

신제품 공급사슬의 공급자 대응력 평가 연구

이정섭* · 장태우** · 신기태*** · 박진우****

A Study on Measuring Supplier's Performance for a Supply Chain on New Products

Jungsub Lee* · Tai-Woo Chang** · Kitae Shin*** · Jinwoo Park****

■ Abstract ■

In today's changing environment where the product life-cycle is becoming shorter, enterprises are forced to introduce new products as rapidly as possible and to score a success in a market. It is important to manage suppliers who supply parts of the new products to satisfy variable demands. We suggest performance measures of flexibility for suppliers in new products environments. We analyzed the measures from literatures, SCOR (Supply Chain Operations Reference) model and several scorecards. A simulation study was made with the measures in order to understand adaptability of a supply chain. It could help a manufacturer make a decision of purchasing and find a bottleneck supplier.

Keyword : Supplier's Performance Measure, New Products Environment, Supply Chain Simulation

논문투고일 : 2009년 07월 03일 논문수정완료일 : 2009년 11월 25일 논문게재확정일 : 2009년 12월 14일

* 삼성전자 디지털미디어총괄 연구원

** 경기대학교 산업경영공학과 조교수, 교신저자

*** 대진대학교 산업경영공학과 교수

**** 서울대학교 산업공학과 교수

1. 서 론

고객의 높은 욕구와 제조업의 기술 혁신으로 상품의 수명주기가 짧아지고 있다. 특히 정보통신기기의 수명주기는 줄어들고 있으며 휴대전화의 경우 6개월로 매우 단기간인 것으로 조사된 바 있다 [7]. 또한 신제품이 기업 매출에 미치는 영향도 점점 커져가고 있다. 3M은 연간 매출의 30%를 최근 4년 간 개발한 신제품에서 달성하고 있으며[1], 한 전선회사는 3년 이내 신제품 매출 비중을 23%를 목표로 하고 있다. 이처럼 신제품을 경쟁기업보다 먼저 출시하고 이를 시장에서 성공시키는 것은 기업이 지속적으로 경쟁우위를 확보하기 위한 필수 조건이 되었다[6].

그러나 신제품 개발과 출시는 기업에게 많은 부담감을 주고 있으며, 제품이 성공하여 수익을 내는 것도 쉽지 않다[10]. 또한 신제품 개발에 드는 시간보다 출시 후 수익을 창출하는 시간이 더 짧은 현상이 발생한다. 예로 휴대전화는 개발하는 데 1년의 시간의 소요되나 수명주기 6개월 동안 대부분의 수익을 창출하여야 하며 이 시기가 지나면 가격이 큰 폭으로 하락하며 재고 처리가 어려워진다.

신제품이 기업에게 실질적인 수익 증가를 안겨주기 위해서는 제품 출시 초반에 최대한 많이 판매하여야 한다. 그러나 팔리기 시작한 상품은 고객의 요구나 수요변화를 만족시키기 어렵다. 예로 기존 반도체 칩들에 대한 가격 하락 압력이 지속되는 상황에서도 현재 고객의 요구는 평균적으로 3년 중 2번 정도만 만족되고 있다[23]. 또한 ‘타마고치’는 폭발적인 인기를 끌었지만 고객의 요구 수량을 따라잡지 못해서 판매기회를 상실했고, 2002년 월드컵 기간에는 전해보다 7배에 가까운 판매고를 올린 회사가 있는 반면 기회를 상실한 회사도 있었다[7].

그러므로 기업은 팔릴 만한 상품을 신속하게 제공하고 창출된 수요를 최대한 만족시키는 것이 중요한 과제가 되었다. 신제품에 대한 고객의 수요가 기업의 초기 예측보다 많이 상회하는 경우가 흔히 발생하나 기업의 대응력이 부족하면 초과 수요

를 만족시키지 못하여 수익을 놓치게 된다. 따라서 기업은 재고를 최소화하면서 고객 수요에 최대한 대처하기 위해서는 필요 부품의 공급력을 높이는 방안을 모색할 수밖에 없게 되었다.

본 연구에서는 신제품이 출시되는 환경에서 공급사슬이 얼마나 효과적으로 대응하는지를 물량적 측면에서 파악하는 것을 목적으로 한다. 전체를 파악하여 평가하기 위해 우선 개별 공급자에 대한 평가부터 이루어져야 하며, 개별 공급자 평가에 사용된 지표를 바탕으로 공급자들로 구축된 공급사슬의 평가로 확장할 수 있어야 한다.

많은 기업이 공급자를 평가하는 점수표를 가지고 있다. 그러나 공급자를 개별적으로 평가하는 것만으로는 제품을 구성하는 다양한 부품 중에 어느 부품이 어느 시점에서 얼마만큼 부족한지를 파악하기가 어렵다. 또한 필요 부품을 공급하지 못해 수요를 충족시키지 못하는 상황을 유발시키는 병목 공급자를 파악하기가 어렵다. 병목 공급자는 단기간에 물량 확보와 수요 만족에 영향을 주는 주체라 할 수 있는데, 병목 공급자를 실시간으로 파악하는 것은 기업의 중요한 과제이다[17]. 그러므로 지속적으로 충분한 물량 확보 상태를 검증하기 위해 개별 공급자들의 대처 능력을 파악하고 이들로 구성된 공급사슬의 대처 능력을 종합적으로 평가하는 방안이 필요하며, 본 연구에서 이를 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서 관련된 기존 연구를 살펴보고, 제 3장에서 신제품 출시 환경에 필요한 정보를 정리하고, 공급자 평가를 위한 기준과 지표를 제시한다. 제 4장에서는 제시한 지표를 공급사슬에 적용하여 모델링하고, 제 5장에서 시뮬레이션을 통해 지표를 검토하고 공급사슬의 대응력을 평가한다. 제 6장에서는 연구 결과를 정리하고 추후 연구 방향에 대하여 서술한다.

2. 기존 연구

공급자 평가는 전체 사슬에 걸친 사업 목표 및

기업 환경과 밀접한 관련이 있으며, 기업의 향후 경쟁에 있어 필수적이다. 공급사슬은 효과적으로 최적화되도록 해야 하고 고객에게는 충분한 가치를 전달하며 계획했던 방향으로 움직이는지를 충분히 측정할 수 있는 시스템이어야 하므로 기존의 평가에서 벗어난 새로운 형태의 성과 측정이 이루어져야 한다[25]. 공급사슬 환경에서의 평가 측정은 내부 프로세스뿐만 아니라 공급자에 대한 평가도 포함되어야 한다[20].

공급자의 대응력, 즉 공급자의 품질과 납기 준수 능력은 제조업자의 경쟁력 확보에 중요한 요인이며, 공급자 평가와 관리는 전체 공급사슬의 경쟁력을 높이기 위한 필요조건이다[12]. 공급자 선정에 대한 대다수의 연구들은 공급자의 선정 평가 시 활용되는 공급자의 상대적인 속성 또는 특성들을 정의하는 데 중점을 두었다. 많은 연구에서 공급자 선택과 관리를 위한 기준과 지표를 제시해 왔으며, 기존 연구는 설문조사 연구와 수학적 모델링을 통한 분석 연구가 있다.

초기 1960~1970년대 설문조사 연구에서는 주로 선정 기준을 분류하여 제시했다. 구매 담당자 설문조사를 통해 23개 공급자 선정 기준을 순위를 매겨 제시하고 중요도에 따라 4단계로 분류하기도 했고[14], 주요한 세 가지 요소로 납기 능력, 기술 역량, 품질을 선정하기도 했다[14]. 공급자 평가에 대한 연구는 1990년대부터 많이 연구되었는데, 23개 기준을 바탕으로 새로운 기준을 제시한 연구도 존재한다. Swift(1995)는 공급자 수에 따라 제품 가격, 신뢰성, 기술지원 여부, 비용 측면에서 지표 선정에 차이를 보였다. 이 연구에 따르면 단일 공급자와 거래하는 경우 제조업자는 기술과 품질을 공급자에게 더 많이 기대하는 것으로 나타났다[24]. 자동차 산업에서 품질과 납기, 신뢰성, 관계, 유연성, 가격과 서비스를 공급자 선정기준으로 선택한 연구에서는 공급사슬의 위치에 상관없이 가격은 중요한 기준이 아니라고 제안된 바 있다[12].

Lehman(1982)은 가격, 품질, 납기, 서비스를 기본적인 선정 기준으로 제시했다[19]. 이를 바탕으

로 수학적 모델링을 통한 공급자 선정 지표 연구도 1990년대부터 연구되었다. 선형계획법, 혼합정수계획법 등을 기반으로 한 최적화 모델링 방법은 다양한 목적함수와 평가 요인에 따라 꾸준히 연구되고 있다. 다목적 공급자 선정에 대한 연구[26], 공급자 용량을 고려하여 다기준에 적합한 혼합정수비선형모델[15], 공급자와 구매자의 제약 조건을 고려하여 전략적인 공급자 선정에 적합한 모델[16] 등이 있다.

현재 기업은 목적과 상황에 적합한 차별화된 공급자 평가 대안을 점점 요구하고 있으며, 공급자-제조업자의 특성이 세분화되고 공급사슬마다 다른 평가 기준을 요구하고 있다[9, 11]. 그래서 각 기업은 설문조사와 수학적 모델링을 통해 제시된 일반적 관리 기준 외에도 개별적으로 공급자 점수표를 개발하여 현재 사용하고 있다. 다양한 분야의 글로벌 기업의 공급자 점수표를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

세계적인 물류기업 FedEx는 공급자를 평가하는 세 가지 원칙과 공급자의 특성에 따라 공급자 점수표를 만들었고[9], 이는 다른 기업들이 공급자를 평가를 하는 데도 중요한 기준이 되고 있다. 로슈진단(RDC)은 공급자 추세 점수표를 사용해서 공급자의 성과를 적시배달, 수량신뢰성, 자재검토통보, 공급자수정조치요구, 공급자수정조치요구에 대한 소요 시간 등 다섯 가지 분야로 평가·측정한다. 페더럴-모글은 품질, 납기, 유형의 부가가치 등 세 가지 분야로 평가·측정한다. 우수공급자로 선정되는 경우에는 신제품 개발에 참여할 기회를 제공하거나 신규계약을 체결 시 혜택을 주는 방식으로 공급자의 참여를 유도한다. 포드 자동차는 RDC보다 포괄적으로 점수표를 만들어 사용한다. 시스템 역량, 성과, 제조공정, 고객 만족 등의 영역에서 공급자의 우수성을 평가하며 우수한 공급자에게는 제품 개발 참여 혜택 등을 부여한다[3]. 글로벌 전자기업 S전자는 제품의 특성에 따라 공급자를 선택하는 기준을 가지고 있다. 공급자는 특히 제품 신기술의 소유 여부에 따라 다른 기준이

적용되며, 핵심 기술을 확보한 공급자는 핵심 사양을 받고 기술력과 품질에 의해 평가된다. 이에 비해 기술력이 부족한 업체는 비밀 보장과 경쟁력 있는 가격이 공급자 선정의 중요한 지표가 되며, 신뢰를 바탕으로 장기적인 협력 관계를 유지할 수 있다[8].

기업이 공급자 점수표를 통해 공급자의 실적을 꾸준히 파악하며 공급자가 납품하는 물품의 품질을 관리하고 있다는 것을 알 수 있다. 기업의 공급자 점수표를 통해서 알 수 있듯이 기업은 목적과 상황에 따라 차별화된 공급자 평가 대안을 점점 필요로 하고 있다. 그러므로 공급자-제조업자의 특성을 세분화하고 공급사슬마다 다른 평가 기준을 가져야 하며, 신제품 환경에서도 기존 연구를 바탕으로 차별화된 공급자 평가 대안이 제시되어야 한다.

신제품 환경에서 부품 공급의 부족은 생산에 막대한 차질을 야기하며, 이는 최종제품의 수익에 큰 영향을 미치기 때문에 반드시 해결해야 하는 과제이다. 구매 포트폴리오 모델에서부터 다뤄지기 시작한 부품의 특성은 총 4가지로 분류되어 왔으며 [17], 그 중 병목 품목이란 비용에 미치는 영향은 크지 않을 수 있으나 공급 위험도가 높은 품목을 의미한다. 그러나 공급위험도가 큰 병목 품목에 대한 공급관리 전략은 지금까지 독립적인 주제로 다뤄진 적이 없으며, 구매 포트폴리오 연구의 일부로만 언급된 실정이다[4]. 병목 품목은 병목 공급자에 의해서 결정된다.

신제품 출시 환경에서는 단기간에 물량 확보와 수요 만족에 영향을 주는 병목 공급자를 실시간으로 파악하는 것이 중요한 과제이다. 앞서 언급한 다양한 연구에서 우수 공급자의 파악과 지속적인 관리에 적합한 지표가 많이 제시되었지만, 공급자가 얼마나 효과적으로 빠르게 대응하는가를 파악하기 위한 지표로는 부족하다고 할 수 있다.

3. 공급자 대응 지표 도출

본 절에서는 개별 공급자의 대응력을 파악하는

것을 목표로 하는 공급자 대응 지수표를 도출한다. 기업의 업종/생산 형태에 따라 다양하게 공급자를 관리해야 한다는 것을 감안하여, 제조업을 중심으로 관련 공급자를 분석함으로써 논의의 범위를 좁혔다. 현실의 공급사슬은 다수 공급자와 다수 제조업자, 그리고 도소매 및 다양한 유통채널과 고객으로 구성될 것이나, 본 논문에서는 크게 공급자-제조업자로 구성된 공급사슬을 모델로 설정한다.

공급자 대응 지수표를 도출하기 위해 지표 개발을 위한 기존 문헌[3]에서 제시된 과정에 따라 정보 수집, 지표 선정, 지표 검토의 세 단계를 거쳤다. 세 번째 ‘지표 검토’는 두 단계로 진행하였는데, 본 절에서 산업별 특성에 맞추어 적용하기 위한 방안에 대해 논의하고 제 4장에서 공급자 대응 지수표를 바탕으로 구축한 공급사슬 모델에 적용하여 시뮬레이션을 통해서 지표를 검토하였다.

3.1 공급자-제조업자 관계의 구매정보 수집

지표 개발을 위한 첫 번째 단계는 제조업자와 공급자 모두가 수용 가능한 지표 선정을 위해 필요한 정보를 수집하는 것이다. 공급자는 재고 및 생산 정보와 같은 내부 생성 정보와 계약 관계와 같이 다른 기업과의 연결에 의해 생성되는 정보를 가지고 있으며, 그중의 일부를 제조업자에게 제공하게 된다. 공급자가 제공한 정보와 제조업자가 추정한 정보를 토대로 평가 기준에 맞춰 공급자를 평가하게 된다.

본 연구에서는 참조모형으로써 다수 연구에서 사용된 바 있는, Supply Chain Council에서 제시한 SCOR(Supply Chain Operations Reference) 모델을 기반으로 정보를 수집하였다. SCOR은 공급사슬관리 업무를 계획(Plan), 구매/조달(Source), 생산(Make), 납품(Deliver), 반품(Return)의 다섯 가지 프로세스로 분류하며[22], 구매 관리가 공급자-제조업자와 관련된 프로세스이다.

구매 관리 프로세스에서 실제 구매정보를 비롯한 업체 정보, 배송 정보는 대부분의 업체들 사이

에 기본적인 필요사항으로 공유되고 있는 정보다. 공급자의 생산 및 재고 정보와 향후 구매 계획은 제조업자와 공급자에게 모두 공유 가치가 있는 정보이나, 내부 정보의 유출, 필요성 부재 혹은 전략적인 목적의 기업 정책상의 이유로 활발히 공유되지 않는 정보이다. 공급사슬에서 발생하는 정보는 방향성과 기능에 의해 분류 정리되어, 타 문헌의 설문조사 결과를 바탕으로 가치에 따라 3단계로 분류하여 시뮬레이션을 통해 정보의 성과를 측정 검증한 바 있다[6]. 본 논문에서는 이와 같은 사실을 바탕으로 기존 연구[6] 내용 중 구매 관리에서 추정된 정보만을 선택하고 그중 신제품 출시 환경에 중요하지 않거나 공급자가 노출하기 꺼리는 생산계획 정보, 생산 공장 정보 등은 제외한 뒤 필요 정보를 <표 1>과 같이 요약하였다.

<표 1> 공급자-제조업자 관계의 구매정보

기업기능	정보발생주체	기능별 세부정보	중요도
구매	제조업자	원재료	
		원재료 재고	O
		공급자 정보	O
		생산 계획 정보	
		원재료 구매 계획	O
		실제 구매 내역	O
제조업자 ⇕ 공급자	공급자	공급자 제품	O
		공급자 재고	O
		물류 창고	
		생산 공장	
		배송 차량	
		원재료 배송 계획	O

3.2 공급자 대응 지표 선정

두 번째 단계로 제조업자의 목표를 고려하여 지표를 중요도에 따라 선정하였다. 선정 절차는 목표 설정, 지표 선정 기준 수립, 지표 선정의 세 단계에 따라 이루어졌다.

3.2.1 목표 설정

SCOR 모델은 공급사슬 전반에 대한 프로세스 부분 외에도 평가를 위한 다양한 지표를 제공하고 있는데, 본 연구에서는 이 중 공급자 관련 부분만 다루었다. 모델에서는 비용(Costs), 자산(Assets), 신뢰성(Reliability), 반응성(Responsiveness), 유연성(Flexibility)의 다섯 가지 속성을 제시하였으나, 이중 타 공급자의 자산과 비용은 평가하기도 어려울 뿐만 아니라 대응력을 평가하는 데 의미가 없는 것이므로 제외하였다. 목표로 설정한 세 가지에 대해 자세히 설명하면 아래와 같다.

신뢰성은 기업이 고객에게 제품을 납품하면서 자체적인 평가를 위해 사용하는 것으로, 역으로 제조업자가 공급자 납품 물품에 대한 신뢰성 평가로 적용가능하다.

반응성은 시장의 수요를 빠르게 파악하고 파악된 정보가 공급사슬의 각 주체들에게 역으로 전달되어 결국에는 최종 소비자의 변화에 효과적으로 대응할 수 있도록 하는 능력으로 정의할 수 있다 [21, 22]. 그러므로 공급자의 반응성이란 고객 즉 제조업자의 요구에 대하여 원하는 제품의 수요를 빠르게 충족시켜주는 것으로 정의할 수 있다.

마지막 지표인 유연성은 총 세 가지 관점에서 분류할 수 있다. 첫 번째는 시간적 관점에서의 분류로 생산량을 얼마만큼이나 자유자재로 늘리고 줄일 수 있는가를 단기적인 관점에서 평가한 유연성과 장기적인 관점에서 평가한 적응성(Adaptability)으로 분류할 수 있다. 두 번째는 물량적 관점에서의 분류로 수요 증가에 따라 물량을 얼마만큼 늘릴 수 있는가를 평가하는 업사이드(Upside) 지표와 장기간 동안 제품이 제대로 팔리지 않거나 회사의 어려움이 있을 때 비용 감소를 위해 얼마나 규모를 줄일 수 있는가를 판단하는 다운사이드(Downside) 지표로 분류할 수 있다. 마지막으로 SCOR 모델의 프로세스에 따라 조달 측면의 유연성과 반품 측면의 유연성으로 분류 가능하나, 반품 프로세스는 논문의 연구 대상이 아니므로, 앞의 두 가지 분류 방법만을 다루었다.

3.2.2 지표 선정 기준 수립

두 번째 단계인 지표 선정 기준 수립을 위해, 즉 공급자 대응 지수표를 선정하기 위해 타 기업에서도 많이 활용하고 있는 FedEx의 공급자 평가를 위한 세 가지 원칙을 준용하되 평가 목표는 비용 대신 앞서 제시한 반응성, 유연성, 신뢰성으로 대체하였다. 그리고 제품 출시 환경에서 공급자 대응력 평가를 위해 측정하고자 하는 바를 아래와 같이 명확히 규정하였다. 구매정보를 분석하여 정리한 <표 1>과 기존 연구[6, 22]에서 제시된 지표로 기준을 설정하였다.

- 공급자가 제공하는 정보 및 제조업자가 가진 정보로 생성된 지표로 구분하여 선정
- 납기 및 물량 증가에 대한 평가에 중점
- 예상치 못한 납기 및 물량 증감은 비용 증가를

수반하므로 이를 반영할 수 있도록 평가 지표를 선정

3.2.3 지표 선정

이 단계에서는 SCOR 모델에서 공급자에 관련된 level 3의 지표를 정리한 후, 세 가지 원칙을 바탕으로 최소한의 지표만을 선정하여 <표 2>를 제시하였다. 공급자 대응 지수표는 공급자가 제조업자에게 제공하는 공급자 정보와 과거 실적을 바탕으로 제조업자가 습득하는 정보로 분류된다.

중요한 물량 측면은 4가지로 분류하였다. SCOR 모델에서는 현재 구매 수량과 공급자가 손실(Penalty) 없이 추가로 납품할 수 있는 수량을 지표로 제공하였다. 여기에 본 논문의 특성에 맞게 공급자가 손실을 감수하면서 납품할 수 있는 수량 정보

<표 2> 공급자 대응 지수표

정보	지표 (Metrics)	설명	단위	목표	
공급자 정보	물량	현재 구매 수량	현재 제조업자에게 공급하는 양	개/일	유연성
		추가 구매 가능 수량	제조업자의 추가 주문에 납품 가능한 최대량	개/일	
		납품 가능 수량	제조업자의 추가 주문에 공급자가 비용 측면에서 손해를 감수하고 납품해 줄 수 있는 최대량. 공급자의 최대 생산 능력 등에 영향을 받는 지표.	개/일	
		최소 주문 단위	공급자가 제조업자에게 납품 가능한 최소 단위	개	
	납기	현재 리드 타임	'현재 구매 수량'을 공급 시 공급자의 리드 타임	일	
		추가 구매 시 재고 획득 시간	제조업자 추가 주문으로 발생한 '추가 구매 가능 수량'을 납품하는 데 필요한 리드 타임	일	
	비용	구매 비용	'현재 구매 수량'을 납품받기 위해 제조업자가 지불해야 하는 제품 당 비용	원/개	
		추가 구매 비용	제조업자의 추가 주문에 따른 제품 당 증가 비용. 추가 수량에 따라 비용이 단계적으로 증가하는 것이 가능	원/개	
제조업자 정보	물량	현재 재고	제조업자가 현재 가지고 있는 재고량	개	신뢰성
	납기	현재 주문 주기	현재 제조업자의 주문 주기	일	
		제품 취득 시간	제조업자가 주문 후 제품을 실제 취득하는 데 걸리는 시간	일	
	공급자 평가 자료	수량의 정확성	제조업자의 주문량과 공급자의 납품 양이 차이가 나는 주문 수/ 전체 주문 수	%	
		인도 일자의 정확성	제조업자 납품 지정일과 공급자 납품일의 차이가 난 주문 수/ 전체 주문 수	%	
		최소 리드 타임	공급자가 납품하는 데 걸리는 최소한의 시간. 즉, 이보다 짧은 리드타임으로는 납품 받을 수 없음	일	
		공급자 품질 평가	품질에 따른 공급자 평가	상/중/하	

와 기존 공급자만으로 수량이 부족하여 새로운 공급자와 급하게 거래를 성립하는 경우를 대비하여 최소 주문 단위를 추가로 제공한다. 납기도 추가 주문 시에 얼마나 빨리 대처하느냐가 중요하기 때문에 지표를 두 단계로 나누었다. 그 밖에 SCOR 모델에서 제시한 다운사이징 측면과 공급자 협상 시간 등과 같은 세부 사항은 본 논문의 범위를 벗어나므로 제외하였다.

공급자 대응 지표는 공급자를 선정하고 계약 관계를 유지하는 데 좋은 자료로 활용할 수 있다. 그러나 다음과 같은 한계를 가진다. 공급자 별로 점수를 매기는 방식은 개별 공급자에 대한 판단은 손쉽게 할 수 있는 반면, 통합된 의사결정을 내리는 도구로 사용하기엔 부족함이 많다. 즉, 공급자마다 다른 납기, 납품 수량, 추가 구매 가능 수량 등이 모두 다르므로 총체적인 의사 결정을 위해서는 개별 지표에 근거하여 종합적인 모델의 구축이 필요하다. 제품에 들어가는 부품의 수가 많고 공급자가 많을수록 개별 공급자 점수표만으로는 더욱 더 부족하다. 그러나 <표 2>의 공급자 대응 지표에 사용된 각 지표들은 공급사슬 전체에 영향을 미치는 지표들이며, 이 지표들을 사용하여 종합적인 공급사슬 모델을 구축한다면 이를 이용한 실시간 상황 분석이 가능하다. 이하 제 4장 제 5장에서 이러한 분석을 위한 시뮬레이션 모형과 결과를 제시한다.

4. 가정 및 모델링

본 절에서는 제시한 공급자 대응 지표에 기반을 두어 공급사슬을 모델링하고 시뮬레이션을 수행하였다. 본 연구에서는 평가지표를 개발하고 지표의 인과관계를 반영하여 시뮬레이션하기 때문에 시스템 다이내믹스가 적합한 도구로 판단하여 모델을 시스템 다이내믹스로 설계하였다. Forrester의 저서 산업동태론에서 출발하여 사회과학, 자연과학, 공학에도 적용되면서 일반적인 용어로 불리게 된 시스템 다이내믹스는 정책과 의사결정, 구

조, 시간지연 등이 어떻게 상호 연결되어 시스템의 성장과 안정성에 영향을 주는지 밝히는 학문이다. 동적인 행태 변화에 관심을 두고 변화의 근본적 원인을 피드백 구조에서 찾는 특성을 가지고 있다. 시스템의 피드백 구조를 파악하고자 모델링을 수행하는 단계로써 인과지도(Causal loop diagram)를 사용한다[2].

모델의 범위는 한 제품에 대해 여러 부품들이 존재하고 각 부품별로 공급자들이 존재하는 공급사슬로 한정하였다.

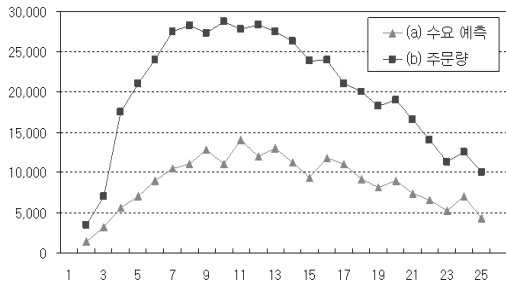
4.1 환경 분석 및 가정

본 모델에 필요한 환경에 따라 크게 네 가지를 가정하였다. 첫째, 출시공급자 선정 및 공급자 관리 시기는 제품 출시 후로 한정하였다. 즉, 신제품 개발 참여 정도에 따라 공급자의 입지가 달라질 수 있으나, 제품 개발의 참여도는 고려하지 않도록 하였다. 둘째, Lambert의 공급자 분류법[18]을 응용하여 공급자는 세 부류로 분류하였다. 제조업자와 주 거래를 하며 프로세스 상황을 파악할 수도 있는 협력 공급자, 현재 거래는 하고 있으나 제조업자의 경쟁업체와도 관계를 유지하며 협력 공급자에 비해 덜 협조적인 일반 공급자, 현재는 거래하지 않으나 미래에 거래를 할 수 있기 때문에 정보만 파악하고 있는 비거래 공급자로 분류한다. 셋째, 제조업자가 잘못 예측한 수요에 대해서는 고려하지 않는다. 본 모델은 제조업자의 예상 수요에 대한 공급자의 대처 능력을 평가하는 것이므로, 수요예측의 불안정성 문제는 본 논문의 범위를 벗어난다. 넷째, 기업 간의 추가 정보공유는 고려하지 않는다.

그 밖의 기본 가정은 다음과 같다. 제품 주문 시 공급자에 특화된 로트(lot) 사이즈는 고려하지 않는다. 공급자의 제품 가격 할인, 대량 구매 효과 등의 특수한 형태는 다루지 않는다. 또한 제시한 지표 관련 자료는 모두 존재하며, 부품의 품질은 우수하다.

4.2 입력 데이터

입력 데이터는 두 가지로 구분하였다. 하나는 기존 제품의 수요 데이터를 기반으로 만들어진 신 제품에 대한 제조업자의 수요예측 데이터이다. [그림 1]의 (a)에 나타낸 제조업자의 수요예측 데이터는 2005년 하반기 최대 판매량을 기록한 한 회사의 휴대전화 수요 데이터를 기반으로 생성하였다. 두 번째 입력 데이터는 예측 데이터에 대비되는 고객의 실제 주문 데이터이다. 2006년 후반기에 최대 판매량을 기록한 같은 회사 휴대전화의 수요 데이터를 기반으로 [그림 1]의 (b)와 같이 생성하였다. 이 데이터는 예측에 따른 제조업자의 확보 물량과 실제 값과의 차이를 비교하기 위해 사용되었다.

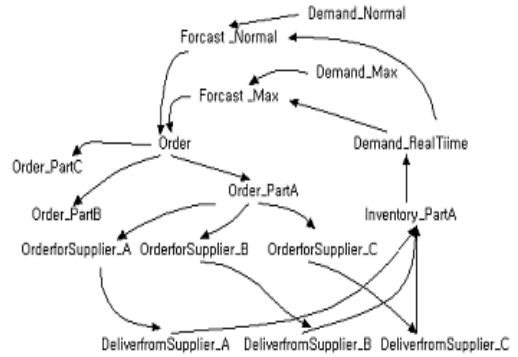


[그림 1] 제조업자 수요예측 및 고객 주문 데이터

제조업자는 수요예측 데이터를 기준으로 부품을 공급자에게 주문한다. 현장에서는 3 주간의 시간이 흘러서 고객의 수요가 발생하게 되면 고객의 실제 주문 데이터가 생기기 때문에 이를 수요예측 데이터에 반영하는 것도 필요하다. 따라서 [그림 1]의 (b)를 수요예측 데이터에 반영하여 [그림 1]의 (a)를 갱신하도록 하였다. 이 때 기존 예측보다 추가되는 부품의 양에 대한 주문은 추가 비용이 발생할 수도 있다.

[그림 2]는 세 개의 주요 부품 A, B, C에 대해서, 각 부품에 대해서는 세 곳의 1차 공급자에 대해서 제조업자의 주문 방식과 수요에 대한 인과관계를 인과지도 형식으로 나타낸 것이다. 간단하게

표현하기 위해서 부품 A에 대한 주문만 나타내었으며, B, C에 대해서도 동일하게 표현할 수 있다.



Forecast_Normal	예측 데이터 [그림 1(a)]
Demand_Normal	실제 데이터 [그림 1(b)]
Order	제품의 실제 주문량
Order_PartA	부품A의 주문량
Demand_RealTime	실시간 고객 수요 변동

[그림 2] 제조업자-공급자의 주문활동에 대한 인과지도

5. 시뮬레이션 및 결과 분석

5.1 시뮬레이션

하나의 제품에 대해 공급자가 많을 것을 예상하나, 계산상의 복잡성과 모델의 직관성을 고려하여 주요 부품 3개만, 각 부품에 대해서는 세 곳의 1차 공급자만 다루었다. 1차 공급자는 협력 공급자, 일반 공급자, 비거래 공급자 한 곳씩 고려하였다. 부품마다 공급자의 능력을 다르게 설정하여 공급자의 대응력은 다양하게 고려하였다. 경쟁업체가 비슷한 신상품을 조만간에 출시할 가능성도 반영하였다. 시뮬레이션 기간은 입력 데이터의 기간인 25주로 하였다. 또한 예시 설정 값을 50개를 생성한 후 시뮬레이션을 수행하여 평균하도록 하였다. 시뮬레이션 모델은 부품 수에 대한 양적 확장과 공급자의 하위 단계에 대한 확장도 가능하도록 설계하였다.

5.1.1 시뮬레이션 변수 설정

시뮬레이션 변수는 <표 2>를 활용하였다. <표 3>은 하나의 부품에 대한 세 부류 공급자에 대한 예시 설정이다. 협력 공급자는 일반 공급자에 비해 제조업자와 친밀한 관계를 유지하며 협조적인 것으로 가정하였다.

제조업자와 관계 설정된 공급자는 분류된 형태에 따라서 생산 가능 용량과 제조업자에게 공급 가능한 용량에 차이가 발생한다. 현재 구매 수량은 수요예측 그래프의 값을 사용한다.

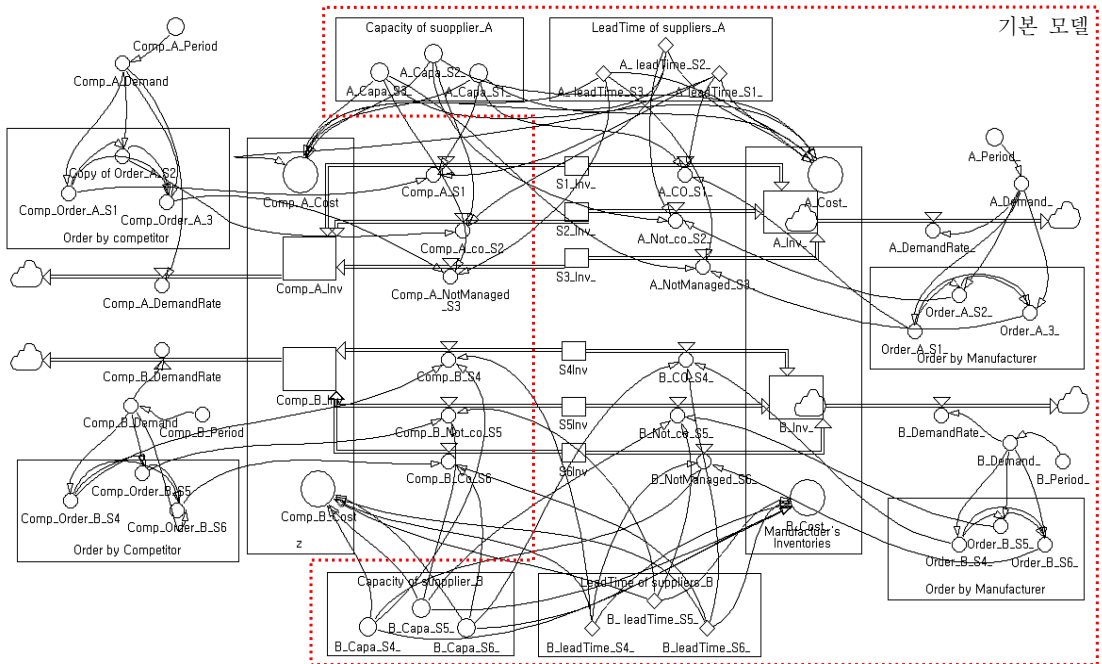
5.1.2 시나리오

일반적으로 제조업자는 소요량에 따라 공급자별 납품 물량과 비용을 계산하게 되며, 주문 후 각 공급자의 납기에 따라 부품을 공급받아 재고를 확보한다. 이러한 상황을 기본으로 반영하여 신제품 P1에 대한 주요 부품 A, B를 납품하는 공급자들을 평가하는 예로 기본 모델을 작성하였고, [그림 3]의 점선 안에 표현되어 있다.

<표 3> 시뮬레이션 변수 설정

	협력 공급자	일반 공급자	비거래 공급자	
G1	현재 구매 수량	q	q×0.5	0
	현재 리드 타임	L	L×1.2	L×1.4
	구매 비용	x	x×1.1	x×1.2
	현재 재고	q×0.3		
	현재 주문 주기	L	L×1.2	L×1.4
	수량의 정확성	99%	98%	95%
	인도 일자의 정확성	93%	85%	80%
	최소 리드 타임	L×0.8	L	L
G2	공급자 품질 평가	99%	98%	95%
	추가 구매 가능 수량	q×0.5	q×0.3	q×0.3
	추가 구매 비용	x×1.2	x×1.3	x×1.4
	추가 구매 시 재고 획득 시간	L	L×1.2	L×1.3
	납품 가능 수량	Y	Y×0.8	Y×0.5
	최소 주문 단위	q	q	q

제조업자는 [그림 1]의 수요예측을 통해 각 부품의



[그림 3] 기본 모델과 경쟁업체를 고려한 공급사슬 모델

일별 소요량(A_Demand, B_Demand, C_Demand)을 예상한다. <표 2>의 각 지표에 대해 설정한 <표 3>에 나열한 G1 정보를 가지고 제조업자는 공급자별로 납품 물량(A_CO_S1, A_Not_co_S2, A_NotManaged_S3)과 부품 A의 구매에 드는 총 비용(A_Cost)을 계산한다. A_Inv는 부품 A의 납품받은 모든 부품의 양이며, 주문 후 각 공급자의 인도기간만큼 지연되어 들어온다. 수량의 정확성과 납기의 정확성을 반영하여 최종적인 납품 물량(A_CO_S1, A_Not_co_S2, A_NotManaged_S3)과 납품일자 산출된다.

기본 모델에 경쟁업체를 고려하여 확장한 모델을 표현한 [그림 3]은 경쟁업체가 조금 늦은 시기에 비슷한 신제품을 출시하는 것을 예상하여 대비한 모델이다. 경쟁업체는 주요 부품의 공급자에게 부품의 납품을 요청할 수도 있으며, 이는 제조업자의 예상보다 공급 가능한 물량을 줄어든다.

이는 부품 A의 공급자들이 경쟁업체에 납품하는 양을 계산한다. 경쟁업체도 부품 A의 공급자들에게 납품을 받으며, 제조업자와 협력적 관계를 유지하는 공급자일수록 경쟁업체에 납품하는 양이 줄어들었다고 가정한다. 공급자는 자신의 납기와 비용, 제조업자와의 관계를 고려하여 날짜별 최대 공급 가능 물량을 예상한다. 수요가 재고보다 많으면(A_Inv - A_Demand < 0), 부품 A에 대해서 공급자 납품이 부족할 것으로 파악한다.

5.2 결과 분석

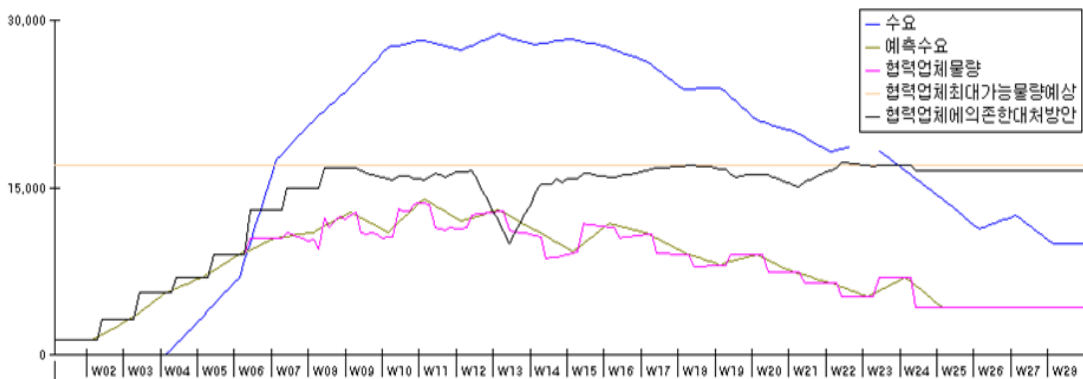
제 3장의 지표 값 정보를 제조업자가 아는 경우와 그렇지 못한 경우 시간당 물량 확보 능력의 차이를 비교하였다.

5.2.1 기본 분석

기본 분석의 목적은 날짜별 부품의 최대 납품 물량과 제조업자의 수요예측에 비해 부족한 물량을 파악하는 것이다. 물량이 부족할 것으로 예상되면 다른 공급자와의 거래나 현 공급자와 더 많은 거래를 통해 필요 물량을 확보할 수 있음을 알 수 있다. [그림 4]는 하나의 부품에 대한 물량 확보에 대해 협력업체를 포함하여 비거래 공급자까지 고려한 공급사들의 부품 대응력을 나타낸다. 이와 같이 부품 물량을 파악하고 공급자에 대한 대처 능력을 파악하고 있으면, 부품에 대한 대응력을 높일 수 있다.

이 그림에서 보면 공급자의 부품 공급 능력[협력업체 물량]은 제조업자의 수요예측에 대해서는 상당히 높게 만족하는 것으로 나타났다. 그러나 실제 수요가 공급자의 예측과는 달리 급증하는 경우에 비해서는 많이 부족한 것을 알 수 있다. 본 모델에서는 제조업자의 수요예측에 대해 갱신하고 있음에도 불구하고 이러한 결과가 나타나고 있다.

그러나 정보를 알고 있는 경우[협력업체에 의존



[그림 4] 부품에 대한 공급사들의 대응력

한 대처방안]에는 기존보다 대처 능력이 향상됐음을 보이고 있다. 본 모델에서는 공급자의 최대 주문 능력을 예측수요 최대치의 20% 정도의 여유분을 둔 18,000으로 한정하여 모델을 구성하였고, 이러한 이유로 전체 수요를 만족시키지 못하고 있다. 하지만 [그림 4]에서 보면 공급자의 능력에 맞춰 최대한 공급 받았음을 알 수 있다. 만일 공급자의 생산 능력이 더 크다면 더 많은 수요를 만족시킬 수 있을 것임을 알 수 있다.

5.2.2 병목 공급자 분석

본 절에서는 부족한 물량과 관련된 공급자를 파악한다. 각 부품별로 공급자 대응력을 기반으로 물량 확보에 대한 대책을 마련하려면, 어느 부품이 제품에 대한 공급사슬의 대응력 약화에 영향을 미치는지 판단해야 한다. 각 부품의 부족 여부가 대응력에 중요한 역할을 하지만, 가장 부족한 부품을 기준으로 제품이 생산되기 때문에 시간에 따른 부족 물품을 파악하는 것은 원활한 공급을 위해 반드시 필요하다. 공급자에 따라 납기와 납품 물량이 다르기 때문에 공급사슬 측면에서는 예상치 못한 공급자에 의한 병목 부품이 발생할 수 있다.

[그림 5]는 세 가지 주요 부품에 대한 비거래 공급자까지 고려한 물량 확보 가능성을 보여주는 그래프이다. 즉 일반 공급자와 미래 거래가능 대상(비협력 공급자)의 의존도를 협력 공급자 수준으로 올려서 시뮬레이션을 수행하여 부품의 공급 능력이 30,000정도까지 가능할 것으로 예측한 것이다.

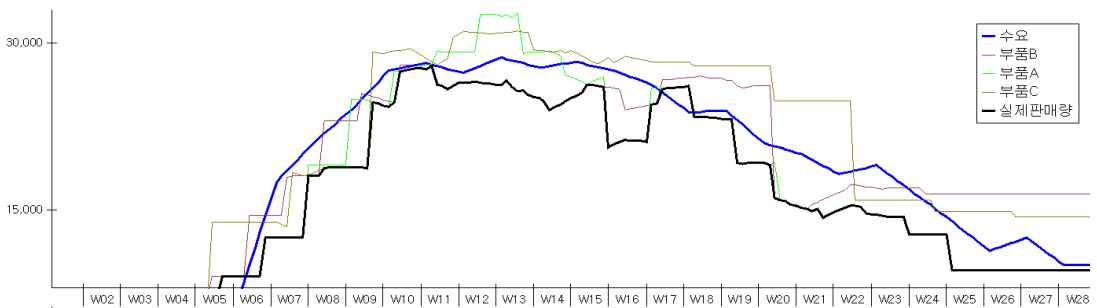
이 그림에서 시간에 따라 부품별로 확보 물량이 차이가 나는 것을 알 수 있다. 또한 중요한 것은 각 부품의 물량이 아니라 그 시점에 가장 부족한 부품과 부족한 양이란 것을 알 수 있다. 수요에 따라 각 부품의 조달 물량은 시간에 따라 차이가 나며 부족분이 매번 다른 부품이 될 수 있다는 것을 알 수 있다.

이는 공급자에 대한 대응 지수표를 바탕으로 시나리오를 통해 공급사슬의 대응력을 가시화하여 얻게 되는 이점을 표현한 것이라 할 수 있다. 공급사슬은 시간에 따라 변하는 시스템이므로, 이와 같이 시간에 따른 물량을 파악하고 병목 부품을 파악한 뒤 대처하는 것은 고객 수요를 맞추는 데 유용하다고 볼 수 있다. 또한 이와 같이 대처하기 위해서는 협력 공급자와 다른 공급자를 관리하여 부품을 대신 납품받는 것을 고려하는 것도 병목 현상을 해결하는 좋은 방안으로 예상된다.

6. 결론 및 추후 연구

본 연구는 신제품 출시 환경에서 공급자의 대응력을 평가하는 것을 목적으로 하였고, 이론적 측면에서는 기존 연구로부터의 평가표 도출 및 모형화, 시스템 다이내믹스를 적용한 시뮬레이션을, 실천적 측면에서는 신제품에 대한 공급사슬의 다양한 공급자 특성을 반영한 대응력 평가와 분석을 공헌점으로 들 수 있다.

인과관계의 분석 및 모델링과 시뮬레이션을 수



[그림 5] 부품 수량과 병목 부품 파악

행하기 위한 지표는 아래의 세 가지 측면에서 정리하였고, 정리한 평가 지표를 바탕으로 수요 증가 측면의 공급자의 유연성을 측정하기 위한 공급자 평가표를 제시하였다. 이 평가표는 제조 기업이 신제품을 출시한 경우 공급자별로 유연성을 파악하는 데 유용하다.

- 공급사슬 평가의 기준을 제시하는 SCOR 모델
- 기존 연구의 검토를 통한, 상황과 환경에 따른 공급자 평가 지표
- 기업에서 공급자를 선정/평가하는 공급자 점수표에 따른 공급자 평가 지표

또한 제품의 수요, 필요한 부품의 총체적인 공급량을 파악하여 부족한 부품과 이를 공급하는 공급자를 알 수 있도록 모델을 제시하였다. 기본 모델 외에 경쟁업체를 고려한 모델을 통해 공급되는 물량이나 비용에 변화가 생기더라도 미리 대처할 수 있도록 정보를 제공할 수 있다. 계층적으로 수평적으로 확장 가능한 본 모델을 통해 공급자 점수표만으로는 부족한 것을 보충할 수 있다.

본 연구에서 제시한 모델과 분석 결과를 통해 신제품 출시 환경에서 기업의 대응력을 분석하고 대처 방안을 모색할 수 있을 것으로 기대한다. 제조업자는 판매 예상 수요에 대비할 수 있는지 판단해보고 부족할 것으로 예상되는 부품에 대해서 미리 대응책을 마련할 수 있을 것이다. 또한 병목 공급자의 예측을 통해 제조업자의 구매 의사결정에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

그러나 본 모델에서는 서비스 수준을 재고 수준보다 상대적으로 중요하게 고려하였다. 즉 재고비용의 변화를 고려하지 않았다. 추후 연구에서 재고비용을 좀 더 반영하기 위해 비용 측면에서 SCOR 모델의 지표 중 '30일 내에 감소시킬 수 있는 원자재 조달 능력'을 공급자 평가 지표에 추가하여 모델을 수립할 수 있을 것이다. 이렇게 할 경우 추가된 지표가 클수록 재고 유연성이 커져서 재고비용을 줄일 수 있다.

본 연구에서는 품목의 정확성, 수량의 정확성,

납기 준수, 인도 장소의 정확성으로 판단되는 공급자의 신뢰성은 모두 정확하다고 가정하였다. 그러나 현장에서는 공급자의 신뢰성이 100%일 수 없으므로, 이를 반영하면 좀 더 정확한 모델을 구축할 수 있을 것으로 판단된다. 하나의 제품에 대한 시각적 모델은 제시하였으나, 제품군에 대한 모델로 확장하지는 못하였다. 같은 제품군의 제품은 비슷한 제품들로 구성되어 비슷한 부품을 공급 받는 경우가 많다. 향후 본 모델의 확장을 통해 제품군에 대한 모델 설계도 가능할 것으로 본다. 마지막으로 공급자-제조업자 간에 장기 계약 관계를 체결하는 경우가 있지만 본 모델에서는 계약 관계와 신뢰도를 적극 반영하지 못하였다. 경쟁자 모델을 활용하여 계약관계나 신뢰도 등을 반영하면 모델이 좀 더 현실적일 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 권익현, 이상현, "혁신적 신제품 개발을 통한 시장공략 사례 : LG전자 솔라돔", 『소비문화연구』, 제9권, 제3호(2006), pp.207-219.
- [2] 김수옥 외 공역, 『공급사슬관리』, 한경사, 2005.
- [3] 김중인, 이한덕, "구매자가 공급자보다 교섭력의 열위에 있는 병목품목에 대한 구매 및 공급관리 전략 : 개념적 연구", 『산업경제연구』, 제19권, 제5호(2006), pp.2145-2169.
- [4] 김지연, "운영 효율성과 환경 영향을 고려한 공급사슬 평가에 관한 연구", 『한국시물레이션학회논문지』, 제16권, 제3호(2007), pp.29-38.
- [5] 김도훈, 문태훈, 김동환, 『시스템 다이내믹스』, 대영문화사, 2001
- [6] 오명란, 공급사슬에서 정보 공유의 유효성 및 공정성에 대한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 2007.
- [7] 요시오, 이케다 외, 강승현 역, 『PLM 전략』, 한스켄츠, 2006.
- [8] 이기훈, 최선, "핵심제품개발의 공급업체 선정 관계에서 본 기업의 환경규제에 대한 전략적

- 공급망관리와 구매 : 전자업종 사례”, 경상논총, 제37권(2006), pp.41-56.
- [9] Barbineaux, F. M., Measuring supplier performance (How to get what you measure and other unintentional consequences), *87th Annual International Conference Proceedings of ISM*, 2002.
- [10] Bowman, D. and H. Gatignon, “Determinants of competitor response time to a new product introduction”, *Journal of Marketing Research*, Vol.32, No.1(1995), pp.42-44.
- [11] Carter et al., “Environmental purchasing and firm performance : an empirical investigation”, *Transportation Research Part E : Logistics and Transportation Review*, Vol.36, No.3(2000), pp.219-228.
- [12] Choi, T. Y. and J. L. Hartley, “An exploration of supplier selection practices across the supply chain”, *Journal of Operations Management*, Vol.14(1996), pp.333-343.
- [13] Dempsey, W. A., “Vendor Selection and the Buying Process”, *Industrial Marketing Management*, Vol.7, No.3(1978), pp.257-267.
- [14] Dickson, G. W., “An analysis of supplier selection systems decisions”, *Journal of Purchasing*, Vol.2(1966), pp.5-17.
- [15] Ghodsypour, S. H. and C. O'Brien, “The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 73(2001), pp.15-27.
- [16] Jokar, A., Y. Frein, and L. Dupont, “A multiple criteria approach to supplier selection”, *Proceedings of 16th International Conference on Production Research*, 2001.
- [17] Kraljic, P., “Purchasing Must Become Supply Management”, *Harvard Business Review*, Vol.61(1983), pp.109-125.
- [18] Lambert, D. M. and M. C. Cooper, “Issues in Supply Chain Management”, *Industrial Marketing Management*, Vol.29, No.1(2000), pp.65-83.
- [19] Lehman, D. R. and J. O'Shaughnessy, “Decision criteria used in buying different categories of products”, *Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol.18, No.1 (1982), pp.9-14.
- [20] Norman, R. and R. Ramirez, “From value chain to value constellation : designing interactive strategy”, *Harvard Business Review*, Vol.71, No.4(1993), pp.65-77.
- [21] Ramakrishnan, R. V., “Performance measurement of supply chain management”, *DILF Orienting*, Vol.39, No.2(2002), pp.16-18.
- [22] Supply Chain Council, Supply Chain Operations Reference Model, Vol.8, 2006, <http://www.supply-chain.org/>.
- [23] STMicroelectronics, “Achieving Streamlined Operations Through Collaborative Forecasting and Inventory Management”, RosettaNet whitepaper, 2002, <http://www.rosettanet.org/>.
- [24] Swift, C. O., “Preferences for single sourcing and supplier selection criteria”, *Journal of Business Research*, Vol.32, No.2(1995), pp. 105-111.
- [25] Trent, R. J. and R. M. Monczka, “Understanding integrated global sourcing”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol.33, No.7(2003), pp.607-629.
- [26] Weber, C. A. and L. M. Ellram, “Supplier Selection Using Multi-objective Programming : A Decision Support System Approach”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol.23, No. 2(1993), pp.3-14.

◆ 저 자 소 개 ◆



이 정 섭 (jsub.lee@samsung.com)

KAIST 전산학과를 졸업하고, 서울대학교 대학원에서 산업공학 석사 학위를 취득하였다. 현재 삼성전자 디지털미디어총괄 영상디스플레이(VD) 사업부에 재직하고 있으며, 주요 관심분야는 공급사슬관리, 디지털미디어 등이다.



장 태 우 (keenbee@kgu.ac.kr)

서울대학교 산업공학과를 졸업하고, 동 대학 대학원 산업공학 석사와 박사 학위를 취득하였다. 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 선임연구원으로 근무하였고, 우편 및 물류/SCM 분야의 다양한 프로젝트를 수행하였다. 현재 경기대학교 산업경영공학과 조교수로 재직하고 있으며, 주요 관심분야는 물류/SCM과 시스템공학, 정보시스템 통합 등이다.



신 기 태 (ktshin@road.daejin.ac.kr)

서울대학교 산업공학과를 졸업하고, 동 대학 대학원 산업공학 석사와 박사 학위를 취득하였다. 현재 대진대학교 산업경영공학과 교수로 재직하고 있으며, 주요 관심분야는 기업정보시스템, 전자상거래, 비즈니스 프로세스 설계 등이다.



박 진 우 (autofact@snu.ac.kr)

서울대학교 산업공학과를 졸업하고, KAIST 산업공학과에서 석사 학위를, 미국 UC Berkeley 산업공학과에서 박사 학위를 취득하였다. 현재 서울대학교 산업공학과 교수로 재직하고 있으며, 주요 관심분야는 제조 및 서비스 시스템, ERP/SCM, USN 등이다.