

공급망 형성을 위한 협업기업 발굴방법의 최신 동향 분석

김경덕¹ · 조보람¹ · 신문수² · 류광열³ · 조현보^{1*}

¹포항공과대학교 산업경영공학과 / ²한밭대학교 산업경영공학과 / ³부산대학교 산업공학과

The State-of-the-art of Discovering New Suppliers to Build a Supply Chain

Kyungdoc Kim¹ · Boram Jo¹ · Moonsoo Shin² · Kwangyeol Ryu³ · Hyunbo Cho¹

¹Department of Industrial and Management Engineering, Pohang University of Science and Technology

²Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

³Department of Industrial Engineering, Pusan National University

In the past, buyers and suppliers met each other to find common interests off-line in exhibitions and conferences, or through personal connection. These activities were time consuming and costly. With the advent of information era, these activities moved to online market places, where buyers search for suppliers with a set of keywords that are believed to be representative of their requirements. Its fundamental assumption is that all the potential candidates are registered in a certain database. However, recently buyers want to diversify suppliers due to needs of cost competitiveness or frequent new product development. To this end, instead of choosing suppliers from the supplier pool, discovering suppliers from all over the world should be emphasized. In order to enable buyers to describe their requirements and suppliers to capture their manufacturing capabilities via online market places, the semantic differences of terms between buyers and suppliers should be resolved. The paper summarizes various supplier discovery frameworks and prototype systems, which can be employed to expose domestic small-medium enterprises into global buyers in the near future.

Keyword: supplier discovery, supply chain building, ontology, semantic matchmaking, e-marketplace

1. 서론

공급망의 개념은 1980년대에 처음 나타나 1990년대에 Enterprise Resource Planning(ERP)의 도입과 함께 전자적 물류관리의 개념으로 발전했으며, 현재 많은 기업들이 현업에서 활용하고 있다(Lavassani, 2009). 공급망의 관리는 효율적인 물류관리를 위해 각 회사의 개별 최적화를 추구하기보다, 공급망을 구성하는 모든 기업들을 통합 관리하여 전체의 비용을 낮추는 것을 목

표로 한다. 특히 공급망 관리를 위해 전문 정보 회사들과 컨설팅 회사들이 공급망 관리 솔루션들을 개발하여, 생산, 유통, 물류 등 다방면으로 확장시켰다.

공급망에 관한 주된 연구들은 공급망의 효율을 극대화 시키는 방향으로 진행되어 왔다. 예를 들어, 공급망 내의 물류 비용을 최소화 시키는 물류센터의 위치 결정 연구(Zhou *et al.*, 2002; Badri, 1999), 각 후보 공급망의 비용을 추정하여 최적의 후보를 추천하는 방법에 대한 연구(Yoo *et al.*, 2010), 공급망 내의 정보

본 연구는 지식경제부에서 수행하는 지식경제 기술혁신사업의 일환인 “i-매뉴팩처링(한국형 제조혁신)사업”과 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 “IT명품인재양성사업”의 연구결과로(C1515-1121-0003) 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

*연락처 : 조현보 교수, 790-784, 경북 포항시 남구 효자동 산31번지 포항공과대학교 산업경영공학과,

Fax : 054-279-2870, E-mail : hcho@postech.ac.kr

투고일(2011년 12월 13일), 심사일(1차 : 2012년 01월 20일), 게재확정일(2012년 02월 06일).

공유 효과에 대한 연구(Ouyang, 2007), 공급망 내부의 재고 최적화를 위한 협업 시스템과 조건에 관한 연구(Kelle and Akbulut, 2005) 등이 진행되었다. 또한 2000년 들어 정보기술, 특히 웹 서비스 기술이 발달함에 따라 그동안 개별기업을 대상으로 수행되던 공급망 운영 및 최적화가 모든 공급망 참여 기업으로 확대, 발전 되었다. 즉, 모든 공급망 참여 기업을 대상으로 웹서비스를 이용하여 기업 상태 및 정보를 수집함으로써 공급망 전체에 대한 동적인 시뮬레이션 수행이 가능해 졌다(Yoo *et al.*, 2009). 그러나 이러한 연구들은 공급망 내부의 기업들만을 대상으로 한다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 공급망에 새롭게 진입하려는 기업들은 평가 및 최적화가 불가능하다는 한계점이 있다.

수요기업들은 가격 경쟁력 강화, 신제품 출시 등 다양한 이유를 가지고 공급기업을 다각화 시키고 싶어 한다. 이러한 요구조건들을 만족하는 공급기업들을 전통적인 방법(전시박람회, 학회의 참여, 업계의 인맥 등)으로 구하는 것에는 시간과 비용이 많이 드는 한계점이 있다. 이러한 한계점을 극복하고자 인터넷을 통한 온라인 제조상거래 시장(<http://www.mfg.com>, <http://www.alibaba.com>, <http://www.thomasnet.com> 등)이 형성되어 거래가 진행되고 있다. 하지만 현재 운영되는 온라인 제조상거래 시장의 경우 온라인 장터 개설을 통해 수요기업은 자신들의 요구사항을 게시한 채 공급기업들의 연락을 기다리는 방식, 혹은 공급기업들이 생산 가능한 제품 목록 설명을 게시함으로써 수요기업들의 주문을 기다리는 방식으로 운영된다. 즉 온라인 제조상거래 시장은 수요기업과 공급기업을 중개하는 방식으로 운영하고 있다.

기존의 온라인 장터에서는 키워드 검색을 기반으로 수요기업 혹은 공급기업을 찾는다. 그러나 수요기업과 공급기업간 사용하는 용어의 차이로 인해 게시되어 있는 수요기업의 요구사항들에 대한 키워드 검색만으로는 공급기업들이 자신들의 제조능력에 부합하는 수요기업을 찾기 어렵다. 또한 공급기업의 생산 가능 제품 목록에 대한 키워드 검색만으로 수요기업의 요구사항에 부합하는 공급기업을 찾는 것이 쉽지 않다. 한편, 수요기업의 요구사항과 공급기업의 제조능력에 대한 설명은 일반적으로 다른 관점과 다른 수준에서 서술된다. 수요기업의 요구사항은 생산하고자 하는 제품에 대한 설명, 희망하는 공급기업의 기술수준, 비용 등의 내용이 주를 이루는 반면, 공급기업의 제조능력은 보유설비, 인력, 과거 생산한 제품 목록 등의 관점에서 표현된다. 즉, 수요기업의 요구사항과 공급기업의 제조능력에 대한 설명을 직접 대응시킬 수는 없으며, 구조화를 통한 상호 비교가 필요하다.

이러한 수요기업과 공급기업 간의 언어적, 구조적 차이를 극복하기 위해 온톨로지를 활용하여 새로운 협업기업을 찾는 방법에 대한 연구들이 진행되고 있다(Chi, 2010; Im *et al.*, 2011; Ameri and Patil, 2010).

본 논문의 목적은 공급망 형성시 협업기업 발굴을 위한 기존의 다양한 시스템 및 방법론들을 살펴보고, 이와 관련된 향

후 연구주제와 방향을 도출하는 것이다. 이를 위하여 기존의 협업기업 검색 시스템들과 온라인 제조상거래 시장들의 시스템 분석을 통해 본 분야의 최신동향을 파악하고자 한다. 제 2장에서는 국제적 협업의 추세와 온라인 제조상거래 시장에 대해 소개하고, 제 3장에서는 협업기업 발굴 방법론 및 시스템들에 대해 고찰한다. 이어 제 4장에서는 다양한 시스템 및 방법론의 조사를 기반으로 협업기업 발굴방법론의 연구주제들에 대해 논의하고자 한다. 마지막으로 제 5장에서는 협업기업 발굴문제에 대한 정리를 하고 앞으로의 연구 방향을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 국제적 협업의 필요성

오늘날 기업들은 급변하는 시장에 대응하고 국제적 경쟁력을 강화하기 위해 아웃소싱을 통한 지속적인 원가절감의 노력을 시도하고 있다. 특히 공급망 관리에 능한 기업들이 최근 지속적인 성장을 보이고 있는데, 이는 공급망 내부의 업체들과의 긴밀한 협력이 성장의 밑바탕이 됨을 의미한다.

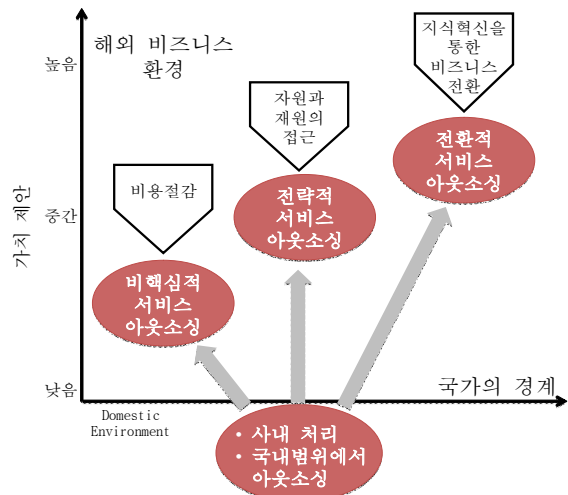


그림 1. 아웃소싱의 유형과 발전 추이(Javalgi *et al.*, 2009)

더불어, 과거의 일회적인 제품 생산이나 노동력 확보를 위한 아웃소싱과 달리, 최근에는 KPO(Knowledge Process Outsourcing)라고 불리는 고부가 서비스에 대한 아웃소싱이 급증하고 있는 추세이다(Javalgi *et al.*, 2009). 이처럼 고급화된 아웃소싱을 위해서는 공급기업을 선정 할 때 단순히 가격적인 측면만을 고려하는 것이 아니라 공급기업과 관련된 모든 정보들(생산능력, 평판 등)을 종합적으로 평가해야 하며, 직접 방문을 통한 공급기업의 경쟁력 확인이 필요하다. 따라서 이러한 경영 패러다임의 변화는 수요기업이 공급기업을 찾고, 평가하고, 협업을 수행하는 방법에 있어 근본적인 변화를 요구하기에 이르렀다.

실제로, 미국의 몇몇 대기업의 경우 국제적 공급망을 형성

하기 위해 아시아에 위치한 우수 중소기업을 찾고자 하나, 자세한 정보를 쉽게 구할 수 없어 어려움을 겪고 있다. 이에 미국 국립표준기술연구소(National Institute of Standard and Technology, NIST)에서는 협업업체 탐색을 위한 방법론 개발을 진행 중에 있다(Fenves *et al.*, 2009). 또한 국내에서는 2004년부터 현재까지 i-매뉴팩처링(한국형 제조혁신) 사업을 통해 웹 기반 협업시스템(협업허브)을 구축하여 운영함으로써 800개사 이상 중소기업들의 생산성 향상, 납기단축, 원가절감 등을 지원하고 있다(Lee, 2007). 그러나 이는 협업시스템에 등록된 기업들만을 지원하며 새로운 협업관계를 구축하고 싶은 국내의 업체들을 위한 기업 탐색 방법이 부재하다.

2.2 온라인 제조상거래 시장

온라인 제조상거래 시장은 정보기술의 발달과 그 방향을 같이 한다. 과거에는 공급기업의 정보를 단순히 인터넷을 통해 제공하여 수요기업이 공급기업에게 연락하거나, 수요기업이 자신들의 요구사항을 게시해두면 공급기업이 이를 보고 연락하는 방식이었다. 최근의 온라인 제조상거래 시장은 인터넷을 통해 정보를 확인하고 따로 연락하는 것이 아니라, 웹서버와 데이터베이스의 조합으로 웹을 통해 상호 간에 소통을 할 수 있는 기능들이 추가되었다. 이는 마치 장터에서 수요자와 공급자가 직접 거래를 위해 의사소통을 하는 것과 유사한 기능이다. 이를 위하여 향후 새롭게 등장할 제조상거래 시장은 온톨로지와 추론을 통하여 공급기업과 수요기업을 연결하고, 의미기반 검색이 가능할 것으로 예상된다. 각 유형별 제조상거래 시장의 특징들을 <표 1>에 정리하였다.

표 1. 온라인 제조상거래 시장의 유형별 특징

시장 형태	검색 방법	자료 구성	마크업 방법	사용 주체
자료 제공형	단순 검색	정적	HTML, 평문	사용자
e-마켓 플레이스형	키워드 검색	동적	XML, ebXML 등	사용자
차세대 기업발굴 서비스	의미기반 검색	동적	OWL, RDF 등	사용자, 소프트웨어 에이전트

3. 국내외 협업기업 발굴 기술 동향

3.1 Digital Manufacturing Market(DMM)

일반적인 온라인 제조상거래 시장에서 협업기업을 찾기 위해서는 키워드 기반의 검색 혹은 디렉터리구조로 제공되는 기업리스트를 이용해야 한다. 이 때, 대상 기업의 수가 많다면 검색 결과의 정확도가 매우 낮아지며, 시스템에서 사람이 작업

에 참여하는 경우에는 작업자 오류 가능성이 존재한다. 반면 DMM은 온라인 제조상거래 시장에서 협업기업에 대한 자동화된 검색 및 평가를 위해 의미기반 공급자 발굴 방법론과 이에 필요한 기능들에 대한 구성 방법을 제안한다. DMM의 주요 핵심 기능은 다음 세 가지이다.

- (1) 제조 서비스 표현을 위한 온톨로지(Manufacturing service description language, MSDL)

DMM의 핵심 기능 가운데 하나인 MSDL은 Texas state university에서 개발한 제조업 분야의 상위 온톨로지(Upper ontology)이며, 제조업과 관련된 기본적인 개념과 그들 간의 관계들을 정의하고 있다. 현재는 기계가공 프로세스를 중심으로 표현이 되어있으며, 기타 일반적인 제조관련 핵심 개념들을 정의함으로써 성형과 주물 프로세스 표현이 가능하다. MSDL은 표현언어로 XML을 사용하며, 지식 형식화 방법으로 Description logic(DL)을 사용한다. 이를 통해 제조관련 용어를 미리 정의된 개념과 개념간의 관계, 그리고 논리적인 제약(Constraint)을 사용하여 표현 가능하다. MSDL에서 수요기업의 요구사항을 표현하는 핵심 개념은 Request-for-Quote(RFQ)와 Request-for-Proposal(RFP)이다. 이것들과 이에 속한 하위 개념을 이용해 수요기업의 요구사항을 형식화한다. 한편, 공급기업의 제조능력은 공정(Process), 설비(Machine), 작업장(Shop), 공급기업(Supplier) 이렇게 네 가지 수준으로 표현하고 있다(Ameri and Dutta, 2006; Ameri and Patil, 2010). 이를 통해 복잡한 제조관련 개념을 명백하고 형식적으로 표현 가능하다.

- (2) 수요기업과 공급기업 중개 기능(Matchmaking module)

수요기업, 혹은 공급기업에서 협업기업을 찾기 위해서는 DMM에서 질의구문을 생성한 후, 질의구문과 가장 유사도가 높은 공급기업 혹은 수요기업을 결과로 제시한다. 하나의 질의구문은 서비스(Service), 부품(Part), 공급기업(Supplier)의 하위 개념으로 구성되며, 각 하위 개념별 유사도를 측정된 뒤 그들의 가중합계를 계산해 최종 유사도를 구한다. 각 하위 개념별 유사도는 용어기반 매치메이킹(Taxonomy-based matchmaking)과 특징기반 매치메이킹(Feature-based matchmaking)을 이용하여 측정한다. 용어기반 매치메이킹(Taxonomy-based matchmaking)은 DL reasoner가 제공하는 분류기능을 활용한다. 그 결과, 질의구문으로부터 의미기반 거리가 같은 협업기업들이 선택된다. 질의구문은 수요기업과 공급기업의 입장에서 모두 작성이 가능하므로, 질의 결과로서는 각 상대방 협업기업들이 선택된다. 그 후, 온톨로지 상에서 동일한 의미를 지니고 있는 결과들의 우선순위를 정하기 위해 특징기반 매치메이킹(Feature-based matchmaking)을 이용한다. 이 방법은 각 개념을 정의하고 있는 논리적 제약의 유사성을 정량적으로 계산하여 두 개념 사이의 유사도를 아래 수식 1을 이용하여 산출하며(Tversky, 1977), 그 결과값은 0과 1사이의 실수 값으로 나온다(Ameri and Patil, 2010).

$$\text{Sim}(A, B) = \frac{nA \cap B}{nA \cap B + \mu nA - B + \nu nB - A} \quad (1)$$

(3) 제품특징 인식 기능(Feature recognition module)

일반적으로 수요기업의 구매 담당자가 제품의 제작 과정을 완벽하게 이해하지 못하는 경우가 많다. 따라서 제품에 대해 상세한 설명을 글로 적는 것이 쉽지 않다. 제품특징 인식 기능은 최근에 DMM의 핵심 기능으로 추가된 것으로써, CAD 모델로부터 제품의 디자인 요소(길이, 폭, 깊이, 꼭지점, 공구 접촉 방향, 부피 등)를 추출해내어 이를 제품 요구사항으로 반영토록 지원한다. 다만 처리시간과 에러발생을 줄이기 위해 특정 플랫폼에 종속되는 소프트웨어를 사용해야하는 한계점이 있다(Ameri *et al.*, 2011).

현재 DMM은 프로토타입 수준의 시스템이 제작 되어 있을 뿐이다. 빠른 시일내에 상용화가 가능할 것으로 예상되지만, 제조상거래 시장의 높은 진입장벽을 넘기 위한 획기적인 전략이 필요하다. 또한 제조업 각 분야에 대한 MSDL의 풍부한 표현력 확보가 선행되어야 한다.

3.2 Excellent Manufacturer Scouting System(EMSS)

EMSS는 공급기업의 핵심역량을 체계적으로 평가하여 수요기업의 다양한 요구조건에 부합하는 협업파트너를 지능적으로 발굴하는 “우수 제조기업 스카우팅 시스템(Excellent Manufacturer Scouting System, EMSS)”이다. 국내 우수 중소기업의 성장 지원을 궁극적인 목적으로 하며, i-매뉴팩처링 사업의 일부분으로 개발되고 있다. 특히 EMSS는 국내에 위치한 중소기업의 금형 제조업체(공급기업)와 해외에 위치한 수요기업을 연결하는 역할을 수행한다. EMSS의 핵심기능들은 다음 세 가지이다.

(1) 금형 제조 온톨로지(Mold manufacturing ontology)

금형 산업에 특화된 EMSS는 MSDL(Manufacturing Service Description Language)을 기반으로 하여 금형 산업의 특수성을 반영하여 확장한 금형 제조 온톨로지를 사용한다. 금형 제조 온톨로지는 금형산업에서 사용되는 금형 관련 용어들과 이들간의 관계와 규칙(Rule)으로 구성된다. 이를 기반으로 수요기업이 찾는 최적의 금형 제조업체에 대해 의미기반적 추론이 가능하다. 금형 제조 온톨로지 구조 개발을 통해서 도출된 금형 용어 사전을 통해 전반적인 금형 용어에 대한 의미, 동의어, 다른 용어와의 관계와 같은 정보를 제공한다.

(2) 의미기반 추천(Semantic recommendation)

EMSS가 탑재하고 있는 의미기반 추천 기능은 온톨로지 기반 매치메이커에서 구문적 매칭이 아닌 의미기반적 매칭을 이행함으로써 지능적인 협업기업 추천 서비스를 제공한다. 의미기반 추천 기능은 수요기업이 입력한 요구사항들과 저장소에 있는 협업기업의 핵심역량 간의 유사도를 측정하고 이를 추론하

여 수요기업이 찾는 우수한 협업기업을 발굴해준다. 따라서 EMSS는 단순히 우수 금형 제조업체를 추천해주는 것이 아니라 수요기업이 세부적으로 원하는 사항을 반영하여 맞춤형 추천을 제공할 수 있다.

(3) 공급기업 평가(Supplier assessment)

공급기업 핵심역량 평가 모델은 수요기업에게 최종적으로 공급기업 선택을 위한 지표로 활용되며, 공급기업의 기본 정보, 재무, 품질, 경영, 제품, 전략 및 혁신과 같은 여섯 가지 측면으로 공급기업의 특성을 평가한다. 이를 위해 가중치를 이용한 AHP(Analytic hierarchy process) 방법을 적용하여 평가 점수를 계산한다. 이와 같은 평가 모델은 국내 중소기업의 국제적 경쟁력을 향상시킬 수 있는 가이드 라인의 역할을 하게 되며, 해외 수요기업이 국제적 협업기업으로 국내 금형 제조업체를 선정하는 참조 모델로 사용된다.

EMSS는 아직 파일럿 시스템이 개발되지 않은 상태이며, 현재 시스템 개발을 위한 연구가 진행 중이다. 실용화를 위해서는 파일럿 시스템의 개발을 통한 초기 시스템 오류 수정과 사용 편의성 개선작업이 필요하며, 시장성과 상업적 효용성에 대한 검증이 필요하다. 따라서 상용화를 통해 국내외 기업들이 EMSS를 사용하기 위해서는 다소 시간이 걸릴 것으로 예상된다.

3.3 MFG.com

MFG.com은 현재의 대표 겸 CEO인 미치 프리(Mitch Free)가 2000년 미국 애틀란타에서 창립한 회사이다. 현재 애틀란타 외에 방갈로, 파리, 상하이 등에 지사를 가지고 있으며, 20만 명이 넘는 회원 수를 보유하고 있다. MFG.com은 수요기업들이 찾는 전 세계의 협업기업들과의 신속하고 정확한 연결을 돕고, 이들이 한 곳에서 전체 소싱 프로세스를 관리 할 수 있는 서비스를 제공하는 온라인 제조상거래 시장이다. MFG.com의 핵심기능은 다음과 같다(MFG.com, 2011).

(1) 세계 최대의 글로벌 소싱 커뮤니티

MFG.com은 수요기업에게 기계가공, 주조, 스탬핑, 가공, 단조, 플라스틱/금속 성형, 주형 및 조립 등 300가지 이상의 제조 공정에 대한 숙련된 제조업체를 발굴해주는 세계 최대의 글로벌 온라인 제조 시장을 제공한다. 세계 각국에 위치한 20만명이 넘는 사용자는 국내는 물론 전 세계 모든 지역을 소싱 대상 지역으로 선택할 수 있으며, MFG.com 플랫폼은 전 세계에 위치한 기업들을 위해 7개의 주요 언어와 50가지 이상의 통화를 지원하고 있다. MFG.com의 온디맨드 서비스는 제조업 전체를 하나의 효율적인 시장으로 통합시킴으로써 저렴한 가격에 높은 품질의 제품을 제조 및 공급할 수 있는 전 세계의 협업기업과 수요기업과의 더욱 쉽고 신속한 연결을 돕는 세계 최대의 글로벌 전문 소싱 커뮤니티를 제공한다.

(2) 효율적 소싱 관리

MFG.com은 원스톱 소싱 기반으로, 공급기업의 검색부터 발굴, 협업, 가격 결정 및 주문 모니터링과 같은 소싱 프로세스 전반을 관리할 수 있는 효율적 소싱 관리 서비스를 제공한다. 즉 MFG.com의 서비스를 통해 수요기업이 한 자리에서 견적요청, 협업기업과의 연결, 공급기업과의 의사소통, 계약 체결을 모두 이행 할 수 있다. 또한 MFG.com은 수요기업이 보다 빠르게 자신이 원하는 능력을 갖춘 공급기업을 저렴한 비용으로 찾아내어 그들과의 거래 후 지속적인 관계를 유지 가능하도록 돕고 있다.

MFG.com은 수요기업이 원하는 공급기업을 찾기 위해 입력한 특정 키워드를 통해 전 세계의 다양한 공급기업들을 자동적으로 검색할 수 있게 해준다. 하지만 수요기업이 원하는 제품을 실제로 생산할 수 있는지에 대한 사항에 대해서는 알려주지 않는다. 따라서 공급기업에 대한 평가를 위하여서는 수요기업이 공급기업을 직접 방문을 통하여 확인하거나 공급기업의 테스트 제품을 통해 확인하여야 하는 번거로움이 따른다.

3.4 ALIBABA.com

Alibaba international은 1999년 잭 마(Jack ma)에 의해 설립된 전자상거래 회사이다. 현재 약 240여 개 국가의 6900만 명 이상의 등록된 사용자를 보유하고 있으며, 중국 항저우에 위치한 본사와 중국, 홍콩, 대만, 유럽 및 미국 등 60개 도시에 지사를 가진다. 이들의 목표는 온라인 상에서 적은 거래 비용으로 중국의 중소규모 회사들과 해외의 수요기업을 연결하여 국제 무역의 규모를 확대 시키도록 돕는 것이다(Alibaba.com Limited, 2008).

ALIBABA.com의 핵심기능은 다양한 거래지원 도구 서비스를 제공하는 것이다(Guo et al., 2006). ALIBABA.com은 중국 중소규모 기업들의 원활한 국제 거래를 위해 아래와 같은 다양한 지원 기능을 제공한다.

- 제품 리스팅(Product listing)
- 제품 검색(Product search)
- 판매자와 수요자 검색(Seller or buyer search through product or trade lead)
- 인콰이어리 바스켓(Inquiry basket)
- 트레이드 매니저(Trade manager)
- 트러스트 패스(TrustPass)
- 알리페이(AliPay)

먼저 협업기업이 생산하는 제품 목록을 받아 수요기업이 원하는 제품을 검색 할 수 있게 하며, 생산품 또는 이전의 거래 정보를 통해 공급기업과 수요기업을 탐색 가능하도록 한다. 다수의 잠재적 공급기업들에 대한 생산품을 조회할 수 있고 커뮤니케이션을 위한 지원 도구도 제공한다. ALIBABA.com은 외부 신용평가기관의 인증을 통해 공급기업의 신용도를 확인해

줄 뿐만 아니라 온라인 결제에 있어 체계적이고 안정된 서비스를 제공하는 전자결제 시스템을 가지고 있다.

ALIBABA.com은 수요기업과 공급기업 모두를 위하여 제공되는 거래지원 도구들을 통해 사용자의 변화하는 다양한 요구 사항을 반영하는 향상된 서비스를 제공한다. 예를 들어, 생산 제품과 기업을 소개하는 방법, 국제대금을 결제하는 방법, 파트너들과 신뢰할만한 관계를 구축하는 방법, 온라인 거래 피해를 방지하는 방법 등에 대한 솔루션을 제공하는 것이다. 이처럼 ALIBABA.com의 성공요인은 새로운 기술 혁신에 있었던 것이 아니라 소비자 중심의 전자상거래 모델이라는 점이 중요하게 작용하였다고 할 수 있다.

ALIBABA.com은 사용자의 요구사항을 서비스에 빠르게 반영해 사용자의 불편사항을 해소해 왔으나, 전자상거래의 새로운 기술적인 발전을 이끌어 내지 못한 한계점을 갖는다. 특히 수요기업과 공급기업이 직접 상대방을 찾는 온라인 장터를 유지하여 자동화된 매칭이나 공급기업의 능력을 표현하는 부분이 상대적으로 미진하다. ALIBABA.com이 이러한 부분을 보완해 나간다면 글로벌 전자상거래시장의 플랫폼으로 발전해 나갈 수 있을 것으로 생각된다.

3.5 각종 시스템의 비교

<표 2>는 앞서 살펴본 협업기업 발굴지원 시스템들의 특징을 비교하여 나타내고 있다.

표 2. 협업기업 발굴 시스템의 비교

시스템	핵심기능	제조업 대상범위	개발 시기
DMM	제품 특징 인식, MSDL	선반, 기계 가공 산업	2008
EMSS	온톨로지, 매치메이커	금형 산업	2011
MFG.com	회원숫자	전 범위	2000
ALIBABA.com	거래지원 도구 서비스	전 범위	1999

MFG.com과 ALIBABA.com의 경우 약 2000년대 초반부터 사업을 수행하기 시작했다. 이와 달리 대학 연구실의 프로토타입 수준인 DMM과 EMSS의 경우, 2000년대 후반부터 연구가 진행되고 있으며, 아직은 보편화되지 않은 기술인 온톨로지를 공급자 발굴 과정에 활용하려고 시도하고 있다. 또한 MFG.com과 ALIBABA.com이 제조업 전 분야를 대상으로 상업적 서비스를 제공하고 있는 반면, DMM과 EMSS는 특정 산업을 대상으로 기능적 타당성을 평가하고 있다.

다음 장에서는 공급자 발굴 시스템의 핵심 요소들에 대한 분석을 통해 각 기능 별 발전 현황을 논의한다.

4. 협업기업 발굴관련 연구주제

4.1 시스템 구성

지금까지 핵심기능 측면에서 살펴본 DMM, EMSS, ALIBABA.com에 대해서 이번 장에서는 공개된 문헌을 통해 시스템적 차원에서의 이들을 비교해 보고자 한다. MFG.com의 경우 문헌을 통해 시스템의 구조가 공개되지 않아 제외했다. 이들 세 시스템은 유사한 구성을 하고 있으며, 각자의 핵심 기능을 구현하기 위해 약간씩 다른 형태의 구조를 지니고 있다.

먼저 DMM의 경우, <그림 2>에 나타난 바와 같이, 수요기업, 공급기업, 중간 시스템(DMM)으로 구성되어 있다. 여기서 DMM 내부에는 검색엔진이 존재하여 수요기업에서 작성하는 RFQ를 처리하고, 공급기업이 작성하는 프로필을 검색하는 기능을 수행한다. 또한 경매 시스템이 그 위에 존재하여 수요기업과 공급기업이 검색엔진을 통해 자신들이 원하는 상대기업을 찾을 수 있도록 한다(McArthur and Ameri, 2011).

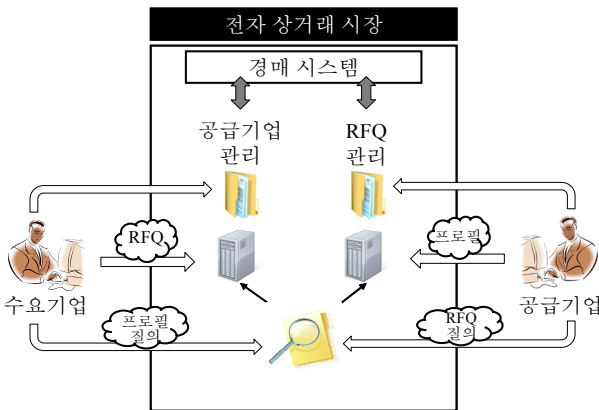


그림 2. DMM의 시스템 구성도(McArthur and Ameri, 2011)

EMSS의 경우 DMM과 유사한 구조를 가지고 있으며, <그림 3>에 나타난 바와 같이 수요기업과 중간에 존재하는 EMSS를 거쳐 공급기업을 발굴해내는 방식이다. EMSS의 내부에는 제조 온톨로지, 공급기업 등록소, 의미기반 매치메이커가 유기적으로 작동하여 협업기업 발굴을 수행한다(Im et al., 2011).

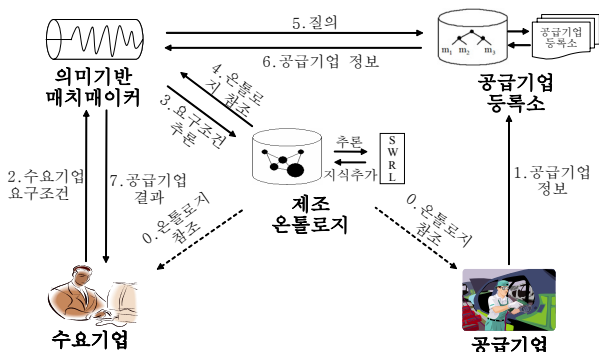


그림 3. EMSS의 시스템 구성도(Im et al., 2011)

ALIBABA.com의 경우 앞선 두 시스템과 달리 의미기반 검색을 위한 기능이 시스템의 핵심이 아니라, 온라인 제조상거래 시장을 구현하기 위한 기능이 핵심이다. Alibaba business logic을 통해 온라인 제조상거래를 지원하고 이것을 RedHat linux서버와 Oracle database를 통해 구현하고 있다. 결국 수요기업이나 협업기업은 인터넷 브라우저를 통해 ALIBABA.com의 웹 사이트에 접속하여 자신들이 원하는 업무를 수행하는 것이다(Guo et al., 2006).

세 시스템의 공통점은 수요기업과 공급기업을 하나의 공간에 모이게 하는 것이다. 하지만 차이점으로 ALIBABA.com의 경우 시스템 구성을 온라인 상거래의 안정적인 지원을 목표로 하고, DMM의 경우 검색엔진의 기능을 강화해 온라인 제조상거래가 더욱 용이하게 수행되는 것을 목표로 하고, EMSS의 경우 온톨로지와 의미기반매칭을 통해 자동화된 온라인 제조상거래 시장의 제작을 목표로 한다.

앞으로 단순히 공급기업과 수요기업을 한 장소에 모으고 그 거래를 지원하는 시스템보다 각기업의 요구사항을 반영하여 상대 협업기업을 찾고 연결해주는 시스템이 개발될 것으로 생각된다. 이러한 복합적인 기능을 지원하기 위해서는 핵심 구성요소인 공급기업 등록소, 제조 온톨로지, 의미기반 매치메이커가 개발되어야 한다. 공급기업 등록소와 관련하여 공급기업의 제조능력을 어떻게 데이터들을 이용해 표현하고 저장할 것인지에 대한 연구가 필요하다. 제조 온톨로지와 의미기반 매치메이커 관련 연구주제는 다음 절에서 좀 더 자세하게 서술한다.

그밖에 시스템 구성 관련 연구주제들로 시스템 분산화, 시스템 보안과 같은 것들이 있다.

4.2 제조 온톨로지와 매치메이커

각 분야에서 사용되는 다양한 용어들을 수집하여 추상화된 용어의 개념을 정의하고, 그 개념들 간의 관계를 정하면 온톨로지를 구축할 수 있다. 특히, 특정 분야의 높은 단계의 추상적인 개념들의 관계를 정의한 온톨로지를 상위 온톨로지라고 부른다. 제조업 분야에서 온톨로지를 구축하려는 크고 작은 시도들이 있었는데, Ameri와 Dutta가 제안하는 MSDLI이 제조산업, 특히 기계가공 분야의 온톨로지로 활용될 수 있다(Ameri and Dutta, 2006). 그 이후, McArthur와 Ameri가 수요기업의 요구조건을 RFQ 모델링을 통해 개념화하였으며(McArthur and Ameri, 2011), 제조 서비스를 요구하는 수요기업과 제조 서비스를 제공하는 공급기업을 온톨로지를 이용해 표현이 가능하게 되었다. 이를 이용하여 RFQ로 표현된 수요기업의 요구사항과 온톨로지의 클래스를 사용해 표현된 공급기업을 모델링 할 수 있다.

매치메이커란 수요기업과 공급기업을 연결하기 위해 필요한 일련의 알고리즘과 그 시스템을 말한다. 온톨로지를 활용한 의미기반의 매칭을 수행하기 위해서는 잘 정의된 온톨로지만이 아니라 수요조건과 공급기업의 서비스를 연결하는 방법

에 대한 연구도 필요하다. 최근에 온톨로지와 DL을 이용한 미기반매칭과 관련된 연구들이 수행되었다(Colucci *et al.*, 2006). 또한 온톨로지 내부에 정의되어 있는 인스턴스 간의 매칭을 위한 용어기반 매칭 알고리즘, 특징기반 매칭 알고리즘에 대한 연구도 진행되었다(Ameri and Patil, 2010). 앞으로 매치메이커와 관련해서는 온톨로지의 추론 능력을 이용하여 수요기업과 공급기업의 유사도를 측정하고 이에 따라 공급기업을 분류하는 것에 대한 연구가 필요하다.

4.3 공급기업 평가방법

수요기업의 파트너로서 공급기업을 선택하는 것은 평가해야 할 많은 결정 요소들이 있기에 매우 복잡한 일이다.

온라인 제조상거래시장도 공급기업을 다양한 방법으로 평가할 수 있어야만 수요기업이 원하는 기준에 따라 공급기업을 보여 줄 수 있다. 하지만 각 시스템 별로 공급기업을 평가하는 기준을 알아낼 수는 없었다. 따라서 본 장에서는 일반적으로 공급기업 평가를 위해 사용되고 있는 대표적인 방법인 계층적 분석법(AHP : Analytic hierarchy process)과 퍼지추론(Fuzzy inference)을 이용한 방법에 대해 소개하고, 앞으로의 연구주제를 제시하고자 한다.

먼저, 계층적 분석법은 사례를 중심으로 설명하고자 한다. 계층적 분석법을 이용해 공급기업인 주조회사를 평가하여 최종적으로 선정을 돕는 웹 기반의 프로토타입 시스템을 제시한다(Akarte *et al.*, 2001). 먼저 수요기업은 제품 요구사항을 정의하고 협업기업이 저장된 데이터베이스에서 적합한 공급기업들을 찾는다. 그 후 수요기업은 설비와 공급기업의 핵심역량 리스트를 확인하고, 검색된 공급기업은 구체적인 제품 사양과 견적서를 수요기업에게 보낸다. 공급기업은 주요 평가항목을 기준으로 평가 되고 평가 점수는 최종 선택을 위해 수요기업에게 제공된다.

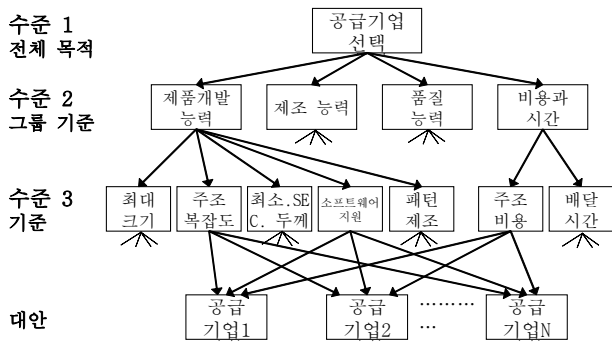


그림 4. AHP를 이용한 평가모델의 구조 표현(Akarte *et al.*, 2001)

평가 분석은 <그림 4>와 같이 3계층 구조로 이루어 지는데, 이는 공급기업 선정을 위한 궁극적 목적, 상위 평가기준(제품개발 역량, 생산 능력, 품질 수준, 비용 및 시간), 그리고 세부 하위 평가기준(최대 구조 크기, 최소 단면 두께, 구조 복잡도, 소

프트웨어 지원, 패턴처리, 조사, 몰딩, 코어 성형, 용융과 주입, 열처리, 기계가공, 치수공차, 표면 거칠기, 테스트 설비, 품질보증, 품질 수장, 총 구조비용, 샘플 배달 시간)으로 구성된다. 이 기준들을 통해 높은 평가 점수를 획득한 공급기업은 가장 우수한 업체로 선정 될 것이다.

다음으로, 퍼지추론을 이용하여 공급기업을 선정 및 평가하는 방법은 정량적요인과 정성적 요인을 함께 고려하는 것으로써 아래 <그림 5>와 같은 평가 모델을 따른다(Kim and Lee, 2004). 이 평가모델에는 정성적요인, 정량적 요인, 정량/정성적 요인에 의한 3가지 평가형태가 있으며, 정성적 요인에 대해서는 하위 수준의 정량적 데이터를 평가하여 퍼지추론 과정을 거쳐 0과 1사이의 실수값으로 정량화한다.

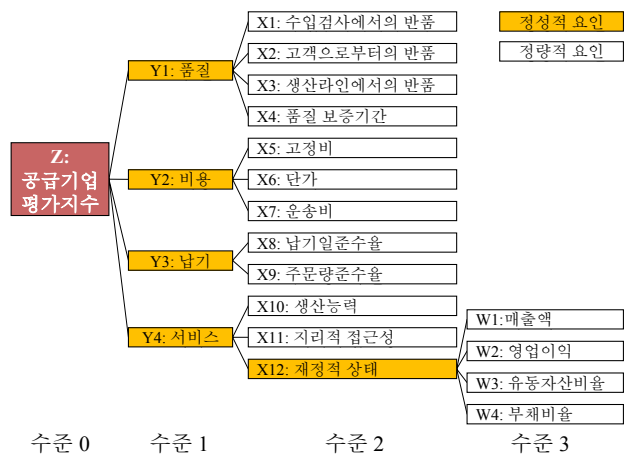


그림 5. 공급기업 평가모델(Kim and Lee, 2004)

퍼지 추론 절차에 의한 평가방법은 먼저 관련 정보들을 퍼지화하는 과정을 거친다. 정성적 요인은 0에서 1사이의 숫자에 의해 표현된다. Level 0과 Level 1의 ‘나쁘다, 적당하다, 좋다, 매우좋다’ 그리고 ‘나쁘다, 보통이다, 좋다’로 언어변수를 정리하고 이러한 언어변수와 각 구간에서의 소속 정도를 가진다. 다음으로 요인변수의 수를 p, 요인변수에 대한 언어변수의 수를 q라 하면 총 q^p 개의 퍼지 규칙을 각 수준간 도출한다. 퍼지 규칙은 전향부분인 ‘IF 하위 수준 요인변수들’, 후향부분인 ‘THEN 상위 수준 요인변수’로 나타낸다. 이 각각의 규칙에서 전향들의 소속정도를 결정하고 이를 가지고 규칙의 총 소속정도를 설정하는 상위 수준으로의 퍼지추론 과정을 거친다. 각각의 후향에 대한 부분해들이 결정되고 나면 소속함수로 표현되는 퍼지량을 정확한 실수값으로 전환하는 비퍼지화 과정을 거쳐 평가지수 값이 도출되고, 이는 어떤 공급기업이 우수한지를 평가하는 지표로 활용된다.

따라서 두 방법론 모두 평가기준들을 계층적으로 제시한 뒤 각 공급기업 별로 최하위 수준의 평가기준에 점수를 부여한다. 그 후, 각 공급기업 별로 총 점수를 산출하여 점수가 가장 높은 기업을 우수한 업체로 선정한다. 그리고 퍼지추론을 이용한 방법의 경우, 정성적인 요인에 대해 퍼지추론 과정을 거쳐 실

수값으로 정량화한다.

다만 수요기업이 원하는 평가요소들을 평가에 반영할 수 있거나 수요기업이 간단하게 지정할 수 있다면 수요기업의 요구에 알맞게 공급기업을 평가할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 수요기업의 요구사항과 공급기업의 평가항목간의 유사도 평가 방법론과 같은 연구가 필요하다.

5. 결론

본 논문에서는 최근에 대두되고 있는 협업기업 발굴 관련 방법론을 조사 분석하였고 이를 바탕으로 관련된 연구 주제들을 정리하였다. 이를 위하여서, 프로토타입 형태의 협업기업 발굴 시스템뿐 아니라, 실제로 기업이 운영하고 있는 온라인 제조상거래 시장 웹사이트를 분석하여 본 분야의 최신 동향을 파악하였다.

지금까지 진행되고 있는 대부분의 공급망 관련 연구들의 경우, 공급망 내부의 기업들을 대상으로 하고 있는 반면, 새롭게 공급망에 진입하려는 기업은 고려되지 않고 있다. 또한, 전통적인 방법으로 협업기업을 찾는 것은 시간과 비용이 많이 들기에, 온라인 제조상거래 시장이 형성 되었지만 자동적으로 기업들을 연결해주는 시스템이라고 하기엔 미흡한 실정이다.

수요기업과 공급기업의 관계 구축 및 협업기업 발굴을 위한 네 가지 시스템을 분석하였다. 프로토타입 형태의 협업기업 발굴 시스템으로서 DMM과 EMSS를 살펴보고, 온라인 제조상거래시장으로서 MFG.com과 ALIBABA.com을 조사하였다. DMM은 공급기업의 자동화된 검색 및 평가를 위해 의미기반 공급자 발굴 방법론을 제시하고 있으며, 그 핵심 기능은 제조서비스 표현을 위한 온톨로지, 수요기업과 공급기업 중개 기능, 제품특징 인식 기능이다. EMSS는 금형 제조업체의 핵심역량을 체계적으로 제공하여 수요기업의 다양한 요구조건에 부합하는 협업파트너를 지능적으로 발굴하는 시스템으로써 그 핵심기능은 금형 제조 온톨로지, 의미기반적 추천, 공급기업 평가이다. 전 세계의 공급기업들과의 신속하고 정확한 연결을 돕는 온라인 시장인 MFG.com의 핵심기능은 세계 최대의 글로벌 소싱 커뮤니티, 효율적 소싱 관리를 제공하는 것이다. ALIBABA.com은 제품 리스팅, 제품 검색, 판매자와 수요자 검색, 인콰이어리 바스켓, 트레이드 매니저, 트러스트 패스, 알리페이와 같은 다양한 거래 지원도구 서비스를 제공하는 것이 핵심기능이다.

협업기업 발굴과 관련된 연구주제로서 본 논문에서는 시스템 구성, 제조 온톨로지와 매치메이커, 협업기업 평가방법과 같은 주제들을 살펴보았다. 먼저 DMM, EMSS, ALIBABA.com의 세 시스템은 수요기업과 공급기업을 하나의 공간에 모이게 하는 공통점이 있었다. 하지만 ALIBABA.com의 경우 안정적인 온라인 제조상거래 시스템을 목표로 하고, DMM의 경우 검색엔진의 기능을 강화한 온라인 제조상거래를 목표로 하고 있으며, EMSS의 경우는 온톨로지와 의미기반매칭을 통해 자동화된 온

라인 제조상거래 시장을 목표로 한다는 차이점이 있다. 제조 산업에서의 상위 온톨로지로 개발된 MSDL을 기반으로 개발된 제조 온톨로지를 이용하여 제조 서비스를 요구하는 수요기업과 제조 서비스를 제공하는 공급기업에 대한 표현이 가능하다. 또한, 수요기업과 협업기업을 연결하기 위해서는 온톨로지 추론 능력을 이용한 매치메이커의 기능 설계의 필요성이 대두된다. 공급망을 구축하기 위해서는 공급기업의 평가와 선정은 반드시 거쳐야 할 단계이며 그 방법에 있어서 계층적 분석법을 이용한 방법과 퍼지추론 절차를 이용하는 방법이 있다.

온라인 제조상거래 시장은 단순히 인터넷을 통해 공급기업의 정보를 제공하여 수요기업이 직접 연락 하거나, 반대로 수요기업의 요구조건을 보고 공급기업이 연락을 취하는 방식에서 벗어나 키워드를 통해 검색하는 방식으로 바뀌었고, 앞으로는 온톨로지의 추론을 통한 의미기반 검색이 가능한 시스템으로 진화할 것으로 예상된다. 또한 세계적으로 급증하는 아웃소싱 수요에 발맞추어 협업기업 탐색을 위한 새로운 방법론 개발과 웹 기반의 협업시스템 구축과 운영이 활성화되고 있다. 그러나 시스템에 등록되어 있지 않은 새로운 협업관계를 구축하고 싶은 국내의 기업들을 위한 기업 탐색 방법이 부재한 실정이므로 이와 같은 문제를 해결하기 위한 다각도의 연구 노력이 필요하다.

더 나아가, 보다 효과적인 협업기업 발굴을 위해서는 다음과 같은 이슈들에 대한 연구가 진행 되어야 할 것이다. 먼저 온라인으로 찾아지는 협업기업에 대한 신뢰를 수요기업에게 제공하는 방법과 공급기업의 등록된 핵심역량의 지속적인 유지보수와 이 정보의 신뢰성 확보에 대해서도 연구해야 할 것이다. 그리고 협업기업을 발굴하는 것에서 끝이 아니라 추후 협업 과정을 지원하는 지속적인 서비스에 대한 연구 또한 협업기업 발굴을 위해 필요할 것이다.

참고문헌

- Akarte, M. M., Surendra, N. V., Ravi, B., and Rangaraj, N. (2001), Web based casting supplier evaluation using analytical hierarchy process, *Journal of the Operational Research Society*, 52(5), 511-522.
- Alibaba.com Limited (2008), Annual Report 2008.
- Ameri, F. and Dutta, D. (2006), An upper ontology for manufacturing service description, *26th Computers and Information in Engineering Conference, Philadelphia, Pennsylvania, USA, September*, 10-13.
- Ameri, F. and Dutta, D. (2008), A matchmaking methodology for supply chain deployment in distributed manufacturing environments, *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 8(1), 011002-1-011002-9.
- Ameri, F., McArthur, C., Asiabanpour, B., and Hayasi, M. (2011), A web-based framework for semantic supplier discovery for discrete part manufacturing, *39th Annual SME North American Manufacturing Research Conference, Corvallis, Oregon, USA, June*, 13-17.
- Ameri, F. and Patil, L. (2010), Digital manufacturing market : a semantic web-based framework for agile supply chain deployment, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 1-16.
- Badri, M. A. (1999), Combining the analytic hierarchy process and goal program-

- ming for global facility location-allocation problem, *International Journal of Production Economics*, 62(3), 237-248.
- Chi, Y.-L. (2010), Rule-based ontological knowledge base for monitoring partners across supply networks, *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1400-1407.
- Colucci, S., Di Noia, T., Di Sciascio, E., Donini, F. M., and Mongiello, M. (2006), Concept abduction and contraction for semantic-based discovery of matches and negotiation spaces in an e-marketplace, *Electronic Commerce Research and Applications*, 4(4), 345-361.
- Fernes, S. J., Mani, M., Subrahmanian, E., and Jones, A. T. (2009), An enabler for supplier discovery in virtual supply chains : a shared terminology, NIST Inter-agency/Internal Report(NISTIR), 7647.
- Guo, J., Lam, I. H., Lei, I., Guan, X., Jong, P. H., and Jeong, M. C. (2006), Alibaba international : building a global electronic marketplace, *IEEE International Conference on e-Business Engineering, Shanghai, China, October*, 24-26.
- Im, K., Lee J., Kim, B. H., Peng, Y., and Cho, H. (2011), Conceptual framework of supplier discovery via ontology-driven semantic reasoning, *Proceedings of the 41st International Conference on Computers and Industrial Engineering, Los Angeles, California, USA, October*, 23-25.
- Javalgi, R. R., Dixit, A., and Scherer, R. F. (2009), Outsourcing to emerging markets: theoretical perspectives and policy implications, *Journal of International Management*, 15(2), 156-168.
- Kelle, P. and Akbulut, A. (2005), The role of ERP tools in supply chain information sharing, cooperation, and cost optimization, *International Journal of Production Economics*, 93-94, 41-52.
- Kim, J.-H. and Lee, B.-K. (2004), A study on selection of effective supplier and analysis of evaluation structure in supply chain management, *IE Interfaces*, 17(2), 169-179.
- Lavassani, K., Movahedi, B., and Kumar, V. (2009), Developments in theories of supply chain management: the case of B2B electronic marketplace adoption, *The International Journal of Knowledge, Culture and Change Management*, 9(6), 85-98.
- Lee, S. (2007), Collaboration hub : i-Manufacturing(manufacturing innovation in Korea) project, *Journal of the KSME*, 47(4), 45-51.
- McArthur, C. and Ameri, F. (2011), Knowledge representation for supplier discovery in distributed manufacturing, *International Conference on Engineering Design, Copenhagen, Denmark, August*, 15-18.
- MFG.com (2011), About MFG.com, Accessed on December 10, 2011 From <http://www.mfg.com>.
- Ouyang, Y. (2007), The effect of information sharing on supply chain stability and the bullwhip effect, *European Journal of Operational Research*, 182(3), 1107-1121.
- Tversky, A. (1977), Features of similarity, *Psychological Review*, 84(4), 327-352.
- Yoo, T., Kim, K., Song, S., Cho, H., and Yücesan, E. (2009), Applying web services technology to implement distributed simulation for supply chain modeling and analysis, *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference(WSC 2009), Austin, Texas, USA, December*, 13-16.
- Yoo, T., Cho, H., and Yücesan, E. (2010), Hybrid algorithm for discrete event simulation based supply chain optimization, *Expert Systems with Applications*, 37(3), 2354-2361.
- Zhou, G., Min, H., and Gen, M. (2002), The balanced allocation of customers to multiple distribution centers in the supply chain network : a genetic algorithm approach, *Computers & Industrial Engineering*, 43(1-2), 251-261.



김경덕

포항공과대학교 산업경영공학과 학사
현재 : 포항공과대학교 산업경영공학과
통합과정

관심분야 : Supply Chain Optimization, Ontology,
Matchmaking Algorithm



조보람

동아대학교 산업경영공학과 학사
현재 : 포항공과대학교 산업경영공학과
석사과정

관심분야 : Matchmaking Framework, Ontology,
Project Management



신문수

포항공과대학교 산업공학과 학사
포항공과대학교 산업공학과 석사
포항공과대학교 산업공학과 박사
현재 : 한밭대학교 산업경영공학과 전임강사

관심분야 : 지능형 생산시스템, 가상기업,
시물레이션



류광열

포항공과대학교 산업공학과 학사
포항공과대학교 산업공학과 석사
포항공과대학교 산업공학과 박사
현재 : 부산대학교 산업공학과 조교수

관심분야 : 제조협업, 제조시스템,
프랙탈생산시스템(FrMS)



조현보

서울대학교 산업공학과 학사
서울대학교 산업공학과 석사
Texas A&M University 박사
현재 : 포항공과대학교 산업경영공학과 교수

관심분야 : Supply Chain Integration and
Management, Supply Chain
Automation, Ontology