The Journal of Korean
Institute of CALS/EC
Vol. 1, No. 2, Dec. 1996

IETM 의 변환절차와 IETMDB 구축에 대한 연구

김철환*, 이정환**

A Study on IETM Conversion procedure and IETMDB Construction

Chul-Whan Kim, Jung-Hwan Lee

Abstract

This study aims to provide conversion process to acquire IETM and fundamental IETMDB construction necessary for IETM. As the weapon system and other equipments are highly advanced and electronically sophisticated, the amount of information necessary to operate and maintain the systems is being dramatically increased. Thus, it is theoretically and practically impossible to maintain the huge amount of information in the paper-based manual. Furthermore, the vast amount of paper based-technical information makes it difficult to share them in real time.

This paper discuss how to solve these prolems by using highly advanced information technology such as network, database, data communication, etc. First, we propose an effective conversion process for the decision of IETM classes from Class 1 to Class 5. Second, we also propose a construction of IETMDB and IETM system by using CALS standard and Content Data Model (CDM).

* 국방대학원 무기체계학과 교수
** 육군 군수사령부

1. 서론

최근에 CALS 개념이 국내에 도입되면서 대화형 전자식 교범(IETM:Interactive Electronic Technical Manual)에 관심이 고조되고 있는데 대화형 전자교범이란 "기존의 종이기반의 교범을 컴퓨터 관련 기술를 이용하여 디지털화된 전자식 교범으로 전환한 형태로써 네트워크 및 통합 데이터 베이스등의 첨단의 정보기술을 이용하여 장비 및 시스템의 운용자 및 정비자에게 필요한 정보를 적기 및 적소에 제공하는 교범 체계"이라고 일반적으로 IETM을 정의할 수 있다.

또한 DoD IETM 규격서인 MIL-M-87268에서는 "IETM은 무기체계의 고장진단 및 정비를 위해 필요한 기술정보를 최종 사용자에게 상호대화(interactive) 형식으로 디스플레이하기 위해 서식 및 구성을 최적화 한 것이다."[MIL-STD-D-87269, 1992] 라고 정의를 하고 있다.

이를 종합을 하면, "IETM은 기존의 종이형태로 작성되어진 기술교범들을 종이가 아닌 전자적인 디지털 형태로 제작하여 전산망 및 주변기기를 이용하여, 장비의 운영 및 정비활동을 지원할 수 있도록 하는 것"이라 할 수 있으며 제품 또는 시스템의 유지 및 정비 비용을 절감하고, 장비의 가동율을 증가하며, 교육훈련 비용 및 기간을 축소하며, 정비기술자의 능력을 향상하고, 기술정보의 조작, 운반, 관리 및 갱신을 위한 비용의 절감을 목적으로 한다.

이러한 IETM의 출현 배경은 <표 1>에서와 같이 제품의 수명주기간 지원정보의 통합을 위하여 종이를 매체로 하여 방대한 량의 기술정보를 생산, 저장, 통제, 수정, 사용시 발생하는 막대한 비용과 기간뿐만 아니라 정보를 전달 및 공유하고, 자동화 및 표준화하며 그리고 대화형의 실시간 시스템으로 통합하는데 근본적인 어려움을 갖고 있기 때문에 이러한 문제를 컴퓨터 등의 첨단 정보기술을 이용하여 해결하려는 수단으로 탄생한 것이다.

이러한 IETM의 기대효과를 살펴보면, 데이터의 유지 및 관리측면에서 하드카피 데이터와 비교하여 20~30% 정도 비용을 절감할 수 있으며, 교육훈련에 적용을 하는 경우 교육훈련 비용의 30%까지 절감할 수 있다고 한다. 이외에도 기술정보의 획득이 용이하여 정비수행이 향상되며, 초기의 고장진단 착오로 인한 부품의 탈착 및 재설치를 방지할 수 있으며, 결함부품의 식별율을 향상할 뿐만 아니라 시간 절약 등의 효과를 가져오는 것으로 밝혀지고 있다. [김철환, 김규수,1995] 더욱더 중요한 것은 전문가 시스템과 결합한 Class 5 IETM은 초보자도 시스템이 장비의 상태를 진단 후 제공하는 정비절차를 따라 정비를 수행할 수 있도록 돕는 역할을 하기 때문에 기존의 정비교육에 많은 영향을 미칠 것으로 판단되며 시스템과 결합된 IETM을 사용을 하는 경우 승무원도 어렵지 않게 정비를 수행할 수 있으리라는 판단이다.

<표 1> 종이기반 기술교범의 문제점[유진데이터, 1995]

구 분	내 용	IETM 구축효과
과다한 서류	. 국방성 2억장의 기술도면 보유 . 빈센트 순양함 23.5톤의 각종 교범 적재 . MI 전차 기술교범 4만페이지 분량	서류감소
데이터의 부정확 및 중복	. 군사 사양서의 25%가 부정확 . 항공기 사고의 47%가 부정확한 기술교범의 내용기인	품질향상 (80%)
업무처리소요 시간 과다	. 해군유지 비용의 10%정도 제작업 투입 . 공군 2~3백만 페이지 기술교범 수정에 약 500일 소요 . 설계에 ILS 요소를 반영하는데 기간지연	기간단축 (50~60%)
과다한 비용	. 기술교범 수정시 페이지당 약 1000불 소요 . 공군 1989년 기술자료 획득에 75억불 소요 . 해군 매년 기술도면과교범에 40억불 지출	비용절감 (5~40%)

2. IETM의 계층적 발전단계

기존의 기술교범 데이터를 디지털화하기 위하여 적용하는 기술 및 전자적인 디스플레이 정도에 따라 디지털 기술교범을 5가지로 분류를 하고 있으며, 주요한 차이점은 기능 및 포맷이다. Class 1과 Class 2는 Class3, 4, 5와는 달리 대화형(interactive)의 기능이 부족하기 때문에 대화형이 아닌 단순히 "전자식 기술교범(ETM)"이라 불린다.

전자식 교범은 <표 2>에서와 같이 Class 0에서 Class 5의 6단계로 발전되고 있으며, 통합데이터 베이스의 구현이 마지막 단계인 Class 5의 "대화형 다기능 전자식 기술교범" 이다.

<표 2> 전자식 교범의 발전단계

Class 0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5
인덱스 되지않은 Page Image	인덱스된 Page Image	Scroll되는 문서	순차적구조의 IETM MIL-M-87268 MIL-D-87269	계층적 구조의 IETM MIL-M-87268 MIL-D-87269 MIL-Q-87270	통합기술 정보시스템 IMIS
초보적 ETM		개량형 IETM		확장형 IETM	

각 Class별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

2.1 Class 1

- 전자적으로 인덱스된 페이지 이미지
- 디스플레이 : 전자적인 페이지 전면(全面) viewing
- 데이터 포맷 : MIL-R-28002(Raster Graphic Representation) 혹은 포스트스크립트
- 기능:지능형 인덱스 혹은 머리글 정보를 통하여 본문 정보 페이지 접근

2.2 Class 2

- 전자적 스크롤링 문서
- 디스플레이 : . 텍스트상의 hot-spot 및 그래픽을 포함하는 스크롤링 텍스트 윈도우
  . 최소로 포맷화된 텍스트의 윈도우 디스플레이
- 데이터 포맷 : 문자: ASCII, 그래픽 : Bitmap(BMP) 혹은 CALS 호환
- 기능 : 문자 및 그래픽 정보의 윈도우을 통한 스크롤링 및 browsing

2.3 Class 3

- 순차적 구조의 IETM
- 디스플레이 : 문자 및 그래픽의 개별 윈도우를 통한 동시 디스플레이
- MIL-M-87268 형 대화형 기능 및 대화상자형(dialog box)의 대화
- Class2 와 비교하여 텍스트의 스크롤을 최소화하는 논리적 텍스트 블록의 view
- 데이터 포맷 : . SGML 태깅된 ASCII 텍스트, 포맷 tag 보다는 내용 tag 지향
  . MIL-D-87269 형 데이터 구조
- 기능 : . 대화상자 위주의 대화형 기능, 사용자가 선택가능한 교차참조 및 색인에 의한
  . 정보의 논리적 디스플레이

2.4 Class 4

- 계층적 구조의 IETM
- 디스플레이 :. 문자 스크롤의 최소화 외에는 Class3 와 유사
  . MIL-M-87268 형 대화형 기능, 프롬프트식 대화상자형의 대화
- 데이터 포맷 :. MIL-D-87269 형의 속성이 부여된 데이터베이스 엘리먼트
  . 공용계층의 구조 포맷과 일치하는 MIL-D-87269 형의 내용 tag
  . 대화형의 전자적 결과를 위해 데이터 베이스 직접 구축

Class4 데이터는 Class1, 2, 3 과는 구조적으로 상이한 전자식 교범으로 문장, 문단, 장, 페이지 등의 데이터 객체는 계층적으로 구조화되어 있다. 즉 DBMS 가 Class4 데이터를 계층적인 객체로서 생성, 저장, 관리, 저작 및 구축을 한다. 계층적 구조의 데이터의 획득을 위하여 Class 4 데이터 베이스는 LSA 데이터를 이용할 수 있으며 데이터는 중복

없이 한번만 생성된다.

데이터의 링크 및 참조측면에서 Class1, 2, 3 IETM 은 DBMS 가 데이터 객체의 구조를 관리하지 않고 데이터간의 연결을 정의하기 위하여 스크립팅이나 하이퍼 텍스트를 사용한다.

반면에 Class4 에서는 정보객체간의 상호관계 및 연결은 DBMS 가 제공한다. MIL-D-87269 을 준수하여 IETM 데이터를 구조화하고 데이터 화일은 SGML 로 마아크업을 하며 MIL-M-87268 에 의해 페이지 지향보다는 프레임 위주의 디스플레이 인터페이스를 제공한다.

또한 Class4 IETM 이 Class1, 2, 3 과 다른점은 프리젠테이션 순서가 사전에 결정되지 않는다는 점이다. Class2 및 3 의 경우 view 팩키지별 데이터의 정렬이 상이하기 때문에 각 팩키지별 데이터 화일을 정렬을 하나 Class4 IETM 은 IETMDB 내에서 사전조건(precondition) 및 응용구문을 적용하여 조건에 맞게 분기(branch)을 할 수 있다. 즉 프로그램은 논리적인 결론에 도달할 때 까지 입력조건을 분석하여 사용자에 디스플레이 하기 위한 데이터를 불러온다. 이러한 특징을 이용하여 Class4 IETM 은 데이터 베이스로부터 사용자가 요구하는 특정의 데이터를 디스플레이 할 수 있고 입력되는 조건에 맞게 프리젠테이션을 처리할 수 있다. 예를 들면 초보자가 학습을 위하여 선택한 동일한 정보를 숙련기술자가 동시에 불러내어 학습뿐 만 아니라 장비에 대한 형상 및 결함정보를 추출하여 정비절차를 수행하는데 필요한 정보를 획득할 수 있다. Class4 IETM 은 여러 사용자간에 데이터를 공유할 수 있으며, 보다 효율적으로 데이터를 관리할 수 있다.

2.5 Class 5

- 통합 기술정보 시스템(IETIS : Intergrated Electronic Technical Information System)
- 전문가 시스템을 결합한 계층적 구조의 IETM
- 디스플레이 : 다기능 디스플레이, Class4 와 동일한 IETM 모드, MIL-M-87268 형의 대화형 전자적 디스플레이, 문제해결, 교육훈련 및 수리부속 재고정보등에 전문가 시스템 활용
- 데이터 포맷 : Class4 와 동일, 전문가 시스템 및 인공지능 활용
- 기능 : 단일의 viewing 시스템을 통한 복수의 정보 동시접근, Class 4 표준 적용

Class 5 IETM 은 사용자가 업무를 보다 신속하고 정확하게 수행을 할 수 있도록 데이터 베이스와 전문가 시스템을 결합한 것이다. Class5 IETM 은 문제해결, 결함개소의 식별, 수리, 정비절차 등에 대한 분야별 전문가가 각 정비단위별로 제공한 지식을 적용하여 시스템 및 장비을 진단하며 사용자가 IETM 을 통하여 시스템 혹은 장비와 직접 대화를 할 수 있도록 하기 때문에 비숙련 기술자도 진단결과에 따라 제공되는 절차에 따라 복잡한 정비절차라도 수행할 수 있고, 이용횟수가 낮은 정비절차나 프로세스

도 사전에 깊은 연구를 하지 않고 적절한 계획을 수립하여 정비를 실시할 수 있다. 미 공군이 F-16에 적용한 예를 들면, IETM을 활용한 비숙련공은 결함이 발생한 부품을 100% 식별할 수 있었으나, 종이 기술교범을 사용한 숙련공은 결함부품의 고장진단율이 80%였다고 한다. Class5의 구현을 위한 4가지 기능은 다음과 같다.[http://www, 1996]

- 통합(integrated)형

내장형 전문가 시스템 및 IETM은 통합 운영체계의 내장형 진단 프로세스의 부분으로 장비로 부터 지속적으로 신호 및 결함정보를 수신하여 경보를 발하거나 장비의 운영을 중지하고 어떤 정비 절차가 필요한가를 결정한다. 즉 전문가 시스템은 경고사항 또는 주의을 제공하고 문제해결을 위한 절차를 제공하는 역할을 한다.

- 내장(Imbedded)형

전문가 시스템은 IETM의 일부분으로 기능을 한다. 장비내부의 정비 이력데이터를 기초로 하여 실제적인 정비절차를 판단한다.

- 독립(Independent)형

전문가 시스템은 위에서 언급된 기능을 제공하기 위하여 IETM 데이터만을 사용한다. Class2 IETM을 사용할 수도 있으나 데이터가 충분하여야 한다. 기존 데이터를 사용시 Class4 데이터 변환 및 재저작을 위한 비용을 줄일 수 있는 장점이 있으나 전문가 시스템이 업무수행에 필요한 데이터를 불러내고 나타내기 위하여 많은 작업을 수행하는 단점을 가진다.

- 상호접속(Interfaced)

독립형 혹은 내장형 IETM은 대상장비 및 시스템에 접속을 하여 필요한 데이터 및 신호를 수신할 수 있어야 한다. [S0005-AD-PRO-010, 1995]

3. IETM의 획득 절차 및 데이터 변환 모델

IETM의 획득은 시스템의 설계단계부터 시작이 되어야 한다. 시스템 인터페이스는 전문가 시스템으로 하여금 지식기반 도구(knowledgebase tool)를 사용하여 사용자를 지원하고 시스템의 피드백을 통합하여 이력 데이터를 구축할 수 있도록 전자식 교범을 지원하여야 한다. 동일한 데이터를 이용하여 많은 군수기능들을 처리하지만 기존의 종이 기술교범 등으로 이루어진 데이터는 근본적으로 데이터의 공유를 어렵게 하고 있기 때문에 통합 제품 데이터 환경을 위한 CALS전략은 IETM과 제품설계 데이터 베이스의 논리적인 통합을 요구하고 있다.

이러한 요구사항 및 데이터 베이스 기술의 발전에 의해 IETM이 데이터 베이스 환경으로 옮겨감에 따라 사용자는 적절한 어플리케이션을 사용하여 각종 기능에 관계하는 데이터를 공유할 수 있다.

데이터 베이스에 구축되는 중복되지 않는 단일 데이터를 사용하여 비용절감 뿐만 아니라 품질 측면에서도 효과를 기대할 수 있다. 그러므로 의미 있는 데이터의 개발은 데이터의 생산, 유지 및 갱신을 위한 비용의 절감을 가져온다. 새로운 제품에 대한 데이터를 획득하

기 위하여 LSA와 같은 데이터 프로세스를 효과적으로 적용을 한다면 데이터를 획득하기 위한 절차를 단순화 할 수 있고 다수의 주제에 대한 요구를 만족하기 위한 세분화(tailoring) 및 재서작(reauthoring)을 위한 비용을 절감할 수 있다. [S0005-AD-PRO-010, 1995]

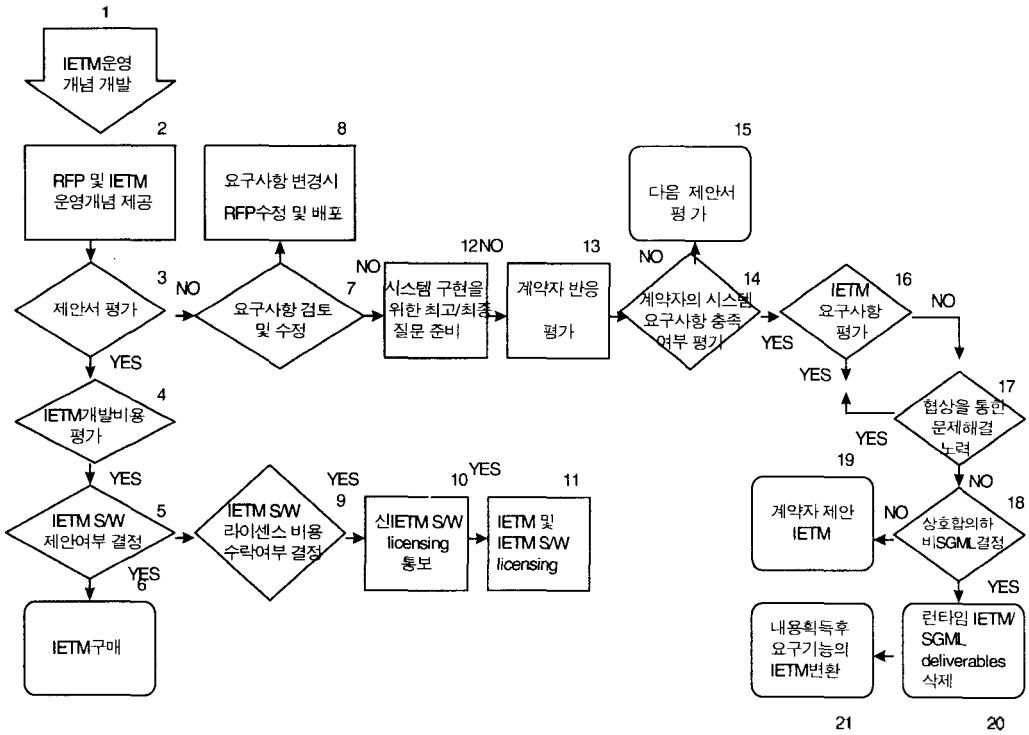
3.1 IETM 구현절차 단계

IETM을 구현하기 위한 일반적인 처리 절차는 아래와 같이 정의를 할 수 있으며 핵심 사항은 IETM운영개념(IETM CONOPS)의 개발이다. IETM의 획득 및 구현은 IETM운영개념의 개발로부터 시작된다고 볼 수 있으며 IETM을 획득하기 위한 참고절차는 <그림 1>과 같다.

- **1 단계 : IETM의 운영개념을 개발한다.**

  IETM운영개념(IETM CONOPS)은 IETM의 획득시 획득하고자 하는 제안 시스템의 성격, 획득요구사항을 정의하고 제공할 뿐 만 아니라 계약자의 제안내용을 평가하는 역할을 하기 때문에 IETM의 개발은 IETM운영 개념의 개발과 함께 시작을 한다.

- **2단계 : 조달 팩키지를 개발한다.**
- **3단계 : 조달 팩키지를 배포하고 계약자의 반응을 평가한다.**
- **4단계 : IETM제품을 시험하고 수락한다.**



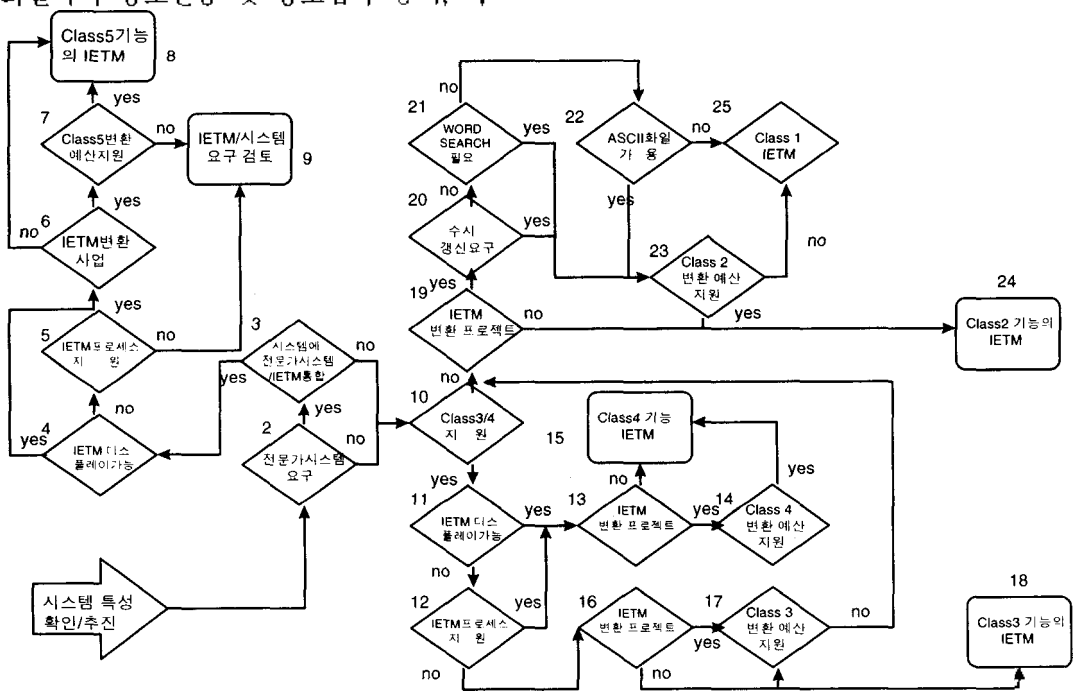
<그림 1> IETM 획득 절차 [S0005-AD-PRO-010, 1995]

3.2 IETM Class 의 변환모델

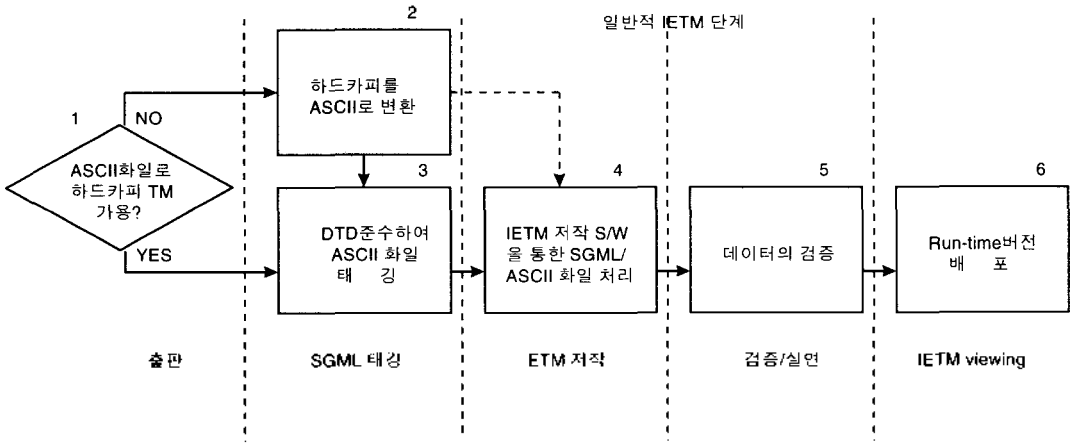
어떤 기능의 전자식 교범을 개발하는가는 많은 요소를 고려하여 결정을 한다. 새로운 제품에 대한 데이터의 획득 또는 기존 데이터의 변환시는 데이터의 량, 시스템의 복잡성, 형상의 가변성, 정비수준, 교육훈련, 정비소요, 하부구조(infrastructure), IETM 의 기능, LSA, DTD, 디스플레이 하드웨어, 인터페이스, 운영체계, 네트워크 등의 여러 영향요소를 고려하여야 하며 IETM Class 의 선택절차는 <그림 2>과 같다. IETM Class 선택은 데이터의 변환 비용, 사용자에게 제공되는 기능, 데이터의 유지관리 비용, 타 데이터 화일과의 상호연동 및 상호접속 능력, 기술의 발전에 따른 데이터의 전환 등에 큰 영향을 미치기 때문에 대단히 중요하다.

IETM Class 을 결정한 후 각 Class 별 적절한 데이터를 획득하기 위하여 데이터 변환을 하게 되는데 일반적인 변환절차는 <그림 3>과 같으며 각 Class 별 데이터의 획득은 <그림 3>을 기초로 하여 각 Class 별 특징에 따라 적용하는 정보기술 및 데이터베이스에 따라 조금씩 다르다.

기존 데이터의 디지털 데이터로의 변환은 비용을 절감하고 가용성, 생산성 및 품질을 향상하기 위하여 자원을 투입하는 것을 의미한다.



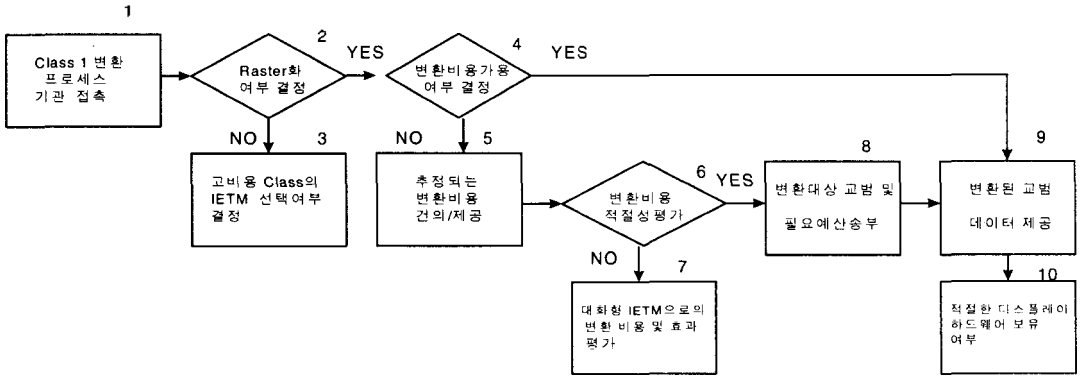
<그림 2> IETM Class 결정을 위한 프로세스



<그림 3> 일반적인 변환 절차

3.2.1 Class 1 변환 절차

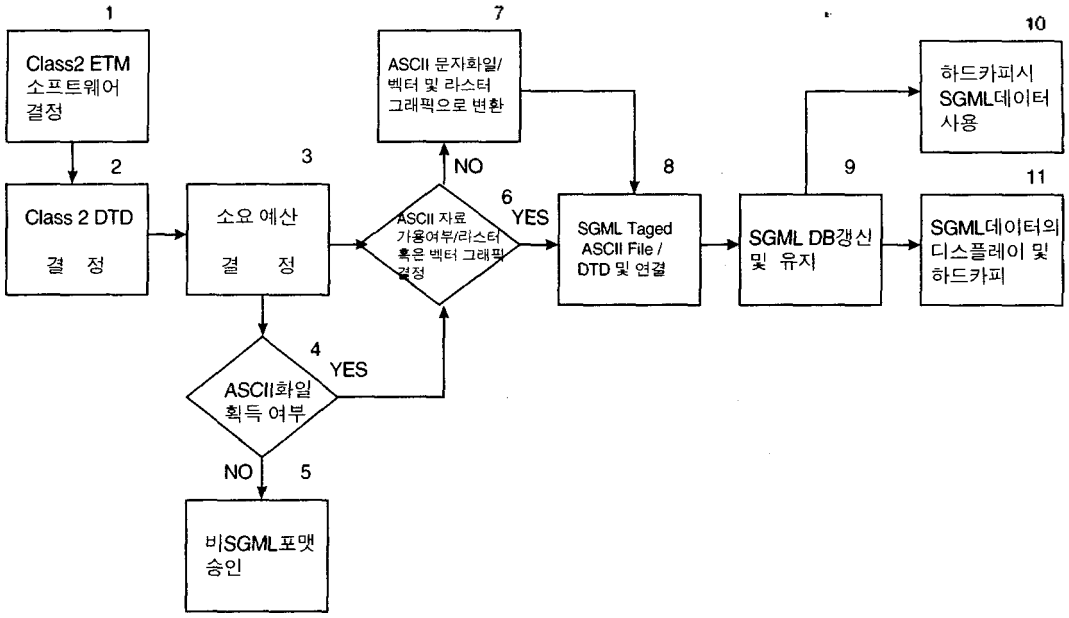
<그림 4>는 종이기반의 기술교범을 Class 1 포맷으로 변환하는 절차를 나타내고 있다.



<그림 4> Class 1 변환 절차

3.2.2 Class 2 변환 절차

<그림 5>은 Class 2 IETM의 변환과정을 보여주고 있다. 기존의 데이터를 Class2 데이터로 변환을 할 수 있고 혹은 신 제품의 개발 혹은 구매시 Class2 형식의 데이터를 획득할 수 있다. 신 제품의 개발 혹은 구매시 IETM 데이터의 구축은 변환과는 완전히 상이한 절차를 취한다.

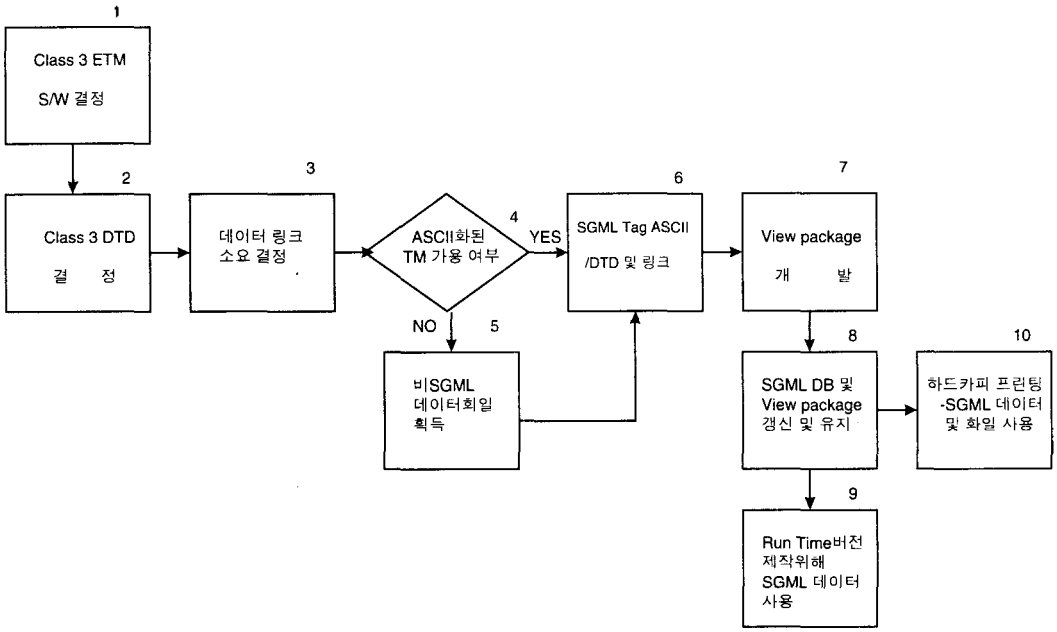


<그림 5> Class 2 변환 절차

3.2.3 Class 3 변환 절차

<그림 6>은 Class 3 변환절차로써 IETM 의 내용을 사용자에게 나타낼 수 있도록 view package 을 가진다는 점을 제외하고는 Class3 과 거의 동일하다. IETM 의 구축을 위하여 데이터를 변환하고 변환된 데이터 화일을 SGML tag 으로 마아크업한후에 알고리즘에 의거 view package 을 생성한다. Class3 IETM 에서도 Class2 와 마찬가지로 IETM 에 오디오 및 비디오 데이터 화일을 사용한다.

그러나 IETM 을 종이 형식의 교범으로 인쇄를 할 경우는 오디오 및 비디오 데이터는 인쇄를 할 수 없으므로 문자 및 그래픽 정보로 대체를 하기 위하여 대체용의 SGML 마아크업된 데이터 화일을 작성하여야 한다.

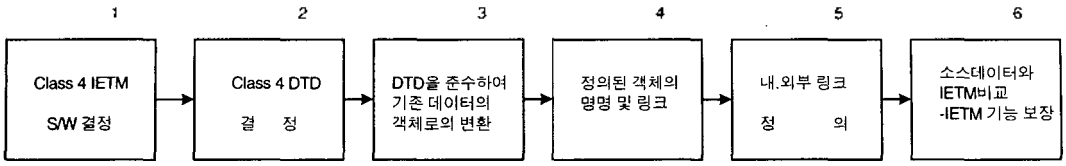


<그림 6> Class3 변환 절차

3.2.4 Class 4 변환절차

Class1, 2, 3의 IETM은 선형적으로 정렬되는 데이터 구조를 가지나 Class4 IETM은 계층적 데이터 구조로 구성이 된다. 계층적 구조의 IETMDB 구축을 위해 기존의 데이터를 Class 4 IETM 데이터로 변환을 할 경우 많은 비용을 요구한다. 많은 비용이 요구되는 이유는 Class4 IETM 기능의 이점을 이용하기 위하여 기존 데이터를 재저작하는 비용 때문이며 주요 원인은 다음과 같다.

- 계층적 구조의 개발
- 데이터 베이스용 데이터의 준비를 위해 기존 기술교범의 재저작
- 각 절별 분해를 위한 분자성(granularity) 및 분화(indenture) 수준
- 반복 및 중복되는 데이터를 제거하기 위한 재저작 및 제거
- 그래픽, 애니메이션, 활동영상, 음성 지시 및 기타의 효과 등의 삽입
- 데이터 객체의 명명 및 논리적인 표현을 위한 연결
- 재저작된 정보의 검증



<그림 7> Class 4 변환 절차

3.2.5 Class 5 변환 절차

제품에 통합 및 내장되는 Class 5 IETM 의 변환절차는 Class4 변환절차와 동일하며, 독립형 Class 5 IETM 의 데이터는 전문가 시스템 및 시스템 언어와 호환이 되도록 재저작을 해야 한다.

통합형 Class 5 IETM 은 하드웨어 시스템의 일부분으로 기능을 하기 때문에, 데이터 포맷은 호스트 시스템의 운영체계 및 어플리케이션 코드와 일치하여야 한다.

4. IETMDB 구축을 위한 기초연구

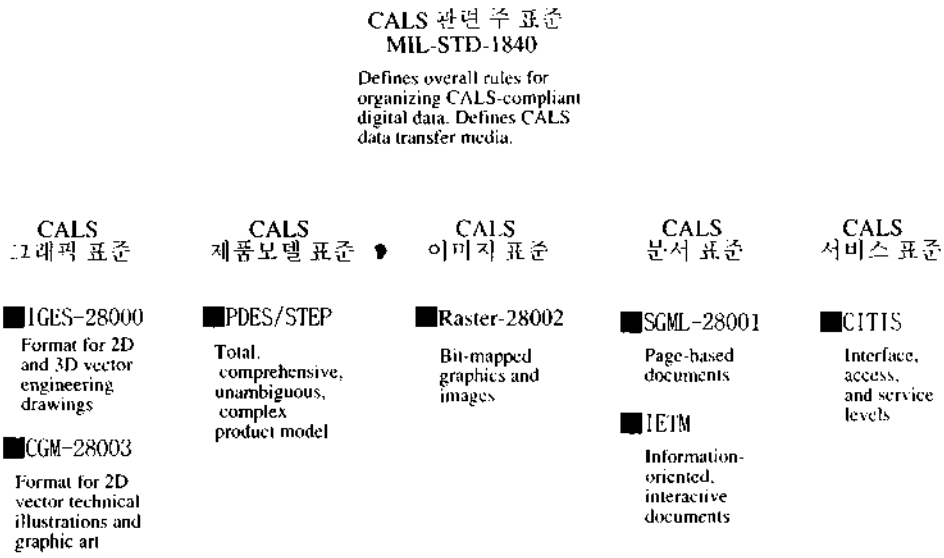
4.1 IETM 표준 체계

CALS의 표준체계는 <그림 8>와 같이 MIL-STD-1840은 교환되어야 할 모든 정보의 표준체계를 정의하는 상위표준으로써 모든 형태의 디지털 데이터에 관한 통합 표준으로 정하고 있으며,[Integraph Corporation, 1992] 페이지 위주의 문서는 SGML에 의해 표준화하고, 정보화된 대화형 문서에 대해서는 IETM 관련 표준을 적용한다.

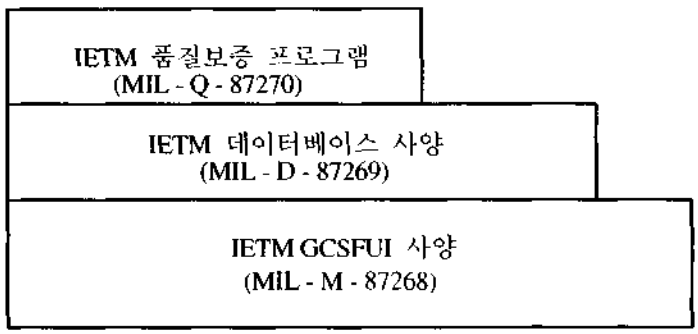
이미지와 그래픽 표준으로는 MIL-R-28002(Raster), MIL-D-28000(IGES) 및 MIL-D-28003(CGM)을 참조하고, 제품모델 및 서비스에 관한 표준으로는 PDES / STEP과 CITIS를 참조하도록 함으로서, 필요한 기능별로 세부적인 표준을 설정하여 표준사양에 의거 CALS전략을 추진하고 있다.

또한 IETM에 관한 GCSFUI (General Content, Style, Format, and User-Interaction), DB 및 QA(Quality Assurance)에 관한 요구사양은 <그림 9>를 따른다.[Jorgensen, 1994]

즉, IETM을 제작하기 위한 일반적인 내용, 형태, 포맷 그리고 사용자 인터페이스에 관한 세부적인 내용은 MIL-M-87268에 자세히 명시되어 있어 이 사양서에 따라 설계되도록 하고 있으며, 이를 데이터 베이스화하기 위한 세부적인 내용은 MIL-D-87269에 명시되어 있고, 전반적인 IETM 품질의 규격 및 특성에 대한 프로그램은 MIL-Q-87270에 명시된 기준에 의해 제작토록 하고 있다.



<그림 8 > CALS 표준 기술의 관계[김철환, 김규수, 1995]



<그림 9> 미 국방성 IETM 표준의 관계

4.2 IETMDB 구현을 기초연구

CALS 전략이 구현하고자 하는 최종적인 자료구조는 물리적으로 분산되지만 논리적으로는 단일의 데이터 베이스처럼 기능을 하는 통합 데이터 베이스이다. IETM 은 분산되어 있는 각종 데이터 베이스를 논리적으로 통합하여 각 데이터 베이스에서 사용자가 요구하는 각종 정보를 색인하여 정보를 제공한다. 통합 데이터베이스 환경의 Class 4 및 5 의 전자식 교범은 현재 수행하고 있는 업무 또는 시스템 형상에 대한 기술 정보를 고도의 대화적인 방법으로 제공한다.

이러한 대화형의 특징을 만족할 수

있는 프레임 지향의 데이터 구조가 MIL-D-87269 형의 데이터 구조로 기술정보를 표준화된 데이터 구조로 태깅을 하기 위한 방법을 제공하며 표준 마아크업 언어인 ISO8879 SGML(Standard Generalized Markup Language)을 사용한다.

SGML 은 MIL-D-87279 와 더불어 기술정보의 구조 및 내용을 묘사하며, 기술정보를 디스플레이하는데 필요한 논리 및 행위를 제공하는 표준의 방법을 제공하고 있다.

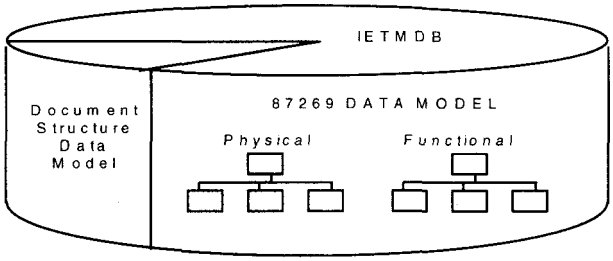
예를 들면 기술교범에 포함되어 있는 기술정보의 계층적 구조를 묘사하기 위하여 MIL-D-87269 형의 데이터 구조와 SGML 을 응용시 기술정보가 담겨져 있는 문서를 DTD(Document Type Definition)에 선언되는 엘리먼트형 즉, 장(chapter), 절(section), 문단(para) 등의 계층과 구조에 따라 기술정보 및 내용을 정보개체 단위로 마아크업을 하여 계층적으로 구조화한다.

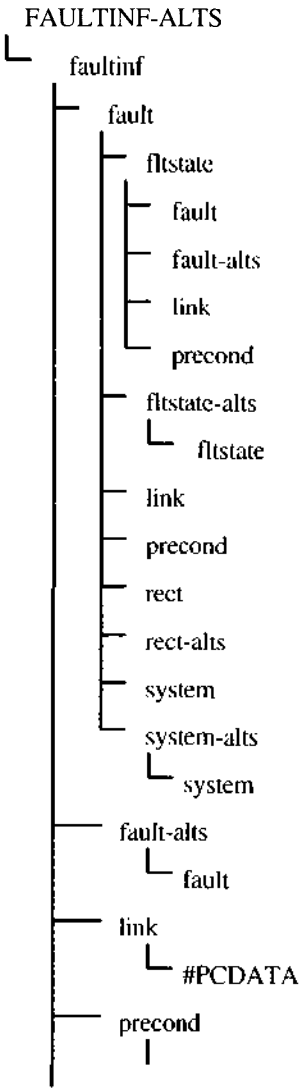
IETMDB 의 구축을 위한 기술정보 데이터를 생산 및 저장시 데이터의 중복이 발생하지 않으면서도 수정할 필요가 있을 때는 신속하게 갱신을 할 수 있으며 이기종 컴퓨터 시스템에서 데이터를 사용할 경우 데이터의 재변환 혹은 갱신을 하지 않고 데이터를 공유하기 위하여 개발된 대안이 내용 데이터 모델, 즉 CDM 이다.

CDM 은 Content Data Model 의 약자로써 미공군에서 IMIS(Intergrated Maintenance Information System)을 지원하기 위한 데이터 구조를 정의하기 위하여 개발되었으며, MIL-D-87269 에서 제공하는 기술정보 데이터의 계층적 구조를 표현하기 위한 표준이 되고 있다. <그림 10>과 같이 CDM 은 정보의 구조 및 레이아웃과는 관계없이 내용 데이터를 모듈단위로 계층화하여 SGML tag 을 이용하여 마아크업하는 개념으로 재갱신 또는 수정 없이 다양한 컴퓨터 시스템 환경에서 적용을 할 수 있으며 이런 개념에 의한 데이터를 "TYPE C" 데이터라 부른다. 이러한 특징을 이용하여 재생산(reauthoring) 혹은 갱신하지 않고도 다양한 정보 시스템에서 데이터를 디스플레이할 수 있다. 즉, 종이로부터 해방된 완전 통합된 전자적 기술정보 시스템의 구축 및 데이터 표현을 CDM 이 가능하게 한다.

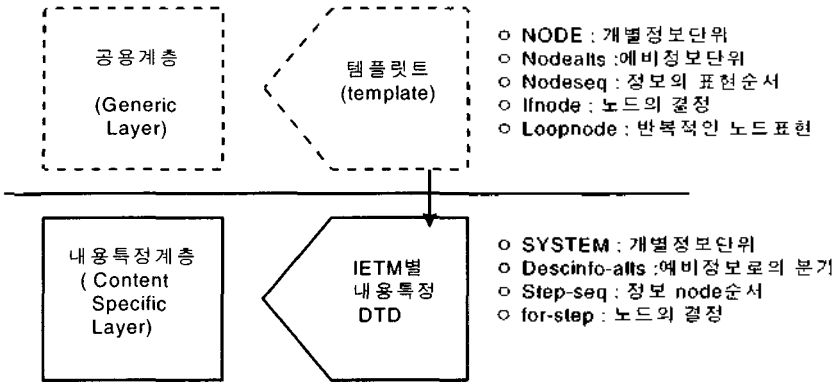
이러한 CDM 은 <그림 11>처럼 기본적으로 공용계층(Generic Layer) 및 내용특정 계층(Content-specific Layer) 이라는 2 개의 계층구조로 되어 있다. 공용계층(Generic Layer)은 MIL-D-87269 에 따라 IETMDB 을 구축하기 위한 일반적인 특징 및 계층적인 규정을 제공하며, 내용특정 계층(Content-specific Layer)은 기술교범의 실질적인 내용 데이터를 언급하는 데이터 엘리먼트에 대한 계층이다.

공용계층은 IETMDB 의 계층적 구조을 정의하기 위한 필수의 요구사항을 정의하고 있으며 공용계층은 DTD 가 아니라 DTD 및 IETM 어플리케이션이 MIL-D-87269 요구사항을 구현하기 위하여 사용을 하는 구조적 계층으로 최종 설계된 결과가 DTD 라고 할 수 있으며 IETMDB 의 기능적 메카니즘을 제공한다.





<그림 10> CDM 에 의한 계층적 구조의 데이터 베이스



<그림 11> 공용계층에 의한 내용특정계층의 정의

4.3 CDM 의 유용성

CDM 은 데이터 베이스에서 기술적인 정보에 대한 엘리먼트와 엘리먼트간의 관계를 설명하기 위하여 개발되었으며 다음과 같은 유용성을 제공한다. [Evyatar Chelouche, 1992]

- 데이터의 중복 제거

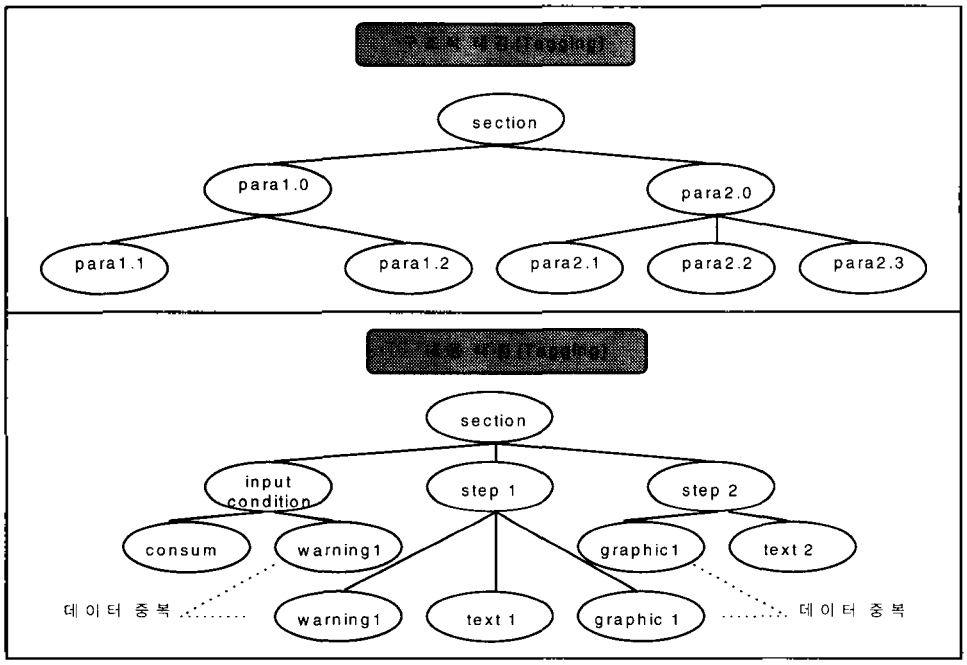
포맷이나 구조가 아니라 내용별로 기술정보 데이터를 tagging 함으로서 데이터의 중복을 방지할 수 있다. <그림 12>는 input condition 및 step1 이 중복 저장되어 있는 2 개의 warning1 데이터를 사용하여 데이터의 중복이 발생한 경우를 설명하고 있고 <그림 13>은 CDM 에 의해 input condition 및 step1 이 단일의 정보객체인 warning1 을 공유함으로써 데이터의 중복을 제거한 경우를 보여준다.

- 특정 관계의 데이터 엘리먼트의 링크

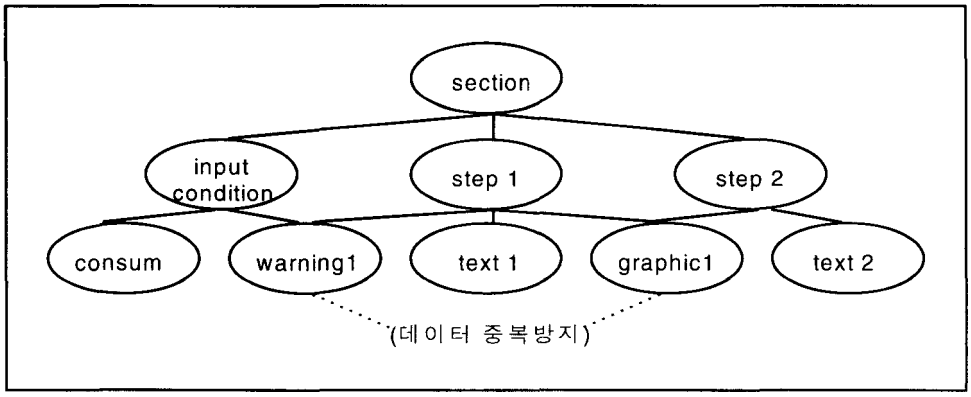
특정한 관계에 있는 데이터간을 연결은 <그림 14>와 같다. 따라서 사용자가 종이기반의 기술교범에서 필요한 데이터를 찾기 위하여 사용하는 참고 레퍼런스 대신에 IETM 를 사용하여 요구되는 실질적인 데이터에 접근을 할 수 있다.

- 대화(dialog)와 분기(branching) 능력

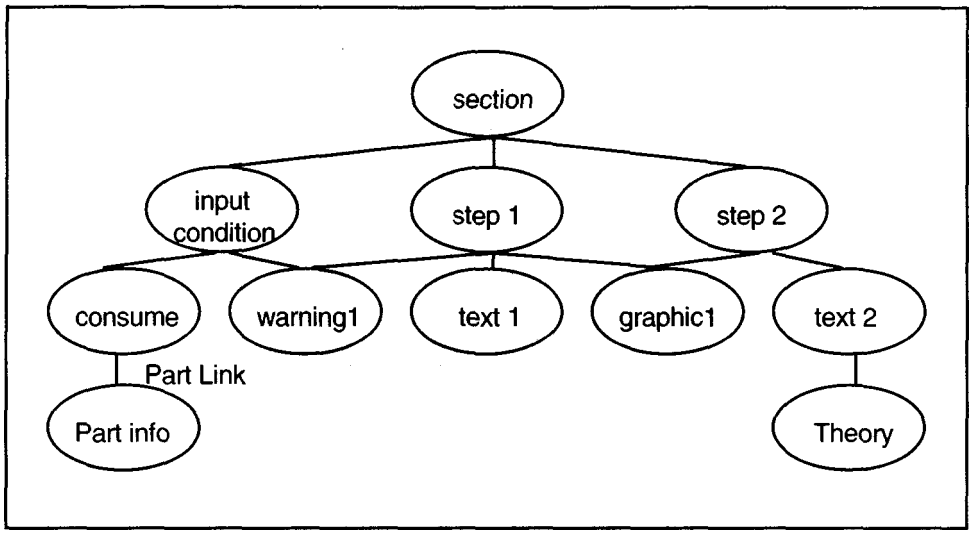
사용자에게 대화(interactive)와 분기(branching)을 할 수 있는 능력이 <그림 15>와 같이 제공이 된다. 정비작업 과정의 비선형적이고 비순차적인 특성때문에 기본적인 중요한 개념이다.



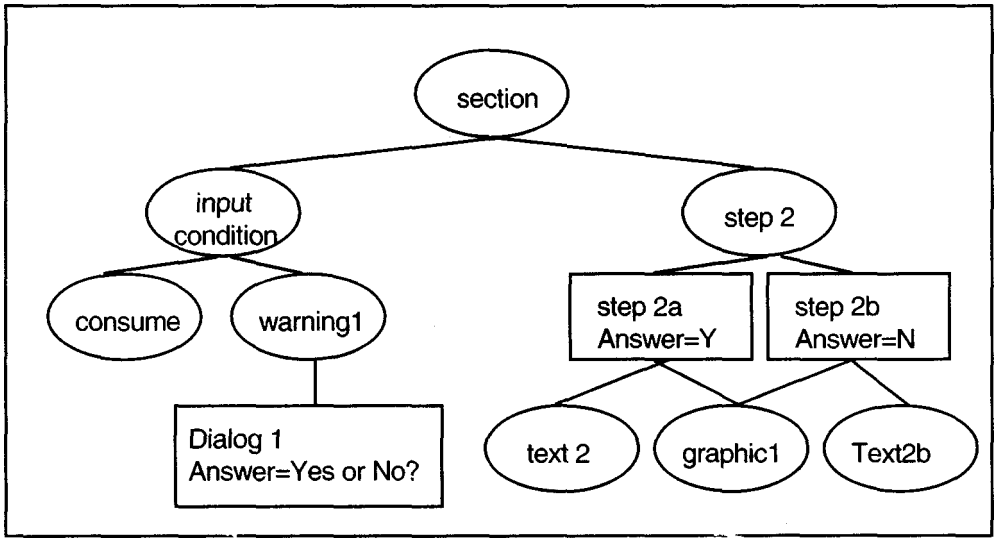
<그림 12> 자료의 구조 및 내용 tagging



<그림 13> CDM에 의한 데이터 중복 방지



<그림 14> CDM 의 관계형 링크



<그림 15> CDM 의 사용자 대화 및 분기(branching)

5. IETM 시스템 구축과 전자적 디스플레이 시스템

5.1 IETM 시스템의 아키텍처

현재의 모든 문서처리 업무에서 특히 장비의 운영유지를 위해서는 각종 교육훈련 교보재, 운영 지침서, 정비 지침서 등의 많은 종류의 기술문서(technical Paper) 및 교범(technical manual)들이 필요하다. 하지만 종이에 인쇄된 형태의 기존 교범은 형상변경이나 기술자료의 수정내용을 반영하기 위하여 관련 모든 교범을 수정하고 인쇄하여 배포해야 하는 어려움이 따르고 시간과 비용의 손실이 크다.

IETM은 기존의 종이교범들을 컴퓨터를 이용한 전자식 교범으로 전환된 형태로써 운용자 및 정비자가 휴대용 컴퓨터를 이용하여 필요한 시점에 필요한 장소에서 전산체계를 이용하여 운영 및 정비활동을 지원받을 수 있는 교범 체계라 할 수 있다.

또한 미래의 전자식 교범은 현재와 종이를 매체로 한 페이지 지향 문서의 아주 복잡한 절차에 의존을 하지 않고, 페이지가 없는 전자식 기술교범으로 이동을 하며, 재래식 자동화된 출판으로부터 통합 데이터베이스로 가는 것이다. IETM 시스템을 구축하기 위한 일반적인 참조 모델은 <그림 16>과 같다.

5.1.1 CALS 제안 IETM 시스템

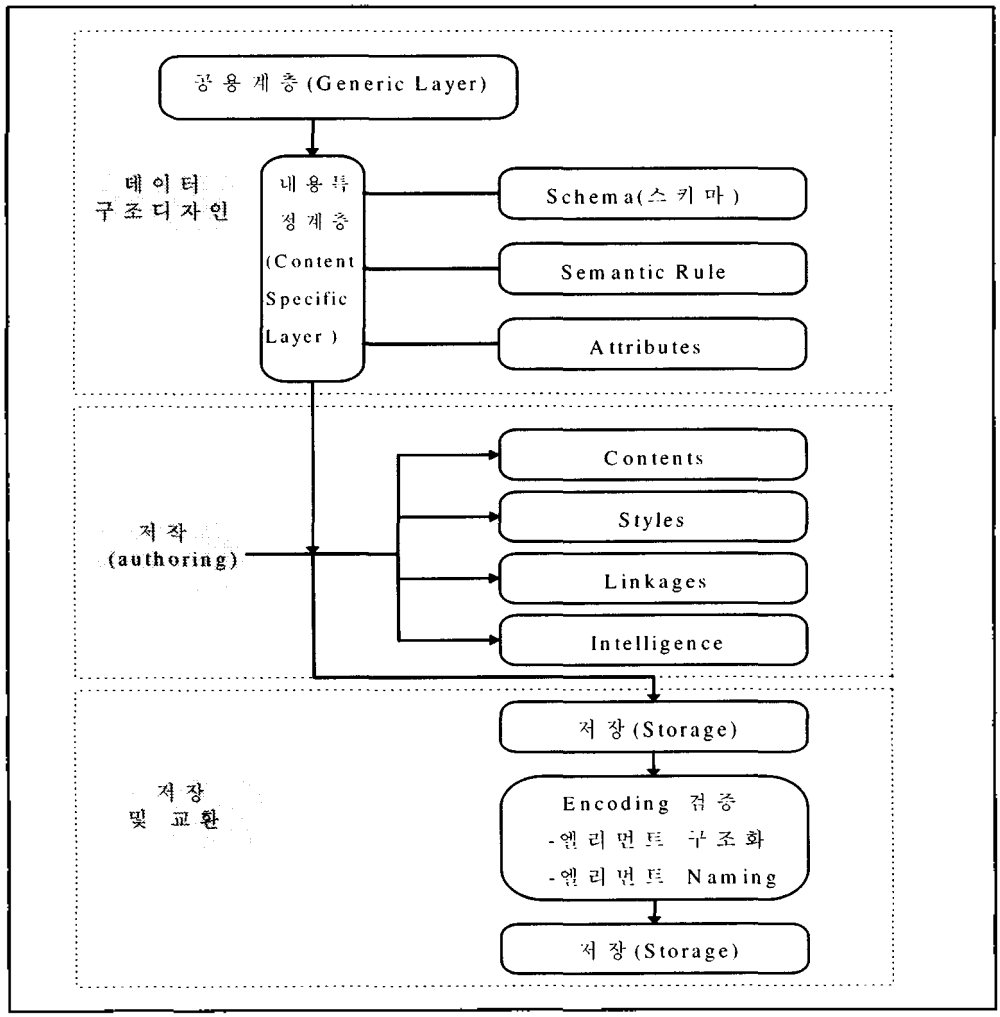
<그림 17>은 CALS에서 제시하고 있는 내용에 따른 IETM 시스템의 구축환경을 보여주고 있다. CALS 표준에 의한 디지털화된 기존 데이터 및 신규로 획득된 데이터를 CDM에 의한 계층적인 구조의 DB로 구축을 한 후 EDS(Electronic Display System)를 사용하여 장비별 viewing package을 디스플레이하는 내용이다. 이때 주정비 작업장에서 멀리 떨어진 현장에서의 정비를 위하여 무선데이터 송수신에 의한 휴대용 EDS를 사용한다.

5.1.2 시스템의 구성

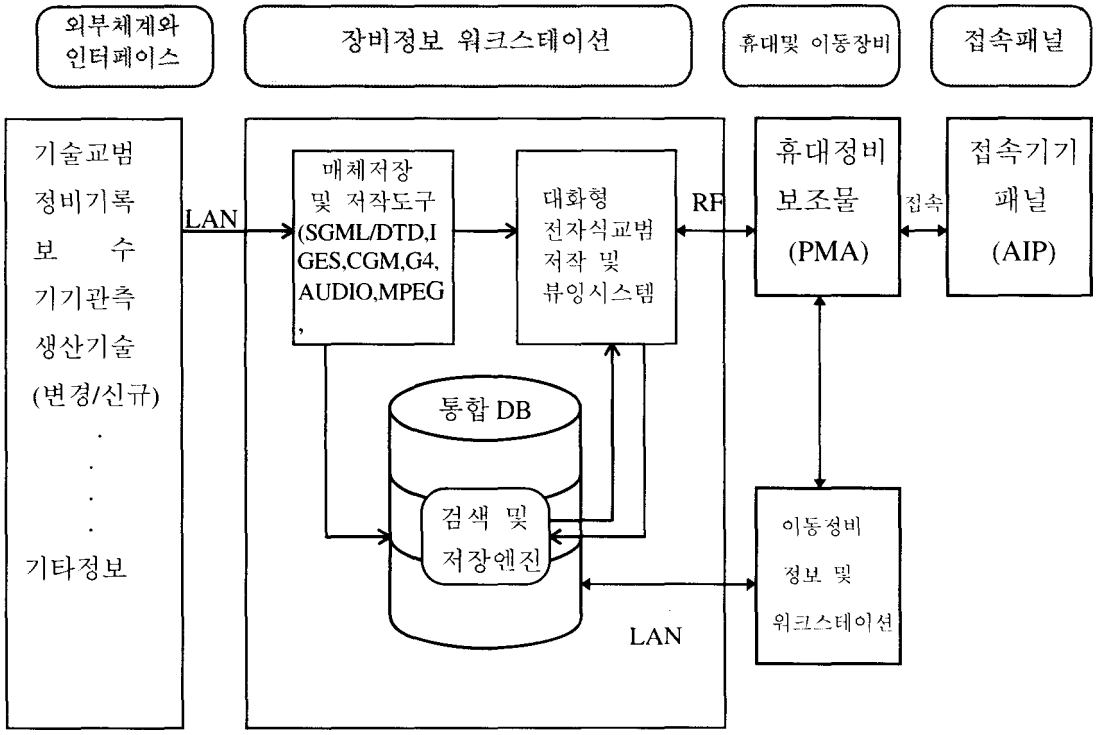
IETM 시스템의 구축을 위한 데이터의 처리 환경은 <그림 18>과 같이 구성할 수 있으며 기술교범의 텍스트 데이터와 그림 및 사진데이터는 스캔을 하여 문자와 그림 및 사진정보를 별도의 객체로 분리한 다음 그림 객체는 Raster 화일 혹은 Vector 화일로 변환 후 IETMDB에 저장을 할때는 CGM 형식으로 저장을 한다. 스캔닝을 하여 기술교범의 정보 객체를 DB화 할 수도 있고 아니면 직접 SGML 편집기 또는 일반적인 문서편집기를 사용하여 기술정보를 입력한 다음 SGML 변환기로 변환을 한 후 저장을 할 수 있다. 이때 저장을 하기 전에 SGML Parser는 해당 DTD에 맞게끔 파싱을 한 후 저장을 한다. 사진 등과 같은 그래픽 정보는 대용량의 화일이므로 CCITT G4 형식으로 변환을 하여 저장을 한다. SGMLDB을 구축시 데이터의 중복을 방지하고, 계층적 구조의 DB

를 구축하기 위하여 CDM에 의한 DTD을 적용한다.

구축된 데이터 베이스를 여러가지 용도로 활용을 할 수 있는데 적절한 알고리듬을 이용하여 장비별, 용도별로 viewing package을 생성하여 EDS를 통하여 기술정보를 디스플레이하거나, 또는 HTML로 전환을 하여 인터넷 또는 인트라네트 등의 첨단 통신매체를 이용하여 정보를 제공할 수도 있으며, CD-ROM 및 종이교범으로 인쇄를 할 수도 있다.



<그림 16> IETM 시스템의 구축을 위한 참조 모델

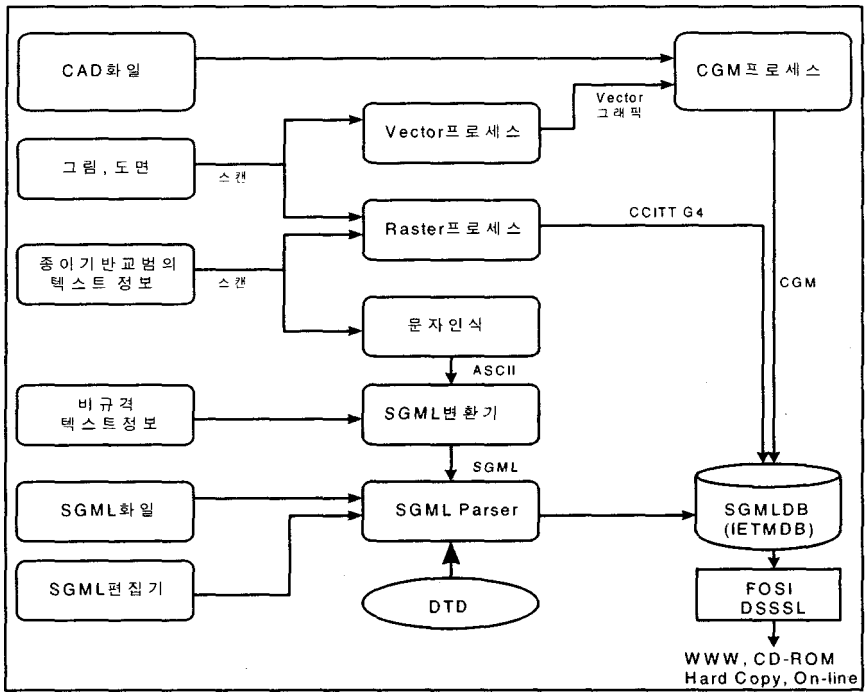


<그림 17> IETM 시스템 구축[현득창, 1996]

기술정보를 DB 화 하기 위하여 디지털화할 경우 IETM Class 별 페이지당 획득비용은 <표 3>과 같은 수준이며, 가까운 장래에 새로운 변환 프로세스가 개발되면 비용은 하락할 것으로 판단이 된다.

<표 3> IETM Class 별 변환 비용

대화성	설 명	분류	절약효과	비용($)
낮 음	라스터이미지+인덱스	1	무게/부피	2
보 통	지능적	2	"	5~10
양 호	사용자 대화형(인쇄)	3	"	10~25
높 음	사용자 대화형(객체)	4	"	40~100+
완 벽	사용자 대화형 / 관련 시스템	5	훈련, 데이터 유지보수	200+



<그림 18> IETM 시스템 아키텍처

5.2 전자적 디스플레이 시스템

전자적 디스플레이 시스템(EDS: Electronic Display System)은 기술정보를 수신, 처리 및 통합하여 각종 군수지원 정보를 사용자에게 디스플레이하기 위한 컴퓨터를 기반으로 하는 기술정보 시스템이다. IETM이 디지털화된 데이터를 데이터 베이스 시스템을 이용하여 계층적으로 구조화하여 구축을 한 것이라면 EDS는 이러한 데이터를 불러내어 사용자에게 디스플레이하는 시스템이라고 할 수 있다.

기술정보의 전자적인 대화형 디스플레이는 포맷화되고 통합된 문자 및 그래픽 정보를 컴퓨터로 디스플레이하여 최종 사용자에게 대화형으로 프리젠테이션을 할 수 있도록 구성된다.

EDS는 질의어을 통하여 절차를 수행하며, 보급실무자, 교육훈련, 군수지원 데이터 수집, 정비계획, 정비품질 통제 및 하드웨어/기술정보의 형상통제 등의 업무를 수행하는 관계자가 사용을 한다. 사용자는 디

스플레이되는 정보를 통하여 시스템의 유지보수, 운영 및 기타 군수기능을 수행할 수 있다. EDS 소프트웨어는 차후에 추가적인 기능을 지원할 수 있도록 개발되어야 한다. EDS을 사용하는 장소에 따른 사용목적은 <표 4>와 같으며 주로 정비작업장 또는 정비현장에서 정비수행시 사용될 것이며 교육훈련시에도 매우 유용하게 사용될 것이다.

<표 4> EDS 사용장소 및 용도[Jorgensen and Rainey, 1990]

장 소	용 도
정비작업장	계획 및 수시정비의 수행시 기술정보의 제공
정비현장	원격지의 정비장소 혹은 현장정비시 휴대하여 사용
내장형(BIT)	시스템 운영 및 유지보수를 위해 시스템에 내장
사무실	장비와 관련한 기술정보의 요구, 군수지원 기능 제공
교육장	교육훈련시 운영 및 정비 관련 각종 정보제공

6. 결 론

첨단화, 전자화 및 다기능화 추세의 현대 장비나 시스템의 운영 및 유지를 위해 과거와는 비교할 수 없는 많은 양의 정보를 필요로 한다. 이러한 정보를 종이기반으로 하는 문서체계인 기술교범 체제로 운영 및 관리를 한다는 것은 많은 문제점이 있다. 즉, 실시간에 다양한 환경에 있는 사용자가 필요한 정보를 공유한다는 것은 어려운 일이며 정보를 관리 및 유지하는데 많은 비용과 인력을 요구함과 동시에 정보의 품질과 업무 수행의 효율성을 저하시킨다.

이러한 문제점을 해결하고자 하는 노력이 정보 및 기술교범의 전자화였으나, 과거에 이루어진 교범의 디지털화 활동은 부피와 무게를 줄이는 측면에서는 성공을 하였으나, 진단기능의 결여, 개발업자별 독자적 포맷사용, 공유할 수 있는 표준에 의한 전자식 교범의 미개발 등으로 사용자의 요구를 충족하지 못하였다.

그러나 본 연구에서와 같이 CALS 표준 및 전문가 시스템을 응용한 "대화형 전자식 교범(IETM)"의 개발은 디지털화를 통한 부피와 무게를 줄여 정보의 관리를 용이하게 하는 측면외에 전문가 시스템의 지식베이스를 통하여 진단기능 및 정비절차 제공뿐만 아니라 외부 어플리케이션과의 인터페이스를 통하여 다양한 운영지원 기능을 가능하게 하고 있다.

이러한 IETM의 획득 또는 변환과정은 본 조사연구에서 제시한 변환절차 모델에 따라 Class별로 변환발전시켜 나가며 CALS 표준을 적용한 IETMDB와 시스템 구축으로 국제화된 IETM 시스템을 구축하여야 할 것이다.

수많은 이점을 제공하는 것이 선진각국의 사례에서 판명이 되었으므로, 국내에서도 본 연구에서의 프로세스 변환 모델과 구축모델을 적용하는 적극적인 대화형 전자식 교범의 연구 및 개발을 기대한다.

참고문헌

[김칠환, 김규수, 1995] 김칠환, 김규수, "21 세기 정보화 산업혁명, CALS", 1995

[유진데이터, 1995] 유진데이터(주), "SGML", PDM 과 IETM, IETM 출현배경, 1995

[현득창, 1996] 현득창, "CALS 의 SGML 문서처리환경의 구축", 1996. 5. 13

[Jorgensen, 1994] Eric L. Jorgensen, 『Interactive Technical Manual Overview "Setting the Stage"』, 1994.

[Jorgensen and Rainey, 1990] Eric L. Jorgensen and Samuel C. Rainey, "Proposed Draft Military Handbook Presenting Requirement for an EDS for IETM", 1990

[Evyatar Chelouche, 1992] Evyatar Chelouche, "Using Object-Oriented DataBases for implemention of IETM", 1992

[http://www, 1996] . http://wwwnswses.navy.mil/ietm/ietmpage/ch2-4.htm#11, 1996

[Intergraph Corporation, 1992] Intergraph Corporation, 『An Introduction to the CALS/CE Initiative and Intergraph's CALS Approach (I/CALS)』, 1992.11.

[MIL-M-87269, 1992] MIL-M-87269:GCSFUI, 1992

[S005-AD-PRO-010, 1995] S005-AD-PRO-010, Commander, Naval Sea System Command and Commader, Space and Naval Warfare System Command, "Interactive Electronic Technical Manual Process Plan", 1995. 12. 5,

저자소개

김철환

김철환교수는 1970 년 육군사관학교(이학사)를 졸업하고 1974 년 서울대학교에서 공학사학위를, 1982 년 미국 PURDUE 대학원에서 재료공학 박사학위를 받았으며, 그 후 1987 년 한양대학교에서 행정학석사학위도 취득했다.
주요 경력으로는 1974 년부터 1984 년까지 육군사관학교 병기공학과 교수, 1991 년부터 1992 년까지 미국 해군대학원 객원교수를 역임하였으며, 1984 년부터 국방대학원 무기체계학과 교수로 재직중이다. 현재 국방대학원 국방과학처(4 처)장으로 근무하면서 국방부 정책위원, 합참 자문위원을 역임하고 있다. 그리고 정보통신부 CALS 전문분과위원회 위원, 국립기술품질원의 CALS 표준전문위원회 위원을 역임하며 "CALS 표준 지침서" 작성위원장을 맡기도 했다. 그리고 '96 년에 창립된 한국 CALS/EC 협회 및 한국 CALS/EC 기술협회 이사, 한국 CALS/EC 학회 회장직을 맡고 있다.
주요 저서로는 "21 세기정보화산업혁명- CALS"외 15 권을 저술하였으며, 연구논문으로 "한국적 CALS 표준화 구축 방안" 외 40 여편이 있다.

이정환

이정환은 현역 육군소령으로서, 1986 년 육군사관학교를 졸업하고, 1996 년 국방대학원 무기체계학과 석사과정을 졸업하였으며, 현재 육군 군수사령부에 근무하고 있다.
논문으로는 "CALS 표준에 의한 대화형 전자식 교범(IETM)의 구현에 대한 연구"(1996) 등이 있다.