

# 수중유도무기의 정비성 향상을 위한 전자식 기술교범 개발에 관한 연구

신주환 · 윤원영<sup>†</sup>

부산대학교 공과대학 산업공학과

## A Study on the Development of Interactive Electronic Technical Manual to Improve the Maintainability for Underwater Guided Weapon

Ju Hwan Shin · Won Young Yun

Department of Industrial Engineering, Pusan National University, Busan, 609-735

Delayed repair to the failure of weapon system can cause enormous damages to military operation. Various materials like diagnostic equipment, general and special tools, technical manuals(maintenance manual and illustrated parts breakdown) and drawing documents are required for maintenance. For existing weapon systems the distributed environment of these various materials reduces the maintenance effectiveness of maintenance crew. In this paper, to provide the information of maintenance procedures and supply to the maintenance crew we develop a digital interactive electronic technical manual of the technical documents which can be used easily in computer through question and answer method and improve maintenance effectiveness and minimized repairing time.

**Keywords:** weapon system, maintenance, digital interactive electronic technical manual

### 1. 서론

#### 1.1 연구배경 및 목적

1980년대 중반 낙후된 통신체계와 종이를 통한 기술자료의 생산, 관리, 활용과정 때문에 생기는 국방업무의 비효율을 해소하기 위해 미 국방부가 주창한 CALS는 처음에는 컴퓨터에 의한 군수지원(CALS; Computer-Aided Logistics Support)으로 시작하여 적용범위가 확대되어 오면서 현재는 광속의 거래(CALS ; Commerce At Light Speed)로 발전되어왔다(Kim and Kim, 1995; Intergraph Corp., 1992).

CALS는 한마디로 정보 공유를 통한 업무의 효율화 전략이라 할 수 있다. 구체적으로 CALS는 무기체계의 수명주기 활동 - 즉 소요기획, 설계, 자재/부품 조달, 제작, 시험평가, 생산, 운용지

원, 폐기 등 - 전반에서 생성관리, 활용되는 각종 기술자료들의 흐름을 컴퓨터 시스템과 정비통신망을 이용해서 일관화된(Streamlined) 디지털 정보의 흐름으로 변환하기 위한 공동 전략이다.

CALS는 정보통신 기술의 획기적인 발전에 따라 개인/기관/국가간의 지리적, 시간적 격차가 크게 좁혀진 상황에서 새로운 무기체계의 개발과 운용유지에 필요한 자원 등을 보다 경제적, 효과적으로 활용할 수 있는 업무체계를 구축하는 것이 중요하다. CALS의 기본 목표는 종이 없는 업무 환경의 구축으로 무기체계의 개발 내지는 운용유지 과정 중에 누군가에 의해 한번 생성된 자료는 재사용할 수 있게 함으로써(Create Once User Many Times) 제품 수명주기 비용의 절감, 제품개발로부터 시장에 출하될 때까지의 소요기간 단축 및 개발된 제품 자체의 품질 향상을 통해 대외 경쟁력을 강화하는 데 있다. 이러한 CALS

<sup>†</sup>연락처 : 윤원영 교수, 609-735 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지 부산대학교 공과대학 산업공학과, Fax : 051-512-7603

E-mail : wonyun@pusan.ac.kr

2005년 5월 28 접수, 1회 수정 후 2005년 6월 29일 게재 확정.

의 개념이 1990년대 초·중반에 국내에 도입되면서 무기체계에 적용을 위한 연구가 진행되었으며 그러한 분야 중 하나가 전자식 기술교범(IETM; Interactive Electronic Technical Manual)이다(Jorgensen, 1993; Kramer, 1993).

현대 무기체계는 전자공학과 정보통신공학 기술의 발전으로 인해 성능은 첨단화되어가고 있으며, 점점 더 복잡해지고 있다. 따라서 군의 획득 및 지원 업무와 관련된 정보는 그 양이 지속적으로 방대해지고 있는 추세이다. 그동안 군에서 보유 및 활용하고 있는 무기체계 설계서, 제작도면, 기술교범 및 운용유지에 필요한 각종 기술 자료들은 대부분 종이 형태로 발간하여 왔다. 이러한 문제점으로 무기체계 획득과 군수지원에 사용되는 자료의 양이 방대해짐에 따라 보관상의 문제, 필요한 정보의 신속한 검색 불가, 순차적 정보제공으로 인한 운용성 저하 및 운용 자료의 효율적 관리 불가 등 많은 문제점들을 야기시켰고, 그 일례로 미국의 한 순양함의 경우 적재하여야 할 기술교범의 무게가 약 23톤에 달하여, 막대한 양의 기술자료를 보관할 공간상의 문제와 방대한 자료들 중에서 필요한 정보를 신속하게 검색하는 문제 그리고 운영상에서 발생하는 각종 데이터들(정비자료, 기술자료 수정, 새로운 자료의 추가 등)의 효율적인 운영이 불가능하게 되었다. 이와 관련된 기술정보의 생산 및 유지보수 비용은 급격히 증가하여 새로운 기술정보에 대한 효율적인 취급수단이 절실히 요구되고 있다.

군에서 운용할 무기체계가 복잡해짐에 따라 효율적인 무기체계 획득 및 지원 업무는 방대한 양의 기술정보들을 얼마나 신속하게 처리할 수 있는가에 달려 있으며, 이는 기존의 인쇄매체 기반의 정보처리로는 효과적인 정보제공이 불가능한 상황이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 신속하고 체계적인 자료 관리 및 처리를 지원하는 정보처리 기술, 복잡한 정보를 사용자에게 이해하기 쉽게 표현하는 멀티미디어 기술, 사용자가 원하는 정보를 신속하게 제공하는 하이퍼미디어 기술을 종이식 기술교범에 접목시키는 기술정보 제공의 새로운 방안으로 대두되고 있는 기술이 전자식 기술교범이다.

현재 미국에서는 군을 중심으로 기존에 운용되고 있는 무기체계의 종이식 기술교범을 Class 1, 2급 수준으로 전자화 하는 작업이 활발히 진행 중이며, 여러 민간 기업에도 추진중이다. 하지만 미국을 중심으로 한 해외 선진국에서는 일부 무기체계에 Class 3, 4급의 전자식 기술교범을 <표 1>과 같이 구축하였다는 발표는 있었지만 구체적인 개발 방법이나 관련 기술의 유출이 되지 않는 상황이었다.

표 1. 미국의 전자식 기술교범 구축 사례

구분	적용 무기체계
미 해군	AEGIS20, SURTASS, BFTT, SSDS, DST, NEWATTACK SUBMARINE
미 육군	SENTINEL, FOX, PALADIN, COMMAND&CONTROL VEHICLE
미 공군	ASARS

1990년대 중반 국내의 경우 전자식 기술교범에 대한 관련 분야의 기술수준은 개념 파악의 초보 단계였으며 개발 사례가 전무한 실정이었다. 한편 우리 군에서도 무기체계 운영유지에 시간과 경비의 절감 및 작업의 능률을 높이기 위해 기술자료에 대한 효율적인 취급수단의 중요성을 인식하기 시작하였으며 그러한 방편의 하나로 기술자료의 전자화를 추진하려는 계획과 컴퓨터, 통신 및 정보처리 기술 분야에서의 급진적인 발전과 맞물려 1990년대 후반 국내 연구개발 무기체계에 처음으로 수중유도무기의 전자식 기술교범을 개발하게 되었다.

무기체계의 경우 정비업무를 수행하는 데 필요한 기술자료에는 체계에 대한 전반적인 기능 및 작동원리가 수록된 체계교범, 정비절차가 수록된 정비교범, 수리부속품 정보가 수록된 보급교범, 고장진단을 위한 정비장비의 운용교범(정비교범 포함) 및 도면 등이 필요하다. 기존 무기체계의 경우 정비교범, 보급교범, 운용교범, 도면 등 종이식 기술 자료들이 분산된 형태로 운용됨에 따라 정비에 필요한 정보의 신속한 제공이 불가하여 정비 효율의 저하를 초래하였다.

무기체계의 정비성을 향상시키기 위해서는 여러 가지 방안이 있을 수 있으나 본 연구에서는 자료 정보화를 통한 정비성 향상 방안으로 기존 종이식 기술교범의 문제점을 해결하기 위해 종이를 매체로 한 페이지 지향 문서의 복잡한 절차에 의존하지 않고 수중유도무기의 운용 및 정비활동에 필요한 모든 기술정보들을 컴퓨터를 이용하여 디지털 자료로 통합 데이터베이스를 구축하여 전자식 기술교범을 개발한다. 수중유도무기의 전자식 기술교범은 사용자에게 운용 및 정비에 필요한 정비절차, 보급정보, 도면 등의 정보를 적시적소에서 신속하게 제공하여 효과적인 정비업무를 수행케 함으로써 정비 소요시간을 단축시켜 궁극적으로 수중유도무기의 정비성을 향상시키고자 한다.

1.2 전자식 기술교범 표준 및 분류

CALS 표준은 무기체계 획득 및 군수지원 관련 자료들의 교환 내지는 공유를 위한 업무기능, 자료표현형식, 자료교환형식, 적용기술 등을 정의한 것으로서 현재 여러 가지 표준들이 통용되고 있다. 전자식 기술교범은 기본적으로 CALS의 표준을 기반으로 전자식 기술교범에 필요한 자료들을 구축하며, 관련 표준은 다음과 같다.

- (1) MIL-PRF-87268A(1995): 전자식 기술교범의 구성, 표현 형식, 사용자 인터페이스 등(자료표현형식 관련 표준)
- (2) MIL-PRF-87269A(1995): IETM을 위한 데이터베이스 구조(자료표현형식 관련 표준)
- (3) MIL-M-28001(SGML): 문서자료 교환 표준(자료교환형식 관련 표준)
- (4) MIL-D-28003(CGM): 도표, 그림 등 2차원 벡터 그래픽 자료 교환 표준(자료교환형식 관련 표준)

전자식 기술교범은 Class 1에서 Class 5 단계로 발전되고 있으며, 이러한 분류는 기존의 기술교범 자료를 디지털화하기 위해 적용되는 기술, 전자적인 디스플레이의 정도 및 기능에 따라 다양한 분류법이 있으며, 가장 일반적으로 사용되는 미 해군의 분류법은 기능 및 특성에 따라 <표 2>와 같이 5단계로 구분된다. Class 1과 2는 단순한 전자도서이며 Class 3 이후의 단계를 진정한 의미의 전자식 기술교범이라 하며 구현의 마지막 단계인 Class 5는 선진국에서도 구축된 사례가 거의 전무한 실정이다 (Jorgensen, 1944).

다. 본 연구에서는 종이식 기술교범, 전자도서, 전자식 기술교범의 특성 및 선진국의 기술동향을 분석한 후 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발 방안을 도출하였다. 전자식 기술교범 개발은 수중유도무기의 정비성 향상을 위해 관련 기술자료의 보관 및 관리가 용이토록 하였으며, 사용자와 상호 대화를 통한 다양한 정보제공, 종이교범에서는 고장배제절차가 여러 페이지에 걸쳐서 수록되므로 다음 단계에 대한 정보를 찾기가 어려우나 전자식 기술교범에서는 체계적인 정보제공으로 신속한 고장배제가 이루어지도록 하였다. 또한 서술정보로 이해가 어려운 부분은 애니메이션, 동영상, 음향, 사진 등 멀티미디어 자료를 제공하여 사용자가 보다 쉽게 이해할 수 있도록 개발 목표를 Class 4 수준으로 하였다.

## 2. 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발

1990년대 후반 우리 해군에서는 공공근로화 사업의 일환으로 기존에 배치된 일부 무기체계의 종이식 기술교범 내용을 Class 2 수준의 전자문서 위주로 개발함에 따라 많은 한계점을 낳았

### 2.1 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발 방안

수중유도무기의 전자식 기술교범 개발은 <그림 1>과 같이

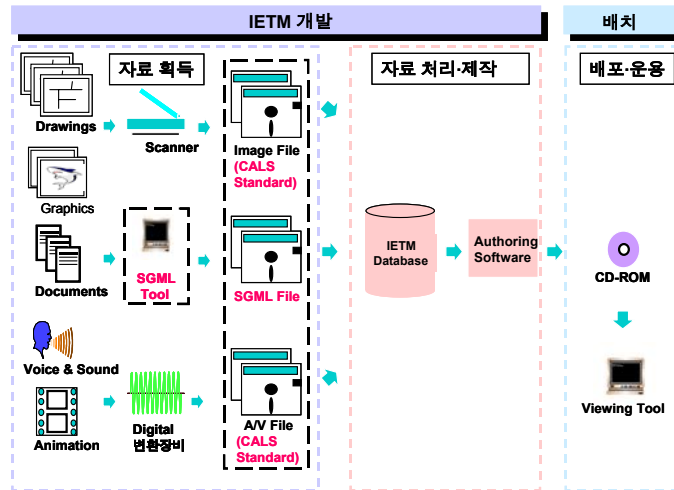


그림 1. 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발 방안.

표 2. 전자식 기술교범 분류

분류	기능
class 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>교범내용을 Image화(스캐너로 입력하여)하여 사용</li> <li>색인(Index)에 의한 검색 및 조회, Full Page Image로 화면출력</li> </ul>
class 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>교범내용(Text Page)과 도면(Drawing)을 분리하여 사용하는 방법</li> <li>스크롤(Scroll)되는 전자문서</li> <li>하이퍼텍스트(Hypertext) 형태로 링크(Link)하여 그래픽과 문자정보 지원</li> </ul>
class 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>순차적 구조의 IETM(Text, 그래픽, Animation 등의 부분을 화면상에 개별 윈도를 통한 동시 디스플레이)</li> <li>화면구성(Screen Layout)의 사용자 인터페이스로 IETM Database를 연결</li> <li>대화상자(Dialog Box)를 이용한 대화형 문서</li> <li>Text 정보는 SGML로 구축.</li> </ul>
class 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>계층적 구조의 IETM(텍스트와 그래픽이 한 화면에서 각각의 프레임에 동시 표시)</li> <li>IETM Database Form을 표준화하여 데이터의 상호 연관성을 고려하여 통합 IETM Database 구축</li> <li>사용자와 상호대화를 통한 전자 배포물 저작 환경 구축</li> </ul>
class 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>IETM Database와 전문가 시스템(Expert System)을 접목하여 다양한 응용을 지원 (예) 고장진단 결과조회, 훈련 자료 자동생성 등</li> </ul>

정비 수행 시 필요한 도면, 그래픽, 기술교범, 애니메이션 및 음향자료 등을 변환장비를 이용하여 IETM/CALS 표준으로 자료를 변환한다. 변환된 자료는 특성별로 구분하여 IETM Database를 구축한 후 AIMSS 저작도구를 이용하여 정비 로직(Logic)에 맞게 전자식 기술교범을 제작하여 최종적으로 소요군에 배포하도록 개발 방안을 정립하였다.

AIMSS 저작도구는 현재 상용화되고 있는 Class 4급 수준의 유일한 저작도구로 MIL-PRF-87268과 MIL-PRF-87269를 기준으로 설계되었으며, 특징은 그래픽 기반의 사용자 인터페이스, 쉬운 저작 환경, CGM, WMF, BitMap과 같은 그래픽 파일 포맷을 지원, SGML과 CGM 파일의 Import/Export 기능 등을 가지고 있다. 이러한 개발방안과 저작도구를 적용하여 수중유도무기의 전자식 기술교범을 개발하기 위한 환경은 <그림 2>와 같이 구축하였다.

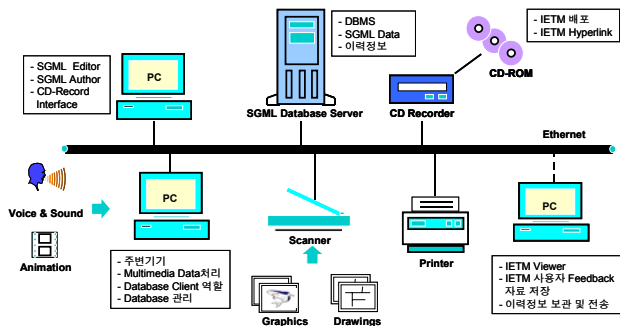


그림 2. 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발환경.

## 2.2 수중유도무기의 전자식 기술교범 요구 기능 분석

수중유도무기의 전자식 기술교범은 운용 및 정비 시 사용자에게 필요한 정보의 신속한 제공, 동영상 및 애니메이션 자료를 활용하여 사용자의 이해증대 및 정확한 정보전달을 보장할 수 있도록 함으로써 수중유도무기의 정비 효율성을 극대화할 수 있도록 요구기능을 분석하였으며, 사용자의 의견을 반영하여 다음과 같이 요구기능을 설정하였다.

### (1) 목차 제공 기능

종이식 기술교범 사용자가 가장 이해하기 쉬운 구성자료는 교범의 목차이다. 따라서 전자식 기술교범에서도 기본적으로 종이식 기술교범의 목차를 구성하여 사용자가 언제 어디서나 목차를 볼 수 있도록 목차 상에 기술된 장, 절, 항으로 바로 연결될 수 있도록 Link를 구성하여야 한다.

### (2) 색인(Index) 기능

색인(Index)은 전자식 기술교범 제작 시 종이식 기술교범의 구조를 분석하여 사용자에게 체계적인 기술자료 접근을 지원할 수 있도록 구성된 Link 정보이다. 색인은 무기체계 계통도(Family Tree) 형태의 구조적인 분석자료 등을 기본으로 작성되

어야 하며, 부여한 색인은 기술교범 사용자가 쉽게 활용할 수 있도록 작성되어야 한다.

### (3) 하이퍼링크(Hyperlink) 기능

사용자에게 신속한 정보제공과 제공된 정보의 이해도와 활용도를 높이기 위해서는 기존의 인쇄매체처럼 순차적이거나 색인에 의한 접근방법으로는 정보제공이 불가능하다. 따라서 다양한 기술자료, 즉 종이식 기술교범들 간의 상호 연관된 정보들을 자유롭게 연결하여 사용자에게 필요한 정보를 신속하게 제공할 수 있도록 하이퍼링크 기능을 가져야 한다.

### (4) 멀티미디어(Multimedia) 제공 기능

전자식 기술교범의 중요한 목표 중의 하나는 사용자에게 정확한 정보의 제공을 보장하기 위해서는 다양한 종류의 자료 즉, 사진, 도해, 도면, 동영상, 애니메이션, 음향 및 음성 등의 멀티미디어 자료들을 적절히 활용하여 제공하여야 한다. 그러나 멀티미디어 자료를 너무 빈번하게 사용하게 되면 오히려 사용자가 흥미를 잃어 제공되는 정보들에 대해 무관심해질 수 있으므로 적절하게 사용하여야 한다.

### (5) 용어 및 약어 검색 기능

종이식 기술교범에서 제공되는 용어 및 약어 목록은 그 양이 너무 제한적이어서 무기체계를 처음 대하는 초보자들에게 충분한 정보를 줄 수가 없는 실정이다. 전자식 기술교범에서는 수중유도무기의 종이식 기술교범 및 운용교범에서 사용한 모든 용어 및 약어를 데이터베이스화하고 이를 활용하여 사용자가 언제 어디서나 검색할 수 있도록 함으로써 사용자의 이해도를 증진시킬 수 있도록 한다.

### (6) 보급자료 제공 및 검색 기능

종이식 기술교범에서 제공되는 자료들 중 보급자료는 정비 대상품목 고장 발생 시 교체를 위해 필요한 수리부속품을 청구하기 위한 형상과 재고번호가 포함되어 있어 사용자에게 매우 중요한 정보이다. 전자식 기술교범은 컴퓨터상에서 운용이 되므로 정보처리의 특성인 신속 정확한 자료검색 기능을 활용할 수 있다. 즉, 종이식 기술교범에 수록된 모든 보급자료들을 데이터베이스를 구축하여 사용자는 전자식 기술교범을 운용하면서 필요한 경우에는 보급자료를 즉시 화면상에서 제공받을 수 있으며, 필요한 경우에는 특정 보급자료를 검색하여 찾아볼 수 있도록 개발한다.

### (7) 일반 및 특수공구 제공 및 검색 기능

무기체계 정비 시 필요한 일반 및 특수공구들은 원활한 정비를 위해 사용자에게 필수적으로 제공되어야 한다. 일반적으로 종이식 기술교범에서는 공구목록을 별도로 구성하고 정비절차에서는 공구명칭만을 제공하고 있어 사용자가 해당 공구의

상세한 자료를 보려면 공구목록에서 도해(Illustrated Parts Breakdown)와 관련 정보를 보고 해당 공구를 찾는다. 전자식 기술교범에서는 일반 및 특수공구 관련 정보를 데이터베이스로 구축하여 사용자가 정비에 필요한 공구를 신속하게 검색할 수 있도록 하이퍼링크하여 공구 형상 및 관련 자료를 제공함으로써 정비효율을 높일 수 있도록 한다.

#### (8) 정비절차 생성 기능

전자식 기술교범의 장점 중 하나는 사용자가 수행할 정비자료들을 컴퓨터 화면을 통해서 일관성 있게 제공받을 수 있다는 점이다. 즉 무기체계에서 특정 모듈이나 보드(Board)에 고장이 발생하였을 경우 종이식 기술교범의 고장배제표에서 “XX 교범, XX항 참조”라고 표현하는 것이 아니고, 전자식 기술교범에서는 고장배제표의 하이퍼링크된 부분을 클릭하면 바로 해당 정비항목으로 이동하여 관련 절차가 컴퓨터상에 전시되어 고장이 배제될 수 있도록 한다. 이러한 기능을 통해 정비업무의 효율성을 높일 수 있으며, 전문적인 기술을 지니지 못한 정비 비전문가도 정비 업무를 정확하게 수행할 수 있도록 지원한다.

### 2.3 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발 프로세스

수중유도무기의 경우 사용자로 하여금 급격한 정비환경의 변화로 인한 혼란을 배제하기 위하여 종이식 기술교범과 전자식 기술교범을 병행 개발하였다. 수중유도무기의 전자식 기술교범은 정비 시 필요한 종이식 기술교범들을 대상으로 하며 효과적인 개발을 위해 기본설계, 프로토타입(Prototype) 제작, 상세설계, 전자식 기술교범 제작 및 응용 프로그램개발 순으로 개발 프로세스를 정립하여 개발한다.

#### (1) 기본 설계

전자식 기술교범의 기본 설계는 개발 대상인 수중유도무기의 제원, 구성, 운용개념 등 체계에 대한 개념을 파악하며, 군수 지원 요소 개발 시 산출된 자료, 국내·외의 전자식 기술교범 관련 기술자료 및 소요군의 요구사항을 수집 및 분석한다. 기본설계에는 개발 범위, 구현 자료 유형 및 수량, 운영방안, 보안방안, DTD(Document Type Definition) 정의, 자료 표준화 방안, 화면 구성정의 및 전자식 기술교범 구현 기능들이 포함되어야 한다. 수중유도무기의 전자식 기술교범 개발범위는 17종의 종이식 기술교범을 대상으로 한다.

수중유도무기의 전자식 기술교범에 대한 주요 설계내용은 장, 절, 항, 부록으로 구성된 총론, 운용원리, 장비설명, 고장배제, 정비절차, 보급목록 등 종이식 기술교범의 구조분석을 통하여 세부 목차 구성도 및 흐름도를 설계하고 텍스트, 그래픽, 표, 다이어로그, 주의, 주 및 경고 등의 자료특성을 분석하여 서술정보로 설명이 어려운 부분은 사용자의 이해력 증대를 위해 멀티미디어를 설계한다. 그리고 효율적인 저장 및 검색을 위해

자료 특성별 데이터베이스 설계와 중복자료의 생성방지 및 전자식 기술교범의 수정 용이성 등 체계적인 활용을 위한 공유 객체 라이브러리를 설계하며, 기술자료를 정해진 스타일(Style)과 형식(Format)에 따라 필요한 정보를 대화형식으로 컴퓨터 화면 상에 조회 및 전시하고 사용자가 원하는 정보를 신속하게 제공할 수 있도록 사용자 인터페이스 설계를 한다.

#### (2) 프로토타입(Prototype) 제작

전자식 기술교범의 프로토타입(Prototype)은 기본설계 사양의 입증 및 검토를 위하여 수중유도무기의 부대정비교범 초안을 기준으로 제작한다. 구현될 모든 자료는 IETM/CALS 표준 자료 형태로 변환하며, 구현될 자료의 유형으로는 기술교범에 표현되는 텍스트, 표, 다이어로그, 주/주의/경고, 주의를 요하는 효과음, 설명을 도와주는 내레이션, 기타 사용자의 이해를 증진시키는 음향자료와 도면, 사진 등의 그래픽 자료 및 그래픽 자료나 문자로 표현이 어렵고 사용자의 주의를 필요한 정비절차를 비디오 영상으로 표현하거나 실제 촬영이 불가능한 분야의 기능은 애니메이션 등의 동영상 자료가 포함되어야 한다. 이들 자료를 바탕으로 기본설계에서 구현할 기능들에 대한 스토리보드(Storyboard)를 만들어 Prototype을 제작한다. 제작된 Prototype은 소요군의 요구사항과 아이콘, 메뉴, 화면배치 등의 화면설계와 하이퍼링크, 핫스팟(Hotspot) 등의 기본설계 사양들이 정확하게 설계되고 제작되었는지를 확인하며, 실제 구축된 기술자료들을 사용자가 용이하게 활용할 수 있는지에 대한 가능성을 검토하여 개발 위험성을 줄이고, 문제점을 도출하여 보완하는 데 있다.

#### (3) 상세설계

제작된 Prototype의 시연을 통하여 도출된 문제점들에 대한 해결 방안을 수립하고 추가 요구 사항을 반영하여 상세설계를 수행하며 최종 성과물인 전자식 기술교범을 제작한다. 상세설계에서 화면설계, 사용자표준화 방안, 도면/사진, 동영상, 음성/음향, 도표 등의 자료 확정과 구현 기능을 확정한다.

#### (4) 전자식 기술교범 제작 및 응용 프로그램 개발

##### ① SGML Data 제작

종이식 기술교범 중 가장 많은 분량을 차지하고 있는 서술(Text) 정보를 IETM 표준형태인 SGML로 변환 혹은 작성하는 작업은 수중유도무기의 기술교범 DTD에 맞게 작성하여야 한다. SGML 자료의 생성은 AIMSS 저작도구를 이용하여 군수지원 요소 개발 시 생성된 자료를 Import 하면 자동으로 생성된다.

##### ② 멀티미디어(Multimedia) Data 제작

서술정보로는 정비요원이 이해하기 어려운 부분이나 이해를 증대시킬 수 있는 운용 및 정비절차 중 중요도 분석(Importance Factor Analysis)을 통하여 대상범위를 선정하였으며, 그러한 분야로는 체계 및 부 체계별 구성은 사진, 운용 및 작동원리

는 2D/3D 애니메이션, 플랫폼(Platform)별 무장 및 발사절차, 낙하산부 설치절차, 부양기낭 접는 방법, 전단 끈 묶는 방법 등 동영상 제작하였다. 이런 제작과정은 애니메이션 및 동영상 제작을 위해 스토리보드(Storyboard)와 시나리오를 만들어 장비 개발자와 상호 협의하여 확정된 후 멀티미디어 자료를 제작하여야 수정작업을 최소화할 수 있도록 한다.

③ IETM DB 구축

수중유도무기의 정비 시 필요한 모든 기술자료들은 사용목적에 따라 체계화하여 데이터베이스를 구축하고 여기에 수록되는 정비절차, 그래픽, 도면, 동영상 및 애니메이션 등 각종 요소(Elements)들을 Link시켜 정비자가 각각의 정비업무 목적별로 사용할 수 있도록 하며, 자료작성 완료 후 효율적인 관리 및 수정이 용이하도록 한다.

④ 응용 프로그램 개발

SGML Data 제작, 멀티미디어(Multimedia) Data, IETM DB 구축과 병행하여 수중유도무기의 정비업무를 보다 효과적으로 수행하기 위해 필요한 사용자 관리 프로그램, 도면 검색 프로그램, 보급목록 검색 프로그램 등의 응용 소프트웨어를 개발한다.

⑤ 전자식 기술교범 저작(Authoring)

제작된 각종 자료들을 상세설계 사양에 따라 화면 구성, 사용자 검색환경을 구현하고, 정비절차를 고려한 스토리보드에 따라서 자료들을 배치/조합하여 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 자료들 간의 하이퍼링크를 설정한다. 전자식 기술교범 제작이 완료되면 Run Time의 브라우저를 만들어 최종적으로 컴퓨터 하드디스크 상에 설치하여 사용자가 용이하게 사용할

수 있도록 한다. 또한 CD-ROM도 동시에 보급한다.

2.4 수중유도무기의 전자식 기술교범 구현 결과

수중유도무기의 전자식 기술교범은 목차 제공/색인 기능, 하이퍼링크 기능, 정비절차 제공 기능, 멀티미디어 제공 기능, 도구 제공 및 검색기능, 보급자료 제공기능, 도면자료 제공기능 등 요구기능 분석에서 정의한 기능과 사용자 인터페이스 설계 기준에 맞도록 개발한 내용은 <그림 3>과 같다.

수중유도무기의 구현 결과를 간략히 살펴보면 사용자 인증 화면은 인가된 사용자만이 로그인할 수 있도록 하는 사용자 관리 화면이며, 목차 및 색인기능 화면은 왼쪽 트리 형태의 목차를 클릭하면 해당위치로 신속하게 이동하여 장비설명, 정비절차 등의 관련 내용이 전시된다. 그리고 사용자에게 정비에 필요한 정보의 신속한 제공 및 이해도 증대를 위해 하이퍼링크된 부분을 클릭하면 사진, 도구, 동영상, 애니메이션, 보급 및 도면 등의 자료들이 즉시 화면상에 전시되어 정비 업무를 효율적으로 수행할 수 있다. 이러한 수중유도무기의 전자식 기술교범 구현 기능들은 종이식 기술교범에서는 교범들 간의 연관된 정보들을 신속하고 자유롭게 사용자에게 제공할 수 없는 기능들이다.

3. 종이식 기술교범과 전자식 기술교범의 정비성 실험

3.1 수중유도무기의 정비개념 및 정비절차

정비성 실험에 앞서 수중유도무기의 정비개념은 사용자 및 부대정비 계단(1계단)에서는 완성된 점검장비를 이용하여 수

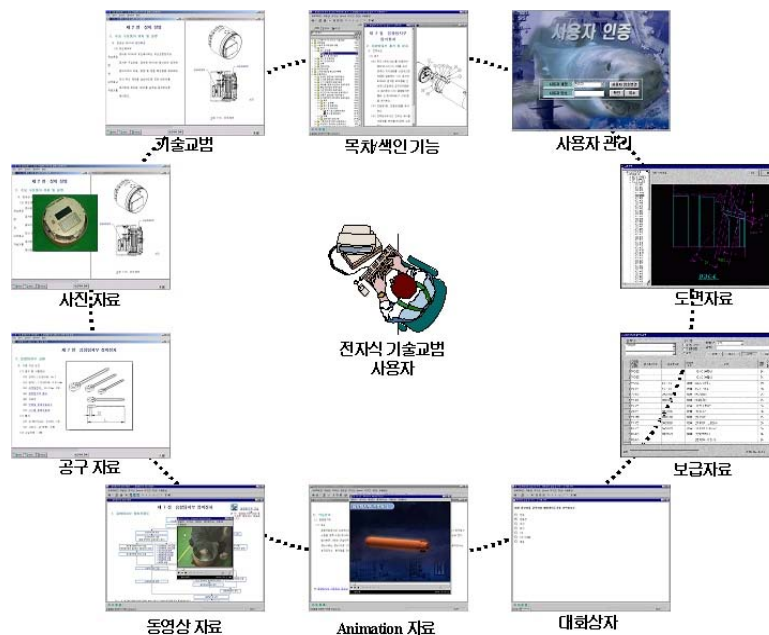


그림 3. 전자식 기술교범의 구현.

중유도무기의 고장 유무를 식별하고, 고장 난 수중유도무기는 야전정비계단(2계단)으로 후송되어 시스템 정비장비를 이용하여 고장 부위를 식별한다. 식별된 고장 부위는 구성품 정비장비(예 ; 통합정비장비)를 이용하여 실제 고장이 발생된 정비대상품목을 수리하거나 교체업무를 수행하여 고장을 복구한다. 이와 같은 정비절차는 정비장비 운용 및 정비교범을 참조하여 정비장비로 고장을 탐지하고, 고장 난 품목(구성품, 모듈 및 부품)들의 보급정보는 보급교범을 참고하여 수리부속품(예비품)을 식별/청구하며, 정비절차가 수록된 정비교범에 따라 수리 및 교체 업무를 수행한다. 또한, 정비 시 도면을 참조하여 고장 추적을 실시하기도 한다. 이러한 정비업무 수행은 관련 기술교범들이 분산된 형태로 독자적으로 운용되며 이를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 정비 사전절차 수행(정비교범, 공구)
- (2) 정비 대상품목의 고장탐지(정비장비, 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 사후절차 수행(정비교범, 일반/특수 공구)

3.2 실험 개요

기존의 종이식 기술교범과 본 연구에서 개발한 전자식 기술교범을 활용하여 정비성 시험을 통해 정비 절차별 실제 정비 소요시간을 각각 측정하여 정비 효율성을 비교한다.

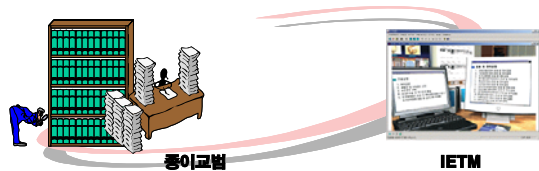


그림 4. 종이식 기술교범과 전자식 기술교범

3.3 실험방법 및 순서

- (1) 음향탐지부의 전원공급반에 임의의 고장을 삽입하여 기존의 종이식 기술교범을 활용해 정비 소요시간을 3회 측정한다.
- (2) 전자식 기술교범을 활용하여 정비 소요시간을 3회 측정한다.
- (3) 3회 측정된 종이식 기술교범 및 전자식 기술교범의 정비 소요시간의 평균치를 각각 구한다.
- (4) 종이식 기술교범 및 전자식 기술교범의 정비 소요시간을 비교 분석한다.
- (5) ①~④ 절차를 숙련자와 비숙련자인 경우를 각각 반복한다.

- 숙련자는 기존에 운용중인 수중유도무기에 대한 정비경험이 있는 사람이며, 비숙련자는 정비경험이 없는 사람이다.
- (6) 숙련자 및 비숙련자의 정비 소요시간을 비교 분석한다.
  - (7) 고장품목이 교체된 후 재시험시간은 동일하다고 가정하여 무시한다.

종이식 기술교범과 전자식 기술교범의 정비성 실험을 수행하기 위해 필요한 소요자원은 종이식 기술교범으로는 체계교범, 정비교범(1, 2계단), 보급교범, 정비장비별 운용 및 정비교범(12종) 및 도면, 모든 기술교범과 도면이 탑재된 전자식 기술교범, 고장진단용 정비장비, 일반 및 특수공구, 스톱워치가 필요하다.

3.4 실험결과

- (1) 숙련자의 경우

표 3. 숙련자의 정비 소요시간 자료(단위:분)

정비절차	종이식 기술교범	전자식 기술교범
	정비 소요시간	정비 소요시간
1. 완성탄 점검장비	13.76	10.08
- 시험 전 절차	6.20	4.03
- 시험(완성탄 고장)	2.00	2.00
- 시험 후 절차	5.56	4.05
2. 시스템 정비장비	135.10	108.39
- 시험 전 절차	43.23	35.02
- 시험(음향탐지부 고장)	15.00	15.00
- 시험 후 절차	40.45	32.12
- 음향탐지부 및 신호처리장치 제거	36.42	26.25
3. 통합 정비장비	79.08	54.76
- 시험 전 절차	20.53	15.06
- 시험(전원공급반 고장)	5.00	5.00
- 전원공급반 보급정보식별	6.10	0.20
- 전원공급반 제거/설치	9.10	6.20
- 음향탐지부 및 신호처리장치 설치	38.35	28.30
- 재시험	-	-
정비 소요시간 합계	227.94	173.23



그림 5. 완성탄 점검장비를 이용한 시험 화면.

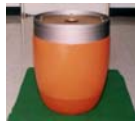


그림 6. 시스템 정비장비를 이용한 시험 화면.

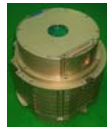


그림 7. 통합 정비장비를 이용한 시험 화면.

(2) 비숙련자의 경우

표 4. 비숙련자의 정비 소요시간(단위: 분)

정비절차	종이식 기술교범	전자식 기술교범
	정비 소요시간	정비 소요시간
1. 완성탄 점검장비	21.40	12.67
- 시험 전 절차	9.30	5.12
- 시험	3.00	2.35
- 시험 후 절차	9.10	5.20
2. 시스템 정비장비	177.1	120.22
- 시험 전 절차	58.50	39.02
- 시험(음향탐지부 고장)	20.00	17.50
- 시험 후 절차	47.35	31.55
- 음향탐지부 및 신호처리장치 제거	51.25	32.15
3. 통합 정비장비	109.62	65.42
- 시험 전 절차	26.45	17.34
- 시험(전원공급반 고장)	7.30	6.15
- 전원공급반 보급정보 식별	9.25	0.20
- 전원공급반 제거/설치	12.35	6.28
- 음향탐지부 및 신호처리장치 설치	54.27	35.45
- 재시험	-	-
정비 소요시간 합계	308.12	198.31

(3) 실험결과 분석

숙련자의 경우 종이식 기술교범과 전자식 기술교범을 각각 활용하여 정비 수행 시 정비 소요시간을 비교하여 보면 전자식 기술교범이 종이식 기술교범에 비해 정비 소요시간이 24% 단축되었다.

구 분	숙련자	비 고
종이식 기술교범	227.94	
전자식 기술교범	173.23	
비율(%)	24	IETM/종이식 기술교범

비숙련자의 경우 종이식 기술교범과 전자식 기술교범을 각각 활용하여 정비 수행 시 정비소요시간을 비교하여 보면 전자식 기술교범이 종이식 기술교범에 비해 정비 소요시간이 36% 단축되었다.

구 분	비숙련자	비 고
종이식 기술교범	308.12	
전자식 기술교범	198.31	
비율(%)	36	IETM/종이식 기술교범

다음은 숙련자와 비숙련자의 정비 소요시간을 종이식 기술교범과 전자식 기술교범을 각각 비교분석하면 숙련자 대비 비숙련자의 정비 소요시간 차이는 다음과 같다.

구 분	숙련자	비숙련자	비율(%)
종이식 교범	227.94	308.12	26
IETM	173.23	198.31	13

실험결과를 종합 분석해 보면 정비교범, 보급교범, 정비장비별 운용 및 정비교범이 분산된 형태로 운용되는 기존의 종이식 기술교범에 비해 전자식 기술교범은 정비에 필요한 기술자료들을 하나의 컴퓨터나 CD-ROM에 탑재하여 운용됨에 따라 기술자료 검색시간 단축, 정비에 필요한 공구 식별시간 단축, 보급정보의 검색시간 단축 및 고장배제절차 제공 등으로 정비 소요시간이 상당히 단축되었으며, 비숙련자의 경우 전자식 기술교범이 종이식 기술교범에 비해 정비효율이 크게 나타났다. 이는 유사시 전문가가 아니더라도 정비를 효과적으로 수행할 수 있도록 함으로써 전투준비태세를 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

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 유지하는 데 필요한 효과적인 지원체계 구축에는 많은 노력을 기울이지 않았다. 또한 무기체계의 정비에 필요한 기술교범, 도면 등 방대한 분량의 기술자료들이 분산된 환경에서 운용됨에 따라 사용자에게 필요한 정보를 신속하게 제공되지 못함으로써 정비효율의 저하를 초래하였다.

본 연구를 통해 국내 개발 무기체계인 수중유도무기의 전자



식 기술교범 개발방안을 정립하여 Class 4급의 전자식 기술교범을 개발함으로써 선진국과 동등 수준의 개발기술을 확보할 수 있었다. 그리고 종이식 기술교범과 전자식 기술교범의 정비성 실험결과에서 볼 수 있듯이 전자식 기술교범을 활용한 정비는 숙련자의 경우 24%, 비숙련자의 경우 36%의 정비 소요시간 단축효과가 있으며, 정비자의 숙련도에 따라 종이식 기술교범이 전자식 기술교범보다 더 많은 정비 소요시간의 차이가 나타남을 볼 수 있다. 또한 멀티미디어 자료제공으로 정확한 정비절차의 이해를 증대시켜 정비자의 정비실수를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서 정비 시 필요한 정비교범, 보급교범, 도면 등의 기술자료들을 디지털화하여 전자식 기술교범을 개발하여 정비에 필요한 정비절차 및 보급정보 등을 신속하게 제공하고 컴퓨터상에서 정비요원이 대화식으로 손쉽게 정비업무를 수행할 수 있도록 함으로써 정비 소요시간을 크게 단축시켜 수중유도무기의 정비성을 향상시켰을 뿐만 아니라 유사시 전문가가 아니더라도 정비를 수행할 수 있도록 함으로써 전투준비태세 제고에 기여할 것으로 기대된다.

추후 연구 방향으로는 무기체계의 정비 효율성을 향상시키기 위해 전자식 기술교범과 고장진단용 정비장비와의 연동을 통한 통합정비 시스템(Integrated Maintenance System; IMS)의 연구가 진행되어야 할 것이다. 그러한 연구로는 전자식 기술교범을 운용자 측면에서의 활용방안을 검토하여야 한다. 즉, 전자식 기술교범과 연계하여 장비의 운용절차를 모의 혹은 효과적으로 훈련할 수 있는 방안에 관한 연구가 필요하며, IT 환경 전체가 개방화된 Web 환경으로 재편되고 있고, 군의 정보통신

체계도 Web 환경으로 급변하고 있는 상태이므로 전자식 기술교범도 Web 환경하에서의 운용방안에 대한 연구가 절실하다. (MIL-HDBK-511, 2000; Junod, 2003)

## 참고문헌

- Chul-Whan Kim, Kyu-Soo Kim (1995), The information-oriented industrial revolution for 21th century - CALS, Munwon.
- Fuller, Joseph J. (1994), IETMs : From Research to Reality, AFEI CALS Expo International Oct.
- Jorgensen, Eric L. and Joseph J. Fuller (1993), The Interactive Electronic Technical Manual, ASNE / SOLE Conference, 17-18 March.
- Jorgensen, Eric L. (1994), DoD Classes of Electronic Technical Manuals, NSWCCD Code 2052, Apr.
- Junod, L. John, Phill Deuell, Kathleen A Moore, W. J. Rumschlag (2003), Web-Based Interactive Electronic Technical Manual (IETM) Common User Interface Style Guide, NSWCCD-20-TR-2003/05, July.
- Kramer, Mark T., 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.
- MIL-PRF-87268A, Manuals (1995), Interactive Electronic Technical - General Contents, Style, Format, and user-Interaction Requirements, 1 Oct.
- MIL-PRF-87269A, Data Base (1995), Revisable - Interactive Electronic Technical Manuals, For The Support Of, 1 Oct.
- MIL-HDBK-511 (2000), Department of Defense Handbook for Interoperability of Interactive Electronic Technical Manuals, 15 May.
- Intergraph Corporation (1992), An Introduction to the CALS/EC Initiative and Intergraph' s CALS Approach(I/CALS), Nov.



### 신주환

성균관대학교 석사  
부산대학교 박사과정 수료  
현재 : 국방과학연구소 재직  
관심분야: 신뢰성, 정비성, CALS 응용



### 윤원영

서울대학교 학사  
한국과학기술원 석사  
한국과학기술원 박사  
현재: 부산대학교 산업공학과 교수  
관심분야: 신뢰성, 보전성, 시뮬레이션 응용