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

기존 CIM을 활용한 제조업체에서의 CALS 구축 방안

이영해*, 최영하 **, 전성진 ***

Building CALS System using CIM in Manufacturing Company

Young-Hae Lee, Young-Ha Choi, Sung-Jin Chun

Abstract

Manufacturing companies must have close relationships with cooperative companies and customers under dynamic market surroundings. Not only product life cycle, but also the allowed period between development of product and sale becomes shorter. In spite of these situations, most manufacturing companies have insufficient capabilities of the information technology and data exchange formats between companies are so different. Thus, there exists a limit on the efficient management of companies.

These problems in manufacturing companies could be solved by CALS. Through CALS the company responses quickly to customer demand, transfers this information to manufacturing systems automatically, and distributes products at appropriate time. In short, CALS is a strategy to distribute products satisfying with quality, cost and delivery. And up to now, most manufacturing companies have proceeded CIM systems.

In this paper, an approach for the efficient building CALS system through extension of CIM in the manufacturing companies is proposed.

---

* 한양대학교 산업공학과 교수

** LG-EDS Systems

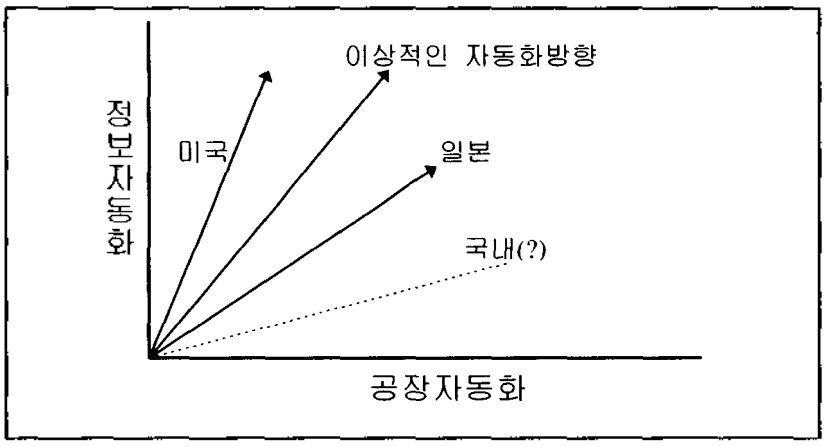
*** 한양대학교 산업공학과

1. 서론

1.1 CIM과 CALS

생산주도형의 시장경제가 소비자 주도형 시장경제로 변화함에 따라 제조업의 생산형태는 소품종 다량 생산에서 다품종 소량생산으로의 전환이 불가피하게 되었다. 현재 제조업은 이러한 환경의 변화로 인해 다품종을 소량으로 생산하는데 따르는 수주변동에 대한 대응력, 제품사양의 잦은 변동으로 인한 품질저하 및 후속조치의 미비, 여러가지 변경에 대한 정보전달의 지연, 고객과 공급업체 또는 협력업체간의 정보교환 및 정보공유체제 미비 등의 문제에 직면하고 있다. 또한 제조 기업 내부의 능력만으로는 다양한 소비자의 요구와 기업 환경에 대처하기 어려워졌으며, 상대적으로 기업간의 제휴나 정보교환의 필요성이 증가하고 있음에도 불구하고 공동된 정보교환의 표준이나 방법이 미비한 실정이다.

그동안 각 제조업에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 컴퓨터통합생산(CIM : Computer Integrated Manufacturing)을 도입해 왔다. CIM은 원활한 정보흐름을 매체로 하여 제품의 기획, 기술개발, 생산관리, 판매관리에 이르는 모든 업무와 조직의 유기적인 연결을 컴퓨터 및 통신기술을 이용하여 통합하는 시스템이다. 그러나 CIM은 주로 설비자동화 및 라인자동화에 치중되어 정작 CIM이 목표로 하는 업무와 조직의 유기적인 연결을 위한 정보처리 및 정보자동화 측면은 등한시해온 경향이 있다. (그림 1 참조)



<그림 1> 자동화의 방향(삼성휴노팩커트, 1990)

최근 각광을 받고 있는 CALS는 CIM이 안고 있는 문제점, 즉 정보 교환의 표준 부재, 정보처리 기술의 발전에 따른 새로운 자동화 방법 부재, 정보의 통합운영 체제 부재 등을 해결하기 위한 기준과 방법을 제시하며, 이와 동시에 다양한 소비자의 요구를 신속히 만족시키기 위한 여러 가지 기법들, 예를들면 동시공학(Concurrent Engineering), BPR(Business Process Reengineering), 가상기업(Virtual Cooperation), 전자상거래(Electronic Commerce) 등의 도입을 가능케 하므로 완전한 CIM 구축은 물론 제조업의 경쟁력 향상에 중대한 역할을 할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 CIM의 확장을 통한 제조업에서의 CALS 구축의 방법에 대해 구체적으로 생각해 보고자 한다.

1.2 기존 연구

CALS 구축을 위한 기존 연구를 살펴보면, Gerald C. Hadfield 등은 CALS 구축을 위해 의사결정자가 고려해야 할 주요 사항을 정리하고, 기술 및 조직적인 완성을 기반으로 한 비용 모델을 제시했으며(Gerald C. Hadfield, 1995), N. P. Juster 등은 기업체간의 글로벌한 협동체제를 구축하기 위한 효율적인 대화 방법을 연구했다(N. P. Juster, 1995). Michael T. Maitland 등은 CALS의 복잡성과 능력을 평가할 수 있는 모델과 단계를 제시했으며 (Michael T. Maitland, 1995), 동시공학의 개념과 이를 구축하기 위한 컴퓨터 지원 동시공학적 설계 시스템의 프레임 워크를 제시한 연구(Chi-Jae Oh, 1995) 등이 있다.

2. CIM의 개념

CIM과 CALS에 대하여 간략한 개념을 정의, 비교하고, 이들의 구성요소 및 분야, 관련 기술을 중심으로 CIM의 확장을 통한 CALS의 도입 방안을 제시하기로 한다.

질 위주의 다품종 소량생산, 한정된 자원, 고임금화 등을 극복하기 위해, 제조업은 생산기술을 정보기술과 통합한 컴퓨터통합생산, 즉 CIM이라는 시스템을 생각해 내게 되었다. 수주에서 제품의 출하까지 일련의 생산활동들을 유기적으로 연결하여 제품과 정보변화의 흐름을 신속히 파악하고 적절히 대응할 수 있는 생산방식이 바로 CIM이다.

CIM은 그 요소기술을 크게 정보자동화분야와 공장자동화분야로 나누어 볼 수 있다. 정보자동화는 주로 네트워크, 데이터베이스, CAD, GT, MRP와 주로 관련이 있으며, 공장자동화는 CAM, 로보트, 자동창고등의 관련 분야를 가지고 있다.

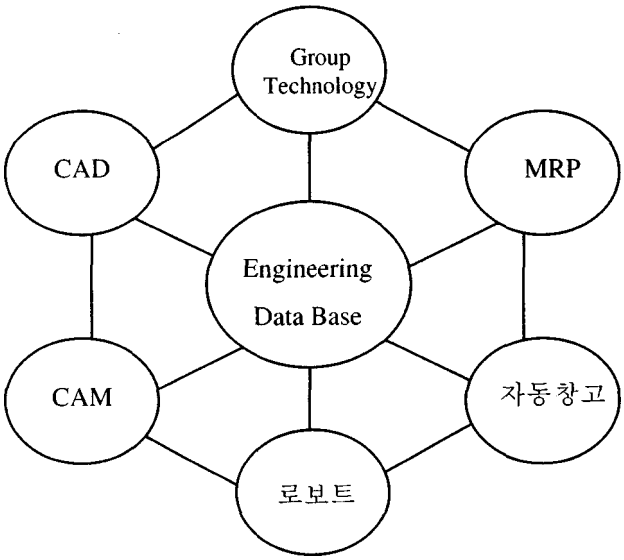
CIM의 기본적인 사상은 '생산과 관계되는 모든 부문을 유기적으로 결합' 함으로써 발전과정에서 생긴 부문간의 벽을 제거하는데 있다. 개개의 부문에서 작업이 자동화되었는지의 여부는 원칙적으로 물론에 불인다. 물론 자동화 되어 있으면 편리

하나 자동화가 CIM의 본질은 아니다. 오히려 부분간 정보의 공통화, 공유화가 목적이다.

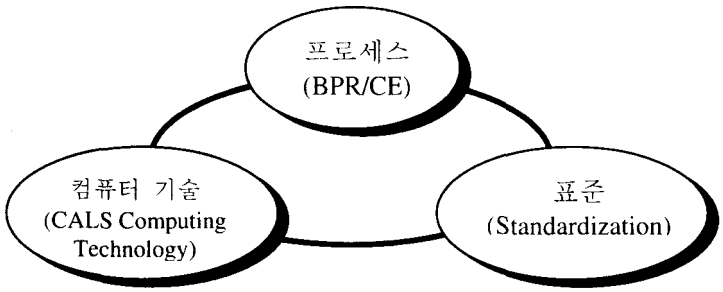
CIM의 정보를 관리할 수 있는 도구로서 엔지니어링 데이터베이스가 사용된다. 엔지니어링 데이터베이스는 GT(Group Technology)에 의한 부품 분류 시스템과 연결, 모든 도면의 기술자료의 관리 및 BOM의 자동생성을 통한 MRP 시스템과 CAD 시스템과의 연결 등의 기능을 담당하고 있으므로 CIM의 핵이라 할 수 있다.

CIM에서의 CAD, CAM, MRP, BOM 등 각 분야는 그 나름대로의 의미와 생산성 효과를 가지고 있다. 그러나 각 분야간의 정보전달이 자동화되어있다면 더욱 큰 효과를 거둘 것으로 기대된다.

수많은 사람들이 CIM은 기업의 모든 기능이 네트워크로 연결된 정보시스템 체계라고 말한다. 그러나 현실을 보면, 로보트 등의 기계화를 중심으로 한 자동화가 도입되어 CIM으로 운용되고 있는 반면 정보처리 시스템과의 결합이 불충분하거나 정보처리 시스템이 거의 미비하여 융통성이 결여된 시스템으로 구축되고 있는 실정이다



<그림 2> CIM의 구조



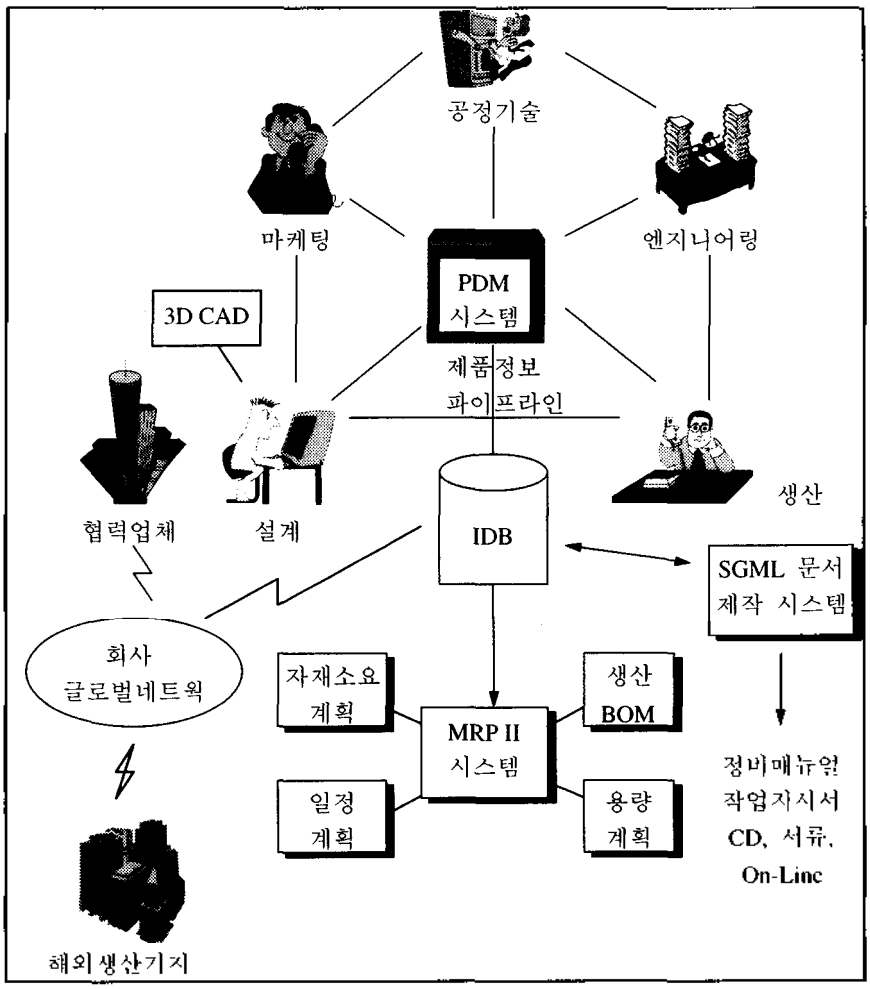
<그림 3> 제조업의 CALS 도구

그러나 막상 CIM에 의한 정보처리 시스템을 도입하려 하면 여러가지 난관에 봉착하게 된다. 예를들어 생산라인으로 부터 정보를 수집하려면 생산현장의 로보트 및 자동화 설비, PLC와 같은 수많은 장비들이 통신매체로 적절히 연결되어 있어야 한다. 그러나 제조업체에서는 이들을 모두 제각기 다른 회사로 부터 공급받아 제각기 다른 통신 능력과 표준을 사용하고 있으므로 대부분의 생산라인들은 정보의 고립성을 벗어나지 못하고 있으며 제품의 수주에서 출하까지 생산활동기능을 수행하는 과정에서 발생하는 모든 유형의 데이터에 대해 디지털화가 미비한 상태이다. 또한 업무기능을 명백히 정의하지 않는 데서 오는 업무간의 비효율적인 연계, 문서와 데이터베이스 등의 비체계성으로 인한 기업운영의 비효율성 등의 문제점을 안고 있다. 표준화에 대한 해결방안들이 CIM에서도 검토되어 왔으나, 정보 교류에 대한 명백한 국제 표준이 없기 때문에 기업간, 국가간의 정보 공유에 장애를 해결하기는 어렵다.

3. CALS의 개념

CALS는 BPR, 동시공학, CIM 등의 여타 경영혁신기법들을 모두 수용하면서도, 그 구현에 있어서 인터넷, 수퍼 하이웨이, 정보기술의 표준, 생산자동화등과 같은 구체적인 핵심정보기술의 지원을 받은 새로운 정보화 기업 전략이다.

CALS 전략을 달성하기 위해서는 CALS 표준, 컴퓨터 기술, 프로세스의 개혁이 필수적인 도구가 된다.(그림 3. 참조) 이러한 CALS의 Infrastructure는 기업 내의 활동 뿐 아니라 기업간의 정보 교환과 상호 협조가 필요한 오늘날 제조업의 환경에 대처할 수 있는 강력한 수단이 될 것임을 확신한다. 현재 여러 기업체에서는 전담반을 구성하여 CALS 구축에 힘쓰고 있으며, 국내 전자 업체의 사례를 보면 그림 4와 같다.



<그림 4> 국내 전자 업체의 예
(CALS 동향 및 추진사례 워크샵 자료집, 1996)

CALS의 표준은 크게 4가지 부류로 구분한다. CALS 환경에서의 여러 형태의 정보, 즉 그래픽, 이미지, 텍스트 정보를 공유하기 위한 데이터 포맷 표준, CALS 환경에서의 업무에 관한 지침과 절차에 관한 표준, 제품의 라이프사이클을 지원하는 데이터 모델 표준, 네트워크 프로토콜 등의 데이터 교환을 위한 표준 등이 있다.

표준에 의해 교환이 자유롭게 된 정보들은 네트워크를 통해 통합 데이터 베이스 환경을 구축하게 된다. 데이터 베이스의 모델은 계층구조모델, 관계형 모델, 객체지향모델 등으로 구분되며, 이를 공통적으로 관리하기 위한 통합 정보관리 시스템

으로는 PDM(Product Data Management)이 주목받고 있다. CALS가 제공할 수 있게 된 수준높은 업무 능력은 탄탄한 네트워크 기술의 발전 때문임은 두말할 나위 없다.

CALS에서의 프로세스 개혁이란 동시공학의 실현을 뜻한다. 이를 위해서는 BPR이 필수적인 도구로 사용되며, 제품 생산의 전체 라이프 사이클 단축과 생산비 절감 등의 효과를 가져온다.

4. CIM과 CALS의 비교

CIM과 CALS는 목적과 방법이 유사한 개념이기는 하나 현실적으로는 여러가지 차이가 있다. CALS는 기업간, 국가간 정보 교환과 공유화를 위한 표준과 방법을 제시하므로 CIM에서 문제시 되었던 정보 교류의 문제나 정보자동화의 문제를 근본적으로 해결 할 수 있다. 즉, CALS를 전제로 한 CIM은 제조업으로 하여금 국제 표준에 의한 표준화, 네트워크화, 디지털에 의한 데이터베이스 공유, 전자결제, 유연성, 개방성, 확장성을 지니도록 함으로써 기업 경쟁력을 크게 향상시킬 수 있도록 해준다.

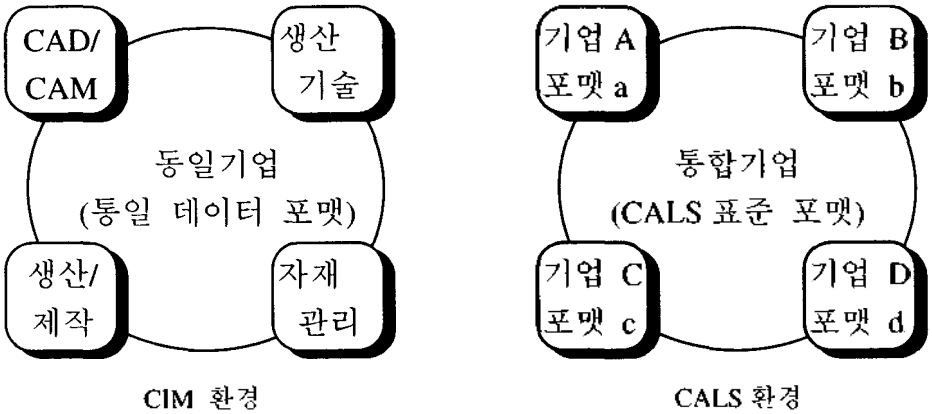
범위, 정보기술도구, 관리방식, 데이터특성 등의 여러가지 특성을 중심으로 CIM과 CALS를 비교하면 표 1과 같다.

CALS는 BPR, 동시공학, CIM등과 유사한 목표를 가지고 있는 기법이지만 이들 기법이 단위기업을 대상으로 하고 있는데 비해 전체산업, 나아가 세계산업을 동시에 대상으로 하고 있다는 점에서 다르다. (그림 5 참조)

CIM은 생산활동을 중심으로 생산에서 영업까지의 과정을 컴퓨터 네트워크로 연결하여, 설계, 제조, 생산관리에 관한 정보를 공유함으로서 전 과정을 종합적으로 관리하는 것이다. 그러나 협력업체간 정보의 교환은 표준화를 거치지 않고는 불가능할 것이다. 반면 CALS는 표준화에 의해 정보 교환의 범위가 거의 무제한적이므로 신속한 정보처리가 가능하다. 예를 들어, 지금도 많은 제조기업의 제조 시스템은 설계단계의 CAD 정보와 연계되지 못하고 시스템간의 정보를 상호 교환할 수 없는 독립적인 시스템으로 구축되어 상호연동 시스템으로의 통합이 어려운 실정이다. CALS의 핵심요소기술로서의 CIM은 단일 공정은 물론 전 공정간의 자동화 설비들과 호환가능한 표준이 채택되어야 함은 물론이고, 연관된 기업의 공정과도 실시간의 동시공학이 가능하도록 구축되어야 한다. 이와 같은 공학적 자료를 교환하기 위해서는 CALS의 표준, EDI 등이 CIM 환경에 적용, 통합되어야 한다.

<표 1> CIM 과 CALS 의 비교(김문호, 1996)

	CIM	CALS
범위	- 계열사 내부에서만 정보를 공유	- 기업 내외간의 정보공유
정보기술도구	- 자동화 제조군 통합을 위한 단순 도구	- 고성능 정보 및 커뮤니케이션 시스템
관리방식	- 수직 계층적 및 중앙 집중적	- 분산적 관리
데이터 특성	- 기능 및 데이터 중심	- 객체 지향적
컨셉트 특성	- 결정론적 컨셉트 - 계획, 지시 및 관리의 상세성, 확장성 결여	- 세분화 및 분열적 컨셉트 - 목적지시 및 결과제어 - 확장성 보장, 유연성
인터페이스 특성	- 규격화 및 표준화 결여	- 규격화, 표준화
조직특성	- 유연성 결여	- 동적, 유연성



<그림 5> CIM 환경과 CALS 환경의 비교(심충건, 1996)

5. CIM의 확장을 통한 CALS 구축 방안

CIM이 CALS로 확장되기 위해서는 표준의 부재, 정보 기술 발전에 대한 대응력 부족, 순차적 프로세스의 한계 등의 장애를 넘어야 한다.

CIM은 생산리드타임의 단축, 제공품의 감소, 설비의 가동율 증가, 작업자의 생산성 증가, 생산비용의 감소, 안전한 작업조건, TACT Time의 감소, 품질의 향상, 원가의 절감, 생산성 향상 등의 효과를 가지고 있다. CALS는 이러한 효과를 모두 포함하며 더 큰 효과를 얻기 위해 동시공학을 도입하여 설계, 생산 등의 업무를 진행시킨다. 또한 CALS를 구현하게 되면 제조업체에서의 전자상거래, 전자결재 등 종이없는 사무실의 구축에도 큰 몫을 할 것으로 기대된다.

본 연구에서는 CIM을 확장시켜 CALS를 구축하기 위한 단계를 제시하며 이를 통해 CALS구축시 구체적인 고려사항과 구축 방법에 대해 모색해 보고자 한다. 구축 단계는 다음 그림 6과 같이 5단계로 요약된다.

CIM의 확장을 통해 CALS를 구축하기 위해서는 먼저, CALS 시스템의 구축 전략을 수립하고, 두번째로는 이 전략을 토대로 하여 각 부문별로 업무 지원 시스템을 구축한다. 세 번째로는 각 부문별 시스템을 네트워크로 연결하여 전사적인 업무지원 시스템을 구축하며 네 번째 단계에서는 동시공학적 업무 지원 시스템을 구축한다. 마지막 단계에서는 이를 관련 기업으로 확장하여 전자 상거래 및 가상기업까지 실현하는 CALS 기업 환경을 구축한다.

이들을 단계별로 추진하기 위한 도구로는 국제 표준(CALS 표준)의 채택, 정보의 디지털화, 네트워크 구축, 통합 데이터베이스의 구축, PDM의 구축, BPR을 통한 동시공학의 실현 등을 들 수 있으며 이때 각 단계에서 고려해야 할 사항을 정리하면 표 2에서 보는 바와 같다.

제 1 단계 : CALS 시스템 구축 전략 수립

- 경영진의 CALS 에 대한 올바른 이해와 기본 방침의 결정
- 정보공유를 위한 문제점 규명 - 기존의 CIM 을 평가
- CALS 자료의 입수: 정부,업계, 단체의 조직 활동에 참가
- 기업 내외의 공감대 형성 : CALS 위원회 구성

↓

제 2 단계 : 부문별 업무지원 시스템 구축

- 표준화 전략에 입각한 부서내 모든 정보의 디지털화
- 각 부문별 업무지원 시스템 구축
- PDM 구축을 위한 부문별 표준화 및 데이터베이스환경 구축
- 부문내 실시간 정보공유를 위한 네트워크 및 시스템 환경 구축

↓

제 3 단계 : 전사적 업무지원 시스템 구축

- 통합데이터베이스의 구축 - PDM 의 구축
- 데이터 사용자 속성 및 계층 관리 시스템 구축
- 부서간 관련업무의 정보교환을 위한 전사 네트워크 구축
- 전자결재 정착 - 현업요원의 재교육

↓

제 4 단계 : 동시공학적 업무 지원 시스템의 구축

- BPR 을 통한 동시공학적 프로세스 개발
- 팀제 도입을 통한 전문가 중심 환경 구성
- 전문가 중심의 환경 구성

↓

제 5 단계 : 관련 기업으로의 확장

- EDI 도입으로 기업간의 수주, 발주등 거래 데이타 교환 실현
- 글로벌 통신망 및 멀티미디어 정보 처리를 위한 프로세서와 정보망 구축
- 데이타베이스의 운용과 네트워크를 통한 자료 교환을 위한 철저한 정보 보안책 개발
- 전자상거래를 안전하게 하는 결제시스템 개발
- 자금결제, 계약등에 대한 새로운 법제도 확립
- 가상기업의 네트워크를 통한 효과적 '외부조달(Outsourcing)' 의 달성

<그림 6> CIM 의 확장을 통한 CALS 구축 단계

<표 2> CALS 구축시 고려사항

	고려사항
자재	자재정보전달의 즉시성(MRP와 PDM의 연결)
사람	BPR에 의한 동시공학적 의사결정 능력 부여 사용자 인터페이스 및 현업요원의 전산교육정도
설비	계속적인 국제 표준의 검증 및 동향 관찰 정보 전달의 적시성 확보 설비간의 상호 관련성 및 호환성 설비 고장시 대체방안
전산시스템	제조 환경에 강한 전산 장비 및 네트워크 구축 분산 DB와 이의 효과적인 네트워킹 통합 데이터베이스 및 통합 정보관리시스템 구성 데이터의 중복이 없도록 데이터의 보안성 각종 어플리케이션과 정보의 표준화된 전달체계

5.1 제1단계 : CALS 시스템 구축 전략 수립

CIM에서 기존에 구축된 도구들은 오히려 CALS표준에 부합되지 않음으로써 시스템 구축의 장애요소가 될 수도 있다. 따라서 CALS를 전제로한 CIM 구축시에는 업무의 혁신과 통합의 차원에서 사용되는 도구 및 응용시스템들간의 정보의 호환성이나 국제 표준에 대한 검증이 선행되어야 한다.

이 단계의 목적은 다음과 같다.

- 기존 CIM 시스템 평가 및 현 기업의 문제점 파악
- 기업내 CALS 도입 분위기 조성
- CALS에 대한 표준화 및 통합 데이터 베이스 구축 전략 수립

이들 목적을 달성하기 위한 방법은 다음과 같다.

- 현존하는 CIM의 평가 : 정보화 및 자동화 정도, 표준, 업무프로세스 등...
- CALS의 명확한 개념 정립
- 정보 공유를 위한 문제점 규명 및 표준화 전략 수립
  - 표준에 관한 계속적인 정보수집
  - 기업 내외, 임원진의 공감대 및

합의 형성

- CALS 위원회 구성

● CALS 자료, 정보의 계속적 파악을 위해 정부, 업계 , 단체의 조직활동에 참가

한편 CIM 시스템 평가를 위한 평가 항목은 다음 표 3 과 같다.

<표 3> CIM 시스템 평가를 위한 평가 항목(이석주,1994)

분 야		사업부/공장	부문/Cell	작업장/기계
기술계획	설계	GT 코드화, DB 통합, 인터페이스	GT 코드화, DB 통합, 인터페이스	CAD, GT, 부품검색, 논리/회로설계도면,인터페이스
	분석	통합엔지니어링 라이브러리, 설계표준	서브엔지니어링 라이브러리, 전문가 시스템	CAE, 성능시뮤레이션, 제조가능분석, 코스트평가
	문서화	문서표준,문서관리 및 DB 화	문서화절차, 문서/도면입력, 문서제어용, 인터페이스	공정지도서, 화일
	부품계획	GT 코드화, 공정계획표준, 의사결정지원시스템, 시간,코스트,공구,재료의 표준 중앙라이브러리	GT 부품검색,지역라이브러리, 의사결정지원시스템,인터페이스,교육/지도	공정설계지원,코스트평가,제조가능성분석,공정지도서,공정확인,화일작성,방법분석
	생산/재고계획	물류관리,OR,MRP,예측,재고계획,일정계획,로트크기결정	라인밸런싱,공정시뮬레이션, 로트크기결정	표준시간/허용치,수율,JOB 순번,방법분석
관리	공정/물류관리	성능표준/측정항목,관리시스템인터페이스	감시시스템,통계적공정제어, 데이터관리시스템	데이터수집장치,(마이크로컴퓨터, PLC,....)
	검사/시험/품질관리	품질보증,데이터수집, 서비스/보증 DB	검사/시험의 절차/표준, 감시/보고시스템,통계적공정제어	자동검사장치, 컴퓨터지원시험/검사/진단,심사/검출과 계측장치
생산	부품/치공구의 생산	연구개발,시험,프로그램/프로젝트관리,업무관리	전용라인시스템, FMS 가공셀, 머시닝 센터, 로봇	표준적장치/공정장치,구동장치,제어장치,적응제어,로봇
	조립	연구개발,시험,프로그램/프로젝트관리,업무관리	자동조립장치,FMS,로봇,물류관리/검사/제어와의 인터페이스	자동조립장치,반자동장치,로봇,물류관리/검사/제어와 인터페이스
	보관	공정간물류,포장/컨테이어/바코드표준, 투입시스템,배선관리	컨베이어/이동적재기, 자주대차,자동창고,분배기,투입시스템	가공장치,로봇,데이터수집시스템/장치,컨테이너/상자/파레트,구동장치

지원	설비기술/보수	프로그램/프로젝트관리,설비계획/설계, 건설, 예방보전,업무관리(에너지,유틸리티)	프로젝트관리,공정레이아웃,물류관리,작업지시,상태관리/보안시스템,진단시스템/장치	작업상레이아웃/설비,구동장치,데이터수집시스템 및 장치(맵퍼,센스,스캐너.....)
	인사관리	조직계획/방침/절차, 요원계획, 이익계획,업적기준/평가,안전/위생목표	작업규칙,보고시스템/조직,교육/지도,안전/위생보호	작업규칙,보고시스템,교육/지도,작업분석,방법분석,시간표준/허용치성과분석,안전위생
	데이터처리	프로그램/프로젝트관리,시스템설계,프로토콜/표준,인터페이스/접근방법, 능력계획, 데이터처리/전송/관리	프로그램/프로젝트관리,네트워크,Gateway,적용업무소프트웨어, 분산처리,OA	사용자인터페이스,하드웨어구성,분산처리,사용자지원,최종사용자컴퓨팅,OA
	주문처리	판매/예약 절차, 예측절차/시스템, 고객DB(중앙)	스케쥴/선달,회계/생산시스템과 인터페이스,고객DB(지역)	주문입력,상태체크/조회,OA(워드프로세서,스캐너,통신,키보드,단말기)
	회계관리	재무보고,재고방침,회계/보고절차,감사방침/절차,예산/계획/세출,컴퓨터시스템인터페이스	트랜잭션처리(원장,매출,매입,청구서,송금,현금관리,급여,원가),판매/재고분석,고정자산관리	트랜잭션보고,데이터입력/검색,상태체크,OA(워드프로세서,문자인식,마이크로그래프,키보드,단말통신)

이 단계에서 기업은 날로 진보하는 국제 표준의 최근 동향을 계속적으로 관찰, 검증하기 위한 제도적인 장치를 마련해야 하며 되도록 시스템에 대해 유연한 표준을 채택하는 것이 기업의 확장성 확보에 유리하다. 또한 업무의 혁신과 통합에 사용되는 도구 및 응용 시스템간의 정보 호환성 고려해야 하며 이때 데이터가 가져야 할 속성은 다음과 같다.

- 데이터 공유를 위한 표준화 : 중복배제, 재사용성, 보안성
- 관련업무와의 신속한 연계 : 호환성, 동시공학적 프로세스의 지원
- 시스템의 보안성, 호환성, 확장성 고려

현재 CALS 표준은, 문서표준으로서 SGML, CAD 데이터를 위한 IGES 및 STEP, 2차원의 컴퓨터 그래픽을 위한 CGM, 개방형 통신환경을 위한 TCP/IP, GOSIP, POSIX, 비지니스데이터 교환을 위한 EDI 등으로 구성되어 있으며 계속 개발중에 있다. 제조업의 각 부문에 따른 적용표준과 개발시스템과제는 표 4에서 보는 바와 같다.

<표 4> 제조업 각 부문별 적용표준과 개발시스템 과제 (김성회 외, 1996)

부 문	적 용 표 준	개 발 시 스 템 과 제
수발주	EDIFACT CITIS SGML	RFT 생성/검사 시스템 수발주시스템
연구개발/설계	CGM., SGML, STEP, IGES, CCITT G4	통합제품정보모델 PDM/EDB
생산기술		PDM/EDB BOM 변환기
생산계획관리		MRP/CRP
조달	IETM EDIFACT, CITIS	ERT
제조	IETM STD-code	
자원/설비관리	IETM	ERT
출하, 보수/유지	ILS, IETM	Logistics

5.2 제 2 단계 : 부문별 업무지원 시스템 구축

모든 부문의 업무환경 통합의 전단계로서 각 부문(본사, 판매, 연구, 개발, 제조)의 업무 효율화에 필요한 시스템 환경을 구축하는 것이 이 단계의 목적이다. 이를 위해서는 1단계에서 구축한 전략을 고려하여 표준과 데이터베이스를 부문별로 적용시키며 특히 기업 내외간의 정보 흐름에 적합한 표준의 채택과 각 부문별로 정보의 통합 관리 환경을 구축하는데에 역점을 둠으로써, 부문내 신속한 정보교환, 부문간 정보 단절로 인한 불편 요소의 일차적 해소, 업무 흐름의 신속화 등의 효과를 거두도록 한다. 이를 위해 사용할 수 있는 방법은 다음 같다.

- 부서내 모든 정보의 디지털화
- 각 부문별 업무 지원 시스템 구축
  - 본사 : 사무 합리화, 의사결정을 제외한 모든 업무를 시스템이 대신
  - 판매 : 시장의 정보검색 및 견적 작업까지 시스템화
  - 연구, 개발 : CAD, CAE, CAM 과 이들의 연계를 통한 효율적 작업, 필요한 정보 자원을 DB 에 축적
  - 제조 : 현장의 상황을 반영한 생산계획 수립, 생산 계획에 따른 물류

의 흐름을 정확히 파악, 예상대로 제품을 출하하기 위한 시스템 도입

- PDM 구축을 위한 각 부문별 표준화 및 데이터베이스 환경 구축
- 부문내 실시간 정보공유를 위한 네트워크 및 시스템 환경 구축

부서내 정보의 디지털화는 1단계에서 마련한 CALS 표준화 전략에 의해 실시함으로써 설비간의 상호 관련성 및 호환성을 가지도록 해야 한다. 사업발주서나 신청서와 같은 비지니스 정보 교환의 표준은 EDI 표준에 의해 디지털화하며, 설계와 같은 제품 정보는 STEP 표준에 의해 정보를 디지털화 시킨다. 이를 위한 하드웨어나 소프트웨어의 도입시에는 시스템 도입 목적에 대한 각성이 요구된다. 예를 들어 CAD/CAM 시스템을 사용하여 디지털화된 부품정보를 통해, 설계된 부품의 조립성을 동시공학적으로 평가하는 시스템을 구축하려 한다면 3차원 형상 모델링 기술과 이를 처리하는 시스템의 성능 향상이 필수적으로 요구된다. 제조업에서는 우선적으로 도면 정보와 문서를 디지털화하는 작업이 선행되어야 제조업 CALS의 기반인 PDM 시스템 구축이 이루어질 수 있다.

네트워크는 CIM의 정보교류을 타파하기 위해 고려할 중요한 사항이다. 생산현장에서 장비간의 네트워크 연결은 사무실 환경에 비해 훨씬 빈도가 높으며 컴퓨터, PLC, 기계장치 등을 통해 작업지시가 전달된다. 이들 장비나 네트워크가 시로간의 간섭에 의해 적시에 데이터 취득을 실패할 경우에는 공장이 멈추거나 불량이 발생하므로, 이러한 현상을 차단하려면 사전에 제조환경에 강한 장비 및 네트워크를 구축하여만 한다.

특히 이 단계에서는 BPR을 통한 업무 프로세스 혁신을 하기 위한 전단계로서 각 부문별로 문제점을 도출하여 해결 방안을 모색하도록 한다.

5.3 제 3 단계 : 전사적 업무지원 시스템 구축

3단계에서는 부문간 발생하는 낭비를 줄이고 회사 전체가 효율적으로 업무를 진행하기 위한 시스템 환경을 구축한다. 업무를 동시공학적으로 추진하기 위해서는 부문간 정보 교환의 벽을 허무는 것이 중요하다. 이를 달성하기 위한 방법은 다음과 같다.

- 통합 데이터베이스의 구축
- 데이터 사용자의 속성 및 계층 관리 시스템 구축
- PDM 구축
- 부서간 정보교환을 위한 전사 네트워크 구축
- 전자 결재 정착
- 현업 요원 재교육

전체 데이터베이스로부터 사용자가 원하는 데이터를 손쉽게 조회하고 이를 업무

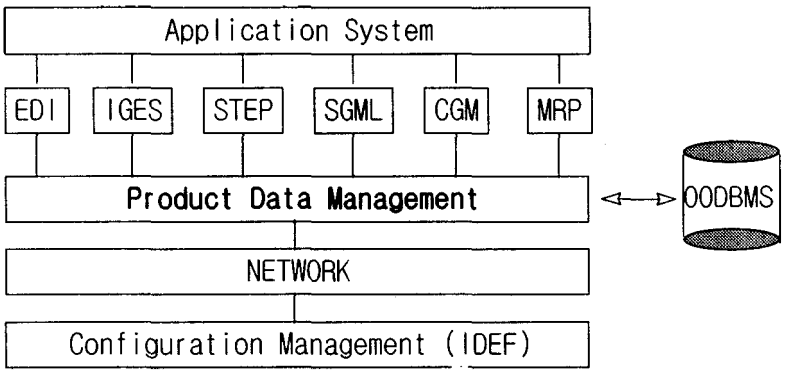
및 데이터의 중복이나 다중 입력 없이 입력, 가공케 하여 현 업무를 효율화하는 효과를 거두려면 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

- MRP와 PDM 연결을 통한 자재 정보전달의 즉시성 확보
- 분산 DB와 이의 효과적인 네트워킹
- 현업 요원의 전산교육 정도를 반영한 사용자 인터페이스 설계

통합데이터베이스의 구축방법에는 관계형, 중앙 집중형, 분산형 데이터베이스의 세 가지가 있다. 이들을 비교해 볼 때, 분산형과 관계형 데이터베이스 시스템은 통신량의 감소가 가능하고, 관련 분야와의 연계 및 확장이 용이하며, 정보 관리 및 신뢰성이 우수할 뿐 아니라, 정보 보호와 피해 최소화의 이점이 있다.

제조업체에서 CALS를 구현하기 위해 가장 구체화가 가능한 분야가 PDM이다. PDM이란 개념설계에서부터 개발/제조/서비스에 이르는 제품의 개발 프로세스 전반에 걸쳐 발생하는 복잡하고도 다종 다양한 정보와 업무 프로세스를 시스템화하여 각종 정보들의 원활한 공유와 자료의 재창출이 가능한 시스템을 말하는 것으로서 제품 특성 및 구성정보, 부품정보, NC 프로그램과 공정계획, 이미지 데이터 및 일반 문서, 제품 변경 관리, 승인 프로세스 등을 통합 관리한다.(그림 7)

PDM은 기업내의 분산 컴퓨팅 환경을 데이터 공유 환경으로 유도해 주는 것은 물론, 기업간의 네트워크 환경을 통한 데이터 공유를 가능케 해주므로 기업 전체를 대상으로 한 CALS에서 역시 중요한 역할을 한다. PDM은 데이터의 저장과 문서관리기능, 워크플로우와 프로세스 관리, 프로그램 관리, BOM 관리, GT 파트 분류 등의 기능을 가지고 있다. 특히 제조업에서의 PDM은 설계, 제품개발에서 관련된 정보를 신속하고 효율적으로 전달함으로써 동시공학적 환경을 구현하는 시스템으로 이해된다.



<그림 7> CALS/PDM 시스템 구도(CALS 동향 및 추진사례 워크샵 자료집, 1996)

5.4 제4단계 : 동시공학적 업무 지원 시스템의 구축

CALS 전략에 의한 제조업의 정보화 체계로의 변환은 단순한 생산공정의 자동화나 유통단계의 자동화에 머무르지 않고 상품의 전 수명주기에 걸친 경영방법과 처리 프로세스를 근본적으로 바꾸어 나가는 것을 전제로 한다. 즉 BPR을 통하여 기업의 계층구조를 줄이고 업무프로세스의 단위도 정보시스템을 사용하여 통합시키는 것을 목표로 해야 한다. 표준화되고 글로벌화된 네트워크와 데이터베이스를 바탕으로하여 조직과 업무프로세스를 동시공학적으로 혁신시킨다면, 그 결과로 얻게되는 업무의 효율화와 고부가가치화는 수배의 효과로 실현될 것이다.

이 단계의 목적은 업무 효율을 극대화시키고 조직의 벽을 제거하여 환경 변화에 즉시 대응 할 수 있는 능력을 구축하는 것이다. 이를 위한 구체적인 방법은 다음과 같다.

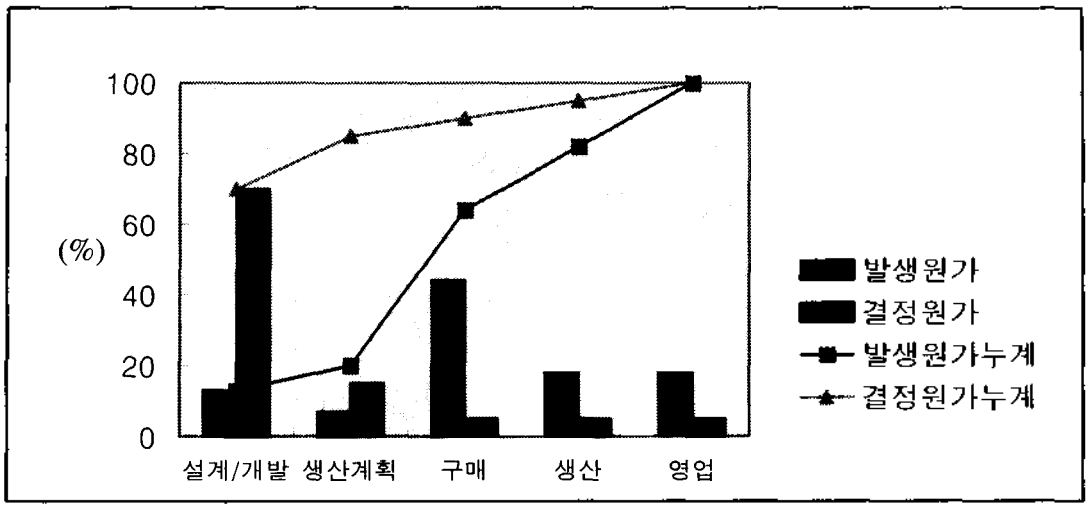
- BPR을 통한 순차적 프로세스의 동시 공학적 프로세스화
- 팀제 도입
- 전문가중심의 환경을 구성

BPR은 제품의 소요 제기부터 시작하여 기획, 설계, 제작, 평가, 배치, 활용까지의 전체 수명주기에 걸친 기능활동들을 체계적으로 분석하고, 이 결과를 통해 업무의 활동 향상을 유도한다. 즉, 순차적 성격을 가진 업무를 분석하여 동시적인 업무로 바꾸는 것이다

다음 그림 8에서 보는 바와 같이 제품의 원가는 설계/개발 단계에서 이미 70~80%가 결정된다. 따라서 제품 설계/개발단계에서 원가 절감을 위한 합리화가 이루어 져야 한다.

설계단계에서부터 그 제품의 연결성, 신뢰성, 정비성, 제작성 등에 대해 관련 엔지니어들과 협의를 통해 설계에 반영시키기 위해서는 BPR을 통한 동시공학적 업무 프로세스를 개발하여 동시공학적 설계가 가능토록 해야하며 이를 위한 통합 데이터베이스 환경이 우선 구축되어 있어야 한다.

동시공학의 작업이 네트워크를 통해 타 부분에서 사용되면 중복작업이 모두 삭제되고, 동시공학이 사업부문 내에서 뿐 아니라 복수의 사업부분에 까지 실행되므로 각 사업부의 축적된 기술들을 전체 사업부에서 상호 응용할 수 있는 효과를 보게 된다.



<그림 8> 제품 원가의 구성비(삼성휴렛팩커드, 1990)

팀제 도입을 통한 전문가 중심 환경 구성을 위해서는 판매, 개발, 생산을 동기화할 수 있는 팀을 목표로 하여 각 부문으로부터 적임자를 선출하고 이들로 하여금 구축된 시스템 환경을 이용, 상호 정보를 교환함으로써 신제품 개발, 생산기획, 판매계획 등의 업무를 동시에 진행하도록 한다. 이들 구성원들은 이미 순차적 업무 프로세스에 익숙해져 있으므로 동시공학적 의사결정 능력을 부여하는 것이 중요하다.

5.5 제 5 단계 : 관련 기업으로의 확장

급변하는 기업환경에 대한 제조업체의 생산 및 업무 능력을 보강하기 위해 기업간의 정보공유환경을 구축하여 전자상거래 및 가상기업을 실현하게 되면 개개의 국가나 기업이 모든 정보를 공유함으로써 다양한 환경에 대한 대처 능력이 향상되며, 정보통신망을 통한 결재 및 이에 따른 가상적인 전자은행(Electronic Bank), 전자화폐(Electronic Cash)가 운용 가능해 진다. 이를 위한 방법은 다음과 같다.

- EDI 의 도입을 통한 기업간의 수주, 발주 등 거래 데이터 교환의 실현
- 글로벌 통신망 및 멀티미디어 정보 처리를 위한 프로세서와 정보망 구축
- 데이터베이스의 운용과 네트워크를 통한 자료 교환시 철저한 정보 보안책 개발
- 전자상거래를 안전하게 하는 결재시스템 개발
- 자금결재, 계약 등에 대한 새로운 법제도 확립

- 가상기업은 네트워크를 통해 효과적인 '외부조달(Outsourcing)'을 달성

이와 같은 기업간 정보 공유 환경 구축을 통해 기업 환경의 변화에 공동 대처 능력을 실현하려면 전세계 국가를 연결하는 통신망, 데이터의 안전성 확보, 지적 소유권, 보안문제 등도 고려해 보아야 한다.

6. 결론

완벽한 CALS의 구현은 이상일 수도 있다. 그러나 CALS는 정보를 바탕으로 하므로 이를 최대 부가가치원으로 하는 미래 제조업의 산업정보화의 핵심 기술로서 필수적이라고 하겠다.

제조업에서의 CALS는 CIM의 확장에 의해 많은 부분이 이루어 진다. 본 연구는 진정한 CIM의 구축과 CIM이 봉착한 문제해결을 위해 제공할 수 있는 CALS의 여러가지 현실적인 방법들을 고찰하고 CIM 확장을 통한 CALS의 구축 단계를 제시함으로써 현 제조업에서의 CALS 구축에 대한 시침을 제공하는데 그 의의가 있다고 하겠다.

참고문헌

[김문호, 1996] 김문호,"CIM 과 CALS 의 연계", 월간 제어계측, 1996 년 4 월호

[삼성데이타시스템, 1994] 삼성데이타시스템, CIM 구축실무, 1994

[삼성휴렛팩커드, 1990] 삼성휴렛팩커드, CIM 실천전략, (주)컴퓨터엔지니어링, 1990

[김성희 외, 1996] 김성희 외, CALS 추진계획안 자료, 생산기술연구원/한국과학기술원, 1996

[심충건, 1996] 심충건, 손에잡히는 CALS, 정보시대, 1996

[이석주, 1994] 이석주, 기업생존을 위한 새로운 패러다임 CIM, 도서출판 기술, 1994

[CALS 동향 및 추진사례 워크샵 자료집, 1996] CALS 동향 및 추진사례 워크샵 자료집, 중앙대학교, 1996. 4.

[Chi-Jae Oh, 1995] Chi-Jae Oh, Hyun Kim, Seok-Chan Jeong and Hwa-Gyoo Park, "A Concurrent Engineering System for New Product Development" Proceedings of CALS Korea '95, pp162~175, 1995.

[Gerald C. Hadfield, 1995] Gerald C. Hadfield, "CALS Production Environment A Manager's Guide", Proceedings of CALS Expo '95, California, pp33~39, 1995.

[Michael T. Maitland, 1995] Michael T. Maitland and Donald J. Krysakowski, "Development of a CALS Capability Model", Proceedings of CALS Expo '95, California, pp95~ 100, 1995

[N. P. Juster, 1995] N. P. Juster and B. W. Henson, "A Product Model for Virtual Prototyping in a Collaborative Environment", Proceedings of CALS Expo '95, California, pp81~90, 1995.

저자소개

이영해

현재 한양대학교 산업공학과 정교수로 재직 중이다. 고려대학교 산업공학과에서 공학사(1977), 미국 University of Illinois 산업공학과에서 공학석사(1983) 및 공학박사(1986)를 취득하였다. 주요 관심분야는 CALS, 지능생산시스템, 홀로닉생산시스템, 물류시스템 최적 설계 및 운영, 시뮬레이션 등이다.

최영하

현재 (주)LG-EDS 시스템 CALS & CIM 사업부에 재직 중이다. 한양대학교 산업공학과에서 공학사(1995) 및 공학석사(1997)를 취득하였다. 주요 관심분야는 CALS, CIM, 물류시스템 모델링 등이다.

전성진

한양대학교 산업공학과에서 공학사(1990), 공학석사(1992) 취득 후 대우자동차(주) 기술연구소에서 주임연구원으로 근무하였다. 현재 동대학원 박사과정에 재학 중이다. 주요 관심분야는 CIM, 공장자동화, 자동창고시스템, 물류시스템 모델링 등이다.