

제조기업의 협업화 분석 및 협업시스템 구축기술 도출

류광열^{1*} · 김보현² · 최헌중²

¹부산대학교 산업공학과 / ²한국생산기술연구원 디지털협업센터

Analysis of Collaborization and Extraction of Technologies to Develop Collaboration Systems for Manufacturing Companies

Kwangyeol Ryu¹ · Bohyun Kim² · Honzong Choi²

¹Department of Industrial Engineering, Pusan National University(PNU)

²Digital Collaboration Center, Korea Institute of Industrial Technology(KITECH)

Customer needs for final products are very unpredictable because product specifications and technologies are being improved very quickly thereby their requirement level is also elevated correspondingly. In order to survive and to enhance competitiveness in the global market, many manufacturing companies are trying to find a breakthrough from collaborization. Even though they want to collaborate with others, however, they do not exactly know what kind of system they have to develop or which technology they have to use. In this paper, therefore, we first investigate status and trend of information systems and infrastructure that are essential for collaboration. We then clearly describe definition and classification of collaboration with various point of views considering collaboration pattern, timing condition of collaborative activities, organizational structure, etc. With web-based collaboration systems already developed by i-Manufacturing (Korean-style Manufacturing Innovation) project, led by Korean government from 2004, we introduce main functions and analyze collaboration types of each system. Strategically important technologies for supporting collaboration will also be illustrated by reorganizing collaborization technologies after evaluating them with respect to emergency and importance of each technology. We hope this research will provide a guideline on collaboration especially for small and medium sized manufacturing companies.

Keyword: collaboration, collaborization technology, information system, i-Manufacturing

1. 서론

최근 글로벌 경제의 침체는 해외 우수 기업 뿐 아니라 국내 제조기업에게도 새로운 변화를 요구하고 있다. 제품의 생산에 있어 일반적으로 제조기업이 추구하는 경영목표는 주로 QCD로 표현되며 이는 품질(Quality), 비용(Cost), 그리고 납기(Delivery)를 나타낸다. 특히 최근에는 환경적 요인에 대한 중요성이 부각되어 기존의 QCD에 E(Environment)를 포함시키는 경우가 있

으며 이러한 요소를 포함하는 제조의 개념으로 녹색제조(Green Manufacturing) 또는 지속가능제조(Sustainable Manufacturing)라 불린다(Kaebnick *et al.*, 2003). 그러나 제조기업의 경영목표에 가장 큰 작용을 하는 것은 바로 급변하는 소비자의 요구 패턴이다. 즉, 앞서 언급한 QCD에 대한 중요도는 결국 소비자의 요구사항에 따라 그 중요도가 결정된다. 제품에 대한 소비자의 만족도와 자사 제품의 구매 욕구를 극대화 하는 문제는 모든 제조기업이 추구하는 이상적 목표이다. 이를 만약 제품에 대

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

*연락처: 류광열 교수, 609-735 부산 금정구 장전동 산30 부산대학교 산업공학과, Fax : 051-512-7603, E-mail : kyryu@pusan.ac.kr
투고일(2010년 02월 27일), 심사일(1차 : 2010년 03월 04일), 게재확정일(2010년 03월 08일).

한 소비자의 불만을 최소화 하는 문제로 본다면, 소비자의 불만이 제품의 품질저하로 인해 발생한 것이 가장 많을 경우 결국 제조기업의 경영목표는 당연히 품질향상에 가장 중점을 두어야 할 것이다.

수시로 변화하는 소비자 요구패턴 및 환경의 변화에 대응하기 위해서 오늘날의 제조 산업은 기초 인프라 확충은 물론 이를 이용할 수 있는 고도의 IT 기술을 보유하고 있어야 한다. 특히 지난 수십 년간의 인터넷의 급속한 보급 및 확산은 기업 간 전자상거래를 활성화시키는데 결정적인 요인을 제공하였으며, 결국 e-Business는 기업의 비즈니스 프로세스에 대한 정의를 새로운 시각에서 해석하게 하는 기회를 제공하게 되었다. 각 기업은 e-Business를 기업 내에 적용하기 위해 여러 기법을 이용하게 되는데, 이는 주로 전사적 자원관리(ERP; Enterprise Resource Planning), 공급망 관리(SCM; Supply Chain Management), 제품 주기 관리(PLM; Product Lifecycle Management) 등이 있다. 이러한 기법의 적용은 생산 비용의 절감 및 제품의 고품질화는 물론, 생산시스템에서의 제품 생산 개발주기 및 납기의 단축 등 소비자의 다양한 요구 조건을 만족시키는데 큰 도움이 되어왔다(Lee, 2003).

이러한 e-Business가 확산되면서 기업 간 전자거래에 필요한 ebXML, 로제타넷 등 다양한 기술 표준이 제시되고 있으며, 이러한 프레임워크를 구성하는 기술 중 기업 간 협업을 위한 비즈니스 프로세스는 표준화 되어야 할 매우 중요한 기술로 주목받고 있다(Kim and Li, 2003). e-Business의 다양한 요소 기술과 인터넷 및 IT 기술을 제조업에 적용시켜 제조업의 업무 프로세스, 관리방식, 거래 및 사업 방식을 혁신하고 통합하는 일종의 제조 혁신 전략의 수단이 바로 e매뉴팩처링이다(Ryu et al., 2004). e-Manufacturing은 기존의 생산시스템 요소를 단순히 인터넷에 연결하는 것뿐만이 아닌, 궁극적으로 제조업의 전략적 가치를 재구성할 수 있는 새로운 제조업의 패러다임으로서 제조 프로세스의 통합은 물론, 제품 개발 과정에서의 협업, 구매 조달 및 생산 현장의 통합을 이루기 위해 모든 비즈니스 주체 즉, 공급자, 생산 설비요소, 소비자를 웹 기반 기술의 사용으로 효과적으로 연계시키는 방법론이라 할 수 있다(Ryu et al., 2005). 특히 IT 기술을 이용한 e매뉴팩처링의 보급 및 확산으로 생산 공정상 가져온 변화 중 대표적인 것이 바로 제품개발 과정에서의 협업(Collaboration)이 가능하게 된 것이다. 여기서 협업의 의미는 기존의 오프라인 상에서의 협업이 아닌, 인터넷 및 IT 기술을 이용한 온라인 협업을 뜻한다. 그러나 일반적으로 가장 효과적인 협업의 형태는 오프라인과 온라인이 결합된 하이브리드 형태의 협업으로 온라인과 오프라인의 동시 협업을 통한 시너지 창출이 가능하다.

기업 간 온라인 기술협업(Technical Collaboration)을 지원하기 위해 2004년부터 e매뉴팩처링/i매뉴팩처링(한국형 제조혁신) 사업이 정부 주도로 추진 중에 있다. 이러한 프로젝트 수행을 통해 전략적으로 중요한 사업을 중심으로 IT 기반 협업 시스템이 개발되어 운영되고 있다(Lee et al., 2008). 협업 시스템은 웹기

반 온라인 협업을 지원하여 사용자는 언제 어디서든 시스템을 사용할 수 있고 또한 모든 기능이 ASP(Application Service Provider) 형태로 구축·운영되어 별도의 설치과정이 없이 모든 기능을 활용할 수 있다는 점이 특징이다(Tao, 2001). 2009년까지 프로젝트를 통해서 금형 및 자동차 산업 분야를 대상으로 총 11개의 시스템이 구축되었으며 600개사 이상의 제조기업이 이를 활용하고 있다(Shin et al., 2009). 이러한 협업 시스템은 주로 제조프로세스의 효과적인 지원을 위한 기능 및 서비스를 제공하고 있다. 그러나 국내 대다수 제조기업은 협업을 통한 경쟁력 강화를 피하고자 하나 실제로 어떠한 기술이 협업화를 위해 요구되는지조차 잘 파악하지 못하고 있는 형편이다.

따라서 본 논문에서는 우선 제조기업의 협업화와 밀접한 연관이 있는 정보인프라 환경을 살펴보고 협업에 대한 명확한 정의 및 특성을 파악하고자 하며, 기업 간 협업이 필요한 상황임에도 왜 어려운지에 대해서도 게임 이론(Game Theory)의 예를 통해 간단히 살펴보고자 한다. 또한 국내 중소 제조기업의 협업화 지원을 위해 앞서 설명한 i매뉴팩처링 사업을 통해 구축된 협업 시스템을 대상으로 협업 지원 기능을 분석하고 각 지원 기술의 중요도 및 긴급성을 고려하여 평가한 후 이를 다시 실행전략에 따라 재구성한 결과를 도출하고자 한다. 본 연구의 의의는 중소 제조기업의 협업을 통한 경쟁력 강화를 위해 구체적으로 어떠한 전략이 필요하며 어떠한 협업 지원 기술이 활용되어야 하는지에 대한 가이드라인을 제시하는데 있다고 할 수 있다.

2. 제조업에서의 협업

2.1 제조기업의 정보 인프라 환경

기업 간 협업을 위한 가장 기본적인 요소는 바로 기업 내외의 정보인프라 환경이라고 할 수 있다. 일반적으로 제조기업은 고품질의 제품생산을 위해 다양한 정보화시스템을 갖추고 있다. 그 중 대표적인 시스템으로 제품설계를 위한 PDM(Product Data Management), 제조실행관리를 위한 MES(Manufacturing Execution System) 또는 생산시점 관리를 위한 POP(Point Of Production), 기업의 전사적 자원관리를 위한 ERP(Enterprise Resource Planning) 등을 들 수 있다. 또한 고객관리의 효율화를 위한 CRM(Customer Relationship Management)이 점차 확산되는 추세이며, 전체 공급망 관리 및 협력사 관리를 위한 SCM(Supply Chain Management) 및 제품 전체 수명주기를 관리하기 위한 PLM(Product Lifecycle Management) 시스템 또한 많은 제조기업이 활용하고 있다. <Figure 1>에서와 같이 앞서 언급한 정보시스템은 제조기업을 중심으로 자재의 흐름(Material Flow)과 제품생산흐름(Production Flow)을 지원하기 위해 각각의 고유 영역을 지원하고 있음을 알 수 있다.

기업의 정보시스템은 다양한 형태로 통합이 이루어지고 있

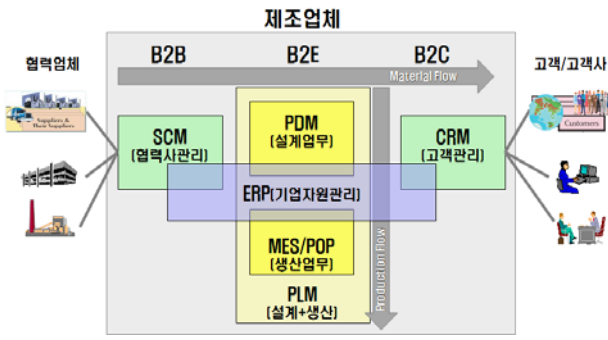


Figure 1. 기업 정보시스템의 지원 영역

는데 가장 기본적인 데이터 수준의 통합에서부터 내부 및 외부 프로세스의 통합에 이르기까지 진행되고 있다(<Table 1> 참조). 특히 우리나라 중소기업의 경우 대다수가 통합되지 않은 상태로 운영이 되거나 사내에 데이터베이스 시스템을 구축하여 운영하는 데이터 수준의 통합에 머물고 있는 것이 현실이다. 중견기업의 경우 미들웨어(Middleware)를 사용한다거나 또는 웹 서비스(Web Service) 기술을 이용하여 어플리케이션 수준의 통합을 진행하고 있는데 이들의 경우 데이터 뿐 아니라 어플리케이션의 원활한 활용을 지원하기 위한 응용 체계의 논리(Application Logic)까지도 공유가 가능하다. 반면 대기업의 경우 제조프로세스와 비즈니스 프로세스 전반에 걸쳐 사내의 모든 실제 정보 및 흐름까지도 관리를 하는 수준에 있다. 이때 실제 정보의 흐름은 비즈니스 프로세스를 기반으로 하며 비즈니스 규칙(Business Rule)과 트랜잭션(Transaction)을 비즈니스 모델에 묶어서 함께 처리하는 방식이 주로 이용된다. 대략 2005년 경부터 대기업을 중심으로 Level 3의 통합이 활발하게 추진되고 있는 것으로 파악된다. 향후 이러한 정보시스템의 통합은 기업 내·외의 모든 어플리케이션까지 직접 연결하여 가치사

슬 전체의 경쟁력 강화가 가능한 실시간 기업(Real Time Enterprise; RTE) 형태로 발전할 것으로 전망된다. 앞서 설명한 정보시스템의 통합 형태를 다섯 수준으로 정리하면 <Table 1>과 같으며(Linchicum, 2003 수정·보완), Level 0에서 Level 4로 갈수록 점차 발전된 통합 형태를 보여준다.

제조기업의 정보시스템 통합 발전방향 및 IT 트렌드를 시대별로 살펴보면 <Table 1>에서 제시된 정보시스템 통합 형태의 발전과정을 지원하기 위한 기술 아키텍처(네트워크, 하드웨어 및 소프트웨어) 및 개발 방법론, 통합 수준에 따른 활용기술이 점차 발전적으로 변화하고 있음을 알 수 있다. 가령, 정보시스템의 통합 발전 과정에 따라 하드웨어 관련 기술은 1980년대 기업내 메인프레임 위주의 구성에서, 1990년대에는 기업내 클라이언트/서버 환경으로, 2000년대 들어서는 기업 간 인터넷 기반 분산 컴퓨팅, 유비쿼터스 기반 분산 컴퓨팅 서비스로의 하드웨어 발전이 있어 왔으며, 향후에는 서버 기반 컴퓨팅(Server-Based Computing) 또는 그리드 컴퓨팅(Grid Computing)으로의 발전이 기대된다. 정보시스템 개발 방법론 측면에서는 과거 구조화, 객체지향 방법론이 2000년대 들어서 컴포넌트 기반 개발 방법론에 이어 현재는 SOA(Service Oriented Architecture) 기반의 개발 방법론이 각광을 받고 있다. 이러한 정보시스템의 통합 발전 방향과 그에 따른 요소 기술 및 이론의 발전 과정을 정리하면 <Table 2>와 같으며(Linchicum, 2003 수정·보완), <Table 2>에 사용된 약어에 대한 설명은 <Table 3>과 같다.

2.2 협업의 정의, 특성 및 구조

일반적으로 협업(Collaboration)은 둘 이상의 동등한 사람이나 조직이 공통의 목표를 만나는 영역에서 지식과 학습을 공유하며 공동의 목표를 갖고 함께 일하는 반복적인 프로세스를 말

Table 1. 정보시스템의 통합 형태

수준	형태(기업규모)	구조도	개념
Level 0	개별 (대부분 중소기업)		통합이 고려되지 않은 독립된 솔루션들로 구성된 수준의 단계 ◦ 구성원 간 별개의 공간에서 독립적으로 솔루션을 활용 ◦ 데이터·프로세스간 연계가 불가능하므로 정보 공유가 어려움
Level 1	Data 수준 (대부분 중소기업)		데이터 복제 및 데이터 연람이 가능한 단계 ◦ DBMS에서 사전에 정의한 API를 통해 DB로부터 정보를 추출하고, 이를 다른 DB에 복제, 연람, I/F하는 수준
Level 2	Application 수준 (중견기업)		Middleware를 통한 Application간 I/F 통합 단계 ◦ I/F는 데이터, 객체 및 업무 규칙에서 정의 및 통합되며, 데이터뿐만 아니라 응용 체계의 논리를 공유할 수 있음
Level 3	내부 프로세스 수준 (대기업)		실제 정보의 흐름을 관리하는 단계 ◦ 실제 정보 흐름은 비즈니스 프로세스를 기반으로 함 ◦ 비즈니스 규칙과 트랜잭션을 비즈니스 모델에 묶어 처리
Level 4	외부 프로세스 수준(RTE, not yet)		외부의 고객과 공급사를 기업 내부 어플리케이션과 직접 연결 통합하는 단계 ◦ 시장의 요구에 신속한 대응 가능 ◦ 가치사슬 전체의 경쟁력 강화

Table 2. IT 트렌드와 정보시스템 통합 발전 방향

아키텍처	1980년대	1990년대	2001~2004	2005~현재	미래(2010~?)	
Business Initiatives	사무 자동화	BPR	인수합병, 세계화	BPO, 컨버전스	RTE	
IT 키워드	미니컴퓨터 & PC	클라이언트/서버	웹 1.0	웹 2.0	웹 2.0/3.0	
기술 아키텍처	네트워크	LAN	TCP/IP	인터넷	인터넷(IPv4)	인터넷(IPv6)
	하드웨어	기업내 메인프레임 (단일 머신)	기업내 C/S Multi-tier 원격 분산 호출	기업간 인터넷 기반 분산 컴퓨팅	유비쿼터스 분산 컴퓨팅 서비스로의 하드웨어 (가상화)	유비쿼터스 분산 컴퓨팅 서비스로의 하드웨어(SBC, GC)
	소프트웨어	하드웨어 벤더별 고유기술	Middleware S/W 전문 제품군(OLTP, RPC, CORBA)	XML, 웹 서비스, J2EE, .Net	SOA 1.0	SOA 2.0
데이터 아키텍처	자료 흐름 처리 및 관리	데이터베이스 구축	DBMS 통합 및 분석(BI)	프로세스 경영(BPM)	BPM(성숙)	
개발 방법론	구조화 방법론	객체지향 방법론	CBD 방법론	SOA 방법론	SOA 방법론 (EDA 추가)	
개발 언어	COBOL	C/C++	JAVA, C#, Html	경량 Script 언어 (도입)	경량 Script 언어 (성숙)	
통합 기술	Trial and Error	MOM	EAI	◦ EAI 기반 BPM ◦ Workflow 기반 BPM	ESB 기반 eAI	
통합 수준	Level 0 ~ 1	Level 2(90년 말)	Level 2	Level 3	Level 4	

Table 3. <Table 2>에 사용된 약어 설명

약자	Full Name	의 미	약자	Full Name	의 미
BPR	Business Process Reengineering	비즈니스 프로세스 리엔지니어링	XML	eXtensible Markup Language	확장가능 마크업 언어
BPO	Business Process Outsourcing	비즈니스 프로세스 아웃소싱	J2EE	Java 2 Enterprise Edition	Java2의 기업용 버전
RTE	Real Time Enterprise	실시간 기업	SOA	Service Oriented Architecture	서비스 기반 아키텍처
IPv4	Internet Protocol version 4	인터넷프로토콜 버전 4	BI	Business Integration	비즈니스 통합
IPv6	Internet Protocol version 6	인터넷프로토콜 버전 6	BPM	Business Process Management	비즈니스 프로세스 관리
C/S	Client/Server	클라이언트/서버	EDA	Event Driven Architecture	이벤트 기반 아키텍처
SBC	Server Based Computing	서버기반 컴퓨팅	CBD	Component Based Development	컴포넌트 기반 개발
GC	Grid Computing	그리드 컴퓨팅	MOM	Message Oriented Middleware	메시지 기반 미들웨어
OLTP	On Line Transaction Processing	온라인 트랜잭션 처리	EAI	Enterprise Application Integration	기업 어플리케이션 통합
RPC	Remote Procedure Call	원격 프로시저 호출	ESB	Enterprise Service Bus	기업 서비스 버스
CORBA	Common Object Request Broker Architecture	코바(OMG에서 정의한 S/W 컴포넌트 통합 표준)	eAI	e-Business Application Integration	e-비즈니스 어플리케이션 통합

한다(Wikipedia). 이러한 협업은 업무의 연계 수행 시간에 따라 동기 협업(Synchronous Collaboration)과 비동기 협업(Asynchronous Collaboration)으로 나눌 수 있다. 즉, 동기협업은 서로 다른 행위의 주체(Actor) 간 같은 시간대에 협업이 진행되는 것을 말하는데 가령 도면 검토를 위한 Design Review 회의 업무를 예로 들 수 있다. 이에 반해 비동기 협업은 행위의 주체 간 다른 시간대에 업무가 연계·진행 되는 것을 말하는데 가령 부품 생산을 위한 단위 공정간 업무의 연계 처리를 예로 들 수 있다. 또한 협

업은 Actor의 소속 구분에 따라 내부 협업(Intra-collaboration)과 외부 협업(Inter-collaboration)으로 구분할 수 있다(Ryu et al., 2005). 이 때 주로 Actor가 속해 있는 기업을 기준으로 두 협업 형태를 구분한다. 즉, 같은 기업 내의 다른 부서 사이의 업무 협조는 내부 협업으로, 다른 기업과의 업무 협조는 외부 협업으로 간주한다. 이를 구분 짓는 이유는 내부 협업과는 달리 외부 협업 시에는 관련 데이터의 공유, 유출 및 배포와 관련해 서로 상이한 보안 정책을 사용하기 때문이며, 협업을 지원하는 시스템 개발

시 이와 관련된 사항이 반영되어야 하기 때문이다. 앞서 설명한 협업을 시간적 측면과 조직적 측면을 고려한 정의 및 각 협업 형태에 따른 협업 업무의 예를 정리하면 <Table 4>와 같다.

실제 제조업 내에서 진정한 의미의 협업은 이루어지기가 어려운데 이는 협업이 동등한 당사자 간의 활동이라는 전제를 깔고 있기 때문이다. 협업의 당사자는 동등하기 때문에 서로 상대를 존중해야 하나 전통적인 기업관에서는 상대가 나와 동등하다면 경쟁을 해서 어느 한쪽이 더 우월해지려고 노력하게 된다. 만약 어느 한쪽이 더 우월한 당사자는 상대 기업을 합병하거나 협력(하청) 업체로 두고 관리하는 행태를 보이게 된다. 이처럼 우리나라의 제조업은 전통적 기업관을 바탕으로 움직이고 있으며 실제로 국내 제조업에서 기업 간 협업은 주로 상명하달식 구조를 따르고 있다. <Table 5>에서와 같이 게임 이론(Game Theory)의 유명한 사례인 죄수의 딜레마(Prisoner's Dilemma)는 협업이 왜 현실적으로 어려운지를 보다 구조적으로 설명한다.

죄수의 딜레마는 2명이 참가하는 비제로섬 게임의 일종으로 협력을 통해 서로 이익이 되는 상황이 아닌 더욱 불리한 상황을 선택하는 문제가 발생하는 것을 보여준다(Poundstone, 1993). <Table 5>는 두 기업을 대상으로 선택 가능한 전략과 그 전략에 따른 각 기업의 이익배분(Payoff)을 고려한다(기업 A와 기업 B의 배분된 이익을 각각 PO_A와 PO_B로 표현). 우선 당사자들이 모두 협력하지 않으면 각자의 이익은 2라고 가정한다. 만약 두 기업이 모두 협력을 하면 각 기업이 5의 이익을 얻을 수 있다고 하자. 그러나 상대방이 협력하고 내가 협력하지 않으면 내 이익은 8이 되고 상대방의 이익은 1이 된다고 하자(이는 상대방에게도 동일하게 적용된다). 이 경우 각 기업의 선택은 다음과 같다.

- 기업 A의 선택 : 기업 B가 협력할 것으로 생각되는 경우

협력하지 않는 것이 유리하다. 기업 B가 협력하지 않을 것으로 생각되는 경우에도 역시 기업 A는 협력하지 않는 것이 유리하다. 따라서, 기업 A는 기업 B가 어떤 선택을 하든지 협력하지 않는 것을 선택한다.

- 기업 B의 선택 : 기업 A와 동일한 상황이므로, 마찬가지로 기업 A가 어떤 선택을 하든지 협력하지 않는 것이 유리하다.
- 결과 : 기업 A와 기업 B는 모두 협력하지 않는 것을 선택하고 각각 2의 이익을 얻는다.

여기서 각 기업은 상대방의 결과는 고려하지 않고 자신의 이익만을 최대화한다는 가정 하에 의사결정을 하게 된다. 이때 언제나 협력보다는 비협력을 통해 더 많은 이익을 얻게 되므로 모든 기업이 비협력을 택하는 상태가 내쉬 균형이 된다. 여기서 내쉬 균형(Nash Equilibrium)은 게임 이론에서 경쟁자 대응에 따라 최선의 선택을 하면 서로가 자신의 선택을 바꾸지 않는 균형 상태를 말한다(Floridi, 2004). 결국 모든 기업은 각각 2의 이익을 얻게 되며 이는 두 기업이 모두 협력하여 각각 5의 이익을 얻는 것보다 나쁜 결과를 선택하게 된다. 기업 간 협업이 이처럼 일반적으로 선택하기 어려운 결정임에도 전체 가치 사슬의 이익을 최대화 하는 측면에서 효과적이므로 모든 기업은 협업을 통해 경쟁력 제고를 꾀하여야 한다.

일반적인 협업의 개념 중 기본 가정 사항은 협업의 대상 간 동등한 조건이어야 한다는 것이다. 그러나 국내 제조기업간에는 이러한 동등한 협업이 발생하기 어려운 상황이다. 이를 좀 더 구체적으로 살펴보면, 기업을 규모에 따라 대기업, 중기업, 소기업으로 구분할 경우, 기업 규모에 따른 협업은 크게 수직적 협업(Vertical Collaboration; VC)과 수평적 협업(Horizontal Collaboration; HC)으로 구분할 수 있다. 수직적 협업은 주로 고객과 공급업체 간 발생하며 가치사슬(Value Chain) 상에서 상이한 위치

Table 4. 구분에 따른 협업의 정의 및 예

시간 조직	동기 협업(Synchronous Collaboration)	비동기 협업(Asynchronous Collaboration)
내부 협업 (Intra-collaboration)	기업 내 부서 간 동시에 수행되는 업무 (Synchronous Intra-collaboration) 예) Design Review, 공정계획, 부서간 회의 등	기업 내 부서 간 협력 수행 업무이나 동시에 진행될 필요가 없는 업무(Asynchronous Intra-collaboration) 예) 내부 단위공정 가공업무, 일상적 부서간 연계 업무 및 리포팅 등
외부 협업 (Inter-collaboration)	기업 간 동시에 수행되는 업무 (Synchronous Inter-collaboration) 예) 제품도 검토, 시사출 결과 협의, 품평회, 컨퍼런스(영업, 설계) 등	서로 다른 기업간 협력 수행 업무이나 동시에 진행될 필요가 없는 업무(Asynchronous Inter-collaboration) 예) 외주 업무 처리, 대고객 업무(리포팅) 등

Table 5. 협력/비협력 조건에 따른 기업의 이익배분(죄수의 딜레마 응용)

이익배분(Payoff)	기업 B		
	협력	비협력	
기업 A	협력	PO_A = 5, PO_B = 5	PO_A = 1, PO_B = 8
	비협력	PO_A = 8, PO_B = 1	PO_A = 2, PO_B = 2

에 있는 기업 간 협업으로, 고객 업체로부터 얻은 고객의 요구 등에 관한 지식을 공급 업체가 활용하여 제품 개발에 사용하거나, 공급 업체로부터 얻은 기술 정보를 고객 업체가 활용하는 것을 의미한다. 이에 반해 수평적 협업은 동종 업체 간 발생하며 가치사슬 상에서 동일한 위치에 있는 기업 간 협력으로 유·무형 자산의 공유, 비용과 위험의 분담, 새로운 시장에 대한 접근 등의 이익을 향유할 수 있는 협업 형태를 말한다. 이 중 앞서 언급한 “협업 대상 간 동등함”을 전제로 한 협업이 바로 수평적 협업인데 이는 전통적 기업관의 팽배로 인해 특히 중소기업 간에는 이루어지기 힘든 협업의 형태이다. 결국 국내 중소기업은 대다수가 수직적 협업을 통해 업무를 진행하고 있다. 대기업은 중소기업에 제품·부품 생산을 의뢰(발주)하고 중소기업은 수주 내역에 따라 작업을 수행한 후 제품이나 부품을 납품한다. 이러한 대기업과 중소기업 간의 업무 관계는 중소기업과 소기업간에도 마찬가지로 진행된다. 기업 규모에 따른 협업의 구조는 <Table 6>에서와 같이 구분할 수 있다. 여기서 협업의 타입은 크게 6가지로 수직적 협업에 속하는 VC3L과 VC2L, 수평적 협업에 속하는 HC-B, HC-M, HC-S, 그리고 수직적·수평적 구조가 복합적으로 발생하는 VHC로 정의되어 있다(각 타입에 대한 설명은 <Figure 2> 참조). <Table 6>에 제시되지 않은 대기업과 중소기업간의 수

직적 협업은 대부분 중소기업의 업무 처리가 소기업과 연계되어 진행되므로 VC3L 타입으로 간주할 수 있다. 기업의 규모에 따른 <Table 6>의 협업 구조를 표현하면 <Figure 2>와 같다.

3. 협업 시스템 기능 분석 및 설계

3.1 협업 시스템 및 지원기능 소개

2004년부터 정부의 지원으로 추진되고 있는 e매뉴팩처링/i매뉴팩처링(한국형 제조혁신) 사업을 통해 2009년 현재 11개의 협업 시스템이 구축되었다. 각 협업 시스템은 10개사 이상의 제조기업이 컨소시엄의 형태로 참여하게 되어 있으며, 2009년 말까지 협업 시스템을 사용하는 업체는 총 629개사에 이른다. 초기 사출금형 부문의 협업 시스템을 시작으로 프레스금형 및 자동차 부품 생산을 위한 협업 시스템이 진행되고 있으며, 향후 기계부품 및 전자, 플랜트 산업 분야로의 지속적인 확장을 계획하고 있다. 이러한 협업 시스템은 <Figure 3>과 같은 협업포털(Collaboration Portal)을 통해 사용자가 접근하여 활용할 수 있다(<http://www.i-mfg.com>). 기구축된 11개의 협업 시스템을 각 시스템이 지원하는 프로세스 및 산업 영역별로 배치하면 <Figure 4>와 같다.

각각의 협업 시스템은 공통적인 기능(프로젝트 관리, 일정관리 등)과 함께 사용하는 협업 기업군(컨소시엄)의 협업형태 및 요구조건에 따라 부가적인 기능으로 특화되어 개발되었다. 각 협업 시스템의 대표적인 기능을 요약하면 <Table 7>과 같으며, 협업 타입을 보면 총 11개의 협업시스템 중 VC3L이 1개, HC-S가 2개, 나머지 8개는 모두 VC2L의 타입임을 알 수 있다. 이는 제조기업간 협업이 중견기업(Leading Company)을 중심으로 다수의 협력 기업(또는 하청기업)이 함께 일을 수행하는 것이 가장 빈번하고 또한 효과적임을 나타낸다고 볼 수 있다.

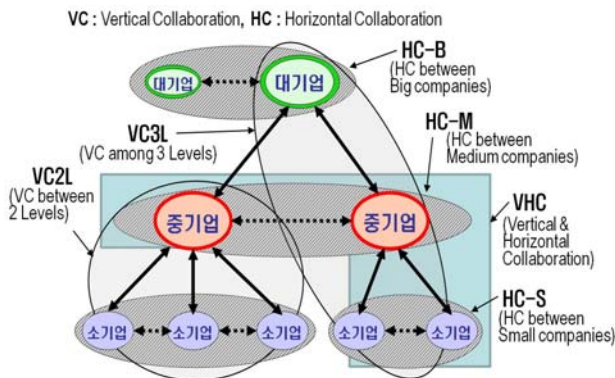


Figure 2. 기업 규모에 따른 협업 구조

Table 6. 협업 타입별 구조 및 특성

협업 타입	협업 구조	특 성	협업 용이성
VC3L	대·중·소 기업 간 협업	대 → 중 → 소 방향으로의 작업 의뢰를 통해 소 → 중 → 대 방향으로 작업 처리가 진행되는 기업 간 협업 구조 (대기업의 제품생산과 관련된 대다수의 협업 형태)	쉬움
VC2L	중·소 기업간 협업	하나의 중견기업(Leading Company)과 다수의 하청 또는 협력 업체와의 협업 형태로 중소기업 대상으로는 가장 일반적인 협업 구조	쉬움
HC-B	대기업간 협업	대기업간의 전략적 제휴(Strategic Alliance)로 기술의 교류 및 공유를 통한 시너지 창출이 가능한 협업 구조	어려움
HC-M	중기업간 협업	중간 규모의 기업간 전략적 제휴 및 공동의 이익을 추구하기 위해 일시적으로 공동 업무를 진행하는 협업 구조	매우 어려움
HC-S	소기업간 협업	작은 규모의 기업간 일시적 업무 공유를 진행하는 협업 구조	어려움
VHC	복합구조 협업	수직적 협업과 수평적 협업을 동시에 진행하는 협업 구조 (제조기업의 목표지향적 협업 구조)	매우 어려움



Figure 3. 협업 포털 메인 화면

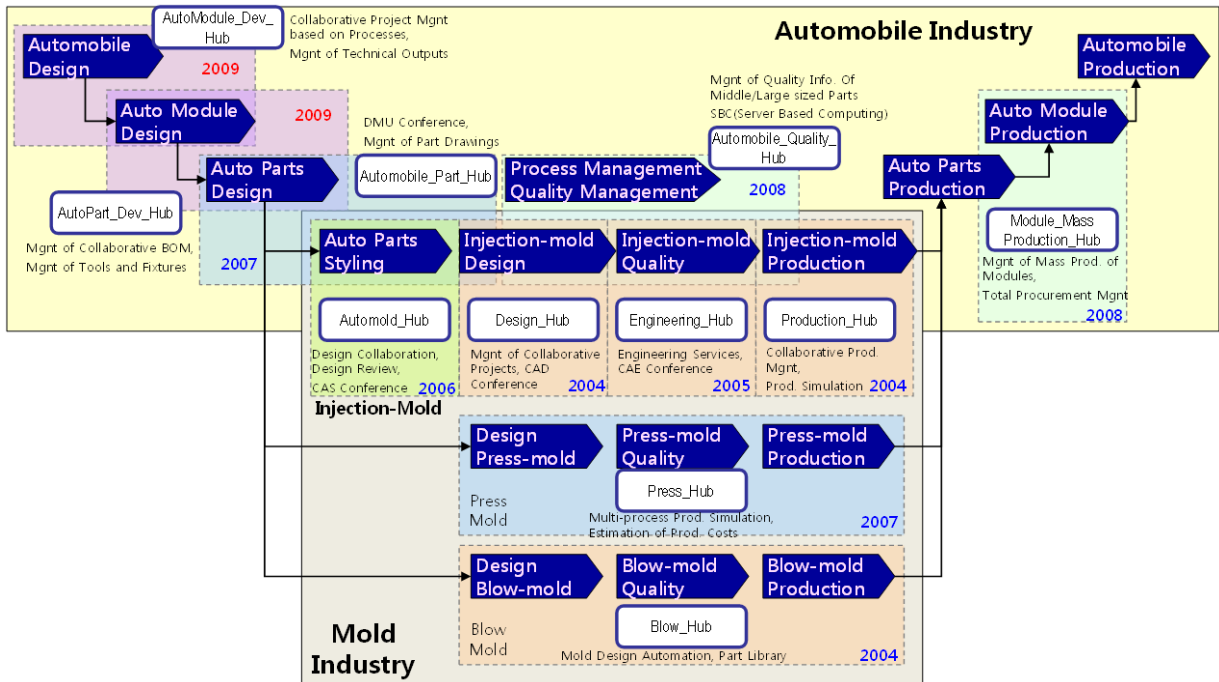


Figure 4. 협업 시스템의 지원 프로세스 · 산업별 전략적 포지션

3.2 협업 지원 기술 분석 및 설계

제조기업 간 원활한 기술협업 지원을 위해 기구축된 협업 시스템의 기능과 향후 개발할 협업 시스템에 탑재되어야 할 전략적 기능의 구성이 필요하다. 이를 위해 우선 다양한 협업 지원 기술을 <Table 8>과 같이 12개의 대분류 및 29개의 중분류로 구분을 하였다.

이후 각 기술에 대하여 협업 시스템 개발자를 포함한 전문가

를 대상으로 델파이기법(Delphi Method)을 이용하여 각 기술에 대한 중요도 및 긴급성에 따라 우선순위를 도출하였다. <Figure 5>에서 볼 수 있는 바와 같이 “2. 엔지니어링 협업 정보 보안”이 가장 중요한 기술로, “3. 제품정보 관리 기술”이 가장 시급하게 보완되어야 할 기술로 분류되었다. 이는 온라인상에서의 협업 과정에서 전략적 제품에 대한 엔지니어링 정보 및 제품 정보가 안전하고 효과적으로 관리되어야 원활한 협업이 가능하기 때문으로 해석된다. 그밖에 “5. 협업 프로젝트/일정관리

Table 7. 각 협업 시스템의 주요 기능

협업시스템 (한글명-개발년도)	협업 타입	협업 시스템별 주요 기능
Design_Hub (사출금형설계-2004)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Managing collaboration project information and history of injection molds ◦ Managing standard work templates and distributing drawings and documents ◦ Online conference with 2D/3D CAD(Computer Aided Design) drawings ◦ Searching project/data information according to users' permission to access
Blow_Hub (블로우제품-2004)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Managing collaboration project information and history of blow molds ◦ Managing standard business templates ◦ Providing part library supporting parametric design of parison and blow molds ◦ Same functions supported by the Design_Hub
Production_Hub (사출금형생산-2004)	HC-S	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Planning & scheduling outside orders by simulation(with delivery or cost) ◦ Distributing specification of parts or modules to the cooperating companies ◦ Reporting the production status to customers via SMS(short message service) ◦ Providing online CAE(Computer Aided Engineering), inspection services
Engineering_Hub (엔지니어링-2005)	VC3L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Online CAD/CAE conference with customers ◦ Managing projects and history of engineering services ◦ Finding experts for customers by facilitating on-line communities ◦ CAI(Computer Aided Inspection) tools for verifying CAD drawings
Automold_Hub (오토몰드-2006)	HC-S	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Managing three types of collaboration projects(styling, inverse design, parts development) ◦ Providing collaboration tools such as Photo-Clinic(online voting tools/AHP), on-line CAS (Computer Aided Styling) conference, CAI, etc. ◦ Supporting tools for developing design mock-up of automobile parts
Press_Hub (프레스금형생산-2007)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Managing project information and history for producing press molds ◦ 2D CAD visualization with mobile device(PDA) ◦ Managing test information and history of press molds developed
Automobile_Part_Hub (자동차부품-2007)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Managing project information and history for producing automobile parts ◦ Providing on-line Digital Mockup(DMU) conference and CAD, CAI conferencing tools
Module_Mass Production_Hub (모듈부품양산-2008)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Collaborative procurement system for automobile parts or modules ◦ Sharing collaborative schedule for mass production of automobile parts ◦ Managing distributed design information between companies
Automobile_Quality_Hub (중대형사출부품품질-2008)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Managing quality information of automobile parts between companies ◦ Supporting inspection specification and technical know-how with quality DB ◦ Managing analytical information of middle and large sized automobile parts by using MOLDFLOW for molding flow analysis and ANSYS/NASTRAN for structural analysis
AutoPart_Dev_Hub (자동차부품개발-2009)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Collaboration model and system for developing interior parts of an automobile ◦ Managing collaborative BOM(cBOM) for making automobile parts ◦ Comprehensive management of mold, jig/fixture during whole processes
AutoModule_Dev_Hub (자동차모듈개발-2009)	VC2L	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Collaboration model and system for developing a functional engine module ◦ Managing collaborative projects for developing sub-module among companies ◦ Quality management during design processes through FMEA

기술”, “6. 통합 프로젝트 및 포트폴리오 관리 기술”, “7. 제품개발정보 통합 관리 기술”이 중요하거나 긴급한 기술로 분석되었다. 여기서 각 기술에 대한 중요도 및 긴급성의 판단은 1점(가장 중요하지 않음, 또는 가장 긴급하지 않음) ~ 3점(가장 중요함, 또는 가장 긴급함) 사이의 값을 상대적으로 표현하고 이를 산술평균하여 표현하였다.

마지막으로, 협업 시스템의 확산 및 기능의 고도화 등 여러 측면에서의 전략을 도출하고 그에 따라 앞서 도출된 협업 지원 기술을 재정립하였다. 도출된 전략(Strategy)은 크게 협업 시스템 이용확산, 협업 기능 보편화 및 고도화, 협업 및 지식서비스 발굴·개발 및 구축, 제조정보 관리 및 보안 체계 개선, IT

및 신기술 융합의 다섯 가지이며, 이러한 전략에 따른 실행방안(Action Plan) 및 협업 지원 기술의 분류는 <Table 9>와 같다. 비교란에 A로 표기된 기술은 이미 개발된 협업 시스템 기술이나 좀 더 명확한 기술분석 후 업데이트 해 나가야 할 기술을, B로 표기된 기술은 아직 구현되지 못한 협업 기술로 향후 개발 및 협업 시스템에 탑재되어야 할 기술을 나타낸다.

4. 결론

현재와 같은 무한경쟁 체제 하에서 움직이는 글로벌 시장에서

Table 8. 협업 지원 기술 분류

대분류	코드	중분류
개방형 협업 시스템 구축을 위한 표준 인터페이스 기술	1.1	타 시스템과 인터페이스를 위한 웹 서비스기반 표준 인터페이스 기술(단방향)
	1.2	웹 서비스 기반 개방형 협업 허브 기술(단방향)
	1.3	웹 서비스 Open API 사용을 위한 인증 모듈
	1.4	타 서비스의 Open API 적용
	1.5	타 시스템 인터페이스를 위한 Interface DB 기술
	1.6	협업 시스템 간 네트워킹
엔지니어링 협업 정보 보안 기술	2.1	도면/문서 DRM 기술
	2.2	PKI 기반의 사용자 인증
	2.3	보안 인프라(하드웨어/소프트웨어)
제품정보 관리 기술	3.1	제품구조정보 통합 관리
	3.2	설계도면 및 기술문서 관리
	3.3	설계배포 관리
	3.4	설계변경 관리 (형상관리)
제품정보 교환 및 활용 기술 (CAx)	4.1	엔지니어링 데이터 통합 관리
	4.2	협업 정보 활용 솔루션
	4.3	제품도면 및 기술문서 교환 및 응용
협업 프로젝트 및 일정 관리 기술	5.1	협업 프로젝트 관리 기술
	5.2	협업 일정 관리
	5.3	협업 업무 관리
통합 프로젝트 및 포트폴리오 관리 기술	6.1	기업 간 제품개발 프로세스 기반 협업 프로젝트 관리 모델 보편화
	6.2	효율적 의사결정을 위한 협업 프로젝트 포트폴리오 관리
제품개발정보 통합 관리	7.1	기업간 제품개발정보의 통합 관리 모델 보편화
협업 서비스 관리 기술	8.1	SOA 기반 협업 서비스 관리(WebService)
	8.2	SOA 기반 이벤트 통합 관리
제품 품질정보 관리 기술	9.1	품질기준(APQP, ISO 등) 기반의 품질관리
엔지니어링 지식 포탈	10.1	산업별 제품개발 및 생산관련 전문지식 포털 시스템
	10.2	기업간/사용자간의 기술교류
협업 허브 개인화	11.1	ID(계정)의 개인소유화
	11.2	컨텐츠의 개인소유화

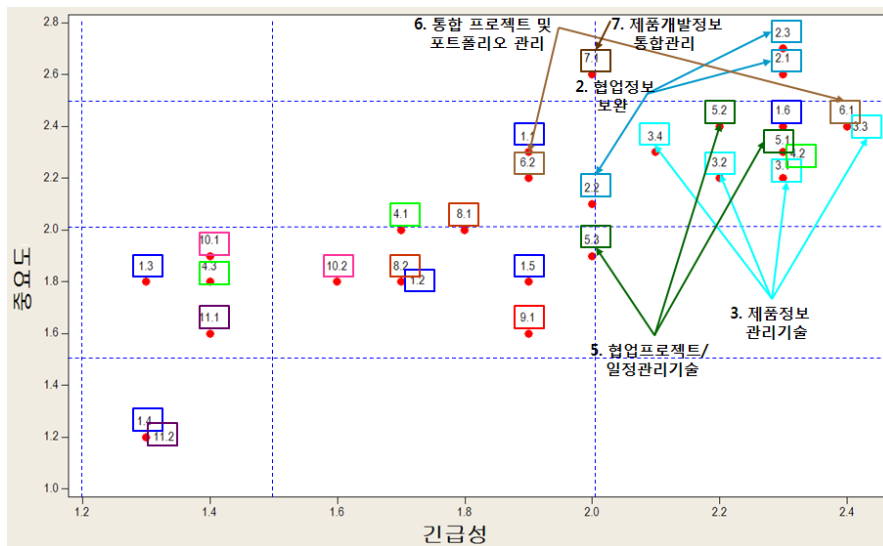


Figure 5. 협업 지원기술에 대한 중요도 및 긴급성 분석 결과

Table 9. 전략에 따른 실행방안 및 협업 지원 기술

전략	실행방안	관련 협업 지원 기술	비고	
협업 시스템 이용 확산	생산방식별 Best Practice 협업 모델 개발 및 협업 시스템 구축	기업 업무 및 협업 프로세스 분석 기술	A	
		생산방식 특성이 고려된 협업 모델 개발	B	
		컨소시엄 적용을 통한 Best Practice화	B	
	협업시스템과의 접속·연동 강화 (협업 네트워크 확장·확대)		공유공간 기반 인터페이스 설계 기술	B
			데이터/DB 기반 인터페이스 정형화 기술	A
			웹 서비스 기반 인터페이스 정형화 기술	A
			협업 시스템간 네트워킹 기술	A
협업 기능 보편화 및 고도화	협업 지원기능 일반화 및 고도화	제품정보관리 일관화 기술	A	
		협업 프로젝트 관리 일관화 기술	A	
		협업 생산운영관리 기술	A	
	산업별 협업시스템 신속 재구성		제품정보관리 모듈화 기술	A
			협업 프로젝트 관리 모듈화 기술	A
			단위 업무관리 모듈화 기술	A
			산업별 협업 모델 플랫폼화 기술	B
			협업 시스템 구조화 및 체계화 기술	B
협업·지식서비스 발굴/개발/구축	협업 및 지식 서비스 개발 (ASP 기반 서비스화 기술)	협업 프로젝트 관리 서비스 기술	A	
		공급사슬 운영관리 서비스 기술	B	
		생산일정 계획 및 관리 서비스 기술	A	
		전자매포 및 승인 서비스 기술	A	
		메시지 및 메일 서비스 기술	A	
		CAx 변환 서비스 기술	B	
제조정보 관리 및 보안체계 개선	제조정보 관리·보안 체계 개선	엔지니어링 데이터 통합관리 서비스 기술	A	
		PKI 기반 사용자 인증 기술	B	
		도면·문서 DRM(Digital Rights Mgnt.) 기술	B	
		보안 인프라(H/W, S/W) 구축 기술	A	
IT 및 신기술 융합	IT 및 신기술 융합기반 협업 시스템 혁신	프로세스기반 업무관리(BPM) 기술	B	
		BPM기반 협업 시스템 모델 개발 기술	B	
		협업 시스템 기반 레거시 시스템 통합 기술	B	
		생산현장 모니터링 및 실시간 연계기술	A	
		제조관련 전문 포털 시스템화 기술	A	

경쟁우위를 점하기 위해서는 제조업 뿐 아니라 모든 부문에서 기업은 협업을 통해 돌파구를 마련하고 있다. 그러나 기업은 다른 기업과의 협업이 원활하게 이루어지지 못하고 있는데 이는 시·공간상 제약이 많은 오프라인 협업을 염두에 두고 있기 때문이다. 특히 요즘의 분산환경 구조에서는 온라인 협업이 효과적이데 정작 기업은 이러한 온라인 협업을 위해 필요한 기술이 무엇이고 어떠한 인프라 환경이 필요한지에 대한 가이드라인이 없는 상황이다. 따라서 본 연구에서는 제조기업 간 기술협업 지원을 위해 우선 온라인 협업을 위해 필수적으로 구축되어야 할 정보인프라 환경을 분석하고, 협업의 정의와 분류 및 특성을 수행주체, 시간, 기업구조 등 다양한 측면에서 파악하였다. 또한 정부의 지원을 통해 개발되어 다수의 제조기업이 활용하고 있는 협업 시스템을 대상으로 전략적 중요

도 및 시급성을 고려하여 협업 지원 기술을 분석하고 실행 전략에 따른 지원 기술을 도출하였다.

기 구축된 협업 시스템은 PDM, PLM, MES, ERP, CRM, SCM 등 다양한 정보시스템의 결합으로 해석할 수 있으며, 실제로 앞서 언급한 정보시스템의 기능 중 협업에 필요한 기능 대부분은 협업 시스템 내의 기능모듈로 구현이 되어 있다. 이러한 협업 시스템은 실제로 중소기업들로 하여금 경쟁력 향상을 가져올 수 있는 역할을 수행하는데, 가령 사출금형 분야(설계협업)에서 협업 시스템을 활용한 결과 2004년 대비 2008년 평균 납기가 35일에서 20일로 42.9% 단축되었고, 설계시간은 15일에서 7일로 53.3%나 단축되는 효과를 얻었다. 또한 자동차 산업 분야(자동차부품 협업)에서도 협업 시스템의 활용은 2006년 대비 2008년 성과 기준 납기가 16.7% (30일 → 25.5일), 시사출

회수가 29.3% (8.2일 → 5.8일) 줄어드는 효과를 가져왔다.

그러나 이러한 협업 시스템은 시스템 구성의 완성도와 구축 비용 대비 아직까지 만족할 만큼 많은 기업이 활용하지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구의 결과를 반영하여 제조전략에 따른 협업 지원 기술을 점차 보완하고 신규 개발을 통해 협업 시스템을 강화한다면 제조기업간 협업의 확산이 빠른 시일 내에 이루어질 것으로 기대된다. 또한 기계 및 전자, 플랜트 산업으로의 협업 시스템 확대 적용을 위해서는 제조산업의 특성을 새롭게 분석하고 이를 반영한 협업 시스템의 개발이 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- Floridi, L. (2004), *The Blackwell guide to the philosophy of computing and information*, Blackwell Publishing Ltd, MA, USA.
- Kaebnick, H., Kara, S., and Sun, M. (2003), Sustainable product development and manufacturing by considering environmental requirements, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 19(6), 461-468.
- Kim, S. and Li, X. (2003), Research Trends of Collaborative Business Processes, *The Journal of Korean Institute of CALS/EC*, 8(1), 15-33.
- Lee, J. (2003), E-manufacturing fundamental, tools, and transformation, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 19(6), 501-507.
- Lee, S., Ryu, K., Nam, S., Choi, Y., and Choi, H. (2008), i-Manufacturing : Korean-style Manufacturing Innovation Strategy promoting Balanced Regional Growth based on Collaboration, *Proceedings of the International Conference on Smart Manufacturing Application*, 58-62.
- Linthicum, D. S. (2003), Next Generation Application Integration: From Simple Information To Web Services, Addison-Wesley.
- Poundstone, W. (1993), *Prisoner's Dilemma*, Doubleday, NY, USA.
- Ryu, K., Choi, H., and Lee, S. (2004), Framework of e-Collaborative Engineering Services for Mold Companies in Korea, *Proceedings of IMS International Forum*, 1128-1137 (Part 2).
- Ryu, K., Cho, Y., Choi, H., and Lee, S. (2005), Collaborative Process Modeling for Embodying e-Manufacturing, *IE Interfaces*, 18(3), 221-233.
- Shin, J., Choi, Y., Ryu, K., Lee, S., and Choi, H. (2009), i-Manufacturing based collaboration strategy in mould & die industry. *Proceedings of the 10th Asia Pacific Industrial Engineering Managements Conference(APIEMS2009)*, 2630-2636.
- Tao, L. (2001), Shifting Paradigms with the Application Service Provider Model, *Computer*, 34(10), 32-39.
- Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Collaboration> (last accessed by Dec. 10, 2009).



류 광 열

포항공과대학교 산업공학 학사
 포항공과대학교 산업공학 석사
 포항공과대학교 산업공학 박사
 한국생산기술연구원 선임연구원
 현재 : 부산대학교 산업공학과 조교수
 관심분야 : e매뉴팩처링, 프랙탈생산시스템 (FrMS), 디지털매뉴팩처링



김 보 현

전남대학교 산업공학 학사
 한국과학기술원 산업공학 석사
 한국과학기술원 산업공학 박사
 현재 : 한국생산기술연구원 수석연구원
 관심분야 : 가상공학, 정보시스템 설계 및 통합, 제조분야 서비스화



최 현 중

한양대학교 기계공학 학사
 한양대학교 기계공학 석사
 독일 Hannover 대학 기계공학 박사
 현재 : 한국생산기술연구원 수석연구원
 관심분야 : 정밀가공, 나노가공, e매뉴팩처링