

# 중소 금형업체 협업지원을 위한 핵심 제조역량 평가 모델 개발

신문수<sup>1</sup> · 이상일<sup>2</sup> · 류광열<sup>2\*</sup> · 주재구<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한밭대학교 산업경영공학과 / <sup>2</sup>부산대학교 산업공학과 / <sup>3</sup>인제대학교 시스템경영공학과

## Assessment Model of Core Manufacturability to Promote Collaboration of Small and Medium Sized Mold Companies

Moonsoo Shin<sup>1</sup> · Sangil Lee<sup>2</sup> · Kwangyeol Ryu<sup>2</sup> · Jaekoo Joo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University, Daejeon, 305-719, Korea

<sup>2</sup>Department of Industrial Engineering, Pusan National University, Busan, 609-735, Korea

<sup>3</sup>Department of Systems and Management Engineering, Inje University, Gimhae, Gyongnam, 690-150, Korea

Up-to-date enlargement of the scale of global outsourcing has brought about the need of systematic and efficient tools for competitive supplier discovery located in various areas. A web-based business supporting system, referred to as Excellent Manufacturer Scouting System(EMSS), is being developed to serve core business functions including supplier discovery, negotiation, and collaboration between overseas buyers and domestic suppliers throughout the process of supply chain formation. In this paper, a supplier assessment model devoted to evaluation of core manufacturing capability is proposed by targeting small and medium sized mold companies. The assessment model will eventually be loaded to EMSS. Even if many well-designed models for supplier assessment have been presented in literature, most of them limit the evaluation criteria to somewhat general information on a given supplier, such as cost, delivery time, quality, rather than core manufacturing capability itself. This research is pioneering work on supplier assessment from the viewpoint of manufacturability. The proposed assessment model classifies assessment indices into six criteria, which have been drawn by intensive survey and analysis of the mold industry. Actual assessment indices for each criterion are also presented along with an exemplary evaluation result.

**Keyword:** supplier discovery, excellent manufacturer scouting system(EMSS), core manufacturability assessment, mold industry

### 1. 서론

오늘날 기업들은 급변하는 시장에 대응하고 글로벌 경쟁력을 강화하기 위해 내부 핵심역량에 집중적인 투자를 하는 반면,

부가적인 기능과 서비스는 아웃소싱함으로써 지속적인 원가 절감의 노력을 경주하고 있다. 특히 정보통신 기술의 발달과 국가 간 FTA(free trade agreement) 협정 등으로 인해 글로벌 아웃소싱을 통한 글로벌 협력체계 구축은 기업의 미래 발전을 위

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

\*연락처 : 류광열 교수, 609-735 부산광역시 금정구 부산대학교63번길 2(장전동) 부산대학교 산업공학과,

Fax : 051-512-7603, E-mail : kyryu@pusan.ac.kr

투고일(2011년 12월 12일), 심사일(1차 : 2012년 01월 17일), 게재확정일(2012년 02월 06일).

한 주요 전략이 될 것으로 전망된다. 이러한 상황에서 국내 중소기업들이 지속적인 비즈니스 기회를 확보하기 위해서는 글로벌 대기업의 협업기업 탐색활동에 선제적으로 대비함으로써, 중국, 베트남, 인도네시아 등 주변 개발도상국 기업들에 비해 상대적 경쟁우위를 확보해야 한다. 즉 중소기업들은 공급기업의 입장에서 자사의 핵심역량을 잠재적인 수요기업인 글로벌 대기업들에게 효과적으로 알릴 수 있어야 한다. 그러나 기존의 협업기업 탐색활동은 전화, 광고, 전시회 등 전통적인 오프라인 방식을 취하거나 정형화된 온라인 자료 기반의 제한적인 탐색 방식을 취하고 있다. 이러한 방식은 탐색의 범위가 제한적이며, 많은 시간과 비용이 소요되는 단점을 갖는다.

또한 업체 간의 협업관계가 단순구매에서 전략적 파트너십으로 고도화됨에 따라 협력업체의 발굴과 관계구축 방식에 변화가 발생하고 있다. 기존의 단순구매 형태에서는 구매하고자 하는 제품의 질, 가격, 배송 등과 같은 표면적 정보들이 중요 요소로 평가되었지만, 전략적 파트너십을 위해서는 협력사의 생산능력(capability/capacity), 평판(reputation), 잠재력 등과 같은 내재적 요소들에 대한 평가가 중요하다. 따라서 공급기업은 자신의 내재적 역량을 외부에 효과적으로 알릴 수 있어야 하며, 수요기업은 협업기업을 탐색함에 있어 공급기업으로서의 내재적 요소를 포함한 종합적 역량평가를 수행해야 한다. 즉 글로벌 협업 기업을 효과적으로 탐색하고 종합적으로 평가하여 최적의 협업기업을 선택할 수 있도록 지원하는 협업기업 탐색 시스템이 필요하다.

EMSS(excellent manufacturer scouting system)는 국내의 우수 공급기업과 해외 수요기업에게 최적의 협업 파트너 탐색을 지원하는 정보시스템이다. 공급기업은 자사의 핵심역량을 EMSS에 등록하고, 수요기업은 EMSS를 이용하여 아웃소싱하고자 하는 요구조건을 입력하여 최적의 협업 파트너를 탐색, 발굴할 수 있다. EMSS는 각 공급기업이 수요기업의 요구조건을 얼마나 충실히 충족시킬 수 있는지를 자동으로 평가하여 제시함으로써 우수한 공급기업을 빠르게 발굴할 수 있도록 지원하며, 공급기업에게는 글로벌 대기업들과의 폭넓은 비즈니스 기회를 제공한다. 이때 우수한 공급기업을 효과적으로 발굴하기 위해서는 각 기업이 보유한 핵심 제조역량을 정확하게 평가할 수 있어야 한다. 그러나 기존의 기업 평가 모델은 제품을 생산하기 위한 제조역량 보다는 대외적인 평판과 가격, 납기 등 표면적인 지표를 중심으로 설계되어 왔다. 따라서 제조기업의 특성을 반영하기 위해 각 기업을 기술적인 관점에서 평가할 수 있는 새로운 평가 모델의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 중소형 금형업체의 핵심 제조역량을 평가하는 모델을 제안한다. 금형산업의 특성을 고려한 핵심역량 평가지표를 설계하고, 이를 기준으로 개별 금형업체를 평가하는 방법론을 제시한다. 궁극적으로 개발된 평가 모델을 EMSS에 탑재함으로써 금형산업을 우선대상으로 보다 많은 기업들이 자사의 핵심역량을 공정히 평가받고, 이를 알릴 수 있도록하고자 한다. 국내 금형산업은 종업원 20인 이하의 소규모 업체

가 80%에 이를 만큼 높은 비중을 차지한다(Korea Trade Commission, 2008). 금형산업에서 기업간 전자상거래(B2B) 규모가 2011년 기준 국내 시장이 1조 9천 6백억 원, 세계시장이 7조 4천 8백억 원임을 고려할 때(Korea Trade Commission, 2008), 글로벌 경쟁력을 갖춘 중소기업 금형업체들에 보다 큰 비즈니스 기회를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 공급기업들의 역량평가 지표와 최적의 공급기업을 선정하기 위한 의사결정 방법론에 대한 기존 연구를 소개하며, 본 연구와의 차별성을 제시한다. 제 3장에서는 공급기업을 평가하기 위한 기본 모델을 제시하고, 제 4장에서는 금형산업을 기준으로 구체적인 평가지표와 평가방법을 사례를 통해 설명한다. 마지막으로 제 5장에서는 결론과 추후연구 과제를 제시한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 공급기업 평가지표

공급기업 평가에 관한 연구는 평가항목(criteria) 및 세부 평가 지표에 관한 연구와 주어진 평가지표를 기준으로 기업을 실제로 평가하는 방법에 관한 연구로 구분할 수 있다. 공급기업의 우수성을 평가하기 위해서는 다양한 항목에서의 다면적 평가가 필요하며, 각 항목별로 평가치를 도출하기 위한 세부 평가 지표가 필요하다. 공급기업의 평가지표에는 정량적(quantitative)과 정성적(qualitative) 지표, 그리고 유형적(tangible)과 무형적(intangible) 지표 등 매우 많은 기준이 포함된다. <Table 1>은 공급기업 선정을 위한 평가 항목과 평가 방법에 관한 문헌 중 다기준 의사결정 기법(multiple criteria decision analysis; MCDA)을 적용한 대표적인 연구문헌을 정리한 것이다. Dickson(1966)은 공급기업 평가를 위한 23가지 평가 항목을 제시하고, 미국 시장을 대상으로 설문연구를 실시하여 품질, 납기만족 그리고 과거 이력이 가장 핵심적인 평가 항목임을 입증하였다. 또한 Weber *et al.*(1991, 1993)는 방대한 문헌연구를 통해 74건의 평가 모델 중에서 80%, 59%, 54%가 각각 가격, 납기, 품질을 주요 평가항목으로 사용하고 있음을 밝혔다.

그러나 기존의 평가 모델 들은 공급기업의 기술수준에 대해 충분히 고려하지 않고 있다. 실제 대표적인 기업 평가 모델의 하나인 Baldrige 모형(<Figure 1>)의 경우 제품과 프로세스 효율성 관점의 평가 항목을 포함하고 있지만, 제조기업의 기술수준에 대한 세부적인 평가 항목을 포함하지 않는다.

### 2.2 공급기업 선정방법

공급기업을 선정하기 위해서는 다양한 평가 항목을 종합적으로 고려하여 이들 간의 상호관계를 반영한 단일지표를 산출해야 한다. 따라서 다기준 의사결정 기법(MCDA)이 널리 사용되고 있다(De Boer *et al.*, 2001). MCDA 방법론을 활용하여 공급

Table 1. Summary of literature on supplier selection using MCDA(modified from Chan *et al.*, 2008)

연구 방법	평가 적용 방법	출처
Review	Decision variables and Supplier selection problem	Dickson(1966), Weber <i>et al.</i> (1991, 1993), De Boer(2001)
	Weighted point method	Timmerman(1987)
	Matrix approach	Gregory(1986), Soukup(1987)
	Vendor profile approach(VPA)	Thompson(1990)
	Analytic hierarchy process(AHP)	Saaty(1980), Narasimhan(1983), Nydick and Hill(1992), Liu and Hai(2005)
Supplier selection approaches	Goal programming	Buffa and Jackson(1983), Sharma <i>et al.</i> (1989)
	Multi-objective programming	Weber and Ellram(1993), Feng <i>et al.</i> (2001), Ghodsypour and O'Brien(2001)
	Integration of AHP and liner programming	Ghodsypour and O'Brien(1998)
	Integration of AHP and preemptive goal programming	Wang <i>et al.</i> (2004)
	Multi-attribute utility approach	Dyer(1992), Min(1993)
	Data envelopment analysis	Liu <i>et al.</i> (2000), Wu and Blackhurst(2009)
	Case based reasoning	Choy and Lee(2002)

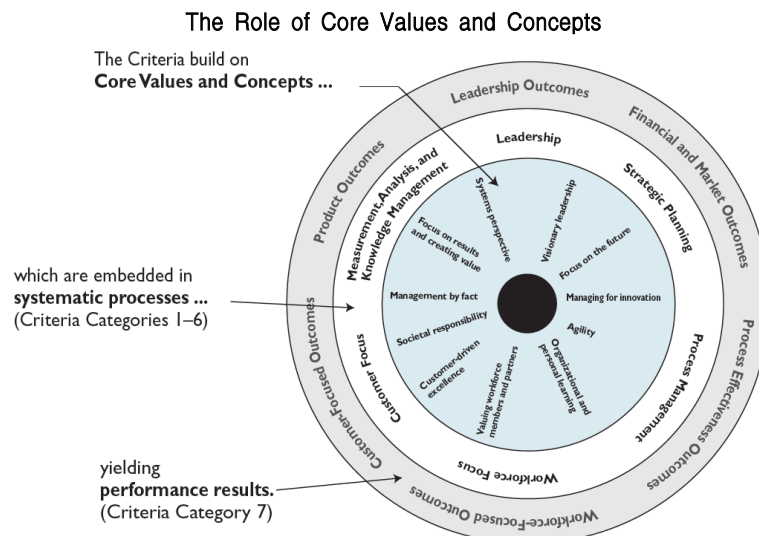


Figure 1. Baldrige performance criteria (NIST, 2011)

기업 선정 문제를 해결하기 위해서는 1) 분석대상 공급기업, 2) 공급기업 평가 항목, 3) 평가 항목별 가중치, 4) 평가 항목별 공급기업에 대한 평가치 산정방법, 그리고 5) 평가 항목별 평가 점수의 종합방법이 결정되어야 한다(Kim and Wagner, 2011).

Chan *et al.*(2008)에 따르면 공급기업 선정을 위해 제시된 MCDA 방법론에는 가중요소분석법(weighted point method)(Timmerman, 1987), 성능 매트릭스 분석법(matrix approach)(Gregory, 1986; Soukup, 1987), 공급자 프로파일 분석법(vendor profile analysis; VPA)(Thompson, 1990), 계층분석법(analytic hierarchy process; AHP)(Saaty, 1980; Narasimhan, 1983; Nydick and Hill, 1992), 목적계획법(goal programming)(Buffa and Jackson, 1983; Sharma *et al.*, 1989), 다수목적계획법(multiple objective programming; MOP)(Weber and Ellram, 1993; Feng *et al.*, 2001; Ghodsypour and O'Brien, 2001) 등이

있다. 이 중에서 AHP와 MOP는 공급기업 선정 문제에 있어 가장 널리 사용되고 있는 방법론이다. 그러나 AHP는 세부 항목별 가중치를 평가자가 이미 알고 있다는 가정을 전제로 하므로, 공급기업을 평가함에 있어 존재하는 불확실성을 올바르게 반영하지 못한다(Dyer *et al.*, 1992). 또한 MOP 기법은 계산양이 많다는 특성 때문에 평가항목의 수를 제한해야 하며, 주관적인 지표를 반영할 수 없는 한계가 있다(Khorramshahgol *et al.*, 1988).

이러한 한계를 극복하기 위해 Ghodsypour and O'Brien(1998)은 최적의 공급기업과 주문수량을 결정하는 문제에 대해서 AHP와 선형계획법(linear programming)을 통합한 기법을 제안하였으며, Wang *et al.*(2004)은 AHP와 목적계획법의 장점을 모아서 공급기업의 정량적 특성과 정성적 특성을 모두 평가할

수 있는 모델을 제시하였다. 또한 Dyer(1992)와 Min(1993)은 다속성 효용이론(multi attribute utility theory)에 기반하여 공급기업을 선정하는 모델을 제안하였다. Liu *et al.*(2000)은 공급기업 선정방식에 자료포락분석(data envelopment analysis) 기법을 적용하였으며, Choy and Lee(2002)는 지능적인 공급기업 선정을 위한 사례기반 추론(case-based reasoning) 기법을 제안하였다.

이와 같은 기존의 공급기업 평가방법은 평가 항목간의 중요도 및 평가자 입장의 선호도를 고려한 분석적 기법의 개발에 목적을 두고 있다. 그러나 본 연구는 중소형 금형기업의 제조역량을 객관적으로 평가하는 모형의 개발에 목적을 둔다. 따라서 최적의 분석기법의 개발 보다는 중소형 금형기업의 특성을 반영하는 평가 항목과 세부 평가지표의 개발을 중심으로 다룬다.

### 2.3 제조기업 스카우팅 서비스

제조기업 스카우팅 시스템이란 협업 파트너로서 제조기업을 탐색, 발굴하는 비즈니스 시스템이다. 현재 서비스되고 있는 제조기업 스카우팅 시스템은 각종 조합이나 협회 사이트 중심의 단순 자료 제공형과 e-마켓플레이스형 시스템으로 구분할 수 있다. 자료 제공형 시스템은 리스트 형태로 업체의 기초정보만을 제공하며, 시의성에 문제가 있을 뿐만 아니라 전반적인 탐색 프로세스가 오프라인에서 진행된다. e-마켓플레이스형 시스템의 경우에도 키워드검색 수준의 탐색 기능만을 제공하며, 제조역량 자체에 대한 자체평가 기능은 아직 탑재되지 않고 있다. <Figure 2>는 국내외 대표적인 e-마켓플레이스형 제조기업 스카우팅 시스템을 비교, 분석한 내용이다. e-마켓플레이스형 시스템을 통해 탐색의 범위를 부분적으로 좁힐 수는 있지만, 기업에 대한 실제적인 평가 기능이 없어 대상 기

업들에 대한 역량평가 등의 탐색 이후 비즈니스 프로세스 지원이 불가능하다.

현재 국내외적으로 온톨로지 기반의 시맨틱 검색 기능이 활발히 연구되고 있으나, 특정 제조산업을 대상으로 도메인 온톨로지를 정의하고 이를 기반으로하는 시맨틱 검색은 시도되지 않고 있다. 최근에는 미국 National Institute of Standards and Technology(NIST)를 중심으로 제조기업의 핵심역량에 대한 온톨로지 정의의 타당성 연구가 시도되었을 뿐이다(NIST, 2010).

## 3. 공급기업 평가모델

### 3.1 공급기업 탐색 프로세스

본 연구는 수요기업이 글로벌 아웃소싱 파트너를 선정하는 문제를 다룬다. 수요기업이 아웃소싱 파트너들과 공급사슬(supply chain)을 구성하고, 협업을 진행하는 전반적인 업무흐름은 1) 공급기업 탐색, 2) 공급기업과의 협상, 그리고 3) 공급기업과의 협업, 3단계로 구성되며, 이는 <Figure 3>에 나타난 바와 같다. 기존의 공급기업 탐색 과정은 전통적인 오프라인 방식을 취하며(예 : 전시회참가, 중개업자 소개, 전화, 방문 등), 온라인상의 정보를 활용하더라도 그 수준이 매우 제한적이다. 반면 EMSS는 시스템에 등록된 공급기업을 온라인상에서 자동으로 평가하여, 잠재적인 협업 파트너 목록을 제시한다. 특히 본 연구를 통해 제안하는 공급기업 평가 모델은 제조역량의 관점에서 개별 공급기업이 수요기업의 요구조건을 얼마나 충족시킬 수 있는지를 평가한다. 공급기업 탐색과정은 1) 필터링, 2)매칭, 그리고 3) 랭킹의 3단계로 진행되며, 이는 <Figure 4>에 나타난 바와 같다. EMSS는 평가결과에 따라 상위의 우수 공

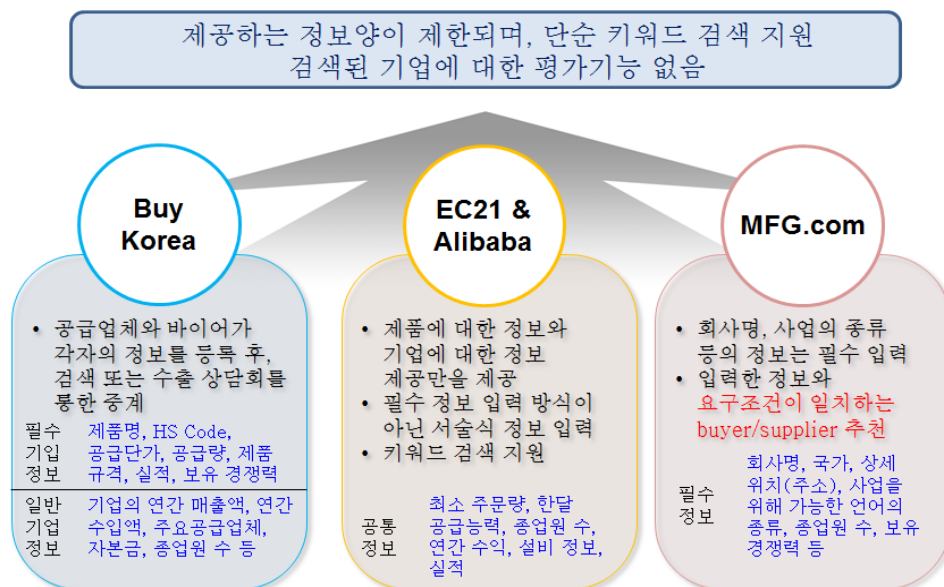


Figure 2. e-Marketplace based scouting system

급기업들을 수요기업에 추천한다. 공급기업에 대한 평가는 수요기업의 요구조건에 따라 상대적으로 이루어지며, EMSS에 등록된 정보를 기준으로 한다.

### 3.2 제조역량 평가항목

본 연구에서는 핵심 제조역량을 평가하기 위한 평가 모델을 제시한다. 제조역량이란 기업이 특정한 기술과 장비를 사용한 제조 공정을 통해 주어진 제품을 원하는 품질수준으로 약속된 납기 이내에 안정적으로 공급함으로써 수요기업의 요구조건을 만족시킬 수 있는 능력을 의미한다. 제조역량을 평가하기 위해서는 <Table 2>에서와 같이 경영, 재무, 품질, 제품 등 다양한 측면에서의 종합적인 고려가 필요하다.

Table 2. Six major criteria for supplier evaluation

항목	설명
General information	제조분야, 생산제품, 생산량, 위치 등 기업의 기본적 정보
Finance	R&D 및 재무적 건전성
Quality	제품의 품질에 대한 정량적 자료 및 내부 품질관리정책, 품질인증 현황
Management	SCM, CRM, HRM 등에 대한 기업의 운영관리 역량
Product	원자재, 가능한 공작의 종류, 생산설비 등 제품생산에 관련된 정보
Strategy and Innovation	기업의 전략 및 향후 비전에 대한정보

본 연구에서는 국내 중소기업 금형 기업들을 대상으로 심층 분석을 실시하여 총 여섯 가지 평가 항목을 제안한다. 그러나 본

연구는 아웃소싱 파트너로서 공급기업을 탐색, 발굴하는 단계에 관한 것이므로 구체적인 제품의 가격과 납기는 평가항목으로 고려하지 않고, 공급기업의 기술수준을 고려하여 발굴할 잠재적 아웃소싱 파트너와의 협상 과정에서 결정한다고 가정한다. 단, 고객관계관리(customer relationship management; CRM) 측면에서 납기준수를 지표는 포함한다. 각각의 평가 항목에는 정량적인 지표와 정성적인 지표, 유형과 무형의 지표가 혼재되어 있지만, 금형산업의 특성을 고려할 때 수요기업의 입장에서 항목별 중요도를 직관적으로 평가할 수 있도록 구성하였다. 각 항목의 모든 세부지표들이 온라인상에서 자동으로 평가되는 것은 아니며, 일부 정성적인 세부지표들은 평가가 아닌 참고지표로서 활용된다. 수요기업은 EMSS가 탐색과정을 통해 추천한 우수 공급기업들에 대해 참고지표로 제시된 정성적 지표를 고려한 자체 평가를 실시할 수 있다. 여섯 가지 평가 항목에 대한 설명은 다음과 같다.

- 일반정보(general information) : 제조역량을 평가하는 지표는 아니지만, 수요기업의 입장에서 선호하는 협업 파트너를 선정하기 위해 고려되는 정보이다. 예를 들어 제조분야와 생산 가능한 제품군 등의 정보는 공급기업을 평가함에 있어 기본적으로 충족되어야 하는 항목이다.
- 재정(finance) : 재정항목을 구성하는 세부지표들은 일반적으로 개별 공급기업을 협업 파트너로서 얼마나 신뢰할 수 있는지를 표현한다. 그러나 매출액과 이익의 절대적 금액이 크지 않은 소규모 기업이 잠재적 협업 파트너에서 배제되는 것을 방지하기 위해 매출액과 이익의 규모는 직접적으로 평가하지 않으며, 수요기업에 참고지표로서 제시만 한다. 대신 공인된 신용평가 기관이 제시하는 기업별 재무적 신용등급을 평가 지표로 반영한다. 또한 미래의 성장 잠재력을 재무적으로 평가하는 관점에서 기업의 연구개발 투

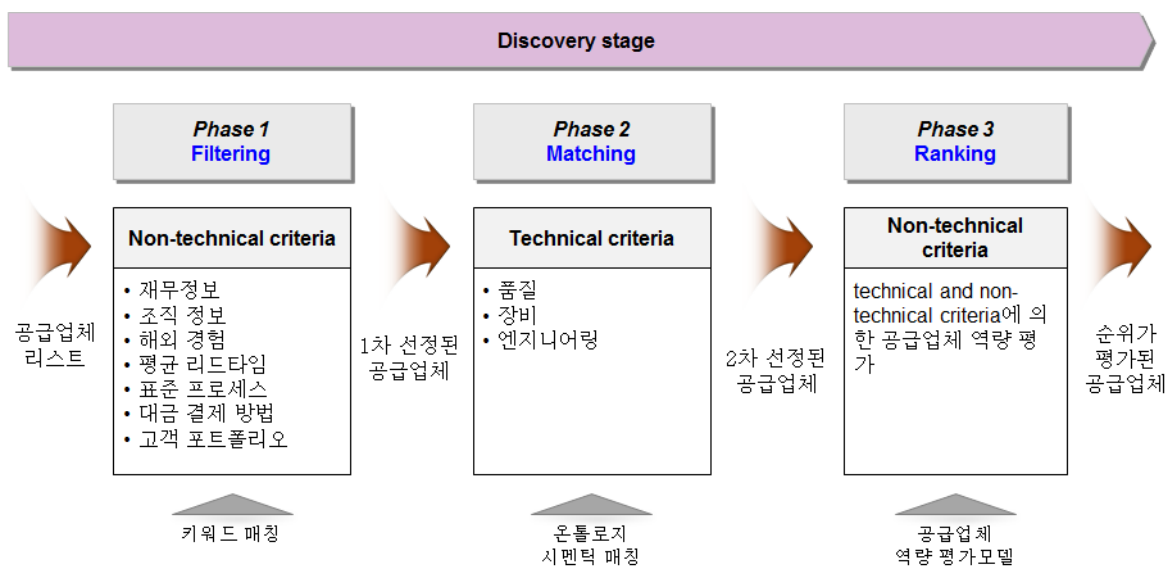


Figure 3. Supplier discovery process in EMSS



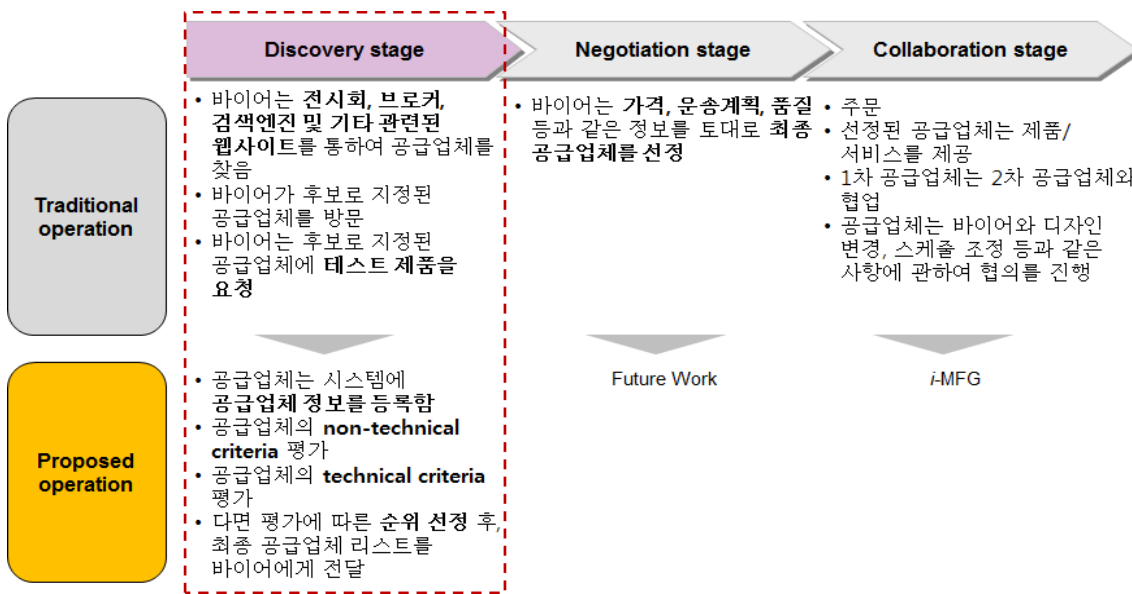


Figure 4. Supply chain formation and operation

자현황 지표를 함께 포함한다.

- 품질(quality) : 생산 제품과 적용 공정에 따라 관리되는 품질 특성치가 다양하므로, 개별적인 품질 특성치를 평가지표로 설정할 수는 없다. 대신 제품 유형별 평균 불량률 등의 기본적인 품질관리 지표와 기업의 품질관리정책, 공인된 품질인증 획득여부를 기초로 공급기업의 품질 수준을 평가한다.
- 경영(management) : SCM, CRM, 그리고 HRM(human resource management) 관점에서 기업의 운영관리 영역을 평가한다.
- 제품(product) : 공급기업의 순수한 제품 제조역량을 평가하는 항목이다. 제품 항목은 수요기업 입장에서 협업 파트너를 선정하기 위한 가장 본질적인 항목이며, 대상 업종에 따라 하부 지표를 다르게 구성해야 한다. 본 연구의 목적이 중소기업 업체를 대상으로 하는 평가 모델을 제안하는 것이므로 금형산업에 특화된 세부지표들로 제품 항목을 구성한다.
- 전략 및 혁신(strategy and innovation) : 직접적인 정량화가 어려운 정성적 지표로 구성되며, 시스템에서 자동으로 평가하지는 않는다. 대신 수요기업이 협업 파트너를 선정할 때 고려하는 참고지표로서 활용된다. 관련 정보는 텍스트, 이미지, 동영상 등 다양한 매체의 형태로 제공된다.

### 3.3 평가방법

본 연구에서 제안하는 공급기업 평가 모델은 수요기업의 요구사항을 기준으로 공급기업을 정량적으로 평가한다. 평가방법은 앞 절에서 설명한 각각의 평가항목들을 하위의 평가항목으로 세분하고, 하위의 평가 결과의 합으로 상위의 평가 결과값을 설정하는 계층적 접근법을 적용한다. 단, 전략 및 혁신 항목은 정성적 평가지표로서 수요기업이 직접 평가하므로 평가 모델에는 포함하지 않는다. <Figure 5>는 평가항목의 계층구조를 나타내고 있으며, 항목에 따라 다양한 깊이(3~5tier)의 계

층으로 구성된다.

각각의 평가 항목들은 다양한 평가지표들로 구성되며, 모든 평가지표들은 평가방식에 따라 <Table 3>의 4가지 유형으로 구분할 수 있다.

Table 3. Assessment types

평가유형	설명
Pass-type	직접적으로 평가하지 않는 지표
Y/N-type	만족(yes)과 불만족(no)으로 평가
Score-type	정량적 수치로 평가되는 지표
Buyer-type	정성적 지표이며, 수요기업이 직접 평가

Pass-type 지표는 단순 참고자료이며, 공급기업의 역량을 평가하는 지표는 아니다. 각 공급기업을 특정하는 속성(attribute)의 성격을 가지며, EMSS 내의 공급기업 레파지토리(repository)에 저장되는 자료 중에서 공급기업의 평가에는 반영되지 않는 모든 항목이 Pass-type 지표이다. Y/N-type의 지표는 수요기업의 요구에 대해 공급기업이 충족하는 정도를 만족과 불만족으로 구분하는 지표이다. 품질 항목의 품질인증 현황지표가 대표적인 Y/N-type이라 할 수 있으며, 요구하는 품질인증의 획득 여부로만 판단하게 된다. Score-type의 지표는 수요기업의 요구에 대한 만족의 정도를 정량적인 수치로 평가한다. 반면 Buyer-type의 지표는 정성적인 특성을 가지며, EMSS 시스템이 직접 평가하지 않고 수요기업이 자사의 기준에 의해 평가한다. 공급기업의 전략 및 혁신 항목의 모든 지표들이 이에 해당한다. 단, EMSS는 참고지표로서 제시되는 Buyer-type 지표에 대해 수요기업 입장에서 효과적으로 평가할 수 있도록 AHP에 기반한 쌍대 비교 기능을 지원한다.

공급기업에 대한 최종 평가는 식 (1)과 같이 항목별 가중치를 반영한 가중치 벡터(weighted vector)를 기준으로 군집화(clus-

tering)하는 과정을 통해 이루어진다.

$$\mathbf{x} = [w_1G \ w_2F \ w_3Q \ w_4M \ w_5P]^T \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \sum w_i = 1$$

$G, F, Q, M, P$ 는 각각 일반정보, 재정, 품질, 경영, 제품 항목에 대한 평가결과 값이다.  $w_i$ 는 항목별 가중치이며, 이는 수요기업이 공급기업에 대한 탐색작업을 시작하면서 요구조건과 함께 EMSS에 입력하는 값이다. 본 논문에서는 간결한 설명을 위해 <Figure 5>의 세부 항목(3<sup>rd</sup> tier 이하)들에 대한 가중치는 고려하지 않는다.

본 연구에서는 K-평균군집화(K-means clustering) 알고리즘(MacQueen, 1967)을 통해 대상 공급기업을 상, 중, 하 세 개의 그룹으로 구분하고, 상위의 공급기업을 우수기업으로서 수요기업에 추천한다. 각 그룹의 초기 중심점은 항목별 최상위 값들로 구성된 벡터와 중위값, 최하위 값으로 구성된 벡터를 각각 사용한다.

### 4. 금형기업 평가사례

#### 4.1 평가지표

본 장에서는 금형업체를 대상으로 설계된 제조역량 평가모델의 구체적인 평가지표와 평가사례를 제시한다. 항목별 구체적인 평가지표는 <Table 4>~<Table 8>과 같다. 예를 들어, <Table 8>에서 볼 수 있는 공급기업의 제조역량 평가의 핵심인 제품항목은 다음과 같은 세부 평가 항목으로 구성된다.

Table 4. Assessment criteria of general information

Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5	Assessment Type
제조분야	대분류			Score-Type
	중분류			Score-Type
	소분류			Score-Type
생산제품	주력 생산품			Y/N-Type
	생산 가능 제품군			Score-Type
생산량 (주력 생산품 기준)	평균			Score-Type
	최대			Score-Type
거래처	주요 고객사			Y/N-Type
	협력 기관			Buyer-Type
위치	국가			Y/N-Type
	지역			Score-Type

Table 5. Assessment criteria of finance

Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5	Assessment Type
R&D	R&D 투자	매출액 대비 R&D 투자비율		Y/N-Type
	설비투자	매출액 대비 설비투자비율		Y/N-Type
	Human Resource	매출액 대비 교육예산		Y/N-Type
재무 건전성	수익성	과거 3년 평균 매출액		Buyer-Type
		총자산 대비 당기순이익		Score-Type
	유동성	유동부채 대비 유동자산		Score-Type
	활동성	총자산 대비 매출액		Score-Type

#### 1<sup>st</sup> tier: Goal

#### 2<sup>nd</sup> tier: Criteria

#### 3<sup>rd</sup> tier: Sub-criteria

#### 4<sup>th</sup> tier

#### 5<sup>th</sup> tier

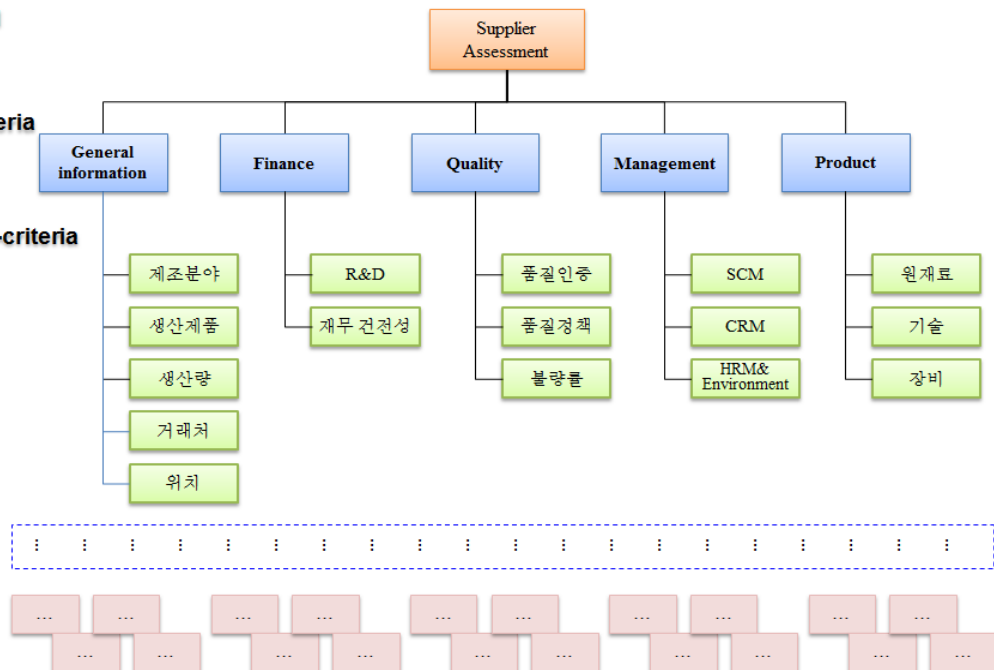


Figure 5. Hierarchy for supplier assessment

Table 6. Assessment criteria of quality

Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5	Assessment Type
품질인증	AS			Y/N-Type
	ISO			
	MIL			
	SQ Mark			
	TS16949			
	기타 품질인증			
불량률	연평균 불량률			Score-Type
품질정책	Step of quality control			Y/N-Type
	Five S			Y/N-Type
	Guide of SQA			Y/N-Type
	Monitoring for period of delivery			Y/N-Type

- 원재료(raw materials) : 공급기업에서 다루는 원재료에 대해 평가한다. 금형산업의 특성상 사용하는 원재료의 품질이 최종 산출물인 금형의 품질에 결정적인 영향을 미친다. 일반적으로 수요기업은 원재료의 종류 및 원재료의 강도 뿐 만 아니라 원재료를 공급하는 기업과 소속 국가를 확인한다. 본 모델에서는 수요기업이 요구하는 핵심 원재료를 기준으로 공급기업의 현황을 평가한다.
- 기술(technology) : 금형 제작에 관련한 다양한 요소 기술 중에서 수요기업이 요구하는 핵심 기술을 기준으로 공급기업의 보유기술을 평가한다. 수요기업의 요구 기술과 정확히

일치하는 기술을 보유하는 경우, 동일한 결과물을 얻을 수 있는 다른 기술을 보유한 경우 등을 차등하여 평가한다. 또한 공급기업의 전문 기술 분야를 보유 특허와 함께 Buyer-type의 참고지표로서 수요기업에 제시한다.

- 장비(equipment) : 수요기업이 요구하는 장비를 보유하고 있는 경우와 동일 공정을 처리할 수 있는 장비를 보유한 경우, 유 성능의 장비를 보유한 경우 등을 차등하여 평가한다. 또한 CAD, CAM, CNC 등 금형제작 관련 S/W 보유현황에 대해서도 Y/N-type 평가를 실시한다.

#### 4.2 평가사례

본 연구에서는 가상의 해외 수요기업이 EMSS를 통하여 국내 금형업체를 대상으로 아웃소싱 파트너를 탐색하는 상황을 가정하여 다음과 같은 사례연구를 수행하였다.

- 시나리오 : 해외 완성차 업체인 A사는 신규 개발된 자동차의 후방좌석 안전성 강화를 위한 측면 범퍼를 생산하려 하며, 사출금형과 함께 금형틀을 동시에 제작·공급할 수 있는 기업을 탐색한다.

실제 탐색 과정에서는 많은 수의 공급기업을 대상으로 평가하여 그 결과를 보여주지만, 본 사례에서는 문제를 단순화하기 위해 공급기업 탐색과정에서 필터링과 매칭 단계를 거치며 4개의 업체(S1~S4)가 선정된 상황을 가정한다. 평가 대상 기업을 4개 업체로 제한하고 있으므로 군집화 과정에서 상위 그룹

Table 7. Assessment criteria of management

Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5	Assessment Type
Supply Chain Management	해외 수출 선적 경험여부			Y/N-Type
	일반적인 선적타입			Y/N-Type
	일반적인 대금 지급 조건			Y/N-Type
	해외 A/S 정책			Y/N-Type
	Delivery time			Score-Type
Customer Relationship Management	e-bid 가능 여부			Y/N-Type
	대응 전담팀 구성 여부			Y/N-Type
	고객사에 기술지원 경험 여부			Y/N-Type
	납기 준수율			Y/N-Type
	테스트/수리 지원경험			Score-Type
Human Resource Management	핵심 기능별 근로자의 수	Tool designer		Y/N-Type
		CAM engineer		Y/N-Type
		Machining technicians		Y/N-Type
		Assembly management		Y/N-Type
		Quality management		Y/N-Type
	다기능팀 및 T/F 운영 여부			Y/N-Type
	친환경 인증 자격			Y/N-Type



Table 8. Assessment criteria of product

Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5	Assessment Type		
Raw materials and Component(Material)	원재료 종류*	강도	측정치	Score-Type		
		공급처	공급기업명	Score-Type		
			국가	Score-Type		
		표준 원재료 타입	공급기업명	Score-Type		
Technology	기술 종류**	세부기술명		Score-Type		
		공작기술 모델명		Score-Type		
		설명		Pass-Type		
	전문 기술 분야	Special Technology		Buyer-Type		
		특허		Buyer-Type		
Equipment	Tools(MachineTool)	공작기계	명칭, 모델명	Score-Type		
			제조사			
			대수			
			년식			
			Motion Type			
			공정			
			Axis			
			평균 유지보수 횟수(연간)			
	Automatic paletizing 보유 여부					
	Design and Programming	CAD	Ribs cutting과 finishing을 위한 최소 diameters는?/mm	보유 여부 및 수량	Y/N-Type	
				In-house 여부	Pass-Type	
				CAM	보유 여부 및 수량	Y/N-Type
					In-house 여부	Pass-Type
				CNC	보유 여부 및 수량	Y/N-Type
In-house 여부					Pass-Type	

Note) \* Ceramic, composite, Metal, Platicizer, Polymer, Steel, etc.

\*\* Injection mold, Textile overmolding, Sandwich, Multi-material infection, Stamping dies, Low pressure.

Table 9. Exemplary evaluation sheet on product criteria

Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5	Instance	Assessment Type	평가기준	평가 점수	배점				
Raw materials and Component (Material)	원재료 종류	강도	측정치	High	Score-Type	범용되는 강도기준 및 평가법 사용	5	5				
		공급처	공급기업명	POSCO	Score-Type	국가 및 기업별 등급 부여 후 점수화	5	5				
			국가	South Korea	Score-Type	국가 및 기업별 등급 부여 후 점수화	5	5				
		표준 원재료 타입	공급기업명	POSCO	Score-Type	국가 및 기업별 등급 부여 후 점수화	5	5				
국가	South Korea		Score-Type	국가 및 기업별 등급 부여 후 점수화	5	5						
Technology	기술 종류	세부기술명		Plastic Injection Mold	Score-Type	정확한 기술일 경우 15점 정확하지는 않으나 가능한 기술일 경우 10점	15	15				
		공작기술 모델명		Injection molding machine, IS3000DF	Score-Type	정확한 기술일 경우 15점 정확하지는 않으나 유사한 설비일 경우 5점	5	10				
		설명		Made by TOSHIBA, 3000ton, Japan	Pass-Type	N/A	N/A	N/A				
	전문 기술 분야	Special Technology		Multi-material injection technology	Buyer-Type	N/A	N/A	N/A				
		특허		Under-cutting molding using angel CAM and angle block	Buyer-Type	N/A	N/A	N/A				
Equipment	Tools (MachineTool)	공작기계	명칭, 모델명	MP2618	Score-Type	1차 Discovery 단계에서 Buyer가 입력한 조건을 의미기반 추론하여 적합도 %에 따라 점수 차등 부여	10	10				
			제조사	JAPAN, TOSHIBA	Score-Type							
			대수	5	Score-Type							
			년식	2006	Score-Type							
			Motion Type	Machining center	Y/N-Type							
			공정	Cutting	Y/N-Type							
			Axis	5	Score-Type							
			평균 유지보수 횟수(연간)	2	Score-Type							
	Design and Programming	CAD	Ribs cutting과 finishing을 위한 최소 diameters는?/mm	보유 수량	5	Y/N-Type	보유시, "ribs cutting과 finishing을 위한 최소 diameter는?/ mm" 체크 미보유시 0점 부여	5	10			
				In-house 여부	YES	Y/N-Type	1차 Discovery 단계에서 Buyer가 입력한 조건에 만족시 5점 부여					
				CAM	보유 수량	19	Y/N-Type			Yes일 경우 만점 부여	5	5
					In-house 여부	YES	Y/N-Type			Yes일 경우 만점 부여	5	5
				CNC	보유 수량	2	Y/N-Type			Yes일 경우 만점 부여	5	5
					In-house 여부	YES	Y/N-Type			Yes일 경우 만점 부여	5	5

과 하위 그룹 2개만을 구성하는데, 이는 4개 업체를 3개의 그룹으로 나누는 것이 의미가 없기 때문이다.

<Table 9>는 제품항목을 구성하는 세부 평가항목들에 대한 평가기준 및 평가방법을 나타내고 있으며, 4개의 공급업체 중 한 곳(S1)의 평가점수를 함께 보이고 있다. <Table 10>은 항목별 가중치와 4개 업체에 대한 항목별 평가점수를 보여준다. 4개 공급기업에 대한 항목별 평가결과를 가중평균하면, S1과 S2가 각각 87점과 83.5점으로 상위 그룹에 속하며, S3와 S4는 각각 83점과 75점으로 하위 그룹에 속한다. 그러나 K-평균군집화 알고리즘을 통해 4개 공급기업을 상/하위 그룹으로 나누면, S1, S2, S3, 3개의 기업이 상위 그룹에 속하는 것으로 판명된다. 즉 S3가 상위 그룹에 편입됨을 알 수 있다. 실제로 S3는 S2와의 가중평균값 차가 0.5점에 불과하며, S3와 S4는 그보다 훨씬 큰 값의 차이를 보이므로, S4를 제외한 나머지 평가대상 기업 모두가 우수기업으로 추천되는 것이 바람직하다. <Table 11>은 군집화 과정에 적용된 상/하위 그룹에 대한 초기의 중심점 벡터와 최종 중심점 벡터를 보이고 있다.

본 평가 모델은 상위 그룹에 속하는 기업 전부를 우수기업으로서 수요기업에 추천한다. 특정한 수의 상위 기업만을 제시하면, 다수의 우수 기업이 존재하는 경우 일부의 우수 기업이 잠재적 협력 파트너에서 배제될 수 있다. 반대로, 추천 기업의 수를 사전에 정의를 해 놓을 경우 우수기업이 아닌 기업이 추천되는 기업의 그룹에 포함될 위험성 또한 존재하게 된다. 이러한 우수기업 선정 논리를 기반으로 하는 EMSS를 통해 수요기업은 우수한 제조역량을 갖춘 기업들을 추천받고, 함께 제시되는 각종 참고지표를 활용하여 전략적인 협력 파트너를 선정할 수 있다.

## 5. 결 론

글로벌 아웃소싱의 중요성이 커지는 상황에서 국내의 수요기업들이 효과적으로 아웃소싱 파트너를 선정하기 위해서는 공급기업을 효과적으로 평가할 수 있는 방법론이 필요하다. 그러나 기존의 기업평가 모델은 기업 전반의 보편적 평가지표를 중심으로 하고 있다. 공급사슬 전반의 이익을 극대화하기 위해서는 우수한 제조역량을 지닌 아웃소싱 파트너의 참여가 필수적임에도, 각 공급기업의 제조역량 자체에 대한 평가방법론이 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 중소기업업을 대상으로 핵심 제조역량을 평가하기 위한 모델을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 평가 모델은 기업의 제조역량 자체를 평가하고자 하는 선도적 결과물이라는 의미를 갖는다. 또한 본 연구에서는 금형산업의 고유 특성을 고려한 제조역량 평가 모델을 설계하기 위해 국내 중소기업업체들을 대상으로 심층적인 조사, 분석을 실시하였다. 이를 통해 제안한 평가 모델은 산업현장에서 기업 간 협업 프로세스에서 고려되는 실제적인 요소를 포함하고 있다.

추후 연구 과제로서 제안된 평가 모델에 대한 수요기업 관점의 검증이 필요하다. 현재 개발된 평가 모델은 공급기업 관점에서의 의견 수렴만이 가능할 뿐 수요기업 관점에서의 명확한 검증이 어렵다. 이는, 수요기업 측면에서의 명확한 검증을 위해서는 한정된 공급기업에 대한 데이터를 우선 확보하여 본 연구를 통해 개발한 평가 모델을 활용한 평가를 수행하고, 모든 공급기업을 알고 있는 전문가로 하여금 평가 결과에 대한 피드백을 받는 것이 가장 좋은 방법이나 현실적으로 그러한 전문가를 확보하는데 어려움이 존재하기 때문이다. 따라서 지

Table 10. Exemplary evaluation sheet for 4 suppliers

Supplier	Criteria	General Information	Finance	Quality	Management	Product	Sum
	Weight	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	1.0
S1	Score	96	90	80	90	90	446
	Weighted Score	0.0	9.0	24.0	27.0	27.0	87.0
S2	Score	90	85	75	90	85	425
	Weighted Score	0.0	8.5	22.5	27.0	25.5	83.5
S3	Score	85	80	80	85	85	415
	Weighted Score	0.0	8.0	24.0	25.5	25.5	83.0
S4	Score	80	90	60	80	80	390
	Weighted Score	0.0	9.0	18.0	24.0	24.0	75.0

Table 11. Mean of points in high/low rank cluster

		General Information	Finance	Quality	Management	Product	Cluster
Initial	High rank mean	0.0	9.0	24.0	27.0	27.0	-
	Low rank mean	0.0	8.0	18.0	24.0	25.5	-
Final	High rank mean	0.0	8.5	23.5	26.5	26.0	S1, S2, S3
	Low rank mean	0.0	9.0	18.0	24.0	24.0	S4

속적인 글로벌 수요기업의 협업 프로세스 분석 및 관련한 전문가 자문을 통해 모델의 완성도를 보다 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또한 평가 모델의 적합성 개선을 위해 평가결과에 대한 수요기업의 만족도를 고려해야 한다. 만족도를 단순 정량지표로 활용하기 보다는 강화학습 기법을 통해 평가모델의 자체학습 메커니즘을 구현하는 것이 필요하다.

## 참고문헌

- Buffa, F. P. and Jackson, W. M. (1983), A goal programming model for purchase planning, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 19(3), 27-34.
- Chan, F. T. S., Kumar, N., Tiwari, M. K., Lau, H. C. W., and Choy, K. L. (2008), Global supplier selection : a fuzzy-AHP approach, *International Journal of the Production Research*, 46(14), 3825-3857.
- Choy, K. L. and Lee, W. B. (2002), On the development of a case based supplier management tool for multinational manufacturers, *Measuring Business Excellence*, 6(1), 15-22.
- De Boer, L., Labro, E., and Morlacchi, P. (2001), A review of methods supporting supplier selection, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7(2), 75-89.
- Dickson, G. W. (1966), An analysis of vendor selection systems and decisions, *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
- Dyer, J. S., Fishburn, P. C., Steuer, R. E., Wallenius, J., and Zionts, S. (1992), Multiple criteria decision making, multi attribute utility theory : the next ten years, *Management Science*, 38(5), 645-654.
- Feng, C. X., Wang, J., and Wang, J. S. (2001), An optimization model for concurrent selection of tolerances and suppliers, *International Journal of the Computers and Industrial Engineering*, 40, 15-33.
- Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C. (1998), A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming, *International Journal of the Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C. (2001), The total cost of logistics in supplier, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint, *International Journal of the Production Economics*, 73, 15-27.
- Gregory, R. E. (1986), Source selection : a matrix approach, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 22(2), 24-29.
- Khorramshahgol, R., Azani, H., and Gousty, Y. (1988), An integrated approach to project evaluation and selection. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 35(4), 265-270.
- Kim, D. Y. and Wagner, S. M. (2011), Supplier selection problem revisited from the perspective of product configuration, *International Journal of Production Research*, Available online.
- Korea Trade Commission (2008), Survey of the competitiveness of mold industry (Annual report).
- Liu, J., Ding, F.-Y., and Lall, V. (2000), Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement, *Supply Chain Management : An International Journal*, 5(3), 143-150.
- Liu, F. H. F. and Hai, H. L. (2005), The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier, *International Journal of Production Economics*, 97, 308-317.
- MacQueen, J. B. (1967), Some methods for classification and analysis of multi-variate observations, *Proceedings of 5th Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, 281-297.
- Min, H. (1993), International supplier selection : a multi-attribute utility approach, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(5), 24-33.
- Narasimhan, R. (1983), An analytical approach to supplier selection, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 19(4), 27-32.
- NIST (2010), Make it in America supplier scouting, <http://www.nist.gov/mep/scouting.cfm>.
- NIST (2011), Baldrige performance excellence program, <http://www.nist.gov/baldrige/>.
- Nydick, R. L. and Hill, R. P. (1992), Using the analytical hierarchy process to structure the supplier selection procedure, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 28(2), 31-36.
- Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Sharma, D., Benton, W. C., and Srivastava, R. (1989), Competitive strategy and purchasing decisions, *Proceedings of the Annual National Conference of the Decision Sciences Institute*, 1088-1090.
- Soukup, W. R. (1987), Supplier selection strategies, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 23(2), 7-12.
- Thompson, K. N. (1990), Supplier profile analysis, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(1), 11-18.
- Timmerman, E. (1987), An approach to vendor performance evaluation, *IEEE Engineering Management Review*, 15(3), 14-20.
- Wang, G., Huang, S. H., and Dismukes, J. P. (2004), Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology, *International Journal of Production Economics*, 91, 1-5.
- Weber, C. A. and Ellram, L. M. (1993), Supplier selection using multi-objective programming : a decision support system approach, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23(2), 3-14.
- Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C. (1991), Vendor selection criteria and methods, *European Journal of Operation Research*, 50(1), 2-18.
- Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C. (1993), A multi-objective approach to vendor selection, *European Journal of Operation Research*, 68, 173-184.
- Wu, T. and Blackhurst, J. (2009), Supplier evaluation and selection : an augmented DEA approach, *International Journal of Production Research*, 47(16), 4593-4608.



**신 문 수**

포항공과대학교 산업공학과 학사  
포항공과대학교 산업공학과 석사  
포항공과대학교 산업공학과 박사  
현재 : 한밭대학교 산업경영공학과 전임강사  
관심분야 : 지능형생산시스템, 가상기업,  
시뮬레이션



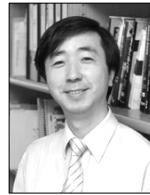
**이 상 일**

동아대학교 경영정보학과 학사  
부산대학교 산업공학과 석사  
현재 : 부산대학교 산업공학과 박사과정  
관심분야 : 제조협업, IT제조,  
프로세스마이닝



**류 광 열**

포항공과대학교 산업공학과 학사  
포항공과대학교 산업공학과 석사  
포항공과대학교 산업공학과 박사  
현재 : 부산대학교 산업공학과 조교수  
관심분야 : 제조협업, 제조시스템,  
프랙탈생산시스템(FrMS)



**주 재 구**

서울대학교 산업공학과 학사  
포항공과대학교 산업공학과 석사  
포항공과대학교 산업공학과 박사  
현재 : 인제대학교 시스템경영공학과 부교수  
관심분야 : 제조협업, 온톨로지,  
인간-환경시스템, 시뮬레이션