

수중유도무기의 통합정비체계 구축 방안에 관한 연구

신주환* · 윤원영**

* 부산대학교 산업공학과

On Implementation of Integrated Maintenance System in Underwater Guided Weapon

J. H. Shin* · W. Y. Yun**

* Department of Industrial Engineering, Pusan National University

Key Words : Maintenance, Weapon System, Integrated Maintenance System

Abstract

Maintenance equipments, tools, manuals and documents are needed to maintain the weapon systems. At the time, a lot of technical materials are maintained and used individually at a various places and organizations. Thus, maintenance engineers can not get the necessary informations quickly and the efficiency of maintenance was low. In this paper, first we analyze the maintenance processes in weapon systems and define the total measure to evaluate the maintenance efficiency of weapon systems. Second, we propose a implementation procedure to integrated maintenance system.

1. 서 론

무기체계(Weapon System)는 크게 두개의 하부 시스템으로 구성된다. 하나는 주장비 체계(Primary System)이고, 다른 하나는 군수 지원 체계(Logistic Support System)이다. 주장비 체계는 규격화된 성능을 만족하도록 설계된 무기의 물리적 시스템이다. 그 예로는 탱크, 전투기, 구축함, 미사일, 수중유도무기 등이 있다. 그러나 군수 지원체계가 없는 주장비 자체는 그것이 아무리 고성능을 가진 고가의 장비라 할지라도 무용지물일 수밖에 없다. 즉 주장비 체계를 무기로서의 역할을 할 수 있도록 하는 것이 군수 지원 체계의 기능이다. 구체적으로 주장비 없는 군수 지원체계가 있을 수 없듯이 군수 지원 체계가 결합되지 않고는 주장비가 무기로서의 역할을 할 수 없다는 것은 잘 알려진 사실이다.

이와 같이 무기체계의 전투수행능력의 평가에 있어서 가장 중요한 요소는 무기체계의 살상능력(Kill

Probability)과 가용도(Availability)라고 할 수 있다. 이러한 무기체계의 살상 능력은 무기체계의 신뢰도(Reliability)와 직결되어 있으며 가용도는 정비도(Maintainability)와 연결되어 임무수행(Sortie)시의 동원 가능한 전력을 의미한다. 따라서 RAM요소로 정의되는 신뢰도, 가용도 및 정비도는 무기체계의 개발 및 운용에 있어서 가장 중요한 평가 요소가 된다(Wilcox, C. L., 1965).

고도로 정밀하고 복잡한 전자장비 및 컴퓨터 등을 도입하여 장비가 고성능화되고 있는 현대 무기체계는 엄청난 개발비의 투자에도 불구하고 군 요구 성능(ROC : Required Operational Capability)에 맞는 주장비 배치에만 치우친 나머지 이를 운용 유지하는데 필요한 효과적인 군수 지원 체계 구축에는 많은 노력을 기울이지 않았다.

기존에 배치되어 운용되고 있는 수중유도무기인 경어뢰(Lightweight Torpedo) 및 중어뢰(Heavy-weight Torpedo)의 정비 프로세스를 분석한 결과 정비시 필요한 군수 지원 요소인 고장 진단용 정비장비, 방대한 분량의 기술교범(정비교범, 보급교범,

† 교신저자 wonyun@pusan.ac.kr

정비장비 운용 및 정비교범), 도면 등이 개발되어 개별적으로 혹은 분산된 형태로 운용됨에 따라 정비자에게 필요한 정보를 신속하게 제공하지 못하였으며 정비장비와 기술 자료들이 독립된 환경에서 운용됨에 따라 운용가용도(Operational Availability)의 저하를 초래하였다. 또한 정비 이력자료는 수기로 작성하여 관리함으로써 여러 가지 문제점이 발생하였다.

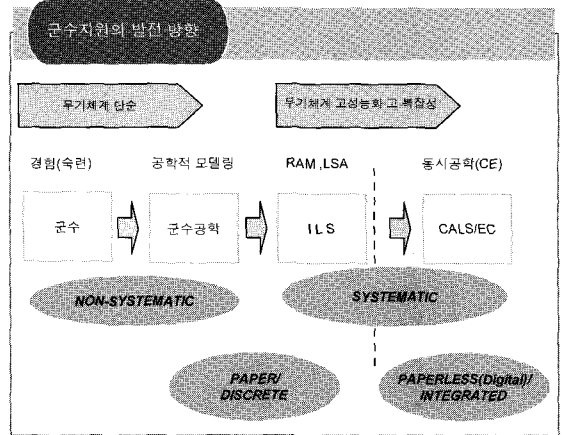
이러한 문제점을 해결하기 위해 수중유도무기의 군수 지원 요소 개발 과정에서 정비요원이 통합된 정비 환경에서 효과적인 정비 업무를 수행하여 정비 소요시간을 단축함으로써 장비의 운용가용도를 향상시킬 수 있는 통합정비체계(Integrated Maintenance System ; IMS)의 개발이 절실히 요구되었다.

본 연구의 목적을 달성하기 위한 기술적 접근방법으로는 기 운용중인 수중유도무기의 정비 프로세스를 분석하여 문제점을 도출하였으며, 수중유도무기의 군수 지원 개발 요소 중 정비 정보화를 위해 통합정비체제로 통합하여야 할 군수 지원 요소를 분석하여 연구방향을 도출하였으며, 또한 선진국의 기술동향을 분석하여 적용 방안을 강구하였다.

따라서 본 연구에서는 정비성 향상 방안의 일환으로 수중유도무기의 운용 유지에 필요한 각종 기술자료, 고장 진단용 소프트웨어 및 응용 프로그램(정비이력관리, 부품입출고 관리)을 하나의 장비에 탑재하여 정비 시작부터 종료 시까지 일련의 정비 프로세스를 제공하여 정비요원이 통합된 정비환경에서 정확한 정비 업무를 수행할 수 있도록 통합정비체계 구축 방안에 대한 연구를 수행하게 되었다.

1.1 연구배경 및 목적

과거 무기체계의 군수는 경험에 의존하거나 공학적 모델을 통하여 군수 지원을 하여왔다. 오늘날 무기체계가 고성능화 되고 복잡해질수록 기존의 군수 지원 방법으로는 효과적인 지원을 할 수 없게 되었다. 이러한 해결 방안으로 등장한 것이 종합군수 지원(ILS ; Integrated Logistic Support), 동시공학(CE ; Concurrent Engineering)의 개념으로 발전되어 가고 있다. 이러한 개념은 분산된 형태의 군수 지원 요소를 통합화(Integration)하는 방향으로 <그림 1>과 같이 발전하고 있다(Joseph J. Fuller, 1994 ; James V. Jones, 1989).



<그림 1> 군수 지원의 발전 방향

1990년대 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어 기술이 발전함에 따라, 문서 저장 및 표현 매체(Presentation media)에 있어서 많은 변화가 일어났다. 즉 전자 출판 시스템의 탄생으로 종이 이외의 표현 및 저장 매체에 대한 기술이 급진적으로 발전하게 되었다. 무기체계의 효과적인 지원은 방대한 량의 기술 정보들을 얼마나 신속하게 처리할 수 있는가에 있으며, 이는 기존의 인쇄 매체 기반의 정보처리로는 효과적인 정보제공이 불가능한 상황이다. 이러한 상황적인 요구에 의해 기술정보 제공의 새로운 방안으로 대두되고 있는 기술이 전자식 기술교범(IETM : Interactive Electronic Technical Manual)이다. 전자식 기술교범은 비약적인 발전을 거듭해온 정보처리 기술을 이용하여 모든 기술 자료들을 디지털 화하고 이를 컴퓨터상에서 구현함으로써 사용자 및 정비자가 필요한 기술 정보를 신속 정확하게 제공 받을 수 있도록 구축된 기술지원 시스템이다(Eric L. Jorgensen and Joseph J. Fuller, 1993 ; Joseph J. Fuller, 1994 ; Eric L. Jorgensen, 1994 ; MIL-PRF-87268A, 1995 ; MIL-HDBK-511, 2000).

근래에 미국을 중심으로 한 해외 선진국에서는 무기체계의 정비 효율성을 향상시키기 위해 통합정비체계의 연구 및 개발이 일부 무기체계를 중심으로 매우 활발한 반면 국내에서는 이런 분야에 대한 연구가 저조한 실정이었다(Mark T. Kramer and Theodore J. Post, 1993 ; James V. Jones, 1989).

또한, 무기체계의 운용 유지를 위해서는 많은 군수 지원 요소들이 필요하며, 이들 요소들은 무기체계 개발단계에서 주장비와 병행 개발되어 팩키지

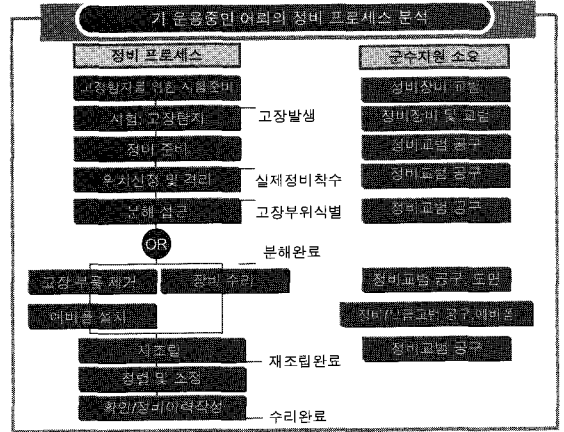
(Package)로 야전에 배치된다. 이러한 군수 지원 요소에는 정비지원, 지원장비, 보급지원(수리부속품), 기술자료(교범, 도면), 시설, 교육훈련 및 교보재, 인력 등의 요소들로 구성되어져 있으며 특히 지원 장비, 보급지원, 기술 자료들이 정비 환경에서 독립적으로 운용됨에 따라 운용가용도의 저하를 초래하였다.

따라서 본 연구에서는 세계 최첨단 수준의 성능을 가진 주장비 배치 뿐 만 아니라 이를 운용 유지하는 필요한 제반 군수 지원 요소들을 통합하여 정비자가 통합된 정비환경에서 신속한 고장 탐지 및 고장 배제를 위해 통합정비체계의 개발을 목표로 한다. 개발된 통합정비체계는 수중유도무기의 정비소요시간을 단축시켜 장비의 운용가용도를 극대화하는데 그 목적이 있다.

1.2 기 운용중인 수중유도무기의 정비 프로세스 분석

무기체계의 정비는 운용 중 고장이 발생하여 정비를 실시하는 고장 정비(Corrective Maintenance)와 정비주기가 도래하여 정비를 실시하는 예방 정비(Preventive Maintenance)로 나눌 수 있으며, 유도무기의 경우는 예방정비가 무엇보다 중요하다. 이와 같이 무기체계 정비 업무를 수행하기 위해서는 종이식 기술교범(정비교범, 보급교범, 정비장비 운용 및 정비교범), 고장 탐지를 위한 정비장비, 일반 및 특수공구, 도면 등이 필수적이다. 기 운용중인 수중유도무기인 경어뢰 및 중어뢰의 정비 업무 프로세스는 <그림 2>와 같이 정비 시작부터 종료 시 까지 일련의 정비 프로세스가 분산형 형태로 이루어지고 있다.

- (1) 정비 사전 절차 수행(정비교범, 공구)
- (2) 정비 대상 품목의 고장 탐지(정비장비 및 운용교범)
- (3) 고장 난 품목 제거(정비교범, 공구)
- (4) 고장 난 해당 품목 청구 및 고장 추적(보급교범, 도면)
- (5) 고장 난 해당 품목을 예비품으로 교체(정비교범, 예비품, 공구)
- (6) 정비 사후 절차 수행(정비교범, 공구)
- (7) 정비이력 기록(수기)



<그림 2> 기 운용중인 수중유도무기의 정비 프로세스

기존 수중유도무기의 정비 프로세스를 분석하여 보면 정비장비 운용교범을 참조하여 정비장비로 고장을 탐지하고, 고장 난 품목(구성품, 모듈 및 부품)들의 보급정보는 보급교범을 참고하여 수리부속품을 식별/청구 하였으며, 정비절차가 수록된 정비교범에 따라 수리 및 교체 업무를 수행하였다. 또한, 정비시 도면을 참조하여 고장 추적을 실시하기도 하였다. 이와 같이 무기체계의 정비에 필요한 기술교범, 도면 등이 분산된 형태로 운용되어 정비 및 보급 업무를 수행하기 위해 활용하는 기존의 방대한 분량의 종이식 기술교범과 도면들은 정비자에게 필요한 정보를 신속하게 제공하지 못하였으며, 고장 진단용 정비장비와 기술 자료들이 독립된 환경에서 운용됨에 따라 정비 효율의 저하를 초래하였다. 또한 정비 이력 자료를 수기로 작성하여 개별 관리함에 따라 기록 누락, 자료의 부정확성 등 여러 가지 문제점이 발생하였다.

2. 수중유도무기의 통합정비체계 구축을 위한 통합 요소 및 기능 분석

2.1 수중유도무기의 정비 효율화 전제 조건

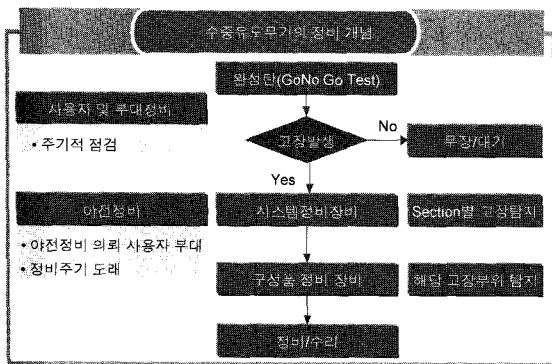
수중유도무기의 정비 효율화 방안을 검토 시 다음과 같은 기본 전제를 고려하였다.

- (1) 작업자의 입력을 최소화하여 전산화에 대한 작업자의 거부감을 최소화 한다.

- (2) 작업시 반드시 필요한 업무를 자동화하여 작업자가 거부감 없이 용이하게 기존의 업무를 수행할 수 있도록 한다.
- (3) 제한된 범위의 작업장(수중유도무기 공장)에서 수행되는 업무를 효율화 대상으로 한다.
- (4) 전자식 기술교범과 연계하여 작업이 수행될 수 있도록 하여 전자식 기술교범에 대한 사용성을 증대시킨다.

2.2 수중유도무기의 군수 지원 통합 요소 분석

수중유도무기의 정비개념은 3계단 정비로 사용자 및 부대정비(1계단)에서는 운용요원에 의해 수행되는 정비로서 주장비의 고장 유무 식별, 세척 등 제한된 정비만 수행하며, 야전정비(2계단)에서는 숙련된 정비요원에 의해 수행되는 정비로서 1계단에서 고장 난 주장비의 수리와 예방정비 업무로 주장비 및 구성품에 대한 성능 시험 및 점검, 고장 난 정비대상품목의 수리 및 교체, 고장 진단용 정비장비 수리 등을 수행한다. 창(Depot)정비(3계단)에서는 제작사 정비로서 주장비 및 고장 진단장비 재생 정비와 교정업무를 수행한다.



<그림 3> 수중유도무기의 정비 절차

수중유도무기의 정비 절차는 <그림 3>과 같이 사용자 및 부대정비에서 완성탄 점검장비를 이용하여 주장비의 고장 유무(Go-No Go)를 점검하여 고장이 발생하지 않으며 작전 및 대기 상태로 있고, 고장이 발생하였을 경우 2계단으로 후송한다. 야전정비에서는 1계단에서 후송된 주장비나 정비주기가 도래한 주장비에 대해서는 시스템 정비장비를 이용하여 부

위별(음향탐지부, 전투탄두부, 유도제어부, 동력장치부, 연습탄두부) 고장 유무를 탐지한다. 고장이 탐지되면 통합정비장비와 같은 구성품 정비장비를 이용하여 해당 고장 부위를 탐지하여 수리 및 교체업무를 수행한다. 2계단에서 수리 불가한 정비대상품목은 창정비를 의뢰한다.

이와 같이 수중유도무기의 운용유지를 위해서는 <표 1>과 같이 많은 군수 지원 요소들이 관련되어 있다.

<표 1> 수중유도무기의 군수 지원 개발 요소

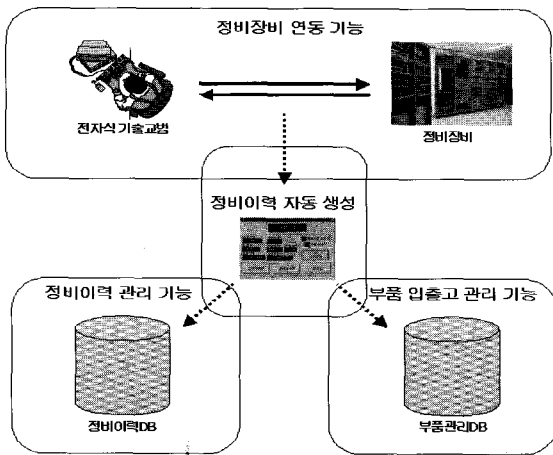
요 소	개 발 내 용
연구 및 설계반영	군수 지원요구사항 설계 반영
표준화 및 호환성	군수 지원소요 단순화 및 표준화
정비지원	정비개념, 정비주기, 정비업무량 분석
지원장비	진단장비 및 공구개발
보급지원	수리부속품 소요 산출
인력운용	운용 및 정비 인력소요 산출
교육훈련 및 교보재	신장비의 효율적 운용을 위한 교육계획 수립 및 교보재 개발
기술지원	운용 유지에 필요한 기술자료 개발 (기술교범, 도면, 규격서 등)
포장, 취급, 저장, 수송	포장, 취급, 저장 수송지침서 개발
시설	정비 시설 소요 분석 및 Layout 개발
군수자료 지원	군수 지원분석 등 각종 개발 자료 지원

따라서 본 연구에서는 기 운용중인 수중유도무기의 정비 프로세스 분석 결과에서 나타난 분산형 형태의 정비 프로세스의 문제점을 해결하기 위해 수중유도무기의 군수 지원 요소 중 정비 시작부터 정비 종료 시 까지 일련의 정비 프로세스와 가장 밀접한 관련이 있는 군수 지원 요소인 정비지원, 고장진단용 정비장비, 기술자료(기술교범, 도면), 보급지원요소를 통합하여 정비요원이 통합된 정비환경에서 보다 효과적인 정비 업무를 수행할 수 있도록 한다.

2.3 수중유도무기의 통합정비체계 개발을 위한 기능 분석

무기체계의 정비성 향상을 통한 운용가용도를 극

대화시킬 수 방안은 체계 특성에 따라 다양한 방법들이 있을 수 있으나, 본 연구에서는 분산형 형태로 운용되는 기존 수중유도무기의 정비 프로세스 문제점을 해결하기 위해 <그림 4>와 같이 정비 업무를 수행하는데 가장 중요한 군수 지원 요소인 고장 진단용 정비장비, 보급지원(수리부속품), 기술자료(교범, 도면)를 대상으로 수중유도무기의 통합정비체계 개발을 위한 요구 기능을 도출하였다.



<그림 4> 통합정비체계 요구 기능

① 운용 및 정비에 필요한 기술자료의 통합 기능
정비에 필요한 분산된 각종 기술자료(기술교범, 보급자료, 동영상, 도면, 도해 등)의 통합을 위해 디지털 형태의 전자식 기술교범을 개발한다.

② 전자식 기술교범과 정비장비 연동 기능
전자식 기술교범과 고장 탐지를 위해 사용하는 고장진단장비가 통합정비환경에서 운용될 수 있도록 연동 설계

③ 정비이력 자동 생성 기능
정비자가 정비 업무를 수행하면서 발생하는 정비이력 자료를 자동 생성

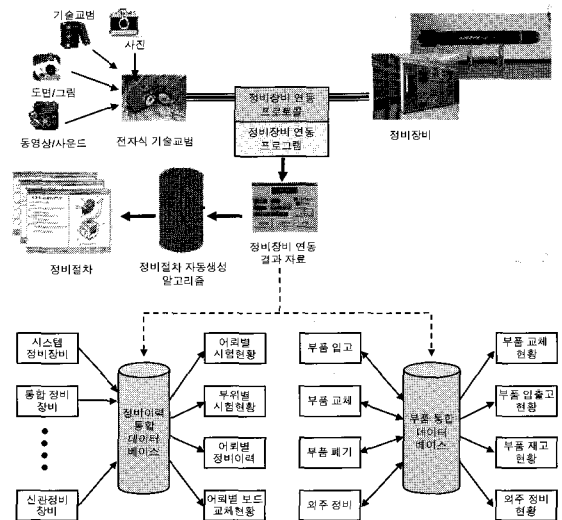
④ 정비이력 관리 기능
정비시 생성된 정비이력 자료를 데이터베이스화하여 정비요원들이 필요한 각종 보고서를 생성 및 관리

⑤ 부품 입출고 관리 기능
정비시 사용하는 수리부속품의 입출고 상태 및 부품 관련 자료들을 데이터베이스화하고 관리

3. 수중유도무기의 통합정비체계 구축 방안

3.1 수중유도무기의 통합 정비 프로세스 설계

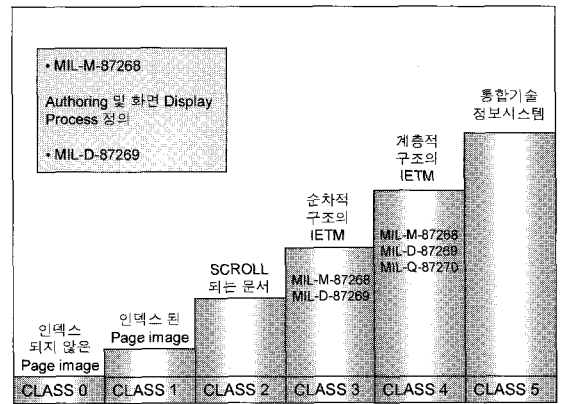
기존의 무기체계는 정비시 필요한 군수 지원 요소인 지원장비, 방대한 분량의 기술교범, 보급품 정보, 도면 등이 독립적으로 혹은 분산된 형태로 운용되었다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 통합정비체계 요구 기능에서 정의한 다섯 가지의 기능들이 독립적으로 운용되는 것이 아니라 하나의 장비에 기술자료와 고장 진단용 소프트웨어가 탑재되어 정비요원이 컴퓨터와 대화 식으로 고장 위치를 신속, 정확하게 탐지하여 정비에 필요한 정비절차 정보, 수리부속품에 대한 보급정보, 고장 추적을 위한 도면 등을 신속하게 제공할 수 있도록 사용자 편의 위주로 설계함에 따라 통합된 정비환경에서 정확한 정비 업무를 수행할 수 있도록 하였다. <그림 5>는 수중유도무기의 통합정비체계 개발 모델로 정비 시작부터 종료 시까지 일련의 정비 프로세스를 제공하여 정비요원이 통합된 정비환경에서 정확한 정비 업무를 수행할 수 있도록 전자식 기술교범, 고장 진단용 정비장비, 정비이력관리 및 부품입출고 관리의 응용 프로그램 등이 연계되도록 통합정비체계의 구성 요소별 개발 모듈들을 통합하도록 설계하여야 하며, 각 기능들의 운용 절차는 다음과 같다.



<그림 5> 수중유도무기의 통합정비체계 개발 모델

- ① 하나의 사용자 인터페이스를 통해 관리자로서 하위급 사용자 관리, 정비 이력관리, 부품 입출고 관리 및 사용자 로그정보에 대한 기능을 제공한다.
- ② 사용자 로그정보는 작업자, 로그인 시간 및 로그아웃시간에 대한 정보만 파악한다.
- ③ 정비자는 정비 대상 품목의 정비 및 점검을 위해 전자식 기술교범의 해당 위치로 이동하면 전자식 기술교범에 수록된 절차대로 정비요원은 정비를 실시한다.
- ④ 전자식 기술교범의 정비장비 운용 절차를 참조하여 정비장비로 정비 대상품목의 고장 유무를 점검한다.
- ⑤ 정비장비의 점검이 종료되면 검사한 결과를 정비이력으로 자동 생성한다. 생성한 정비이력은 전자식 기술교범과 정비이력 데이터베이스로 전송된다.
- ⑥ 점검 결과를 토대로 전자식 기술교범에서는 고장으로 판명된 구성품의 정비절차를 제공한다.
- ⑦ 생성된 정비이력을 데이터베이스에 저장하고 정비요원들이 수중유도무기별 시험현황, 부위별 시험 현황, 수중유도무기별 정비이력 및 수중유도무기별 보드교체 현황 등의 필요한 통계자료 산출에 활용한다.
- ⑧ 정비이력을 활용하여 부품관리 데이터베이스를 생성/관리하고, 정비시 필요한 수리부속품에 대한 부품입고, 부품교체, 부품폐기 및 외주정비에 대한 기능을 수행할 수 있어야 하며, 부품교체현황, 부품입출고현황, 부품재고현황, 부품폐기 현황 및 외주정비현황을 리포트 형식으로 기능을 제공하여 부품 입출고 관리 업무를 지원한다.

는 고장배제절차가 여러 페이지에 걸쳐서 수록되므로 다음 단계에 대한 정보를 찾기가 어려우나 IETM에서는 체계적인 정보 제공을 통한 고장배제가 이루어지도록 하였다. 또한 애니메이션, 동영상, 음향, 사진 등 멀티미디어 자료를 제공하여 사용자가 보다 쉽게 이해할 수 있도록 개발 목표를 Class 4 수준으로 하였다. 전자식 기술교범은 <그림 6>과 같이 Class 0에서 Class 5의 6단계로 발전되고 있으며, 통합 데이터베이스의 구현이 마지막 단계인 Class 5의 통합된 기술정보시스템이다(Eric L. Jorgensen, 1994). 수중유도무기의 전자식 기술교범은 기본적으로 CALS의 표준을 기반으로 전자식 기술교범에 필요한 자료들을 구축하며, 전자식 기술교범 개발과 관련된 표준 규격으로는 MIL-M-87268(GCSFUI), MIL-M-87269(IETM DB), Text는 MIL-M-28001(SGML), KS-C-5913과 그래픽은 MIL-D-28003(CGM) 등을 적용한다.



<그림 6> 전자식 기술교범 발전 단계

3.2 수중유도무기의 통합정비체계 구축 방안

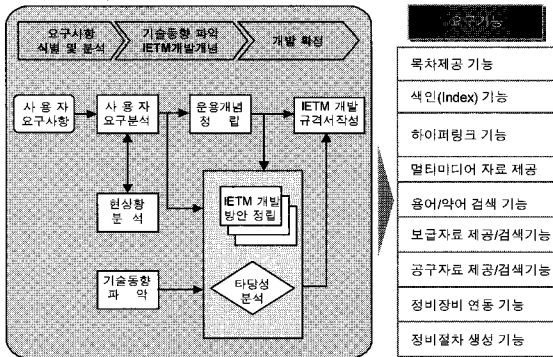
3.2.1 전자식 기술교범 개발 방안

국내에서 개발되고 있는 전자교범의 경우 기존에 배치된 무기체계의 종이식 기술교범 내용을 IETM Class 2 수준의 전자 문서 위주로 개발됨에 따라 많은 한계점을 낳았다. 본 연구에서는 컴퓨터 및 통신 분야에서의 급속한 발전에 의하여 각종 정보처리기술 및 하이퍼텍스트 기술을 적용하여 수중유도무기의 정비 효율을 향상시키기 위해 관련 기술 자료의 보관 및 관리가 용이토록 하였으며, 사용자와 상호 대화를 통한 다양한 정보를 제공하고, 종이교범에서

본 연구에서는 개발 중인 수중유도무기 17종의 기술교범(4500Page), 및 관련 기술 자료(도해, 도면 : 2500매)들을 전자식 기술교범 Class 4 수준으로 개발하는 것으로 운용 및 정비시 사용자에게 필요한 정보의 신속한 제공, 사용의 용이성 및 정비업무의 효율성을 극대화할 수 있도록 개발하며, 서술정보로 이해가 어려운 부분은 경우 동영상 및 애니메이션 자료를 활용하여 사용자의 이해력 증대 및 정확한 정보 전달을 보장할 수 있도록 한다. 수중유도무기의 전자식 기술교범 요구 기능은 소요군의 의견을 참조하여 <그림 7>과 같이 설정하였다. 이러한 구현 기능으로는 목차 제공 기능, 색인(Index) 기능,

하이퍼링크(Hyperlink) 기능, 멀티미디어(Multimedia) 자료 제공 기능, 용어 및 약어 검색 기능, 보급 자료 제공 및 검색 기능, 공구 자료 제공 및 검색 기능, 정비절차 생성 기능 등이 있다.

이를 위해 수중유도무기의 전자식 기술교범은 운용 유지에 필요한 서술정보, 보급정보, 멀티미디어, 도면 정보 등 모든 기술 자료들을 특성별로 데이터 베이스를 설계하여 구축하여야 하며, 정비 수행에 중요한 요소(Importance Factor)들을 분석하여 사용자가 원하는 정보를 신속하게 제공할 수 있도록 하이퍼링크(Hyperlink) 및 핫스팟(Hotspot) 기능을 구현하도록 설계한다. 또한 정비시 도면을 참조하여 고장 추적이 용이도록 도면을 탑재하며, 수리부속품의 신속한 검색을 위해 보급목록 검색 프로그램을 탑재하여야 한다. 또한 운용원리 및 조립 절차는 디지털 목업(Digital Mock-up) 및 애니메이션과 서술 정보로 설명이 곤란한 부분은 동영상을 제작하여 정비요원들이 이해하기 쉽도록 설계하여야 한다.



<그림 7> 수중유도무기의 전자식 기술교범 요구기능

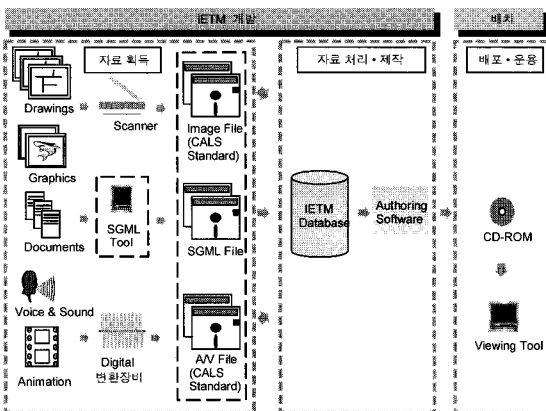
목차제공 기능
색인(Index) 기능
하이퍼링크 기능
멀티미디어 자료 제공
용어/약어 검색 기능
보급자료 제공/검색기능
공구자료 제공/검색기능
정비장비 연동 기능
정비절차 생성 기능

통합정비체계 구축을 위한 가장 중요한 핵심 분야인 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발 절차는 <그림 8>과 같이 정비시 필요한 도면, 그래픽, 기술 교범, 애니메이션 및 음향 자료 등을 변환장비를 이용하여 IETM 및 CALS 표준으로 변환하고, 변환된 자료를 특성별로 구분하여 IETM Database를 구축한 후 저작도구로 이용하여 정비 로직에 맞게 IETM을 개발하여 최종적으로 소요군에 배포한다.

이와 같이 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발에 사용된 저작 도구(Authoring tool)는 미 해군에서 사용되고 있는 AIMSS 저작도구로 그 실용성이 입증되었으며, 현재 상용화되고 있는 Class 4급 수준의 유일한 저작도구이다. AIMSS 저작 도구는 MIL-M-87268과 MIL-D-87269를 기준으로 설계되었으며, 특징은 그래픽기반의 사용자 인터페이스, 쉬운 저작 환경, CGM(Computer Graphic Metafile), WMF(Windows Metafile), Bitmap과 같은 그래픽 파일 포맷을 지원, SGML과 CGM 파일의 Import/Export 기능을 가지고 있다.

3.2.2 전자식 기술교범과 정비장비 연동 방안

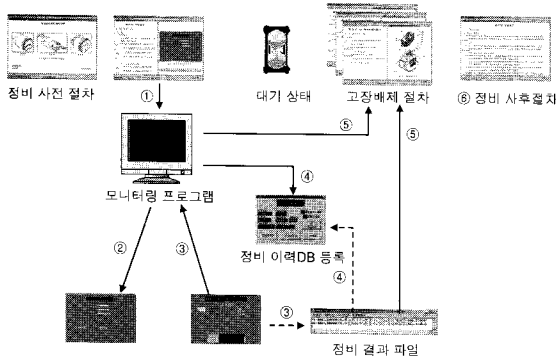
수중유도무기가 통합 정비환경에서 효과적인 정비 업무를 수행하기 위해 전자식 기술교범과 고장 진단용 정비장비와의 연동 기능을 구현하는 것이 가장 중요하다. 정비장비와의 연동을 통해 고장 난 구성품을 식별하면 정비요원은 전자식 기술교범에서 제시되는 고장배제 절차를 수행하면 해당 고장을 배제할 수 있어 항상 정확한 정비를 수행할 수 있다. 정비장비 연동을 위해서 우선 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.



<그림 8> 전자식 기술교범의 개발 방안

- ① 컴퓨터 기반(Computer Based)의 정비장비는 전자식 기술교범과 연동한다.
- ② 정비장비가 전자식 기술교범과의 연동으로 인해 정비장비 고유기능인 고장 진단 기능에 영향을 받지 않도록 단독 수행 모드를 가져야 한다.
- ③ 전자식 기술교범과 정비장비의 고장 진단 S/W가 하나의 하드웨어에서 운용되어야 한다.
- ④ 정비이력으로 관리할 자료들이 정비장비 연동 결과에 포함되어 있어야 한다.

전자식 기술교범과 고장진단용 정비장비와의 연동 개념은 <그림 9>와 같이 운용되도록 구성한다.



<그림 9> 정비장비 연동 개념도

- ① 예방정비 주기에 따라 정비대상품목의 시험을 위해 피시험체와 정비장비를 연결하는 시험 예비 절차를 전자식 기술교범에서 정비요원에게 제공한다. 정비요원은 제공된 절차에 따라 업무를 수행한다.
- ② 시험 전 예비 절차 수행이 완료되면 전자식 기술교범에서 정비장비의 고장 진단 소프트웨어를 호출하여 시험하기 위한 각 종 시험 필드 값을 입력한다. 일단 정비장비 소프트웨어가 구동되면 전자식 기술교범은 대기(Waiting) 상태로 들어간다.
- ③ 정비장비 소프트웨어를 활용하여 구성품의 고장유무를 시험한다.
- ④ 시험이 종료되면 시험 결과를 미리 규정한 정비이력 데이터로 생성한다. 생성된 정비이력은 전자식 기술교범으로 전달되고, 전자식 기술교범을 대기(waiting)상태에서 운용상태로 바꾼다.
- ⑤ 시험결과를 토대로 전자식 기술교범에서는 고장으로 판명된 구성품의 정비절차를 제공한다. 정비절차는 전자식 기술교범에서 해당 구성품의 교환절차를 순차적으로 제공하므로 정비에 대한 기본적인 지식만 지닌 초보자라도 항상 정확하게 정비업무가 진행될 수 있다.

전자식 기술교범과 고장진단용 정비장비 연동방법은 전자식 기술교범과 정비장비 고장 진단용 소프트웨어의 독립 실행에 의한 COM(Component Object Model : 개체 연결) 기능을 사용하여 전자식 기술교범에서 정비장비의 고장 진단 결과인 정비결과 파일을 참조하는 방법으로 연동하며, 전자식 기술교범 C:\WK745_IETM\InitIETM.exe에서 8종의 정비장비별 고장 진단 소프트웨어를 호출하여 시험을 수행하며, 시험이 종료되면 전자식 기술교범으로

되돌아가 고장배제절차가 도시되도록 한다.

이와 같이 독립 실행에 의한 정비결과 파일을 통한 연동 설계는 프로그램 간 통신 오류가 적고, 개발이 용이할 뿐만 아니라 정비장비 H/W의 수정 없이 고장 진단 소프트웨어를 일부 수정함으로써 가능하다.

3.2.3 정비이력 자동 생성 방안

정비이력은 정비장비에서 해당 구성품을 시험한 결과를 파일 형태로 생성 한 것으로 전자식 기술교범과 정비장비 연동시 규정된 정비장비별 정비이력 데이터베이스 구조 설계 내용은 <표 2>, <표 3>과 같다. 정비이력 데이터베이스 구조 중 가장 중요한 레코드 필드는 수중유도무기번호, 시험일자, 고장진단용 정비장비명, 정비담당, 시험결과, 작업완료시각, 시험부위, 점검대상은 연동 시 자동으로 생성되

<표 2> 정비이력 데이터베이스 구조

정비장비명	DB명	테이블명
케이블점검장비	CB.mdb	consist
추진전지부정비장비	CJ.mdb	consist
초기입력장치 정비장비	CK.mdb	consist
통합정비장비	CONSIST.mdb	consist
추진전동기정비장비	JD.mdb	consist
신판정비장비	SK.mdb	consist
시스템정비장비	SYSTEMDB.mdb	system
완성탄점검장비	WS.mdb	consist

<표 3> 정비이력 레코드 포맷

구분	필드명	자료입력
수중유도무기번호	R_NUM	자동생성
점검일자	R_STARTTIME	자동생성
정비장비명	R_NAME	자동생성
정비담당	R_OPERATOR	자동생성
시험결과	R_RESULT	자동생성
완료시각	R_ENDTIME	자동생성
시험부위	R_PART	자동생성
고장보드NSN	R_NSN	교체시 입력
고장보드번호	R_NUMNSN	교체시 입력
교체보드전호	R_NUMEXCHANGE	교체시 입력
비고	R_COMMENT	교체시 입력
점검대상	R_TESTOBJ	자동생성

도록 하였으며, 향후 부품 입출고 관리를 위하여 고장보드와 교체보드의 고유번호를 추가 시켰다. <표 3>에서 자료 입력란에 자동 생성으로 표기된 부분은 정비장비 연동시 정비장비의 고장진단 소프트웨어에서 해당 값을 자동으로 생성하여 주는 부분이고, 추가된 필드는 정비장비 연동 시에는 공란으로 존재하다가 교체 시 정비자가 필요하면 입력하여 관리할 수 있도록 구현하였다.

3.2.4 정비이력 관리 모듈 개발

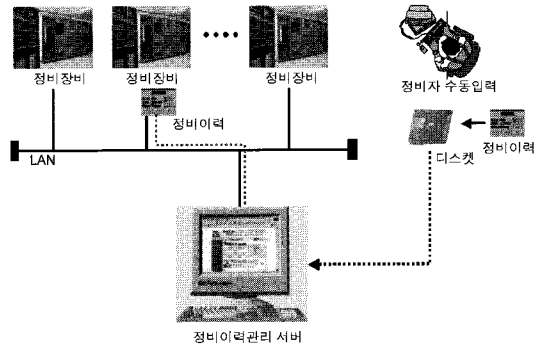
수중유도무기의 정비이력 관리 모듈은 전자식 기술교범과 정비장비 연동시 생성된 결과파일과 동일한 정비이력 데이터베이스 구조를 활용하여 운용되므로 전자식 기술교범과 상호 독립적으로 운용되며, 구현 기능은 소요군의 의견을 수렴하여 결정하였으며, 운용자는 수중유도무기별 시험현황, 부위별 시험현황, 수중유도무기별 정비이력 및 수중유도무기보드 교체현황 등 고장 정보를 얻을 수 있도록 하였으며, 고장 보드나 교체 보드의 국가재고번호 및 일련번호에 대한 추가 정보를 입력할 수 있도록 구현되었다.

정비이력 관리 기능에서 제공되는 통계자료는 아래와 같이 4개의 자료를 제공한다.

- ① 수중유도무기별 시험현황
수중유도무기 번호별로 특정 기간 내의 시험 현황을 정비장비 별로 제공한다.
- ② 부위별 시험현황
수중유도무기번호별 혹은 전체 수중유도무기에 대한 특정 기간 내에 시험 부위별 점검결과를 제공한다.
- ③ 수중유도무기별 정비이력
수중유도무기번호별로 특정 기간 내에 정비 및 교체한 이력을 일괄 조회할 수 있도록 제공한다.
- ④ 수중유도무기별 보드교체 현황
수중유도무기번호별 혹은 전체 수중유도무기에서 특정 기간 내의 보드 교체 현황을 제공한다.

정비이력을 관리하기 위해서 정비장비에 생성되는 정비장비 결과파일은 전자식 기술교범이 탑재된 정비장비인 경우에는 정비장비의 하드디스크에 생성이 되고, 전자식 기술교범과 연동을 하지 않는 정

비장비의 경우에는 정비자가 수동으로 입력할 수 있도록 구성한다. 따라서 종합적인 이력관리를 위해서는 <그림 10>과 같이 모든 정비장비의 장비이력 자료가 Network을 통해 자동으로 자료를 통합하거나 디스켓을 통해 하나의 서버 PC로 통합관리 되도록 설계 하였다.



<그림 10> 정비 이력 자료 통합 체계

이와 같은 정비이력 자료는 수중유도무기의 정비 계획 수립, 보급소요 산정 및 고장 정보 수집을 통한 성능개량 사업의 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였다.

3.2.5 부품 입출고 관리 모듈 개발

부품 입출고관리 기능은 정비 시 필요한 수리부속품을 효과적으로 운용 및 관리를 할 수 있도록 부품의 입고, 출고, 교체 및 폐기에 대한 이력관리를 하는 프로그램으로 데이터베이스 구조는 <표 4>와 같다.

부품 입출고 관리의 세부 기능은 아래와 같이 구성한다.

- ① 부품 입고
정비시 사용되는 부품을 보급 받아 창고에 입고시킬 때 입고된 부품 정보 및 상태를 데이터베이스에 저장하는 기능을 수행한다. 입고된 부품은 특정 기간별로 부품에 대한 통계자료를 제공한다.
- ② 부품 교체
어떠한 이유로 기존에 사용 중이던 부품을 교체할 때 창고에서 교체할 부품을 출고되는 부품 정보 및 상태를 데이터베이스에 저장하는 기능을 수행한다. 교체된 부품 및 출고된 부품의 현황을 통계 자료로 제공한다.

③ 부품 폐기

현재 창고에 보유중인 부품 혹은 정비시 고장으로 판명되어 부품을 폐기할 때 폐기되는 부품 정보 및 폐기 사유 등을 데이터베이스에 저장하는 기능을 수행한다.

④ 외주 정비

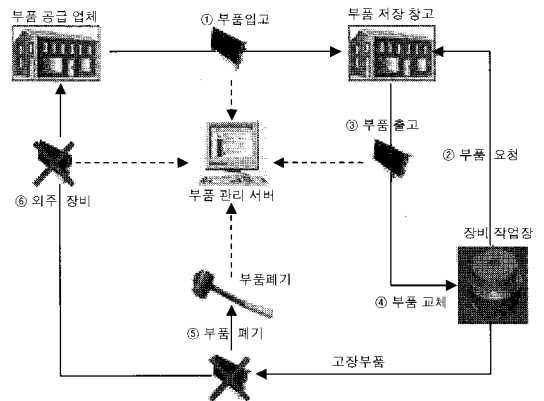
현재 창고에 보유중인 부품 혹은 정비시 고장으로 판명되어 교체한 부품의 외부업체에 정비를 의뢰할 경우 외주정비 되는 부품 정보 및 상태를 데이터베이스에 저장하는 기능을 수행한다.

<표 4> 부품 입출고 관리 프로그램 데이터베이스 구조

DB명	테이블명	필드명	설명	
PART MNG. mdb	P_REALEXT (전체 재고 현황 정보 저장)	P_NSN	국가재고번호	
		P_NAME	품명	
		P_NUM	수량	
		P_PARTONE	부분품번호	
	PDESTROY (폐기부품 현황 정보 저장)	P_NSN	국가재고번호	
		P_NAME	품명	
		P_SERIAL	Serial No.	
		P_DDAY	폐기일자	
		P_NUM	수량	
	PEXCHANGE (교체부품 현황 정보 저장)	P_NSN	국가재고번호	
		P_NAME	품명	
		P_BEFORE	교체 전 Serial No.	
		P_SERIAL	교체 후 Serial No.	
		P_NUM	수량	
		P_ACTREP	정비행위	
	PEXIST (현재 보유 부품 현황 정보저장)	P_NSN	국가재고번호	
		P_NAME	품명	
	PIO (입출고 부품 현황 정보저장)	P_SERIAL	Serial No	
		P_IDAY	입고일자	
		P_ODAY	출고일자	
		P_NUM	수량	
		POUTER (외주정비 부품 현황 정보 저장)	P_NSN	국가재고번호
			P_NAME	품명
	P_SERIAL		Serial No	
	P_ASKREP		정비의뢰	
	P_ENDREP		수리완료 예정일자	
	PEXIST (현재 보유 부품 현황 정보 저장)	P_NSN	국가재고번호	
		P_NAME	품명	
P_SERIAL		Serial No		
P_IDAY		입고일자		
P_NUM		수량		

부품 입출고 관리 기능을 설계시 <그림 11>과 같이 정비업무 절차를 고려하여 구현함으로써 정비 시 발생하는 관리 업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 하였다.

- ① 부품공급업체에서 부품이 공급되면 해당 부품의 부품관리서버에 등록하고 입고처리를 한다. 부품 관리 데이터베이스에 부품 정보가 수록되고 입고된 수량만큼 재고를 증가시킨다.
- ② 정비시 불량으로 판정된 부품에 대해 출고를 요청한다. 부품 관리 서버를 조회하여 해당 구성품이 있는지 확인 후 출고를 요청한다.
- ③ 요청된 부품을 부품 관리 서버를 통해 출고 처리한다. 부품관리 데이터베이스에 출고된 부품 숫자만큼 재고가 감소한다.
- ④ 정비자가 출고된 부품을 받아서 불량인 부품을 제거하고, 새로 받은 부품을 조립한다. 부품관리 서버에 교체된 부품의 일련번호를 기록한다.
- ⑤ 고장 부품을 폐기할 경우에는 부품관리서버에 폐기사유와 일자를 기록하고 부품을 폐기한다.
- ⑥ 고장 부품을 외주정비로 처리 시에는 부품관리 서버에 정비업체, 납기예정일 등을 기록하고 외주정비로 처리한다.



<그림 11> 부품 관리 기능 운용개념

부품 입출고 관리 프로그램을 운용함으로써 정비 시 교체한 수리부속품에 대한 부품 입고와 출고 상황을 항상 정확하게 유지함으로써 정확한 재고관리 (Inventory Control)가 가능하며, 고장이 발생한 정비대상품목인 수리부속품의 폐기 및 외주정비 정보도 일괄적으로 파악함으로써 항상 최적의 부품 관리

를 지원할 수 있도록 구현함으로써 품절(Shortage) 발생으로 인한 정비 지연을 방지할 수 있다.

4. 결론 및 추후 연구방향

고도로 정밀하고 복잡한 전자장비 및 컴퓨터 등을 도입하여 장비가 고성능화되고 있는 현대 무기체계는 엄청난 개발비의 투자에도 불구하고 군 요구 성능에 맞는 주장비 배치에만 치우친 나머지 이를 운용 유지하는데 필요한 효과적인 지원 체계 구축에는 많은 노력을 기울이지 않았다. 또한 정비시 필요한 지원성 요소인 지원장비, 방대한 분량의 기술교범, 보급품 정보, 도면 등이 개발되어 개별적으로 혹은 분산된 형태로 운용됨에 따라 여러 가지 문제를 야기시켰고, 무기체계가 고도로 복잡화됨에 따라 정비는 더욱 어려운 현실에 직면하고 있다.

이와 같이 무기체계의 정비에 필요한 기술교범, 도면 등 방대한 분량의 기술 자료들이 분산된 환경에서 운용됨에 따라 정비자에게 필요한 정보를 신속하게 제공하지 못하였으며, 정비장비와 기술 자료들이 독립된 환경에서 운용됨에 따라 정비효율의 저하를 초래하였다. 또한 정비이력 자료는 수기로 작성하여 관리함에 따라 여러 가지 문제점이 발생하였다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 기존의 무기체계에 대한 정비 프로세스를 분석하여 운용유지에 필요한 지원성(Supportability) 요소들을 통합하여 수중유도무기의 정비 효율성을 향상시킬 수 있도록 통합정비체계의 구축 방안을 제시하였다.

또한 본 연구를 통해 얻을 수 있는 기대 효과로는 수중유도무기의 정비 업무 프로세스를 통합하여 고장 진단, 정비 및 보급 시간을 단축, 기존의 수기식 정비 이력 관리를 정비장비 연동시 생성된 결과를 활용하여 정비이력 자료의 자동 생성으로 정비이력관리의 용이성 향상, 및 정비시 소요되는 수리부속품의 효과적인 운용 및 관리를 용이하게 함으로써 수중유도무기의 운용 가용도를 향상 시키는데 크게 기여할 것으로 기대된다.

추후 연구 방향으로는 수중유도무기의 통합정비체계 구축방안을 토대로 통합정비체계를 개발하고 전문가시스템(Expert System)과 연계하여 고장 정후에 대한 고장배제절차 자동 생성에 관한 연구가

지속되어야 한다. 또한 무기체계 정비 및 운용자가 필요한 정보들을 전자식 기술교범과 연계하여 장비의 운용 절차를 모의할 수 있는 훈련용 시뮬레이터 개발에 관한 연구가 필요하며, IT 환경 전체가 개방화된 Web 환경으로 재편되고 있고, 군의 정보통신 체계도 Web환경으로 급변하고 있는 상태이므로 전자식 기술교범도 Web 환경 하에서의 운용방안에 대한 연구가 절실하다(MIL-HDBK-511, 2000 ; L. John Junod, Phill Deuell, Kathleen A Moore, and W. J. Rumschlag, 2003).

참고 문헌

- [1] Eric L. Jorgensen and Joseph J. Fuller(1993), "The Interactive Electronic Technical Manual", *ASNE/SOLE Conference*, 17-18 March.
- [2] Mark T. Kramer and Theodore J. Post (1993), "Results of Joint Navy/Airforce Operational Test to Evaluate USAF Integrated Maintenance Information Systems(IMIS) Interactive Electronic Technical Manual(IETM) Technology Applied to the F/A-18 Aircraft", *CARDEROCKDIV-93/007*.
- [3] Joseph J. Fuller(1994), "IETMs : From Research to Reality", *AFEI CALS Expo International*.
- [4] Eric L. Jorgensen(1994), "DoD Classes of Electronic Technical Manuals", *NSWCCD Code 2052*.
- [5] MIL-PRF-87268A(1995), "Manuals, Interactive Electronic Technical-General Contents, Style, Format, and user-Interaction Requirements".
- [6] MIL-PRF-87269A(1995), "Data Base, Revisable-Interactive Electronic Technical Manuals, For The Support Of".
- [7] MIL-HDBK-511(2000), "Department of Defense Handbook for Interoperability of Interactive Electronic Technical Manuals".
- [8] L. John Junod, Phill Deuell, Kathleen A Moore, and W. J. Rumschlag(2003), "Web-Based Interactive Electronic Technical Manual (IETM) Common User Interface Style

- Guide”, NSWCCD-20-TR-2003/05.
- [9] James V. Jones(1989), “Integrated Logistics Support Handbook”, *TAB Professional & Reference Books*.
- [10] Wilcox, C. L.(1965), “Evaluation of Reliability and Maintainability Characteristics of Navy Weapon System”, *Analysis of Reliability and Maintainability*, Vol. 4.
-