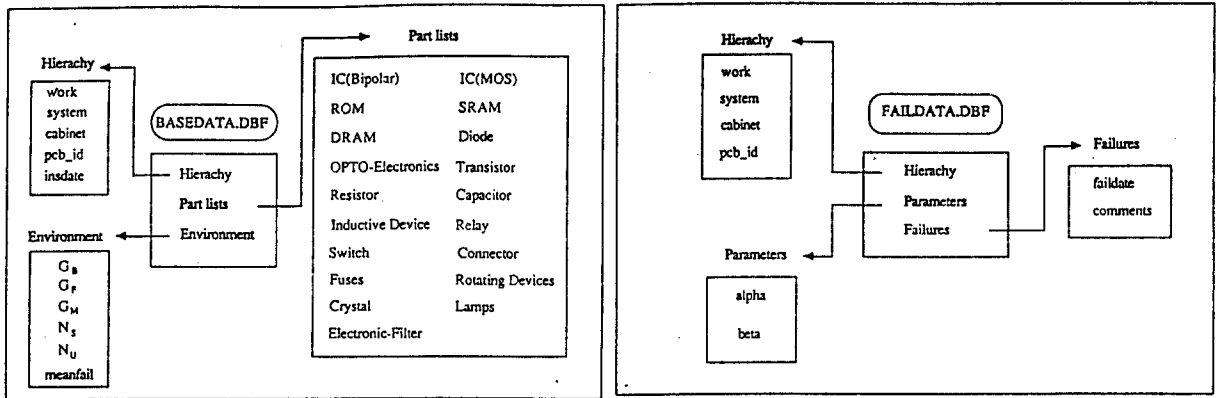
<그림 9>은 고장 Data의 입력 상황을 나타내고 있으며, <그림 10>은 PCB ID별로 고장자료의 조회를 나타내고 있다.

4.4 신뢰도 계산 부문

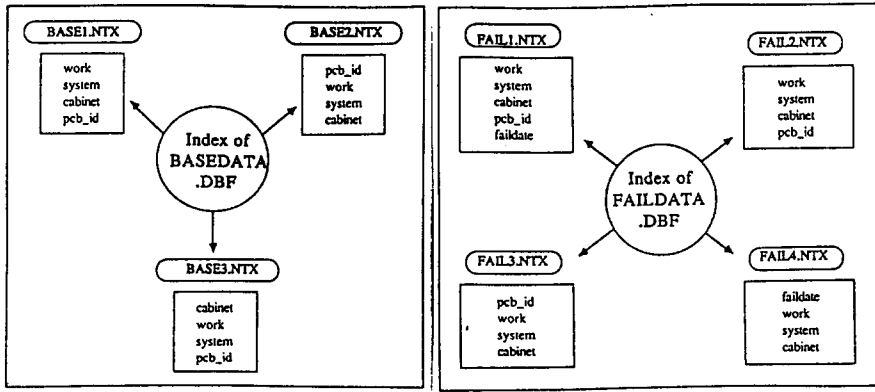
PCB 의 초기 입력된 자료와 고장 자료로부터 베이지안 기법을 통해 Update된 파라미터를 이용해 사후확률분포그래프, 평균고장률, 신뢰도 그래프, 특정기간의 신뢰도, 다음고장까지의 시간분포의 그래프, 평균고장시간 등 신뢰도에 관한 여러가지 자료를 나타낸다. 신뢰도 예측 결과는 다음 그림과 같다. <그림 11>은 사후확률 분포의 그래프를 나타내고 있으며, <그림 12>는 신뢰도 그래프와 특정기간의 신뢰도를 나타내고 있다. 그리고, <그림 13>는 다음고장 까지의 시간분포의 그래프와 평균고장 시간을 나타낸다.



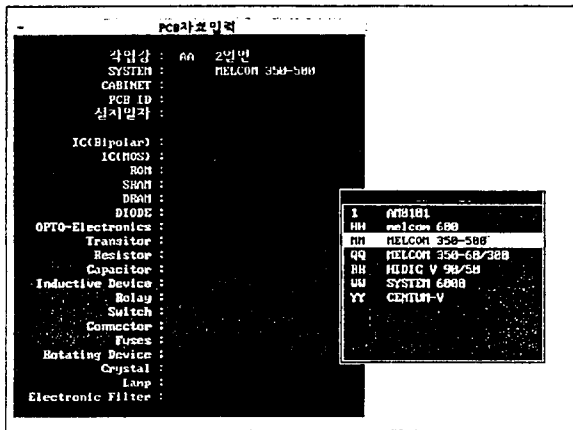
<그림 3> Hierarchy 의 Code화



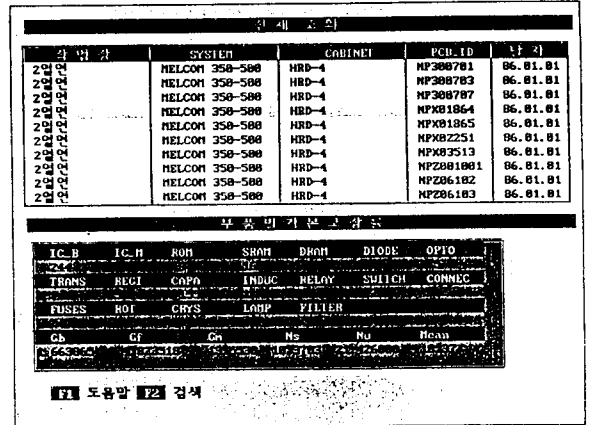
<그림 4> Database 파일의 내용



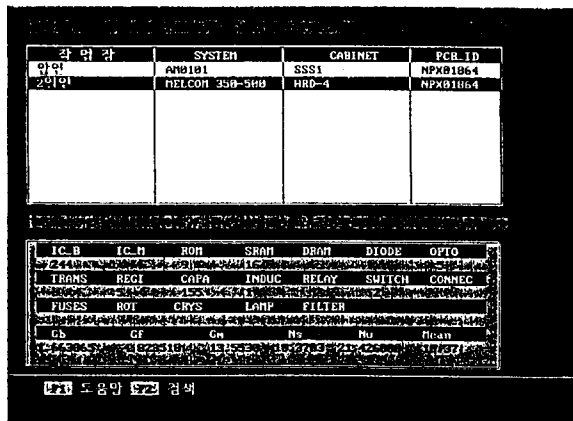
<그림 5> Database 파일의 Index



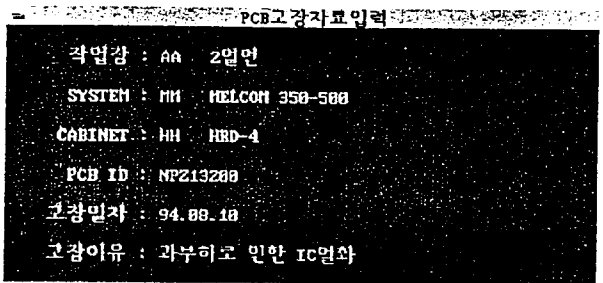
<그림 6> PCB 자료의 초기 입력화면



<그림 7> PCB의 계층별 자료 조회



<그림 8> PCB ID 별 자료 조회

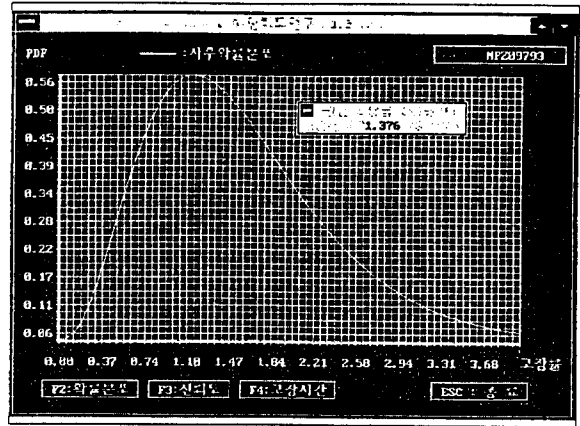


<그림 9> 고장데이터의 입력화면

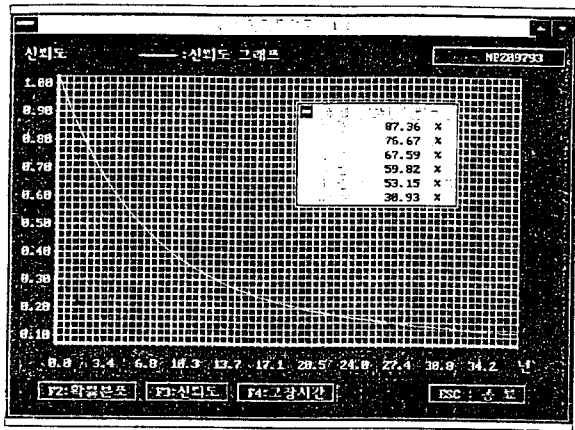
과목명	SYSTEM	CABINET	PCB-ID	고장일자
2일전	HELCON 350-500	HRD-4	NPX02251	06.01.01
2일전	HELCON 350-500	HRD-4	NPX02251	06.10.13
2일전	HELCON 350-500	HRD-4	NPX02251	06.11.13
2일전	HELCON 350-500	HRD-4	NPX02251	02.05.15
2일전	HELCON 350-500	HRD-4	NPX02251	04.00.01

고장자료		
ALPHA	BETA	DESCRIPTIONS
4.065600	2.516660	공급전선LINE에 NOISE잡음

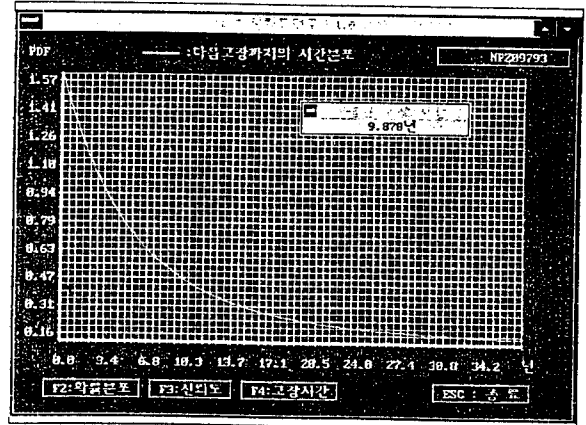
<그림 10> PCB ID 별 고장자료의 조회



<그림 11> 사후 확률 분포



<그림 12> 신뢰도



<그림 13> 다음고장까지의 시간분포

5. 결론 및 추후연구

위와 같은 연구를 통하여 제어시스템의 PCB 신뢰도 및 이력관리를 위한 전산 시스템을 구축함으로써 PCB에 대한 고장 자료분석, 수명예측, 신뢰도 관련 지표의 산정등 체계적이고 합리적인 PCB 관리가 가능하다. 추후에는 각 부품들의 특성 및 작동인자(예: stress, 사용온도, complexity) 등 자세한 PCB 데이터로부터 기본고장률을 얻음으로서 더욱 정확한 모수 추정이 이루어져야 할 것이고, 각 PCB의 신뢰도를 ordering 하여 집중관리 대상이 되는 PCB를 구별해야 한다. 집중관리 대상의 PCB의 수명분포를 예측, 효과적인 사전정비 및 정기검사 시기를 결정하고 적절한 예비품목을 사전에 확보함으로써 고장발생의 최소화 또는 고장발생시 정비시간을 단축시켜 궁극적으로는 경제적 손실을 최소화할 수 있는 신뢰도 시스템의 구축이 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 산업과학기술연구소를 통한 포항제철 계약과제 93B196에 의해 지원되었으며, 한국과학재단 ERC인 지능 자동화 연구센터에 의해 부분적으로 지원되었음.

참고 문헌

- 전치혁, 양희중, 장수영, 정의승, 임혜란, " 베이지안 기법에 의한 임무 신뢰도 예측 ", 한국경영과학회지, 18 권 1호, 1993, pp. 71-78
- Blanks H. S., " Reliability Prediction: A Constructive Critique of Mil-Hdbk-217E ", *Quality & Rel. Eng. Intern.*, Vol. 4, 1988, pp. 227-234
- Bowles J. B., " A Survey of Reliability Prediction Procedure for Microelectronic Devices ", *IEEE Trans. Reliability*, Vol.41, 1992 March, pp. 2-12
- Department of Defence, MIL-HDBK-217F, Superintendent of Document, Washington D.C., 1991
- George F. Watson, " Mil Reliability: A New Approach ", *IEEE Spectrum* 46, 1992 August, pp.46-49
- Klion J., *Practical Electronic Reliability Engineering*, Van Nostrand Reinhold, 1992
- O'Connor P.D.T., " Microelectronic System Reliability Prediction ", *IEEE Trans. Reliability*, Vol.32, 1983 April, pp. 9-13
- Pecht M. and Kang W.C., " A Critique of Mil-Hdbk-217E Reliability Prediction Methods ", *IEEE Trans. Reliability*, Vol.37, 1988 December, pp. 453-457
- Pecht M., Palmer M., et al., " An Investigation into PWB Component-Placement Tradeoffs ", *IEEE Trans. Reliability*, Vol. 36, 1987 December, pp. 524-527