

◆특집◆ 지능형 생산시스템

차세대 생산시스템의 개념 및 추진방향

박수진*, 이규봉**

Concept of the Next Generation Manufacturing System and Considerations for its Embodiment in Manufacturing Industries

Su Jin Park*, Gyu Bong Lee**

Key Words : ERP(Enterprise Resource Planning; 전사적 자원관리), PDM(Product Data Management; 제품정보 관리), CPC(Collaborative Product Commerce; 협업적 제품거래), PLM(Product Life-cycle Management; 제품 전주기 관리), DMS(Digital Manufacturing System; 디지털 제조시스템), KCOMS(Knowledge-based COLlaborative Manufacturing System; 지식기반의 협업 제조시스템)

1. 서론

제조업에서의 생산시스템은 원자재, 노동, 자본 등을 투입하여 이를 제품으로 변환하는 과정에서 일어나는 제반 활동을 지원하는 것으로서, 생산설비 및 이를 운영하는 제반 기술과 노하우를 의미한다고 말할 수 있다. 이러한 측면에서 생산시스템은 대량생산 체제로부터 시작하여 FMS(Flexible Manufacturing System), CIM(Computer Integrated Manufacturing), IMS(Intelligent Manufacturing System) 개념을 구현하면서 발전해 왔다고 말할 수 있다. 이 과정에서 다양한 생산시스템 관련 소프트웨어들이 개발되었는데, 1980년대까지는 각 기업이 각자의 실정에 맞게 개발하여 사용하는 것이 주류를 이루었

으나, 1990년대에는 팩키지형 기업관리 소프트웨어인 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템과 제품개발을 지원하는 PDM(Product Data Management) 시스템이 주류를 이루었다.

2000년대에는 인터넷과 정보기술이 빠르게 발전하면서 제조업의 환경도 크게 변화하고 있다. 결국, 글로벌 시장의 자유무역으로 인한 기업의 무한 경쟁과 제품에 대한 고객의 다양한 요구 등에 신속하게 대응하기 위해서 기업은 새로운 전략을 모색하게 되었다. 이제 제품 혁신, 유연성과 민첩성, 높은 생산성, 낮은 생산비용, 분산과 협업 등은 기업이 추구하는 주요 목표이자 경쟁력 강화 방안이 되었다. 최근 이를 실현하기 위한 보다 구체적인 방법론으로서 CPC(Collaborative Product Commerce), PLM(Product Life-cycle Management), MMS(Modular Manufacturing System) 등이 제안되었으며, 이를 활용한 새로운 패러다임의 생산시스템이 활발히 연구되고 있다¹⁾.

최근 제조업체들은 협업적 사이버 망 구축을 확대해가고 있는데, 이를 위한 도구가 바로 CPC 기술이다. CPC는 기업내, 기업간 및 기업과 고객간에 제품의 지적자산을 재정립하여 가치를 높여주는 새로운 협업방식으로, 각 기업이 자신의 PDM 자원을

* 한국생산기술연구원 생산시스템본부 차세대생산시스템사업단
Tel: (041) 589-8435, Fax: (041) 589-8400,

E-mail: beky@kitech.re.kr

차세대 생산시스템 요소기술, 특히, 엔지니어링 시뮬레이션 분야에 관심을 두고 연구 활동을 하고 있다.

** 한국생산기술연구원 생산시스템본부 차세대생산시스템사업단
Tel: (041) 589-8432, Fax: (041) 589-8400,

E-mail: gblee@kitech.re.kr

차세대 생산시스템 요소기술, 특히, 엔지니어링 협업 분야에 관심을 두고 연구 활동을 하고 있다.

변경하지 않고도 제품정보를 공유하며 협업할 수 있도록 지원하는 기술이다. 이러한 CPC 기술은 기존의 PDM 기술에 ERP, SCM(Supply Chain Management) 등 전자상거래 기술이 추가되며 제품개발 과정에서부터 판매 및 배달에 이르기까지 전 과정의 IT 통합화를 추구하고 있다.

PLM은 제품의 기획, 설계, 생산, A/S, 폐기 등 제품의 라이프 사이클 동안 디지털 데이터를 각 업무 부문간에 공유하고 협업함으로써 전체의 효율성을 극대화하는데 초점을 맞추고 있다. PLM 영역에서 생산시스템 자체와 관련된 DMS(Digital Manufacturing System) 개념은 자동차, 항공우주, 조선, 기계제조 등의 분야에서 빠른 속도로 적용되고 있다[2]. 특히 미국의 GM, Daimler-Chrysler, 일본의 Toyota 등과 같은 자동차 완성차 업체에서는 제조 공장을 가상적으로 설계하고, 시뮬레이션하며, 가상생산을 구현하는 DMS 기술을 적극적으로 도입하고 있다.

본 특집에서는 먼저 CPC, PLM 기술뿐만 아니라 인터넷 활용 기술 및 엔지니어링 웹 서비스 기술 등과 관련된 시장 및 기술 동향을 살펴보고자 한다. 그리고 이들을 활용한 새로운 패러다임의 생산시스템, 즉 차세대 생산시스템의 개념을 나름대로 정리하고, 이것이 전자부품 산업 및 공작기계 산업 등과 같은 제조 산업에서 어떻게 추진되고 접목되어야 하는가를 제시하고자 한다.

2. 시장 동향

생산시스템 관련 소프트웨어의 시장 환경을 살펴보면, 2002년 상반기에 국내 기업용 소프트웨어 시장이 총 7,400만 달러 규모를 기록한 것으로 조사됐다. 분야별로는 ERP가 전체 기업용 소프트웨어 가운데 62%를 차지, 가장 큰 시장을 형성했고 CRM(Customer Relationship Management)과 SCM은 각각 24%, 14%의 비중을 차지한 것으로 나타났다. 제조업 부문에서는 ERP가 전체 소프트웨어의 57%를 차지했으며 점차 비제조업 및 중소기업으로 수요가 확산되는 추세에 있다. CRM 시장과 SCM 시장도 매년 25% 정도로 크게 성장하여 2006년에는 각각 8,270만 달러와 5,500만 달러에 이를 것으로 예상된다.

한 시장조사기관에 따르면 ERP의 세계 시장규모가 1999년 318억 달러에서 연평균 12.4% 성장해

2004년에 570억 달러에 이를 것으로 예상된다. 2000년 세계 ERP 시장 분포는 북미지역이 세계 시장의 절반을 넘는 173억 달러를 형성하고 있는 반면 아시아-태평양 지역은 26억 달러 수준에 불과했다. 하지만 아시아와 유럽시장은 2004년까지 각각 연평균 13.5%, 13% 성장을 거듭해 북미지역의 11% 수준을 능가할 것으로 예상된다.

현재 국내 CPC 산업은 일부 외국 기업들의 현지 지사들이 공급하는 외산 솔루션과 CPC 기술을 개발하고 있는 국내 기업 제품들로 구분되어 있다. 현재 외산 솔루션이 인지도와 규모를 바탕으로 시장을 주도해나가고 있으며 국내 개발 기업들은 국내 기업의 독특한 협업 환경에 맞는 CPC 기술을 개발하여 틈새시장을 파고들고 있다.

Fig. 1은 CPC 관련 세계시장 추이를 제시한 것이다. 여기서 CPC tools이란 제품개발 과정에서 정보의 제작 및 승인과 관련된 기능을 수행하는 도구들을 의미하며, cPDM이란 위의 기능을 제외한 나머지, 즉 제품관련 정보를 공유, 전달, 관리하는 데 필요한 기능을 지원하는 도구를 지칭한다. 그림에서 보는 바와 같이 2007년에는 관련 시장이 200억 달러를 넘을 것으로 추정된다.

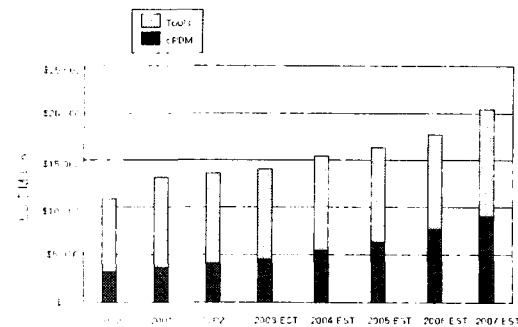


Fig. 1 Trend of World Market Related to CPC
(source: CIMdata Reports, Apr. 2003)

DMS 지원 솔루션은 이미 상용화되어 안정된 제품으로 시장이 형성되어 있다. 그러나 제품의 기술적 특성을 이용하여 각 산업분야에 적용하는 것은 시장진입 초기 단계라 할 수 있다. 관련 시장은 매년 약 100억 달러 이상의 제품 시장과 그와 동일한 규모의 구현 및 적용 기술 시장이 형성되어 있으며 매년 약 25%의 성장을 보이고 있다. 현재 Dassault Systems 및 IBM의 DELMIA 제품군과 EDS

및 Technomatix 사의 eM 시리즈 제품군이 DMS 관련 시장을 주도하고 있다. 그러나 이러한 제품은 주로 PLM 또는 CPC 제품과 통합되어 운영되고 있기 때문에 단일 시장으로 보기는 어렵고 통합 솔루션 제품군으로 형성되어 있다고 보아야 한다.

3. 기술개발 동향

1990년대 중반부터 국내 제조업체들은 ERP 시스템의 도입 및 운영에 대하여 많은 관심을 보여왔다. 현재 대부분의 상용 ERP 패키지는 독일이나 미국 등의 외국에서 제작된 것이지만, 이러한 시스템이 갖고 있는 근원적인 한계중의 하나가 실제 생산 현장과의 동기화(synchronization)가 부족하다는 것이다. 제조 현장의 상황을 제대로 반영하지 못하는 생산지원 계획은 결국 정확하지 못한 결과를 가져온다. 그리고 시스템의 도입 및 운용에 대한 방법론이 없어서 기업들이 많은 어려움을 겪고 있다. 최근 활발하게 진행되고 있는 시스템의 국산화 과정에서는 이러한 측면이 고려되어 시스템의 설치 및 운용의 편의성을 증진하기 위한 노력이 강조되고 있다.

한편, 국내 CPC 및 PLM 시스템의 주요 벤더들은 주로 해외의 메이저 기업들이 개발한 시스템을 판매하면서 국내 시장에 접근하고 있다. 이러한 시스템들은 모두 기존의 CAD 시스템을 기반으로 하고 있으며, 제품의 전체 개발 과정을 3D 설계로 시작하여 생산까지 모든 과정을 디지털화 하고자 노력하고 있다. CPC 및 PLM 시스템은 다음과 같은 기능 요소들을 제공하여야 한다.

- Product Design Tools
- Visualization and Review
- Change Management
- Product Data and Structure
- Requirements Management
- Program Management
- Collaborative Engineering
- Process Engineering
- Component Supplier Management
- Configuration Management
- Product Data Publishing

그러나 해외 주요 벤더들이 공급하고 있는 시스템들을 기술적으로 검토해보면, 아직 완전한 웹 환

경의 기능들을 모두 제공하는 것은 없으며, 벤더별로 강점과 약점이 혼재되어 있고 많은 협력 업체와의 파트너 관계를 통하여 전체 솔루션 라인업을 구축해 나가고 있음을 알 수 있다. 제품 개발에 있어서 생성되는 데이터는 CAD를 이용한 모델링 데이터, 제품의 구성에 관련된 다양한 형태의 BOM 데이터를 근간으로 시작하여 무수히 많은 데이터가 만들어지고 관리되어야 하지만, 시스템과 솔루션마다 그 데이터의 저장 방식이 상이하여, 제품개발 단계에서 협업을 하는데 많은 애로가 발생하게 된다. 따라서 글로벌 협업 제품개발 환경에서는 이기종 시스템간의 데이터 교환과 프로세스 통합을 위한 dynamic workflow 기능이 주요 이슈가 될 것이다. 이러한 통합을 근간으로 협업 환경 구축을 위한 CAx 데이터 기반의 엔지니어링 컨퍼런스, 비즈니스 프로세스 연결을 지원해주는 비즈니스 프로세스 모델러, 제품 원가를 설정하고 관리하는 원가기획 시스템, 다양한 시뮬레이션 시스템, 설계 데이터에 대한 최적화 및 자동설계 시스템 등에 대한 관심이 고조되고 있는 상황이다.

4. 차세대 생산시스템 추진방향

앞에서 언급한 바와 같이 시장 환경과 고객의 요구가 크게 변화하고 있기 때문에 이에 대응하는 새로운 패러다임의 생산시스템이 요구되는 것은 매우 당연한 일이다. 다시 말해서, 기존의 FMS, CIM, IMS 개념에 협업화, 디지털화, 지식화를 구현하는 새로운 생산시스템을 차세대 생산시스템, 일명 지식기반의 협업 생산시스템(Knowledge-based Collaborative Manufacturing System, KCOMS)이라고 정의할 수 있다. 이것은 협업 환경을 구현하여 제품 전주기에 대한 효율적 관리와 글로벌 제조정보의 공유가 가능하고, 디지털 공장 및 지식 프로세스를 기반으로 구축되는 최적의 생산시스템을 의미한다. 또한, 기존의 생산시스템을 구현하기 위한 주요 IT 도구 혹은 전략이 CAD/CAM/CAE, PDM, ERP/MRP, SPC(Shop Floor Control) 등이었으나, 이제 차세대 생산시스템을 구축하는 데는 앞에서 설명한 CPC, PLM 뿐만 아니라 Fig. 2에서 보는 바와 같이 CEKP(Collaborative Engineering Knowledge Potal), QFD(Quality Function Definition), TCA(Target Cost Analysis), e-Factory 등과 같은 새로운 개념들이 요구되고 있다.

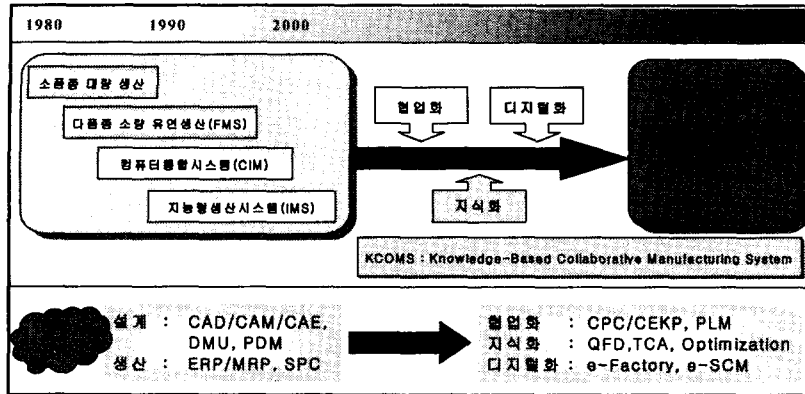


Fig. 2 Concept of Next Generation Manufacturing System

앞에서도 언급한 바와 같이 협업화를 지원하는 핵심 전략은 CPC 기술이다. 제조 활동에 참여하는 개발자, 부품 공급자, 제조업체, 물류 및 서비스 담당자, 고객 상호간에 협업이 요구되며, 구체적으로는 특정 업무에 한정된 정적 협업과 PLM 기반의 총체적인 동적 협업이 있다. 디지털화는 제조 활동과 관련된 제품(Product), 프로세스(Process), 자원(Resources) 등 소위 PPR 정보를 디지털 모델링한 후 시뮬레이션을 수행함으로써 최적의 제조 프로세스를 지원하고 궁극적으로는 e-Factory를 구현하는데 기여하는 전략이다. 지식화는 다양한 제품개발 전략과 지식정보를 활용하여 품질, 비용, 납기, 생산성 측면에서의 제품개발 프로세스의 최적화를 지원하는 고도의 IT 전략이다.

한편, CEKP 기술개발 효과는 크게 엔지니어링 지식 측면과 협업 정보환경 측면으로 나누어서 고찰할 수 있는데, 엔지니어링 지식 측면에서는 다양한 제품기획안에 대한 사전 원가계획 및 최적의 품질수준 적용, 각종 엔지니어링 지식 및 노하우 산출물의 체계적인 관리를 통한 지식활용 강화, 지능형 설계협업 환경에 필요한 각종 지식 파라미터 확보 등 다양한 기술적 효과를 획득할 수 있다. 협업 정보환경 측면에서 분석하면, CEKP 기술은 PDM, ERP 등의 다양한 레가시 시스템과의 통합을 통한 신제품 개발 가치사슬의 강화를 유인할 수 있고, 실시간 협업 솔루션을 이용하여 설계변경 이력의 관리 비용을 절감할 수 있으며, 엔지니어링 지식 및 협업 프로세스를 구현함으로써 기업간의 신제품 개발의 파트너십을 강화시키는 촉매 역할을 할 수 있다.

Table 1 Projects Necessary to Embody the Concept of KCOMS

세부기술 과제명	기술개발 내용
지식 프로세스 기반의 제품개발 협업 프레임워크 개발	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 엔지니어링 협업 프레임워크 개발 지식 프로세스 기반 엔지니어링 협업 프레임워크 개발 차세대 CEKP 통합 관리 프레임워크 개발
글로벌 지식공유를 통한 디지털 제조 환경 지원시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 ERP/SCM 기술 개발 DMS Planning/Simulation 프레임워크 개발 지식기반의 모듈화 설계기법 개발
차세대 첨단부품을 위한 지능형 민첩 생산시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 fusion 제품을 대상으로 하는 민첩 조립용 RMS 개발 MEMS 부품을 대상으로 하는 무인 조립용 Micro Production System 개발 부품 Size 5μm 이하, 시스템 정밀도 50nm 이하 지능형 민첩 무인생산시스템 개발
웹기반 고속·고정밀 가공 시스템 운용요소기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 웹기반 운용 공작기계의 요소기술 개발 웹운용 지능형 고속·고정밀 가공 시스템 개발 웹운용 지능형 하이브리드 가공 시스템 개발

제조업, 특히 전자부품 산업 및 공작기계 산업 분야에 앞에서 제시된 차세대 생산시스템 개념을 구현하기 위해서는 Table 1에 제시된 세부기술 과제의 개발이 요구된다. 이러한 과제들은 국가의 차세대 기술개발 능력 및 경쟁력 확보 가능성, 기술 수준 사양의 구체성, 제품화 가능성 및 경제적 효과와 관련 산업에의 파급성을 등을 고려하여 선정되었다.

실제로 이러한 과제를 추진하는 데 있어서 세계 시장에서 우위확보가 가능하고 특화 가능성이 있는 전문기술을 집중적으로 개발하되, 글로벌 시장에서의 아웃소싱 전략을 병행할 필요가 있다. 또한 산·학·연 연구그룹을 구성하여 기술개발의 특화 및 신규 제품화 가능 분야를 발굴하기 위한 역할 분담 및 상호 협력 체제를 구축하여야 할 것이다.

5. 결론

본 특집에서는 FMS, CIM, IMS 등과 같은 기존의 생산시스템에 협업화, 디지털화, 지식화 개념을 구체화하여 새롭게 발전하고 있는 생산시스템을 차세대 생산시스템, 일명 KCOMS라고 정의하였다. CPC, CEKP, PLM, QFD, e-Factory 등과 같은 IT 전략이 이러한 생산시스템을 구현하는데 필수불가결한 요인이 될 것이다. 또한 KCOMS 개념을 전자부품 산업 및 공작기계 산업 분야에 적용하는데 필요한 기술 과제들을 제시해 보았다.

참고문헌

1. 이규봉 외, “글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 기술 개발에 관한 산업분석,” 한국생산기술연구원, 2003.
2. 신종계, “PLM과 함께하는 제조업의 미래 경쟁력,” CATIA Network; The Digital Enterprise Magazine, Issue No. 10, July 2001.
3. “그룹웨어/ERP/DW/CRM,” 주요 기업용 솔루션 시장동향, KRP Report, 2002.
4. “CIMdata Reports Continuing Strong PLM Market Growth,” CIMdata Inc., April 23, 2003.
5. “EMS 산업 현황 및 당면 문제점,” KETI, 주간 전자정보, Vol. 4, No. 19, 2001.