

CALS 표준 이용 기술

김영호, 김훈태

서울대학교 산업공학과

1. 정보 공유의 필요성과 표준화

정보화(information), 통합화(integration), 지능화(intelligence)는 오늘날 기업 경영 활동의 성패를 결정 짓는 핵심적 기술 발전 방향이다. 이런 방향과 맥락을 같이 하는 기업 운영 전략으로 동시공학(CE : Concurrent Engineering), CALS (Commerce At Light Speed), 지능생산시스템(IMS : Intelligent Manufacturing System), 전자상거래(EC : Electronic Commerce), 가상기업(VE : Virtual Enterprise) 등과 관련된 활동이 활발히 전개되고 있다. 이들은 모두 제품 개발, 생산, 판매 등의 활동에 있어 제품 관련 정보 또는 지식을 공유함으로써 기업의 경쟁력을 높이고자 하는 것이다. 컴퓨터 통신 네트워크의 성능이 향상되고 각종 자료의 표준화가 성숙됨에 따라 정보 공유에 바탕을 둔 이런 전략의 필요성은 더욱 증대되고 있다. 본 고에서는 최근 국내에서 CALS로 통칭되는 위와 같은 개념의 바탕이 되는 표준에 대해 살펴보고, 표준 응용 기술과 그 발전 방향을 논하고자 한다.

1.1. 기업 활동의 확대와 경영 환경의 변화

개발, 생산, 판매는 제조 기업의 중추적 활동이다. 최근 기업의 글로벌화 추세와 함께 이 세 활동의 영역이 급속히 확대되고 있다. 다시 말해서 기업이 상대해야 할 원자재 공급자, 협력업체, 소비자들의 수가 증가하고, 종류가 많아졌다는 것이다. 예컨대 어떤 제품을 구성하는 각 구성품들이 여러 국가에 위치한 서로 다른 회사에서 설계되는 경우가흔히 있고, 또 이들을 생산하는 공장도 지리적으로 흩어져 있는 경우가 많다는 것이다. 생산된 최종 제품의 시장 역시 광범위하게 분산되어 있다. 심지어는 같은 회사에 속한 부서들도 지리적으로 분산되어 있는 경우를 발견하기가 어렵

지 않게 되었다.

이런 글로벌화 추세는 필연적으로 경영 환경의 급격한 변화를 가져오기도 하였고, 반대로 환경의 변화가 글로벌화를 촉진시키기도 하였다. 최근의 경영 환경 변화 추세는 제품 수명주기의 단축, 소비자 요구의 다양화, 기업 경쟁의 심화로 요약된다. 이 같은 변화는 기업으로 하여금 신제품 개발의 빈도를 더욱 높일 것을 요구하고 있으며, 실제로 신제품이 창출하는 경영 수익의 비중이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.

위와 같이 변화된 환경에서 경쟁력을 확보하기 위해서는 개발 생산성의 획기적 증대가 요구된다. 제품 개발 생산성은 흔히 QCD로 측정되는 데, 여기서 Q(Quality)는 제품의 품질, C(Cost)는 제품 원가, D(Delivery)는 개발 기간을 의미 한다. 즉, 품질을 향상시키고, 제품 원가를 절감하면서, 동시에 개발 기간을 단축할 수 있는 개발 체제를 갖출 필요가 있는 것이다. 이와 관련하여 최근 동시공학(CE : Concurrent Engineering)적 제품 개발 방식이 주목받고 있다. 이 방식의 핵심은 제품 개발과 관련된 개발자들이 모두 참여한 개발팀을 구성하여 개발 프로젝트를 추진함으로써 제품의 기능과 성능뿐만 아니라 제조, 마케팅, 유지/보수, 물류, 폐기 등의 전 과정에서 발생 가능한 문제를 조기에 발견하여 예방하는 데 있다. 이 팀 체제의 제품 개발 방식은 종종 소비자나 하청업체까지도 포함하게 되는 데, 이는 소비자나 부품 제조업자의 요구 사항까지도 제품 개발 시 신속하게 고려하기 위함이다.

1.2. 정보 기술을 이용한 정보 공유

앞서 설명한 동시공학적 팀 체제의 개발 방식은 이미 여러 산업 분야에서 적용되고 있고, 또 큰 성과를 나타내고 있다. Hartley [1]의 조사 연구 보고에 따르면, 노드롭사는 설

계 변경 작업을 75% 감소시킬 수 있었고, DEC사는 제품 개발 기간을 60% 단축시킬 수 있었으며, GM사는 생산공정 불량을 60% 감소시킬 수 있었다. 이 외에도 많은 문헌에서 동시공학의 효과를 제시하고 있다 [2, 3, 4]. 국내에서도 같은 개발 방식을 채택하고 있는 사례가 이미 보고되고 있다 [5].

그러나 지금까지의 동시공학적 접근법은 대부분 물리적인 개발팀을 구성하는 것이었다. 즉, 제품 개발에 관련되는 사람들을 모두 한 장소에 모아 개발 프로젝트를 진행하는 것이다. 예를 들어 미국의 자동차 3사 가운데 하나인 크라이슬러는 아주 최근에 이러한 체제를 효율적으로 운영하기 위한 특수 용도의 건물을 짖고, 모든 자동차 개발자들이 이 건물에서 활동하게 함으로써 동시공학의 효과를 극대화 시키고 있다. 이러한 물리적 개발팀을 구성하는 가장 중요한 목적은 개발자들이 제품 개발과 연관된 정보를 신속히 공유할 수 있도록 하는 데 있다.

그러나 기업 활동 영역의 확대로 제품 개발 관련자들이 원거리에 위치하거나 또는 서로 다른 국가에 있게 됨에 따라 동시공학적 팀 체제 개발 방식을 구축하는 것이 물리적으로 불가능한 경우가 종종 발생한다. 그러므로, 정보 기술을 동원하여 물리적으로 분산된 정보를 논리적으로 공유할 수 있도록 지원하는 동시공학 지원 시스템을 개발하는 데 대한 관심이 증대되고 있고, 또 이에 대한 연구가 매우 중요하게 인식되고 있다.

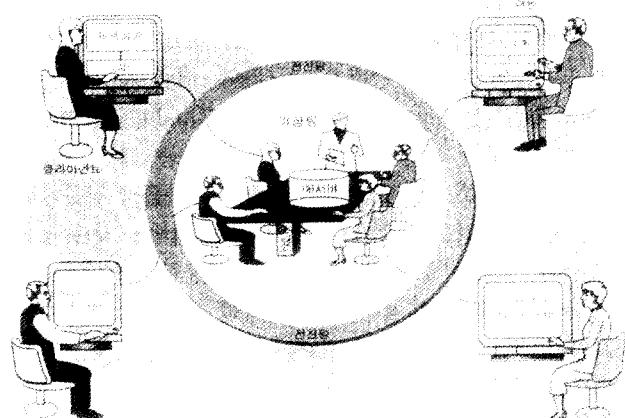


그림 1. 정보 공유 지원 시스템의 개념.

최근의 정보 기술 발전의 추세를 분석해 보면, 광범위한 –종종 전세계적인– 컴퓨터 네트워크를 통해 효율적으로 정보 공유를 지원하는 하는 데 그 핵심이 있음을 알 수 있다. 컴퓨터 및 정보 통신 기술 발전의 결과 값싼 하드웨어 및 소프트웨어가 보급되고, 고속/대용량 통신망이 일반화되고 있음을 주목할 때, 위와 같은 접근법을 지원할 수 있는 시스템은 이미 가시권 내에 있다고 할 수 있다. 단순 업무처리 자동화를 목적으로 정보 시스템을 사용하던 많은 기업들이

이제는 네트워크를 통해 정보 자원을 공유하면서 지리적 혹은 시간적 장애를 극복하는 보다 적극적인 정보 시스템 활용법을 활발히 모색하고 있는 것이다. 그럼 1은 정보 공유 지원 시스템을 개념적으로 보여주고 있다. 여러 제품 개발 관련자들이 비록 물리적으로는 분산되어 있지만, 정보 통신망으로 상호 연결되어 있어 마치 바로 옆에 있는 것과 같이 효율적으로 그리고 즉시 정보를 공유하며 개발 프로젝트를 수행할 수 있는 것이다. 가상팀(virtual team)이란 바로 이와 같이 논리적으로 정보를 공유하면서도 물리적으로는 분산된 팀을 지칭한다.

1.3. 표준화의 중요성

“정보화 시대”的 요체는 정보의 교환에 있고, 정보 교환의 핵심은 교환의 신뢰성 확보, 교환의 용이성 제고, 특정 시스템 또는 사용자에 종속적이지 않은 정보 교환, 특정 컴퓨팅 플랫폼에 무관한 교환에 있다. 그러나 서로 다른 컴퓨터 시스템들 간에 데이터를 옮기는 일은 항상 어려운 일이었다. 기본이 되는 데이터 표현의 구조가 복잡해질수록 일치시켜야 할 프로토콜의 수가 많아지고 따라서 관련 당사자들의 합의를 도출하기가 점점 어려워진다. 가장 간단한 해결책은 데이터를 교환할 필요가 있는 사용자들이 모두 같은 시스템을 사용하는 것이다. 그러나 이런 손쉬운 방법이 적용될 수 없는 여러 여건들이 존재한다. 예를 들어 CAD 데이터를 생각해 보자 [6].

첫째, 대부분의 CAD 시스템은 곡면 모델러를 사용하여 데이터를 생성한다. 그러나 이 데이터는 솔리드 모델에 전혀 적합하지 않는 경우가 많다. 데이터를 받는 쪽 시스템은 곡면의 기하학적 정보를 검사하여 어느 곡면들이 서로 인접하는지 또는 분리되어 있는지를 결정해야 한다. 또, 같은 솔리드 모델러라고 하더라도 각각의 모델러가 사용하는 타당한 모델에 대한 기준이 서로 다르다면 (자신의 내부 알고리즘만을 따른다는 가정 하에), 이러한 데이터로는 안정적으로 모델링할 수 없을 것이다.

둘째, 특수 목적용 시스템과 일반용 시스템 사이에도 데이터 교환의 어려움이 흔히 발생한다. 예컨대 절삭가공을 위한 전문 CAM, 유체역학적 최적화, 전문적 외장 처리 등과 같은 특수 용용 시스템에서 사용하는 알고리즘은 상업적 또는 국가적 비밀일 수 있고, 따라서 상용 CAD 시스템 상에서 이를 응용을 통합하는 일 자체가 불가능할 수도 있는 것이다.

셋째, 현재에는 사용되지 않는 소프트웨어(legacy software)로 데이터가 생성되었을 수도 있다. 군용 또는 상용 비행기의 수명은 25~30년 가량 된다. 이는 원래 이 비행기를 모델링한 CAD 시스템 수명의 몇 배가 될 수도 있다. 비록 그 당시 사용한 CAD 시스템이 현재 사용되지는 않지만 비행기의 수명이 다 하는 동안 그 때 생성한 데이터는 필요

한 것이다.

이러한 문제 유형들은 비단 CAD 시스템에서만 생기는 것이 아니다. 두 소프트웨어의 사용 목적이 같다고 하더라도 데이터를 받는 쪽과 공급하는 쪽이 서로 상이한 자료 구조를 채택하고 있다면, 상대방의 데이터를 이용할 수 없게 된다. 정보를 교환할 필요가 있는 사용자들이 모두 같은 시스템을 사용하도록 하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 이기종 시스템간에 데이터를 교환하기 위해 흔히 번역기를 도입하게 되는데, 이 역시 시스템의 종류가 많아질 수록 데이터 교환을 위한 부가적인 개발에 너무 많은 비용과 노력을 필요로 한다.

데이터 교환의 문제를 해결하는 대안으로 데이터 표준을 이용하는 것이 있다. 데이터 표준이란 데이터 표현에 있어서 공통의 논리적 구조와 포맷에 대한 정의를 말한다. 이 대안은 그림 2와 같이 교환할 데이터를 표준 정의에 따라 표현함으로써 표준 번역기를 갖춘 어떤 다른 시스템과도 자료 교환을 가능하게 한다. 새로운 시스템을 개발할 때도 그 시스템이 사용하는 자료 구조와 표준 사이의 번역기만 만들면 기존의 다른 시스템에서 사용하는 자료 구조를 고려할 필요 없이 자료를 상호 공유할 수 있다.

물론 이 방법에도 문제는 있다. 먼저 표준은 기존의 모든 시스템에 적용할 수 있어야 하는데 그러한 표준을 만드는 것이 여러 가지 이유로 쉬운 일이 아니다. 두 번째는 표준 자체가 계속 변해야 한다는 것이다. 기술이 발전함에 따라 새로운 형태의 자료를 처리할 수 있고, 또 신기능을 가진 시스템이 등장하게 되는데 이에 따라 과거에는 불필요했던 내용들이 지속적으로 표준에 추가되어야 하는 것이다.

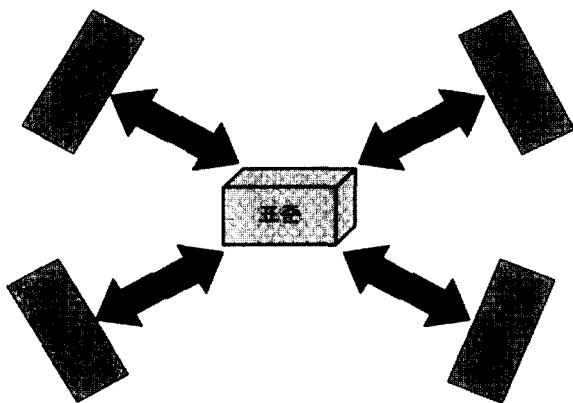


그림 2. 표준을 이용한 데이터 교환.

표준에는 사내 표준, 산업 표준, 국가 표준, 국제 표준 등의 여러 가지 수준이 있다. 이러한 표준은 앞으로 설명할 PDM, ERP, 그리고 CALS 등에서 자료 교환을 지원하는 핵심 개념이다. 시스템의 활용 범위에 따라 적절한 수준의 표준을 채택하고 있는데, PDM과 ERP의 경우에는 대체로 사

내 또는 시스템 공급자가 채택한 표준을 이용한다고 볼 수 있고, 보다 포괄적인 개념인 CALS는 국제 표준을 채택하고 있다.

2. CALS 표준

제품 정보의 공유를 통해서 국가적인 더 나아가서 세계적인 시스템 통합화를 이루고자 하는 개념을 CALS라고 할 수 있다. CALS에서는 기업 간의 완벽한 정보의 공유가 신속히 이루어질 수 있는 환경을 구축하기 위해 각종 자료에 대한 표준들을 제시하고 있는데, 표 1은 CALS 표준들 가운데 중요한 것들을 요약하고 있다 [20]. 본 장에서는 이들 중 최근에 관심의 대상이 되고 있는 STEP과 SGML에 대해 좀 더 구체적으로 기술하였다.

2.1. STEP

STEP (STandard for the Exchange of Product model data)은 제품 모델 데이터 교환을 위한 국제 표준으로, 특정 시스템에 종속되지 않고 중립적으로 제품 정보를 기술하는 것이 목적이다 [7, 8]. IGES등 기존의 유사한 표준들이 도면 데이터 교환을 위주로 하는 반면에, STEP은 제품 라이프사이클(설계, 엔지니어링, 제조, 유지/보수) 전체에 걸쳐서 발생하는 각종 제품 정보를 표현하는 일종의 규약이며, 보다 광범위한 이기종 CAD/CAM/CAE 응용 영역 간의 정보 교환, 저장, 공유를 지원한다. STEP은 국제표준기구인 ISO 10303에서 1984년부터 시작하여 현재에도 계속 개발이 진행 중인 표준이다. 그러나 현재 3차원 기계 제품의 설계 과정에 관련된 AP203을 비롯한 몇 가지는 이미 국제 표준 규약으로 승인되었다.

STEP 표준은 여러 종류의 파트(Part)로 구성되어 있는데, 이를 기준으로 STEP 표준의 전체적인 구조를 나타내면 그림 3과 같다. 파트 1은 STEP을 개괄적으로 요약하고 있고, 10번 대의 자료는 STEP의 공식 기술 언어인 EXPRESS에 대한 매뉴얼이다. 20번 대는 STEP을 구현하기 위해 필요한 것으로 STEP의 물리적 파일 구조와 응용 프로그램과의 인터페이스 방법을 설명한다. 30번 대는 STEP을 구현한 제품의 적합성을 시험하는 표준이다. 40번 대는 다음에 설명할 응용 프로토콜 파트들에 공동으로 사용되는 자원을 정의하고 있는 데, 제품의 형상과 기하 정보 뿐만 아니라 제품의 정의, 관리 정보, 제품 구조, 시각화, 허용오차, 공정 계획 등의 내용을 포함한다. 그리고 100번 대는 응용 프로토콜에 모두 적용되지는 않지만 일부 파트에서 필요한 자원을 정의하고 있다. 200번 이후의 파트들을 응용 프로토콜이라고 하는 데, 구체적인 산업 분야(기계, 전자, 자동차, 조선 등)나 응용 영역별로 데이터를 기술한다. 응용 프로토콜은 앞의 공통 자원을 이용하여 데이터를 기술한다.

표 1. 주요 CALS 표준[20].

미 국방부 규격 이름	대상 분야	규격 이름		내 용	표준화 단체	비 고
		규격	검토 후보 규격			
MIL-M-28001	수치 문장 (텍스트)	SGML		Tag(지시 표시)를 사용해 문장을 세분화해 인식하는 문서 규격	ISO	
MIL-M-28003		CGM		일반적인 그림이나 삽화 등 선화의 규격	ISO	
MIL-M-28000	도형(그래픽)	IGES		컴퓨터 도형을 다루는 규격, CAD/CAM에서의 2차원 3차원 설계도면용 규격	ANSI	앞으로 STEP에 흡수될 전망
해당 없음	설계 제조 전반		STEP	제품의 설계 데이터 전부를 담아 체계적으로 다루는 규격, IGES 데이터도 포함(상위 규격)	ISO	일부 항목은 이미 ISO 규격으로 인정되고 있다.
MIL-STD-28002	스캐너 정보	CCITT Group4		스캐너로 읽은 래스터 정보(점의 집합으로 나타내는 데이터)의 압축 규격	ITU	정확히는 ITU안의 ITUTS(CCITT)
압축 기술	동화상		MPEGIMPE G2	동화상 데이터 압축 규격. MPEG1은 CD-ROM이, MPEG2는 하이비전 TV나 디지털 VTR이 대상	ISO, IEC	ISO와 IEC의 제휴에 의해 추진
	정지화상		JPEG	정지 화상 데이터 압축 규격	ISO, IEC	
	음성		G.71X G.72X	음성 데이터 압축 규격	ITU	
	종 학		MHEG	데이터 통합화 구조의 규정	ISO, IEC	
MIL-STD-974	정보 서비스	CITIS		통합화 된 밤주 정보를 계약 기업에 제공할 때 필요한 데이터 규격	미 국방부	
MIL-M-87268 외	전자 메뉴얼	IETM		디지털화한 매뉴얼 정보에 의한 대화형 전자화 기술 매뉴얼의 사용 규격	미 국방부	
해당 없음	EDI (전자 거래)		EDIFACT ANSIX12	상업 거래의 전표류 사양 규격	ISO(EU) ANSI	미국과 EU가 주도권 싸움을 벌이고 있다.
기 타	데이터베이스		SQL	데이터베이스 언어	ANSI	
	시스템개발		SLCP	시스템 개발 거래 공통 언어	ISO, IEC	
	전기 계통의 CAD		VHDL	하드웨어 기술 언어	IEEE	

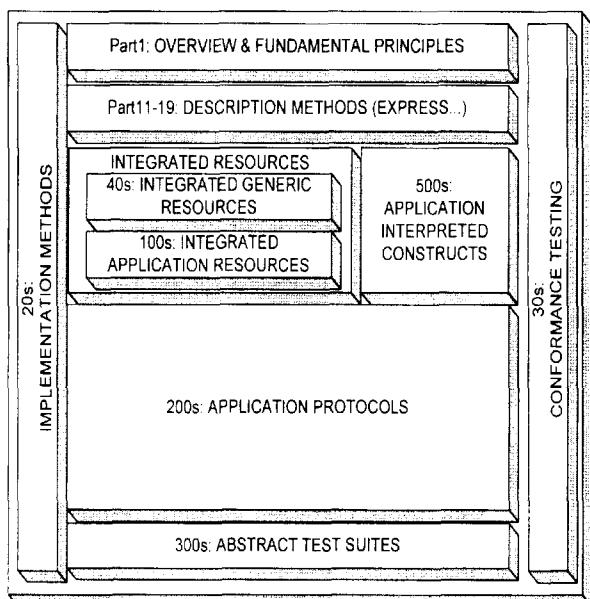


그림 3. STEP 표준의 구조.

STEP이 지원하는 분야는 매우 방대하기 때문에 모든 내용을 한꺼번에 고려하는 것은 적절하지 못하다. 따라서 특

정 산업 분야에서 STEP 기술을 도입하고자 할 때는 관련된 파트들만 선택하면 될 것이다. 실제로 STEP 기술을 구현하는 사용자들은 응용 프로토콜 파트들을 참조하게 된다.

40번 대의 공통 자원 파트들과 제품 구조 정보를 포함한 설계 정보를 다루는 파트 203 그리고 자동차 산업의 기구 설계 프로세스를 위한 핵심 데이터를 다루는 파트 214를 비롯한 다수의 파트들이 이미 국제 표준으로 채택되었으며, 나머지 많은 파트들도 국제 표준으로 채택되기 위해 현재 활발히 프로젝트가 진행 중이다. 미국, 캐나다, 일본, 중국 및 유럽 각국을 포함하여 전세계적으로 관련된 회사와 연구소들이 STEP 기술을 적용하는 프로젝트를 진행하고 있다. 일부 CAD/CAM 벤더들은 이미 STEP 변환기를 출시 하였거나 STEP을 지원하는 상용 제품을 곧 출시 할 예정이다.

이와 같이 STEP은 이미 확고하게 국제 표준으로 자리잡고 있고, 대부분의 CAD/CAM 판매 업체는 경쟁적으로 STEP을 기반으로 하는 상용 제품을 발표하고 있다. 따라서 제품 정보를 다루는 정보 시스템 개발자, 판매 업체, 사용자들은 더 이상 STEP을 무시할 수 없으며, 이를 적극적으로 도입하지 않을 수 없을 것이다. 향후 제품 정보를 다루는 모든 시스템 개발자와 사용자는 STEP 표준을 도입하고 지원

할 수 있어야 할 것이다.

2.2. SGML

SGML(Standard Generalized Markup Language)은 전자적 정보 교환을 위해 문서의 구조를 기술하는 ISO 8879 국제 표준이다. SGML은 1986년 처음 소개된 이후 문서를 구성하는 요소들의 기능과 구조를 정확히 관리하고 통제하기 위한 목적으로 지속적으로 발전해 왔다. SGML은 전자적인 형태를 지닌 문서들을 표현할 수 있고, 동시에 장치와 시스템에 독립적인 문서를 기술하는 방법을 제공한다.

얼마 전까지도 정보를 제공하는 유일한 수단은 종이를 통하는 길이었으나 CD-ROM을 이용하는 기술이 널리 전해지면서 이러한 문서들이 전자적인 형태를 띠도록 하는 노력이 필요하게 되었다. 컴퓨터를 이용하여 문서 정보를 작성할 때, 이전에는 특정 시스템에 의존적이었기 때문에 이기종 시스템에서는 사용하기가 불가능하거나, 문서 정보를 변형해야만 사용이 가능하였다. 따라서 문서 처리를 수많은 장치와 시스템에 대해 독립시키기 위해서 표준을 이용하는 것은 문서 교환의 필수적인 요소가 되었고, 이러한 필요성을 SGML이라는 표준을 통해 만족시키려 하였다.

SGML은 마크업을 이용하여 한 문서의 논리 요소를 구분하거나, 이들 요소들에 처리될 기능을 명시한다. 마크업(markup)의 개념은 전자출판의 초기 단계부터 시작되었다. 문서 중에 식자용 명령 코드를 써넣으면 시스템이 이를 해석하여 폰트의 크기, 배치 등을 결정하여 인쇄, 출력하게 되는데, 이때 사용자가 문서 작성 시 본문 이외에 추가적인 정보로 첨가하여 사용하는 명령을 마크업이라 한다. SGML은 이러한 마크업에 기반을 두고 문서의 유형에 따라 나름대로의 DTD(Document Type Definition)라고 하는 텍스트구조(tagging scheme)를 정의하여 문서를 교환하도록 한다. DTD는 문서나 데이터베이스에 포함된 텍스트나 자료의 성질을 기술하고 문서의 계층적 구조를 정의한 것이다.

SGML은 주기적으로 검토하고 개선할 필요가 있는 많은 분량의 복잡한 문서를 작성하거나, 또는 동일한 구조를 따르는 출판물을 제작할 경우 매우 유용하다. SGML을 사용하는 이점은 다음을 포함하여 여러 가지가 있다.

- 정보 생산성의 향상
- 정보 재사용률 증가
- 정보 수명의 연장
- 자료의 일관성 유지
- 정보 보안 및 정보 흐름의 통제와 자동화 용이
- 정보 공유 및 이식성 (portability) 증가
- 자료의 유형이나 용용의 종류에 따른 정보 출판의 유연성 증가

이와 같은 SGML이 제공하는 이점 때문에 이미 여러 분야에서 SGML이 채택되어 활용되고 있다. 대표적인 예로는

자동차 정비 및 수리 정보의 전자적 교환을 위한 SAE J2008 DTD, 통신 관련 제품과 서비스의 기술 정보 재사용을 위한 응용, 전자 부품 제조업자의 부품 정보 (기술 정보, CAD 파일, 기능 모형, 오디오 정보, 비디오 정보 등) 교환을 위한 Electronic Data Book, 소프트웨어 사용자 매뉴얼과 프로그램 레퍼런스를 작성하기 위한 DocBook DTD 등이 있다.

2.3. 기타 표준

STEP과 SGML 외에도 여러 종류의 데이터에 대한 국제 표준이 있다. 2차원 벡터 그래픽과 이미지의 처리, 저장, 교환 및 인출에 대한 국제 표준으로는 CGM이 있는데, 이는 CAE/CAD, 그래픽 아트, 사무 그래픽 및 탁상출판 패키지 등의 다른 형태의 응용 프로그램간에 그림을 교환하는데 이용될 수 있다. 특히 CAD 시스템의 DFX 파일 형식이나 IGES 형식의 파일을 CGM으로 변환하여 상호 공유할 수 있게 해주는 제품은 이미 인터넷상에 공공연하게 게재되고 있다. 그리고 동화상 데이터의 압축 규격으로는 MPEG1과 MPEG2가 이미 잘 알려져 있고, 정지 화상에 대한 표준으로는 JPEG이 있다. 또, 음성 데이터의 압축 규격으로는 G.711X와 G.722X가 있다.

그리고 CALS에서 말하는 IETM(Interactive Electronic Technical Manual), 즉 전자식 기술교범은 기존의 종이 형태로 작성된 기술교법들을 전자적 형태로 제작, 관리, 활용하여 정비사가 고장 진단 및 정비에 필요한 정보를 필요한 시기에 필요한 장소에서 전산망 및 주변기기를 이용하여, 운영 및 정비 활동을 지원 받을 수 있도록 하는 것이다. 기술교법의 CALS화 체계를 구축함으로써 종이 없는 업무 수행 환경 구축, 업무 효율의 증대 및 시간 절약을 통한 생산성 증대 등의 효과를 가져온다. EDI(Electronic Data Interchange)란 전자 문서를 이용한 각종 상거래를 말한다. EDI를 위해서는 상호 협약된 표준이 필요한데, 이러한 표준은 모든 업계에 공통적으로 사용되지 않고, 거래 당사자들간의 합의에 의해 만들어질 수 있다. EDI 표준으로 가장 널리 사용되고 있는 것은 UN에서 고시한 UN/EDIFACT(Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport)와 미국 ANSI(American National Standards Institute)에서 제정한 ANSI X.12를 들 수 있다. 이들은 구매, 주문, 송장 발부 그리고 선적 통지 등과 같은 일상적인 사업 거래를 위한 컴퓨터간의 자료 교환을 위해 문서의 형식과 데이터의 내용을 규정한다.

3. 표준 응용 기반

앞서 살펴본 데이터 표준은 시스템에 독립적인 정보 교환을 위해 필수 요소임에 틀림이 없다. 그러나 다루어야 할 데

이터의 종류가 많아지고 그 분량 또한 증가함에 따라 이러한 정보 공유 지원 시스템이 운용되는 기반 환경의 발전이 동시에 수반되어야 한다. 이와 관련된 정보 기술 발달은 여러 가지 시각과 수준에서 논의될 수 있지만 여기서는 네트워크, 데이터베이스, 그리고 멀티미디어 응용 기반에 대해 알아보자 한다.

3.1. 인터넷, 웹, 인트라넷

인터넷에 접속된 컴퓨터의 수가 급속히 증가하고 있으며, 따라서 새로운 정보 통신 수단으로 각광 받고 있다. 인터넷이란 TCP/IP 프로토콜을 기반으로 하여 수 많은 서브-네트워크들을 묶어주는 전세계적인 네트워크이다. 인터넷은 1960년대에 미국의 국방성 네트워크인 ARPANET를 시초로 하여 발달하였는데, 현재 약 5만개의 네트워크와 5백만 대의 컴퓨터가 인터넷에 연결되어 있고 전세계를 1분 정도 생활권으로 만들었다. 인터넷은 그 규모의 방대함과 개방성, 자율성 등으로 인해 ‘네트워크들의 네트워크 (network of networks)’ 또는 ‘정보의 보고 (sea of information)’라고도 불리운다.

월드와이드웹 (WWW: World Wide Web 또는 Web)은 인터넷을 통해 전세계에 있는 정보에 쉽게 접근할 수 있는 경제적이고 대중적인 도구이다. 웹 이전의 인터넷 사용은 소수의 전문가들에게 국한되어 있었는데, 이는 주로 정보가 전세계에 걸쳐 분산되어 있었고, 다양한 종류의 표현 형식이 혼용되었으며, 또 사용이 편리한 정보 검색 도구가 없었기 때문이다. 여기서 웹은 문서, 그림, 음성, 화상 등 여러 종류의 데이터를 하이퍼텍스트를 이용하여 통합적으로 처리하는 기능을 제공하였고, URI.(Uniform Resource Locator)을 이용하여 전세계에 있는 객체들에게 단일한 이름을 부여하여 접근할 수 있는 표준을 만들었다. 이런 통합성과 사용의 편리성이 기존에는 전문가들만 사용하던 인터넷에 대중성을 부여하였으며, 인터넷의 중요한 장점과 결부되어 급속한 발전을 하고 있는 것이다. 웹은 HTMI.(Hyper-Text Markup Language)로 기술된 문서 정보의 단방향 교환에 바탕을 두고 있다. 그러나 CGI(Common Gateway Interface)나 Java를 통하여 웹 서버와 사용자간의 상호작용이 가능하도록 하는 기술이 급속히 발전함에 따라 요즈음 웹 클라이언트-서버 구조를 기반으로 하는 정보 공유 시스템에 대한 응용과 연구가 지대한 관심을 모으고 있다 [9].

인트라넷이란 기업 내/외부에 인터넷과 동일한 기술을 사용하는 새로운 개념의 네트워크 환경을 말한다. 즉, 조직 내부의 네트워크 환경을 기반으로 소프트웨어적으로 인터넷을 완벽하게 활용할 수 있게 한 것이다. 인트라넷은 TCP/IP 기반의 LAN환경에서 구축되며, 인터넷 사용과 동일한 환경에서 전자 메일, 전자 결재, 게시판과 같은 그룹웨어, 인사/회계 업무와 같은 업무용 어플리케이션, 그리고 MIS 등을

운용할 수 있다. 인트라넷의 핵심 요소는 웹 서버이다. 웹 서버는 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)을 통해 클라이언트로부터 자료 요청을 받고, 요청받은 자료를 전송주는 역할을 하는 HTTPD(HTTP Daemon)과, 클라이언트로부터 사용자 입력을 받아 이를 다른 응용 프로그램에 넘겨주고 그 처리 결과를 넘겨받아 전송주는 인터페이스인 CGI (Common Gateway Interface)로 구성되어 있다. 대표적인 웹 서버 프로그램으로는 NCSA Web Server가 있으며 이외에도 Netscape, MS, Oracle등 수 많은 회사로부터 제품이 발표되고 있다.

인트라넷은 개발 및 유지 보수면에서 내부의 하드웨어나 운영 체계에 관계없이 표준화된 소프트웨어 개발 환경을 제공한다는 것과 개방형 아키텍처로 확장성이 뛰어나다는 장점이 있다. 또한 웹 서버를 구축하는 것과 동일한 방법으로 기존의 네트워크를 이용하여 그룹웨어를 구축하므로 기업 내 온라인 사무 환경을 저렴한 초기 비용으로 구축할 수 있다. 이 외에도 정보의 최신성/적시성 보장, 단일한 방식의 기업 내/외부 정보를 접근, 유지/보수의 간편 등의 이점이 있다. 포레스터 리서치에 따르면 포춘(Fortune) 1,000대 기업 중 1/4이 이미 기업 내부에서 웹 서버를 운영하고 있고, 90%가 인트라넷을 구축, 운영 중인 것으로 나타났다. 조나리서치는 인트라넷 소프트웨어 판매가 3년 안에 16배 증가할 것으로, 다른 산업 분석가들은 그 판매액이 97년에는 12억 달러에 이르리라 예상하고 있다.

3.2. 데이터베이스

개인 및 조직이 활동하면서 축적하여온 정보들은 이제 과거와 같은 문서와 파일 형식으로는 더 이상 효과적이고 정확하게 관리할 수 없을 정도로 방대하고 복잡해졌다. 이러한 막대한 자료들을 컴퓨터를 이용하여 체계적으로 관리하는 것이 조직의 주요한 성공 요인의 하나가 되었다. 이 같은 환경이 강력한 데이터베이스 시스템을 낳은 동기가 되었으며, 오늘날 컴퓨터 응용 분야의 큰 영역을 차지하게 되었다. 데이터베이스 시스템은 파일 처리 시스템, 계층형 및 네트워크 데이터베이스 시스템, 그리고 관계형 데이터베이스 시스템에 이어 객체지향형 데이터베이스까지 상업용으로 개발되어 이용되기에 이르렀다.

초기의 시스템들은 기능이 빈약하고, 관리하기 위한 기술의 습득 및 시스템의 유지가 상대적으로 어려워 사용자의 요구를 충족시키지 못하였다. 그러나 간단한 테이블 형태의 자료 모델과 선언적 형태의 구조적 질의 언어인 SQL을 사용하는 관계형 데이터베이스 시스템의 등장은 일반 사용자들이 쉽게 데이터베이스를 이용할 수 있는 길을 열었다. 관계형 데이터베이스의 응용 분야는 주로 숫자와 문자열로 구성된 사무 자료의 처리에 집중되었는데, 이것은 관계형 모델의 경우 데이터 모델이 단순할 뿐만 아니라 사무 작업에

서 자주 나타나는 정보가 표와 같은 형태로 쉽게 표현될 수 있기 때문이기도 하다.

관계형 데이터베이스 시스템은 본래 기본적인 데이터 모델이 테이블 형태이기 때문에 멀티미디어 네트워크 환경에서 화상 정보, 음성 정보 등의 커다란 이진 데이터들을 저장하기에 많은 문제점을 보이게 되었다. 최근의 이런 요구와 확장된 기능성이 객체지향형 데이터베이스의 탄생과 확산을 가져오게 되었다. 객체지향 모델은 실세계를 객체들의 집합과 이들의 상호작용으로 표현하는 방식으로 각 객체는 다른 객체와 서로 구분되는 고유의 정체성(object identity)을 가지며, 자신의 내부 상태를 밖에서 직접 보거나 변화시킬 수 없도록 캡슐화(encapsulation)를 통해서 보호한다. 객체의 내부 상태는 주어진 인터페이스, 즉 주어진 메소드(method)라는 연산들의 집합을 통해서만 보거나 처리할 수 있으며, 객체들은 메시지(message) 전달을 통하여 서로 정보를 교환하거나 협력할 수 있다. 객체들은 보다 일반적인 것과 보다 세부적인 것으로 구분되어 형성되며, 상세한 객체는 보다 일반적인 객체로부터 내부 상태나, 연산들을 상속성(inheritance)을 통해 물려 받는다.

객체지향형 데이터베이스는 다른 대상이 복잡하고 다양한 구조를 가진 영역에서의 활용이 크게 기대되고 있으며 실제로 CAD/CAM, CE 환경에서 그 활용이 증가하고 있다. 또 인터넷/인트라넷 및 웹이라는 멀티미디어 네트워크 환경이 급속히 성장함에 따라 네트워크를 통한 서로 지역적으로 유리되어 있는 분산 시스템간의 자료 공유가 부각되었고, 자연 인터넷/인트라넷 및 웹을 객체지향형 데이터베이스와 연계하려는 노력이 활발히 진행되고 있다.

3.3. 멀티미디어

멀티미디어는 “컴퓨터에서 문자, 음향, 정화상, 동화상 등을 동시에 사용하는 것”이라고 정의할 수 있다. 멀티미디어가 중요성을 갖는 이유는 인간에게는 이른바 5감이 있어 사물이나 상황을 종합적으로 인지하는데 반해, 기존의 컴퓨터에서는 단순히 시각적 문자만을 보여주는데 그쳤기 때문이다. 멀티미디어가 가능해지면 강한 표현력을 지니는 컴퓨터 응용 프로그램을 만들 수 있게 된다. 이는 내용에 대한 이해도를 증진시켜주고, 작업 효율을 높여주며, 컴퓨터 조작을 쉽게 해 주는 등의 파급효과를 낳는다.

특히, 멀티미디어는 통신에서 강한 파급효과를 가져오게 된다. 이전의 음성만 전하던 전화나 낮은 화질로 화상 정보를 보내는 팩스 등의 한계를 벗어나서 원거리에 있는 사람과 화상전화, 원격회의, 원격 쇼핑 등을 가능하게 해준다. 물론 방대한 용량의 비디오, 오디오 데이터 전송을 위해서는 초고속 통신망과 멀티미디어 장비가 필요하고, 또 효율적인 압축/재생 기술이 개발되어야 하지만 어느 정도의 멀티미디어는 기존의 통신망과 장비를 통해서도 가능하다. 현

실적으로 이미 인터넷을 통한 비디오와 오디오 서비스가 웹 브라우저의 플러그인(plug-in)을 통해서 제공되고 있다.

예를 들어 인터넷 폰웨어라는 인터넷을 통해 통화를 할 수 있는 프로그램이 사용되고 있다. 사용자가 사운드 카드의 마이크로폰을 이용해 말을 하면, 폰웨어는 음성 신호를 추출해 디지털로 변환한 다음 신호를 압축해서 인터넷을 통해 상대방에게 보낸다. 디지털 신호를 받은 상대편 폰웨어는 압축을 해제하고, 디코딩해서 사운드 카드를 통해 음성을 출력한다. 또, 인터넷을 이용한 화상회의는 80년대부터 여러 기관에서 실험적으로 시도되어 왔다. 1992년 인터넷을 통한 음성 정보를 IETF회의 장소로부터 전세계 각지에 멀티캐스팅하는 오디오캐스트 실험이 기반이 되어 일종의 반영구적인 IP멀티캐스트 시험망이 탄생하였고, 이어 음성/화상회의를 위한 MBONE이라는 반영구적인 네트워크가 구축되었다. 또, 인터넷 초기기의 전자우편은 영어 텍스트만을 전송하게 되어 있어서 그 활용에 제약이 많았다. 하지만 현재는 MIME(Multipurpose Internet Mail Extension)을 이용하여 다국적 언어 지원, 영상, 음성 등 멀티미디어 데이터 전송이 가능하게 되었다. 1989년 CERN에서 연구가 시작되어 발표된 초기 웹 브라우저도 텍스트 기반의 프로그램이었으나, 이를 멀티미디어가 지원되도록 확장한 것이 NCSA에서 개발된 Mosaic이다.

4. 기술 개발 현황

이러한 네트워크, 데이터베이스, 멀티미디어 등 기반 기술의 발전에 힘입어 가상팀의 구현이 현실화되고 있다. 지금 까지 컴퓨터를 이용하는 방식은 주로 개인의 업무를 자동화하는 것이었다. 그러나 실제로 사람들의 작업은 여러 사람들이 상호 작용하면서 의사소통을 통해 처리하는 공동작업이 많이 존재한다. 이러한 작업을 컴퓨터로 지원하려면 기존의 방식대로 컴퓨터를 사용하는 것만으로는 부족하다. 왜냐하면, 회의를 하면서 의사결정을 한다든가, 여러 사람이 함께 문서를 작성한다든가 하는 업무들은 사람들의 창의력이 필요한 작업이기 때문에 컴퓨터로 자동화 할 수 없는 영역이었다. 따라서 이런 업무들에서 컴퓨터가 할 수 있는 기능은 사람들로 하여금 다른 사람들과 보다 효율적으로 협력 할 수 있도록 도와주는 형태의 지원이다. 이처럼 컴퓨터가 지원하는 협동 작업을 CSCW (Computer Supported Cooperative Work)라고 하며, 1980년대 중반부터 활발하게 연구되어 오고 있다. 그러나 이런 공동작업을 지원하기 위해서는 아래와 같이 아직 해결해야 할 많은 문제가 있다.

- 첫째, 공동 작업 프로세스를 모형화 할 수 있어야 한다.
- 둘째, 자료 공유와 재사용성을 높일 수 있는 방안이 필요하다.

- 셋째, 분산환경에서 의사소통을 위한 통신 기능이 지원되어야 한다.
- 넷째, 분산 데이터베이스를 기반으로 한 협동 환경이 구축되어야 한다.
- 다섯째, 공동작업 프로세스의 수행을 지원하고, 관리하고, 조정(coordination)하는 기능이 제공되어야 한다.

4.1. 프로세스 모델링

프로세스를 모델링하는 것은 컴퓨터가 공동작업을 지원하기 위해서 가장 근본적으로 필요한 작업이다. 기업의 프로세스는 대부분 분산환경에서 발생한다. 프로세스를 모델링하는 방법으로는 IDEF가 잘 알려져 있으나 입력, 출력, 제약, 통제 방식만으로는 분산환경의 동시 작업 내용을 적절히 기술하기 곤란하다. 따라서 개별 정보 시스템을 자동화하고 통합함에 있어서 분산환경에서 발생하는 프로세스의 모형화와 업무 흐름을 관리할 수 있어야 한다.

Alho [10] 등은 분산환경에서의 복잡한 업무 프로세스를 일반적으로 모델링하고 이의 수행을 지원하기 위한 시스템의 개념적 틀과 구조를 제안하였다. 이 연구에서는 1) 프로세스에서 생성, 소멸, 수정, 사용되는 객체(artifacts), 2) 업무를 수행하는 행위자(agents), 3) 행위자가 수행하는 활동(activities), 그리고 4) 활동을 수행하는 자원(resources)들과 이들 간의 연관 관계를 이용하여 프로세스를 기술한다. 이들만으로 프로세스의 모든 내용을 기술하는 데는 한계가 있지만, 대부분의 분산환경 프로세스 모델링에 대한 연구가 비슷한 방식의 객체 이용 기술을 취하고 있다. 이들은 또 다음과 같은 프로세스 모델링의 요구 사항들을 제시하고 있다.

- 단위 업무를 지원하는 시스템보다 상위 수준에서 프로세스를 기술할 수 있어야 한다.
- 상위 수준에서 시스템 간 상호 운용성(interoperability)을 표현해야 한다.
- 프로세스를 지원하는 서비스들과의 인터페이스를 동일한 방식으로 표현할 수 있어야 한다.
- 다양한 방법으로 프로세스를 기술할 수 있어야 한다.

4.2. 정보 공유와 재사용 지원

공동작업을 효율적으로 지원하기 위해서는 반드시 정보를 공유하고 재사용할 수 있어야 한다. 최근 활발히 진행되고 있는 기업간 통합 데이터 시스템 구축은 기업 내부의 정보 공유 뿐만 아니라 기업간의 관계에도 많은 영향을 주고 있다. 즉, 이는 공급 업체나 구매 업체들이 서로의 이해 부족으로 봉착하게 되는 품질, 납기, 조달 기간 등의 문제들을 해결해 줄 수 있다. 공동작업의 한 유형인 설계 작업에 있어서 정보의 공유와 재사용은 설계 작업의 효율성뿐만 아니라 공동작업을 통한 창의적 설계를 지원할 수도 있다.

서류를 통한 정보의 공유는 효율성의 측면에서 그 한계가 명확하다. 최근에는 전자설계 노트북 등의 개념이 등장하고 있고, 또 다양한 분야에서 현실화되고 있다. 일례로, Hong [11] 등은 그림 4와 같은 클라이언트-서버 아키텍처를 취하는 PENS(Personal Electronic Notebook with Sharing)라는 노트북 시스템을 개발하였는데, 이 시스템에 새로운 설계가 기입될 때마다 웹상에 정보가 자동적으로 축적된다. 지속적으로 축적된 정보는 인터넷과 웹상의 공동작업자들 사이에 점진적으로 공유될 수 있게 된다. PENS 노트북 개념의 실용성을 평가하기 위해서 프로토타입이 개발되었고, 지리적으로 분산된 14개의 설계팀에 의해 사용되었다.

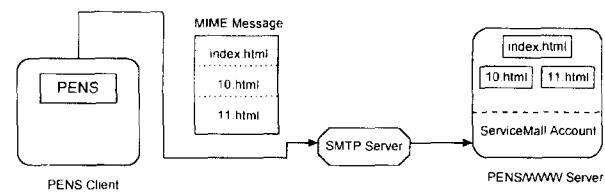


그림 4. PENS의 클라이언트-서버 아키텍처.

4.3. 분산환경에서의 의사소통 및 멀티미디어 지원

분산된 멀티미디어 환경하에서는 다양한 원거리 객체들이 사용될 수 있어야 하고, 사용자는 다양한 멀티미디어 응용 프로그램을 활용할 수 있어야 한다. 멀티미디어 환경의 중요한 요소는 다음과 같다.

- 분산되어 있는 멀티미디어 자원에 대한 접근
- 대화식 실시간 멀티미디어 객체의 통제
- 멀티미디어 매체의 동기화
- 다양한 이형적 하드웨어 플랫폼 및 설비 지원
- 사용자와 응용 프로그램의 동시적 대대다 접근 및 활용 가능

멀티미디어를 활용하는 분산 회의 관리는 공동작업 연구에 있어 중요한 부분이다. Pena-Mora [12] 등은 분산환경의 회의에 참가하는 사람들을 관리하는 시스템인 CAIRO (Collaborative Agent Interaction control and synchRONization system)를 개발하였다. 이들은 CAIRO를 개발하기 위해서 그룹 상호작용과 사회적 의사소통 이론 등의 다양한 모형을 받아들였다. CAIRO 시스템은 복잡한 공동작업 통제 메커니즘과 회의 구조화를 위한 도구뿐만 아니라 참가자들 사이의 동기화 된 멀티미디어 통신을 제공한다. 동기화에는 매체 동기화와 에이전트(agent) 동기화가 있는데, 매체 동기화는 한 참가자로부터 다른 참가자로 전달되는 정보가 동기화 되는 것을 보장하며, 에이전트 동기화는 분산 회의의 효과적인 구조화와 통제를 보장한다. 그림 5는 CAIRO 시스템의 개관을 보여주고 있다.

4.4. 분산 데이터베이스를 기반으로 한 협동 환경 구축

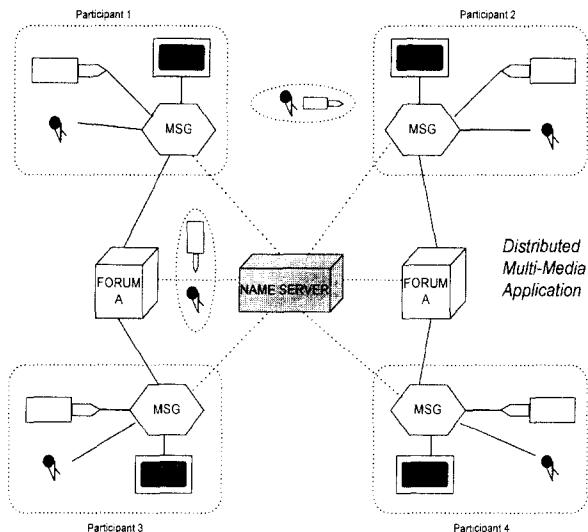


그림 5. CAIRO 시스템 개관.

개방적인 CAD 환경에 대한 연구가 중요하게 여겨지고 있고, 또한 많은 노력이 기울여져 왔으나, 이들 대부분이 기존 CAD 시스템과의 결합을 고려하지 않고 있다. 특히, 이질적인 (heterogeneous) 환경이나 상이한 데이터 형식은 문제를 더욱 어렵게 만들고 있다. 최근에 웹을 이용한 분산 환경에서의 공동 작업과 표준을 이용하여 이질적인 컴퓨팅 환경을 극복하는 가상 프로토타이핑(VP: Virtual Prototyping) 공동작업 환경 구축에 대한 연구가 다수 있다.

대표적으로 서울대에서 개발한 월드디자인뷰 [13]는 제품의 3차원 형상 정보를 웹을 통해 공유하는 시스템이다. 이 시스템은 (1) 제품 데이터 공유를 위한 국제 표준인 STEP과 (2) 객체지향 데이터베이스 시스템, 그리고 (3) 웹상에서 3차원 가상 공간을 제공하는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)의 장점들을 결합한 것이 특징이다. 객체지향 데이터베이스에 분산되어 저장된 제품의 형상 데이터를 VRML 표준 타입으로 바꾸어주는 서버가 구축되어 있으며, 누구라도 웹상에서 VRML 브라우저를 이용하여 쉽게 제품의 형상을 3차원으로 조작할 수 있다("http://cybernet.snu.ac.kr/~kaster/stepoobd.html"). 이 시스템은 STEP, VRML등의 표준을 이용하므로, 특정 소프트웨어에 의존하지 않고 제품 개발 관련자들이 효과적으로 제품의 형상 정보를 공유할 수 있다. 이 시스템은 다음과 같은 용도로 사용될 수 있다.

- 멀티유저, 3차원 디자인 리뷰 시스템
- Virtual 3-D prototyping System
- 3차원 PDM데이터베이스 그래픽 브라우저
- 3차원 가상공간(선박, 빌딩) 네비게이션
- 기술 교육을 위한 상호적인 3차원 교과서
- 가공성/조립성 평가(DFA/DFM) 브라우저

이 외에도 웹을 이용한 제품 설계 정보 공유에 대한 연구

로는 스텝포드 대학의 SHARE 프로젝트가 있다 [14]. 그러나 이 시스템은 제품의 설명, 구조, 문서 등에 관한 자료는 지원하나, 주요한 설계 정보인 3차원 형상 정보는 지원하지 않고 있다. 그리고 Jasnoch와 Haas [15]는 분산 객체지향 데이터베이스에 기반을 두고 공동작업 환경을 구축하고 있다. 이 연구 역시 STEP을 기반으로 한 제품 데이터 모델을 사용한다.

4.5. 프로세스 관리 기술

마지막으로 공동작업 프로세스를 수행하고, 통제하며, 관리하는 기능이 필요하다. 프로세스는 작업의 순서를 이용하여 모델링할 수 있고, 이 모델을 토대로 각각의 작업을 프로세스를 진행하는 그룹 또는 개개인에게 체계적으로 할당할 수 있다.

설계 협동 작업 프로세스를 통합 관리하는 시스템으로 iDCSS(the integrated Design Collaboration Support System)가 있다. 이 시스템으로 협동 작업 프로세스 정의, 프로세스 수행, 예외 상황에 의한 프로세스의 재정의 및 이 예외 상황의 처리 등을 할 수 있다. 이러한 의사결정 집합들이 동적인 상황에서 원활히 전환되도록 일원화된 접근 방법을 제공하는 것이 iDCSS의 목적이다. iDCSS는 프로세스 수행에 필요한 정보를 관리하고, 해야 할 작업을 계획한다. 계획된 작업은 개별 작업자의 수행해야 할 업무 리스트에 추가되고, 업무가 완수되면 리스트에서 삭제됨과 동시에 업무 흐름상의 다음 작업자에게 할당된다. 그러나 실제로 많은 프로세스가 수행되기 전에 수정된다. 이러한 수정을 다루는 것이 예외 관리 서비스인데, 이는 프로세스 수행 중의 문제들을 찾아내고, 해결책을 제공한다.

5. 정보 공유 지원 시스템

이상에서 논의한 여러 표준과 표준 응용 기반 그리고 공동 작업 환경 구축에 대한 기술 개발의 결과가 크게 PDM (Product Data Management)과 ERP (Engineering Resource Planning)의 형태로 나타나 현실적으로 적용되고 있다. PDM과 ERP 시스템의 기본 사상은 모두 업무 프로세스 상에서 요구되는 정보 공유이다. 차이점은 PDM이 제품 개발 단계에서의 정보 공유를 지원하는 시스템인 반면에, ERP는 생산 및 판매 단계에서의 정보 공유를 지원하는 시스템이라는 것이다. 이와 같이 기업 내부에서 제품 정보의 공유를 지원하는 도구가 PDM과 ERP라면, 기업 간의 제품 정보의 공유를 통한 국가적인 더 나아가서 세계적인 시스템 통합화를 이루고자 하는 개념이 CALS라고 할 수 있다. 그림 6은 이들 간의 관계를 보여주고 있다. 여기서는 PDM과 ERP에 대해 보다 자세히 살펴보기로 한다.

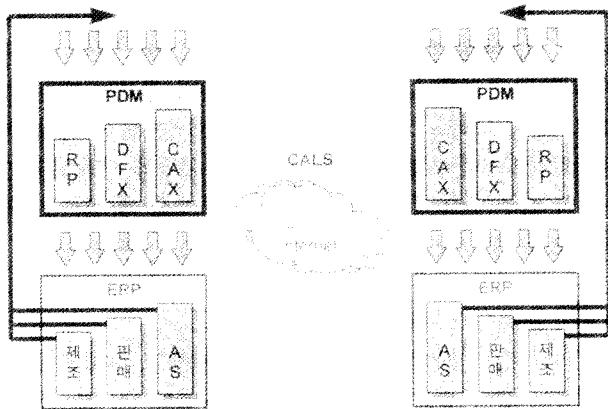


그림 6. PDM, ERP, CALS의 관계[20].

5.1. PDM 시스템

PDM이란 “제품과 관련된 모든 자료의 생성, 접근, 통제 및 제품의 수명주기를 관리하는 시스템 [16],” 또는 “제품의 품질을 향상시키고, 생산비를 줄이고, 제품 개발기간을 줄이기 위하여 모든 공학 데이터(engineering data)와 공학 프로세스(engineering process)를 관리할 수 있도록 해 주는 시스템 [17]”이다. PDM은 점차 제품 개발 프로세스를 완벽하게 지원하기 위한 도구이자 동시공학을 지원하는 도구로, 제품 개발 과정의 시스템 통합(SI: System Integration)을 달성하는 도구로, 마지막으로 ISO 9000을 달성하는 도구로 인식되고 있어 그 활용도는 더욱 증가할 것으로 예상된다 [18].

PDM은 여러 모듈로 구성되는데, 이러한 모듈은 제품마다 다르며, 모듈의 구성요소에 대한 일치된 견해는 없다. 그러나 대체로 아래와 같은 다섯 가지 범주의 모듈은 대부분 PDM 시스템에 포함되어 있다 [19].

- 1) 자료 및 문서 저장고 : 이는 각종 자료나 문서들을 저장하는 여러 종류의 데이터베이스 또는 CAD 시스템 전용 저장 매체이다. 기존의 데이터베이스의 기능들과 정보의 활용도를 높이기 위한 검색 기능을 제공하는 PDM의 가장 기초적인 모듈이다.
- 2) 업무흐름 관리 : 이는 제품의 개발과 관련된 부서 및 관련자들 간의 업무 연계를 돋고, 정보의 유연한 전달을 위한 기능들을 제공하는 것이다. 이 모듈은 동적인 업무 흐름을 정의하고, 이를 수행하게 하고, 업무 수행 과정을 일목요연하게 보여주는 시스템이다. 문서 관리 시스템도 여기에 포함된다.
- 3) 제품 구조 관리 : 이 모듈은 제품의 구성 정보, 즉 BOM (Bill of Materials)의 관리 및 부품에 대한 기술 정보 등을 관리하는 기능을 제공한다. PDM에서 관리하는 데이터는 어떤 형태로든 제품과 연관이 있고, BOM은 이 제품 데이터를 정리하는 틀을 제공하므로 제품 구조 관리 모듈은 PDM의 핵심 가운데 하나라고

할 수 있다.

- 4) 제품 형상 관리 : 독자적인 CAD 시스템이 가지는 기존의 기능을 제품 형상 관리 모듈이라고 한다. 따라서 이 모듈은 하나의 CAD 시스템을 일컫는다고 볼 수도 있다. 많은 PDM 제조업체들은 독자적인 CAD 시스템을 가지고 있는데, 시스템 통합화의 수준이 높을수록 보다 진보된 모듈이라고 할 수 있다.
- 5) 그룹웨어 기능 : 조직원들간에 정보를 전달하고, 이를 기반으로 업무를 수행할 수 있는 수단으로 사용되는 소프트웨어를 말한다. PDM 역시 개발과 관련된 전체 조직원들을 업무흐름 관리 모듈을 통하여 상호 연결하고 있으므로, PDM 시스템에서도 그룹웨어의 기능이 매우 중요하다.

PDM이 지향하는 개념은 오래 전부터 있었지만 이를 지원하는 시스템이 상용화된 것은 상대적으로 매우 최근의 일이고, 또 앞으로 기술적 발전 가능성이 매우 높은 분야이다. 향후 PDM 시스템이 지향하는 방향은 크게 세 측면으로 구분될 수 있다. 우선 PDM 시스템에서 정보를 생성하거나 수정하기 위해 필요한 정보들은 수작업을 통해 입력되는데, 이러한 작업을 보다 손쉽게 할 수 있도록 해 주거나, PDM 시스템의 고유한 기능으로 이러한 작업들을 포함하는 전방 통합화가 있다. 전문가 시스템의 도입이나 데이터베이스로부터 의미 있는 정보를 얻을 수 있는 데이터 마이닝 시스템(data mining system)의 도입, 언어번역기의 도입 등이 그 예이다. 다음으로 PDM에 GT(Group Technology) 등의 기능이 부가되고, ERP 시스템과의 완벽한 정보 교환이 이루어진다면 PDM 정보의 활용도는 더욱 커질 것이다. 즉 PDM의 출력 정보의 활용도를 높이는 기능들을 PDM에 추가하는 후방 통합화가 있다. 마지막으로 인터넷을 통한 다른 PDM 시스템과의 정보 교환에 관한 내용인데, PDM 시스템이 가지고 있는 정보가 STEP, SGML 등 표준으로 변환되어 다른 PDM에 전달된다고 할 때 자동 표준 변환 기능, 통신 소프트웨어 등이 PDM 시스템 안에 포함됨으로써 정보의 공유를 촉진시키는 방향으로 가는 측방 통합화도 있다.

5.2. ERP 시스템

PDM이 제품 개발 단계에서의 정보 공유를 지원하는 시스템이라면, ERP (Enterprise Resource Planning)는 제품 생산 및 판매 단계에서의 정보 공유를 지원하는 시스템이다. 이는 기존의 MRP시스템 개념에서 한 단계 더 나아간 시스템이다. 기업의 원활한 자재/구매 활동을 위해 제안된 MRP (Material Requirement Planning) 개념에서 시작하여, MRP-II (Manufacturing Resource Planning)를 거쳐 기업 전 조직간의 상호 정보 통합을 위한 전사적 개념의 ERP 시스템으로 전개되고 있다. 현재 전세계 ERP시장은 25억

달러에 이르는 것으로 분석되고 있고, 컨설팅 및 유지 보수 비용까지 포함하면 약 1백 50억 달러에 이를 것이라고 한다. 국내 시장은 95년 기준으로 100억원 정도이고 올해는 500억원 대의 시장이 형성될 것이라고 한다.

시장 환경이 글로벌화 함에 따라 생산 및 물류의 거점이 국내외 여러 곳에 산재하게 되고, 전략적 자원 관리 및 최적 공급 체인 구축이 중요하게 부각되었다. 이에 따라 글로벌하게 통합된 정보를 신속히 제공하고, 최적의 제품 공급 및 자재 수급을 지원하는 정보 시스템의 필요성이 대두되었다. 이러한 시스템은 주문처리, 설계 지원, 생산관리, 자재 구매, 유지 관리, 분배/배송, 판매/마케팅, 원가회계 관리, 고객 및 협력업체 관리 등 기업의 전 프로세스를 일관되게 통합할 수 있어야 한다. 이러한 기업정보시스템에 대한 요구 변화에 따라 개발된 것이 ERP 시스템이다.

ERP 소프트웨어는 설치 과정에서 기업 프로세스를 재설계할 필요가 있고, 따라서 시스템 구축 시 사전에 기업 내 전 프로세스에 대한 분석이 선행되어야 한다. 또한 신규 시스템으로 지속적으로 업그레이드하는 노력이 뒤따라야 한다. 그리고 최고 경영자의 확고한 의지가 뒷받침되어야 성공적으로 ERP를 구축할 수 있다. 이는 앞서 설명한 PDM에도 마찬가지로 적용된다.

ERP의 주요 기술 요소를 나열하면 아래와 같다.

- 클라이언트-서버 컴퓨팅 구조: 어플리케이션 서버, 데이터베이스 서버, 클라이언트
- 프로세스 모델링 방법: IDEF와 같은 전사적 프로세스 모델링 표준
- 업무흐름(workflow) 관리 기능: 영업에서 자재, 생산, 원가, 회계에 이르는 정보 흐름의 일원화, 통합화
- 분산 데이터베이스: 데이터의 일관성 유지, 필요 정보의 공유화, 데이터의 중복 및 오류 배제
- 직관적인 GUI: 인간공학적 메뉴 디자인
- 기존 시스템과의 통합 표준-RFC, COM/OLE, ODBC, ALE(Application Linking Enabling, SAP R/3)
- 업체 특성을 살린 모듈 집합 개발

가장 대표적 ERP 시스템은 SAP사의 R3 시스템으로, 전체 12개의 모듈-SD(판매와 유통), MM(자재 관리), PP(생산 계획), QM(품질관리), PM(공장 유지 보수), HR(인사관리), FI(재무/회계), CO(통제), AM(고정자산 관리), PS(프로젝트 관리), WF(업무흐름), IS(Industry Solutions)-로 구성되어 있다. 이 시스템의 구조는 클라이언트-서버 아키텍처를 따른다. R/3의 3은 어플리케이션 서버, 데이터베이스 서버, 그리고 클라이언트의 3가지 주요 시스템 구성요소에서 따온 것이다. 또, 분산과 이기종간의 연동을 목표로 하는 정보 기반 구조는 ALE(Application Linking Enabling), OLE, ODBC를 통해 회사 내의 기존 시스템, 기존 R/2 시스템, 또는 PC와의 통합을 가능하게 한다. 이외에

직관적인 그래픽 사용자 인터페이스를 지원하고, 고객의 취향대로 메뉴를 바꿀 수 있는 기능도 지원한다. SAP R3의 가장 큰 강점은 업종별로 특화 된 다양한 모듈 집합(850여 개의 프로세스 템플릿)을 유지하고 있어, 주어진 환경에 적합한 조합을 만들어 선택적으로 ERP를 설치할 수 있는 것이다.

6. 결 론

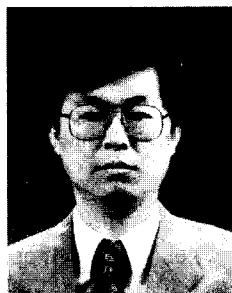
초고속 정보통신망의 구축, 각종 표준 제정 움직임, 그리고 이들을 배경으로 한 최근의 CALS 관련 활동들과 사내/외 정보 공유를 지원하는 PDM 및 ERP 시스템이 궁극적으로 지향하는 바는 “정보 공유”이다. 그러나 아직까지 CALS에서 채택한 표준을 이용하여 정보 공유를 지원하는 시스템에 대한 연구는 매우 제한적이다. 그리고 분산환경에서의 멀티미디어 정보 공유를 통한 실질적인 업무 추진을 지원하는 시스템의 구현에 관한 연구도 상대적으로 부족한 실정이다. 결국 실제로 이를 이용하는 것도 아직은 초보적인 단계에 있다. 그러나 최근의 글로벌화와 경영 환경의 변화는 정보 공유를 통한 조직 경쟁력 강화의 필요성을 한층 더 부각시키고 있고, 이는 결국 필요한 정보 기술 발전에 충분한 동기가 될 수 있으며, 그 발전의 속도를 가속시킬 것이 확실하다. 과거 개인 또는 부서 차원에서 생성되고 활용되던 자료, 정보, 지식들이 기업 전체의 차원에서 전자적으로 교환됨으로써 훨씬 효율적인 정보의 공유가 가능하게 되는 것이다. 결국 이는 제한된 자원을 효과적으로 활용하면서, 제품 개발 기간을 단축시키게 되므로, 과거에는 불가능했던 새로운 형태의 부가가치를 소비자에게 제공하게 될 것이다.

참고문헌

- [1] J. Hartley, *Concurrent Engineering*, Productivity Press, Cambridge, Mass., 1992.
- [2] E. Sprow, “Chrysler’s concurrent engineering challenge,” *Manufacturing Engineering*, vol. 108, no. 4, pp. 35–42, 1992.
- [3] D. R. Caldwell et al., “Re-engineering the product development cycle and future enhancements of the computer integrated environment,” *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 8, no. 6, pp. 441–447, 1995.
- [4] P. J. O’Grady and R. E. Young, “Issues in concurrent engineering systems,” *Journal of Design and Manufacturing*, vol. 1, pp. 27–34, 1991.
- [5] 방인홍, 김영호, 유건희, “동시공학적 접근 방법 및 응용 사례,” *산업공학*, 제7권, 제3호, pp. 77–90, 1994.

- [6] D. Hackson, and M. Mabbott, "Data exchange between incompatible modellers," *EDS News Letter*, 1995.
- [7] J. Owen, *STEP An Introduction*, Information Geometers Ltd., U.K., 1993.
- [8] T. Krebs and, H. Luhrs, "STEP databases as integration platform for concurrent engineering," *Proceedings of 2nd International conference on Concurrent Engineering*, McLean, Virginia, pp. 131–142, 1995.
- [9] Suk-Ho Kang, Namkug Kim, Cheol-Young Kim, Yeongho Kim, and Peter O'Grady, "Collaborative design using the world wide web," Submitted to *IIE Transactions*, 1996.
- [10] K. Alho, C. Lassenius, and R. Sulonen, "Process enactment support in a distributed environment," *Computers in Industry*, vol. 29, no. 1–2, pp. 5–13, July, 1996.
- [11] J. Hong, G. Toye, and L. J. Leifer, "Engineering design notebook for sharing and reuse," *Computers in Industry*, vol. 29, no. 1–2, pp. 27–35, July, 1996.
- [12] F. Pena-Mora, K. Hussein, and R. D. Sriram, "CAIRO: A system for facilitating communication in a distributed collaborative engineering environment," *Computers in Industry*, vol. 29, no. 1–2, pp. 37–50,
- July, 1996.
- [13] 김철영, 김남국, 김영호, 강석호, "웹과 STEP을 이용한 제품 설계 정보 공유 시스템," 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 1996, (In Press).
- [14] Vinay Kumar, Jay Clicksman and Glenn A. Kramer, "A SHAREd Web to support design teams," *Proceedings of Third IEEE Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, April, 1994.
- [15] U. Jasnoch, and S. Haas, "A collaborative environment based on distributed object-oriented databases," *Computers in Industry*, vol. 29, no. 1–2, pp. 51–61, July, 1996.
- [16] E. Miller, et al., *PDM Buyer's Guide*, CIMdata, Michigan, 1994.
- [17] Hewlett Packard, HP WorkManager Product Today, Tomorrow and the Future, 1995.
- [18] MacKrell, *Proceedings of PDM Conference '96*, CIMdata, Michigan, 1996.
- [19] 강석호, 김영호, 황영현, 김대환, "PDM 시스템의 평가에 관한 연구," 한국 CALS/EC 학회지, 제22권, 제3호, pp. 209–226, 1996.
- [20] 강석호, 김영호, "제품데이터관리(PDM) 시스템의 기술적 기반과 기능," 경영정보논총, 1996, (In press).

저자 소개



김영호

1985 서울대학교 산업공학과에서 학사
 1987 서울대학교 산업공학과에서 석사
 1993 North Carolina 주립대학교에서 산업공학 박사
 현재 서울대학교 산업공학과 교수
 관심분야: 생산정보시스템, 동시공학,
 CALS 표준 이용 기술 등.



김훈태

1988 서울대학교 산업공학과 학사
 1990 서울대학교 산업공학과 석사
 1990~현재 서울대학교 산업공학과
 박사과정
 관심분야: 첨단생산시스템, 생산정보시스템, CALS 표준 이용 기술 등.