
야전 운용자료를 이용한 대함유도탄의 신뢰도 분석 연구

김석곤* · 왕영진* · 김용진* · 김성욱* · 이인현** · 이기서***

A Study on the Reliability Analysis of Anti-ship missile using Field Data

Seok-Kon Kim* · Young-Jin Wang* · Yong-Jin Kim* · Sung-Ouk Kim* · In-Hyun Lee** · Key-Seo Lee***

요 약

미국을 비롯한 선진국들은 배치 운용중인 개발 무기체계의 야전 운용자료를 수집 분석하여 신뢰도 유지여부를 확인하고 설계 재반영, 군수지원 요소 최적화를 위한 기초 경험자료 등으로 잘 활용하고 있으나 국내에서는 적용이 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 국내 연구개발후 함정에 배치 운용 중인 OO대함유도탄을 대상으로 최근 6년간 OOO발에 대한 구성품별 고장현황 등이 포함된 야전 운용자료를 수집하여 Weibull++ v7 소프트웨어에 입력후 모수적 추정방법을 이용하여 신뢰도를 분석하였다. 분석결과를 개발단계에서 분석된 유도탄과 구성품별 MTBF와 비교하여 초기신뢰도 유지여부를 분석하였고, 고장패턴과 검사주기 적절성도 확인하였다. 도출결과를 개발기관 및 품질보증기관, 제작사에 환류하여 RCM 분석을 통한 초기 신뢰도 회복 조치 및 총수명주기 유지보수비가 절감되도록 정비정책에 대한 개선방안을 제시하였다.

ABSTRACT

In this paper, age exploration of OO anti-ship missiles which were deployed on RoKN ships were analysed using parametric estimation method. Additionally, Life distribution and failure pattern of OO anti-ship missile were analysed by using field data such as collected inspection, fail, maintenance record for 6 years. Storage failure and MTBF of missile and components were analysed by using reliability analysis s/w Weibull++ v7. The results were compared with maintenance policy including periodic inspection and MTBF which were analysed during development phase. Finally, the suggested methodology using field data analysis of oo anti-ship missile will be applied on re-establishment of maintenance policy of OO anti-ship missile for TLCSM(Total Life Cost System Management) effectively.

키워드

Anti-ship missile, Field Data, Reliability, parametric estimation method, MTBF
대함유도탄, 야전 운용자료, 신뢰도, 모수적 추정방법, 검사주기

* 광운대학교 방위사업학과(ksk408@lycos.co.kr)

* 광운대학교 방위사업학과(wang2060@naver.com)

* 광운대학교 방위사업학과(ky43jin01@naver.com)

* 광운대학교 방위사업학과(ksu3675@empal.com)

** 광운대학교 로봇학부(inleex@gmail.com)

*** 교신저자 : 광운대학교 로봇학부(kslee@kw.ac.kr)

접수일자 : 2011. 10. 07

심사(수정)일자 : 2011. 11. 28

게재 확정일자 : 2011. 12. 12

I. 서 론

최근 국방부는 국방운영의 효율성 향상을 위한 총수명주기체계관리(TLCSM : Total Life Cycle System Management)를 시행하고 있다. 이 제도의 최종 목표는 무기체계를 적기에 획득할 뿐만 아니라, 획득 과정에서 운영유지성과 정비성, 신뢰성을 향상시키고 운용단계에서 군수소요를 절감하면서 최소의 운영유지비로 신뢰성을 보장하는 것이다.

무기체계 개발단계에서 개발기관은 신뢰도 중심정비(RCM : Reliability Centered Maintenance) 업무분석을 통해 최소의 비용으로 무기체계의 고유 신뢰도와 안전성, 가용도를 운용단계부터 폐기할 때까지 유지할 수 있도록 정비계획을 개발한다. 또한, 무기체계의 구성품별 신뢰도(고장률, MTBF) 예측값을 분석하여 검사 및 정비주기와 초도수리부속 확보량 등을 산정한다. 그러나 우리나라는 대부분의 무기체계의 연구개발비와 개발기간이 제한됨에 따라 미국 등 선진국만큼 기술 및 운용시험 평가를 하지 못하므로 충분한 시험결과를 얻는데 제한이 따른다. 이에 따라 전력화 배치 이후 장비 운용 간 초도수리부속 적중률 저하, 정비계단 불일치 등과 같은 종합군수지원요소에 대한 최적화가 미흡하다.

무기체계 운용단계에서 야전에 배치된 장비의 실제 운용 간에 발생한 각종 자료들은 통제되지 않는 상황에서 발생된 자료의 특성상, 자료 처리와 분석에 시간이 오래 걸리고, 시험자료와 동일한 수준의 상세한 정보를 얻기가 어렵다[1]. 그러나 운용하는 동안에 필연적으로 발생되므로 저비용으로 수집이 가능하고, 무엇보다 실 운용 환경 및 형태를 현실적으로 반영하는 자료라는 점에서 높은 가치를 갖는다[2]. 미국을 비롯한 선진국들은 운용자료를 시험 설계, 시험결과와 현실 부합성 확인, 군수지원 요소의 최적화를 위한 기초 경험자료 등으로 잘 활용하고 있으나 국내에서는 적용이 미흡한 실정이다[1].

본 논문에서는 국내에서 연구개발되어 함정에 배치 운용 중인 OO대함유도탄에 대해 최근 6년간 OOO발에 대한 검사결과, 즉 고장현황과 구성품별 고장개수 등이 포함된 야전 운용자료를 정리하여 Weibull++ v7 소프트웨어에 입력하고, 모수적 추정방법을 이용하여 신뢰도를 분석하였다. 분석결과를 개발단계에서 분석

된 유도탄과 구성품별 MTBF를 비교하여 신뢰도 유지여부를 확인하였다. 또한, 개발단계에서 신뢰도를 기준하여 설정된 유도탄 검사주기의 적절성을 분석하여 개선방안을 제시하였다.

II. 모수 추정 방법

일반적으로 부품 및 시스템의 신뢰성 평가 및 신뢰성 보증시험에 이용되는 데이터는 계량형 데이터(variable data)와 계수형 데이터(attribute data)로 구분할 수 있다[3]. 계량형 데이터는 길이, 질량, 고장시간과 같이 연속적으로 측정할 수 있는 데이터를 나타낸다. 계수형 데이터는 생산품의 불량개수 및 비파괴 검사를 통해 얻어지는 결점 개수 등과 같이 검사(inspection)를 통해서 확보할 수 있는 성공개수 및 실패 개수로 표현되는 데이터를 나타낸다[4]. 계수형 데이터는 검사 대상인 시스템에 대한 주기적인 비파괴 검사를 통해 얻을 수 있는 구간데이터(interval data)와 단 한 번의 파괴적인 검사를 통해 얻게 되는 가부반응 데이터(quantal-response data)로 나눌 수 있다. 유도탄을 비롯한 탄약, 우주발사체, 자동차용 에어백 등과 같은 시스템은 성능이 성공 혹은 실패로 나타나는 이진(binary) 특성을 가지며, 1회 사용 후 임무를 완료하는 일회성(one-shot)시스템이다[5]. 일회성 시스템은 대상시스템에 대한 주기적인 성능평가가 불가능하기 때문에 가부반응 데이터를 이용하여 신뢰도를 평가한다[6].

OO대함유도탄의 야전 운용자료는 계량형 데이터로써 신뢰도 분석을 위해 수명분포를 가정한 모수적 방법을 이용할 수 있다. 모수 추정 방법들 중에서 일반적으로 많이 사용하는 방법은 최소자승법(LSE: Least Square Estimation)과 최우추정법(MLE: Maximum Likelihood Estimation)이다. 최소자승법은 확률지상에서 고장 데이터의 점과 그 점에 적합한 직선과의 거리의 제곱의 합이 최소가 되는 모수를 추정하는 방법이다. 본 분석에서는 최우추정법을 사용하게 되는데 이 방법은 우도함수(likelihood function)의 값을 최대로 하는 데이터 세트에 대하여 가장 가능성이 높은 모수 값을 구하는 방법이다. 예를 들어 식 (1)과 같은 일반적인 확률밀도함수를 고려해보자.

$$f(x; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \tag{1}$$

여기서 x 는 고장시간 데이터, $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$ 는 추정할 모수이다. 완전데이터의 경우 우도함수(L)는 확률밀도함수의 곱으로 다음 식 (2)와 같다.

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \tag{2}$$

여기서 n 은 완전 데이터 세트의 고장데이터 수이고 x_i 는 i 번째 고장 시간이다. 모수를 추정하기 위해 식 (2)의 양변에 자연로그를 취하면 식 (3)과 같다.

$$\Lambda = \ln L = \sum_{i=1}^n \ln f(x_i; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \tag{3}$$

그런 다음 우도함수가 최대가 되는 모수를 구하기 위해 다음 식 (4)와 같이 편미분을 수행한다.

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \theta_j} = 0, j = 1, 2, \dots, k \tag{4}$$

데이터 세트가 관측중단 데이터를 포함하고 있을 경우의 우도함수는 식 (5)와 같다.

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \cdot \prod_{j=1}^m [1 - F(y_j; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)] \tag{5}$$

여기서 m 은 관측중단 데이터의 개수이고, y_j 는 j 번째 관측중단, $F(y_j; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ 는 누적분포함수이다.

최우추정법을 적용한 것은 야전운용체원의 개수가 충분하고, 구간 데이터가 많기 때문이었다[7].

III. 야전 운용자료 수집 및 분석

3.1. 대함유도탄[8]

유도탄이란 원격장치 또는 내부의 조종장치를 이용하여 탄도나 비행궤적을 변경할 수 있는 무인 비행 추진체를 말한다. 대함유도탄은 함정 또는 지상장비에 탑재하여 함정을 표적으로 공격하는 유도무기이며, 일반적으로 추진기관, 기체, 유도조종부(유도장치, 조종장치, 구동장치, 탐색기, 관성항법장치 등), 탄두, 신관 등으로 구성된다. 그림 1은 미국 Boeing사가 제작하여 미국, 한국 등 많은 서방국가에서 널리 운용중인 대함유도탄 Harpoon의 구성도이다. 사정거리는 138km이며, 발사후에는 관성항법으로 비행후 유도탄에 내장된 능동레이더로 표적을 탐지하여 공격한다.

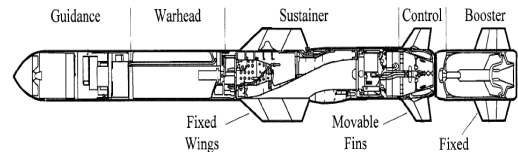


그림 1. 대함유도탄 하푼의 구성도
Fig. 1 Configuration of anti-ship Harpoon missile

대함유도탄에 대한 정비지원은 3계단 정비개념인 부대정비, 야전정비, 창정비를 적용하고 있다. 부대정비는 함정의 운용자가 함정에서 자체점검(BIT : Built-In Test)장비를 이용하여 검사를 하는 것이다. 야전정비는 야전정비부대에서 야전정비장비(MSTS : Missile Subsystem Test Set)를 이용하여 유도탄을 검사하고 고장 부위를 식별하여 부품을 교환하며, 고장 부품을 제작사로 후송하여 창정비를 수행한다. 그림 2는 대함 유도탄 하푼의 정비개념을 보여준다.

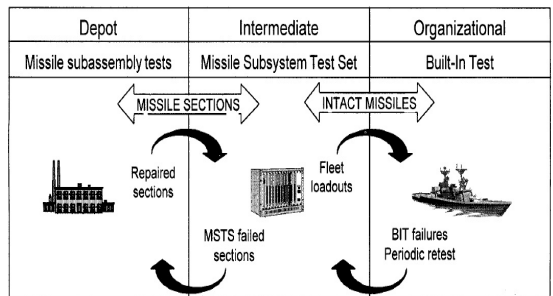


그림 2. 대함유도탄 하푼의 정비개념
Fig. 2 Maintenance concept of Harpoon missile

3.2. 자료 수집

OO대함유도탄에 대한 저장 신뢰도를 추정하기 위해 전력화 배치 이후 최근까지 해군 OO창에서 저장 중이거나 함정에 탑재 중인 유도탄 000발에 대해 6년간의 야전 운용자료를 수집하였다. 수집된 자료는 유도탄별 검사결과(OO창 MSTS 의한 3년 주기 정기 검사, 임시검사, 함정 탑재 및 보관 시 3개월 주기 BIT검사 등), 고장 발생현황, 수리현황 등이다. OO대함유도탄을 저장하는 동안에 고장 자료를 실시간 수집이 곤란하므로 정비부대에서의 야전정비장비(MSTS)나 함정에서의 자체진단(BIT)장비로 검사를 했을 때 정상이었던 마지막 시점과 고장을 발견한 시점 간의 구간 자료를 표 1과 같이 정리하였으며, 세부 고장자료는 군사자료임을 고려하여 분석에만 활용하고 비공개하기로 한다.

표 1에서 Number in State는 고장이나 관측 중단 상태의 개수, Last Inspected는 관측의 시작 시점, State F or S는 고장(Failure) 또는 관측 중단(Suspended) 상태, State End Time은 관측의 중단 시점, Failed Unit는 고장이 발생한 유니트를 의미한다. 각 구성품별 신뢰도 추정은 수명 자료 분석 전용 소프트웨어인 Weibull++ v7을 이용하였다.

표 1. OO대함유도탄 고장 현황(예시)
Table 1. Failed data of OO missile(example)

Number in State	Last Inspected (Month)	State F or S	State End Time (Month)	Failed Unit	Remark
1	63	S	63	-	MSTS
1	39	F	42	탐색부	BIT
1	17	F	18	연료부	MSTS
1	11	F	12	탄두부	MSTS
1	41	F	44	엔진부	MSTS
1	23	F	37	유도부	BIT

3.3. 자료 분석

수집한 야전 운용자료로부터의 수명분석은 분포를 가장한 모수적인 방법을 사용하였다. 표 1에 있는 OO대함유도탄의 전체 자료를 Weibull++ v7 소프트웨어에 구간 자료로 입력하고, 모수적 추정방법을 이용하여 분석한다. 모수 추정법으로 최우추정법을 설정하고, 분포를 선정 시 Weibull++ v7에서 제공하고 있는

Distribution Wizard를 이용하여 분포별 통계량을 계산한 후 가장 적합한 분포를 선정한다. 유도탄의 경우에 지수분포, 정규분포, 대수정규분포, 2-모수 와이블 분포, 3-모수 와이블분포, 감마분포 및 로지스틱분포 별로 평균 적합도, 플롯상의 점들에 대한 적합한 정도 및 우도함수 값을 Weibull++7을 이용하여 계산하였을 때 3-모수 Weibull 분포가 통계적으로 가장 적합하였다. 표 1의 고장 자료를 와이블 확률지에 타점하여 3-모수 와이블 분포를 적합한 결과는 그림 3과 같다. 그림 3에서 Y축은 고장 확률 즉, 불신뢰도이고, X축은 월 단위의 고장 발생시간을 의미한다. 곡선 주위의 점들은 표 1의 구간별 고장 자료에 대해 Median Rank를 이용하여 고장 확률을 구하고 와이블 확률지에 타점한 것이며, 직선 주위의 점들은 3-모수 와이블분포의 모수를 추정하기 위해 위치모수만큼 곡선 주위의 점들을 조정하여 나타낸 것이다.

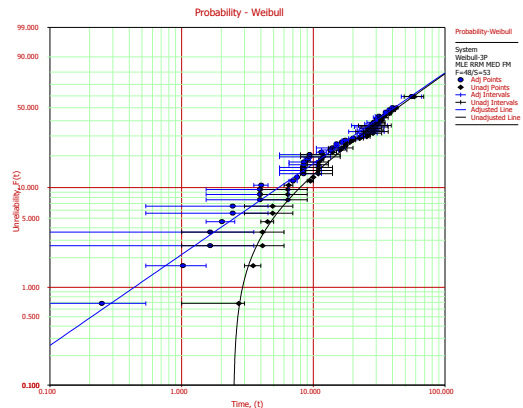


그림 3. OO대함유도탄의 와이블 확률지 플롯
Fig. 3 Weibull plots of OO missile

그림 3으로부터 와이블 분포에 대한 확률밀도함수 $f(t)$ 의 3-모수를 추정한 결과는 다음과 같다.

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta}} \quad (5)$$

- 형상모수(β) : 0.9308
- 척도모수(η) : 61.2356
- 위치모수(γ) : 2.466

OO대함유도탄의 수명 분포에 대해 와이블 분포를 가정하여 분석을 수행하였으며, 이에 대한 가설 검정으로 Weibull++ v7에서 제공하고 있는 적합도 결과 (Goodness of Fit Results)로 검정해보면 다음과 같다.

- Modified Kolmogorov-Smirnov Test :
 $P(D_{CRIT} < D) = 0.00643\%$
- Chi-Squared Test: $P(\chi^2_{CRIT} < \chi^2) = 0.02954\%$

위 두 가지 검정 결과는 각 자료로부터 계산한 검정 통계량으로 귀무가설을 기각할 확률을 의미한다. 다시 말해 확률 값이 1에 가까울수록 이론적인 분포와 자료 간에 유의한 차이가 있다는 것을 의미한다. 위 결과는 값이 모두 작기 때문에 OO대함유도탄의 고장 자료에 대한 와이블 분포에 대한 가정은 기각할 수 없다는 결론을 내릴 수 있다. 가설 검정이 타당하므로 그림 4와 같이 Quick Calculation Pad를 이용하여 OO대함유도탄의 평균수명을 구하면 65.77개월이 된다. 또한 평균수명에 대한 90%신뢰수준의 하한 값은 53.64개월이 된다.

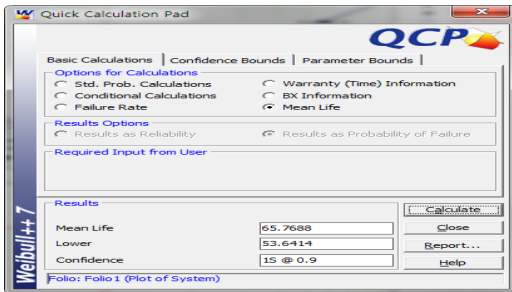


그림 4. OO대함유도탄의 평균수명 분석 결과
 Fig. 4 Analysis results of OO missile Mean Life

IV. 유도탄 신뢰성 분석 결과 및 고찰

4.1. MTBF 비교분석

운용유지단계에서 수집한 야전 운용데이터 분석을 통해 얻은 유도탄 및 각 구성품별 MTBF와 설계 단계에서 예측한 MTBF를 비교한 결과는 표 2와 같으며, 구체적인 수치는 군사자료이므로 생략하고 신뢰도 증감 여부만을 정리하였다. 표 2에서 설계단계 MTBF

는 MIL-HDBK-217F로 예측한 기존 자료이고, 운용 단계 MTBF는 야전 운용자료를 기반으로 수명분포를 추정 후 평균수명에 대한 90% 하측 신뢰수준 (Confidence Level)에 대한 구간 값이다.

실제 배치이후 최근 6년 동안 OOO발의 검사, 고장, 정비 실적 등 야전 운용자료를 이용하여 분석한 결과, 유도탄과 각 구성품의 MTBF는 개발단계에서 예측한 MTBF보다 1.2배 ~ 9.8배 증가하였으며, 유도조종부는 0.98배로 감소, 엔진부는 0.58배로 감소하였음을 확인하였으며, 구동부와 추진부는 고장실적이 발생하지 않아서 비교분석 대상에서 제외하였다.

표 2. OO대함유도탄과 구성품별 4 신뢰도 분석결과
 Table. 2 Analysis results of OO missile reliability

순번	품 명	개발 단계 MTBF (1)	운용 단계 MTBF (2)	비교 분석결과 (2/1)
1	유도탄	00000	00000	1.21배, 증가
2	탐색부	00000	00000	1.78배, 증가
3	유도 조종부	00000	00000	0.97배, 감소
4	탄두부	0000000	0000000	3.78배, 증가
5	연료부	000000	000000	9.29배, 증가
6	엔진부	000000	000000	0.58배, 감소
7	구동부	0000000	고장 없음	-
8	추진부	0000000	고장 없음	-

4.2. 구성품별 고장패턴 분석

야전 운용자료로부터 수명 분포를 추정할 수 있었던 유도탄 탐색부, 유도조종부, 탄두부, 연료부, 엔진부는 조건부 고장확률에 대한 플롯을 이용해 고장 패턴을 분석하였을 때 고장률은 그림 4와 같이 유도조종부, 탐색부, 엔진부, 연료부, 탄두부 순이었으며, 모두 시간에 따라 감소하는 형태임을 알 수 있었다.

이 형태는 가장 일반적인 것으로 초기 고장에 해당되며 원인으로서는 다음과 같은 것을 들 수 있다[9].

- 설계 결함(Poor design)
- 양산 품질 결함(Poor quality manufacture)
- 설치 오류(Incorrect installation)
- 배치 오류(Incorrect commissioning)
- 불필요한 정비(Unnecessary maintenance)

- 과도한 정비(Excessively invasive maintenance)
- 정비 요원의 기술 부족(Bad workmanship)

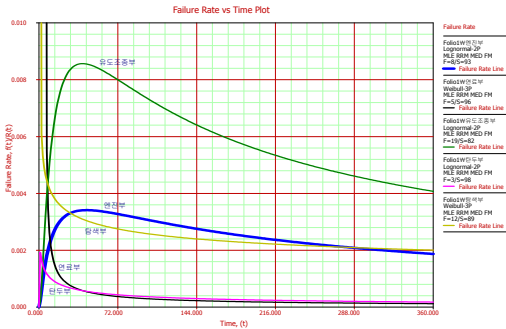


그림 5. OO유도탄 구성품별 고장 패턴
Fig. 5 Failure pattern of OO missile

4.3. 검사주기 분석

현재 OO대함유도탄의 정기검사 주기는 3년이며, 이에 대한 근거는 유도탄 설계 및 개발 중의 시제품을 대상으로 신뢰도 예측을 수행한 결과 MTBF가 3.6년이었기 때문이다. OO대함유도탄이 함정에 배치된 이후 최근까지 수집된 야전 운용자료를 분석하여 신뢰도를 추정한 결과, OO대함유도탄의 MTBF는 그림 4와 같이 65.77개월(90% 하측 신뢰수준: 53.64개월)로 분석되었다.

OO대함유도탄의 MTBF를 90% 하측 신뢰수준 구간인 53.64개월로 설정할 경우 4.5년이므로 초기 검사주기 결정 기준을 적용하면 기존 정기검사 주기의 1.5배인 4.5년으로 연장을 제시할 수 있다.

정기검사 주기를 4.5년으로 연장할 경우 총수명주기 기간 동안 정기검사 수행 횟수가 감소하여 인력 투입이 감소하며, 검사시 소요되는 수리부속과 자재 등이 절감됨으로써 총수명주기체계관리(TLCSM) 제도의 목적에 맞게 유도탄의 신뢰도를 유지하는 가운데 운영유지비 절감이 가능할 것으로 기대된다.

V. 결론

본 연구를 통해 국내개발 후 함정에 배치하여 운용 중인 OO대함유도탄을 대상으로 최근 6년간 OOO발에 대한 정확한 야전 운용자료를 수집, 신뢰도를 분석하

여 유도탄 및 구성품의 MTBF를 산출한 결과 유도탄은 1.21배, 각 구성품별로 1.78~9.29배 증가함을 확인할 수 있었다. 그러나 엔진부는 0.58배, 유도조종부는 0.98배로 감소한 바 개발기관 및 기품원, 제작사에 환류하여 초기 신뢰도를 회복할 수 있도록 RCM을 적용한 후속조치가 필요함을 식별하였다.

또한 본 연구를 통해 OO대함유도탄의 정기검사 주기는 현재의 3년에서 4.5년 연장 가능함을 도출하였고 이로 인해 총수명주기 동안 인력, 정비자재 절감은 물론 지속적으로 신뢰도 유지가 가능하여 전투력유지도 가능함을 확인하였다.

향후 본 연구를 통하여 도출된 사항들을 근거로, 운용군이 지속적으로 정확한 야전 운용자료를 수집, 분석하여 개발기관, 기품원, 제작사에 환류하고 추가적인 연구를 수행한다면, 유도탄의 초기신뢰도를 유지시킬 뿐만 아니라 향상시키고 정비계획을 최선화하고 후속 양산과 성능개량도 가능하여 총수명주기비용 절감이 가능할 것으로 예상된다.

감사의 글

본 논문은 2010년도 광운대학교 교내학술 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 나일용, "야전운용자료를 이용한 비모수적 통계기반의 신뢰도 분석기법 및 활용방안 연구", 한국 군사과학기술학회지, 제13권, 제4호, pp. 594-595, 2010.
- [2] 한봉운, 김세현, 김성의, "야전운용자료 수집/분석체계 구축방안", 국방품질관리소, 2005.
- [3] W. B. Nelson Applied Life data analysis, Wiley, 1982.
- [4] 최재만, 권영환, 최환서, 양승효, 이상욱, 조순미, 이승주, "균열 발생시기 결정을 위한 항공기 엔진 구성품의 비파괴검사 결과에 대한 통계적 분석", KSME-A, Vol. 33, pp. 1482-1487, 2009.
- [5] S. D. Guikema, " A Comparison of Reliability estimation methods for binary systems", reliability Engineering and System Safety, Vol. 87, pp. 365-376, 2005.
- [6] 손영갑, 류장희, "계수형 데이터에 대한 신뢰도

추정방법의 샘플수와 샘플링 시점 수에 따른 민감도 분석”, 한국산학기술학회논문지, 제 12권, 제 2호, pp. 581-582, 2011.

- [7] <http://www.weibull.com>
- [8] Daniel J. and R. Owen Holbrook, "Effects Environment and Aging upon Missile Reliability", 1998 IEEE Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp. 314-316, 1998.
- [9] John Moubray, RCM II, Butterworth Heinemann 2nd Edition, pp. 247, May., 1999.
- [10] 황익순, "시스템 확률값 시험을 위한 신뢰구간 비교분석", 한국전자통신학회논문지, 제5권, 제 5호, pp. 435-443, 2010.
- [11] 신현식, "한국의 IT산업정책 활성화에 관한 연구", 한국전자통신학회논문지, 제1권, 제1호, pp. 4-6, 2006.
- [12] 이규안, "해상디지털 포렌식의 필요성에 대한 연구", 한국전자통신학회논문지, 제3권, 제4호, pp. 205-207, 2006.

저자 소개



김석곤(Seok-Kon Kim)

1993년 연세대학교 화학공학과 석사 졸업(공학석사)
2011년 광운대학교 대학원 방위사업학과 박사과정 수료

※ 관심분야 : 유도무기, ILS, RCM, RAM



왕영진(Young-Jin Wang)

1993년 국방대학교 국방관리학과 석사 졸업
2011년 광운대학교 대학원 방위사업학과 박사과정 수료

※ 관심분야 : RCM, RAM, ILS



김용진(Yong-Jin Kim)

2005년 고려대학교 대학원 환경공학과 졸업(공학석사)
2011년 광운대학교 대학원 방위사업학과 박사과정 수료

※ 관심분야 : ILS, RCM, RAM



김성욱(Sung-Ouk Kim)

2004년 국방대학교 대학원 전산정보학과 졸업(공학석사)
2011년 광운대학교 대학원 방위사업학과 박사과정 수료

※ 관심분야 : RCM, 상호운용성



이인현(In-Hyun Lee)

1998년 강원대학교 제어계측공학과 졸업(공학사)
2011년 광운대학교 대학원 제어계측공학과 석·박사과정 수료

※ 관심분야 : RCM, ILS, RAM-D



이기서(Key-Seo Lee)

1977년 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1979년 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

1986년 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)

1981년~현재 : 광운대학교 로봇학부 교수

※ 관심분야 : RAMS, Didital Control System