

공급사슬 리스크 관리 연구동향 분석: 네트워크 분석을 중심으로

(Bibliometric Network Analysis on Supply Chain Risk Management Research)

편 제 범¹⁾, 나 진 성^{2)*}
(Pyun Jebum, and Rha Jin Sung)

요 약 최근 기업은 급속한 기술의 변화, 고객 니즈의 다변화, 경쟁 환경의 심화 등으로 인한 시장요인 뿐만 아니라 천재지변, 테러, 사회·정치적 이해관계 등의 통제 불가능한 불안요인으로 인해 예측이 어렵고 불확실성이 높은 경영 환경에 놓여 있어, 리스크 관리의 중요성이 높아지고 있다. 본 연구의 목적은 최근 들어 관심이 높아지고 있는 리스크 관리의 연구 분야에 대해 공급사슬관리(SCM) 분야를 중심으로 연구 동향을 분석하고, 해당 분야의 핵심 연구를 파악하여 해당 분야의 유용한 학문적 정보를 파악하는 것이다. Scopus 데이터베이스를 활용하여 해외 저명한 저널에 게재된 논문 정보를 수집하여 키워드 네트워크 분석과 인용 및 공저자 정보로 생성되는 네트워크를 분석하였다.

핵심주제어 : 리스크 관리, 키워드 분석, 키워드 네트워크, 저자 관계 네트워크

Abstract Recently, most firms have difficulties in predicting business context due to uncontrollable factors such as natural disasters, terrorism, social and political interests, as well as market factors such as rapid technological change, diversification of customer needs, and intensification of competition with competitors, thereby increasing the importance of risk management. The purpose of this study is to analyze trends of the risk management field concentrating on SCM, which is increasingly interested, and to identify key researches in this field and provide useful academic information. This study collected the information of the articles published in journals using the Scopus database, and analyzed both the network generated by keywords proposed in the articles and the network generated by the information for citations and co-authorship.

Key Words : Risk Management, Keyword Analysis, Keyword Network, Author Network

* Corresponding Author : jinsungrha@inha.ac.kr

+ 이 논문은 2017년도 호서대학교의 재원으로 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017-0087).

Manuscript received November 23, 2018 / revised
December 10, 2018 / accepted December 11, 2018

1) 호서대학교 빅데이터경영공학부, 제1저자

2) 인하대학교 경영학과, 교신저자

1. 서 론

네트워크는 공학에서뿐만 아니라 인문사회과학 분야에서 여러 개체들 간의 복잡한 연관성을 설명하기 위해 널리 이용되고 있는데, 최근에는 계

량서지학적(Bibliometrics) 관점에서 네트워크를 활용하여 학술연구 분야의 연구 동향과 흐름을 분석하는 연구들이 발표되고 있다[3,5,7,11]. 이러한 연구들은 해당 분야의 과거 연구논문에서 제시하고 있는 키워드들의 연관성을 네트워크로 분석하고, 이 네트워크의 결속, 중심성, 구조 등을 분석하여 네트워크의 성장이나 소멸 등의 특징을 통해 과거 연구의 동향을 파악하고 이를 바탕으로 향후 연구의 방향을 추경·제시한다. 대다수의 학술연구의 결과는 기존 연구에서 분석한 내용과 결과를 토대로 연구자(들)의 의견과 주장을 담고 있기 때문에 이들은 상호 연관성을 띄게 되고, 이는 시간이 지나면서 점차 진화하게 된다. 즉, 어떤 분야의 연구 주제는 다른 주제로 확장되고 융합되며, 이는 논문에서 제시된 키워드로 복잡한 네트워크의 형태를 띠게 된다. 따라서 이러한 네트워크를 분석하면 향후 연구 주제에 대한 방향성을 정립하는데 유용한 정보로 활용 가능하다 [6]. 한편, 이와 같은 네트워크 구조를 기반으로 공저자 관계에서 파생되는 네트워크를 구축하여 분석하게 되면 저자 간의 연구그룹을 살펴볼 수 있는 흥미로운 결과가 도출될 수 있다[10].

최근 기업은 수많은 리스크(Risk)에 직면하고 있어 기업 내·외부의 프로세스 운영과정에서 효과적인 의사 결정을 내리는 것이 매우 어려운 실정에 있다. 복잡계의 특성을 지닌 기업의 프로세스 상에서 발생할 수 있는 리스크에 대한 철저한 관리가 불가하지만 이로 인해 발생하는 피해의 규모는 매우 클 수 있어 최근 들어 기업에게 리스크 관리가 매우 중요한 관리 대상이 되고 있다. 이처럼 리스크 관리의 중요성이 점차 부각되고 있기는 하지만 운영 분야에서 강조하는 리스크에 대해 구체적으로 조명된 경우는 드물다. 특히, 예상치 못한 리스크로 인한 피해는 주로 기업에서 제품을 생산하는 운영(Operations) 프로세스와 물자 및 정보가 전달되는 공급사슬에 집중될 가능성이 높기 때문에 이에 대해서 좀 더 세밀한 분석이 요구된다. 네트워크 분석에 기반한 공급사슬 리스크 관리 연구동향 분석은 기존의 공급사슬 리스크 연구동향 분석과는 상당한 차이가 있다. 기존 연구동향 분석이 연구자의 판단으로 공급사슬 리스크 분야의 하위주제들을 분

류하였다면, 네트워크 기반 동향분석에서는 연구자의 판단보다는 주제어 중심의 네트워크 맵을 구성하여 네트워크 지표값을 확인하며 탐색적인 연구동향 파악이 가능하다. 따라서 연구주제들을 단순 분류 하는 것이 아니라 비정형화되어있던 키워드 간의 관계들을 정형화하여 공급사슬 리스크 분야의 하위연구 주제들을 조금 더 유의미하게 분석할 수 있다.

이에 본 연구는 기업의 리스크 관리를 OM분야(품질경영, 제품개발, 기술경영 등을 포함) 및 SCM분야(구매·공급관리, 물류·유통 등을 포함)에 초점을 맞춰 연구 논문 키워드와 저자로 구성된 네트워크를 분석하여 다음과 같은 연구 질문에 대한 답을 도출하고자 한다.

- 1) 최근 5년간 리스크 관리의 연구주제는 해당 분야에서 어떻게 확장·융합되었고, 향후 연구 방향에 대해 어떻게 제시할 수 있는가?
- 2) 리스크 관리 분야의 초기부터 최근까지의 연구들에서 다른 연구에 파급효과가 큰 영향력 있는 연구자 커뮤니티는 어떤 것들이 있는가?

2. 이론적 배경

최근 기업은 사업을 영위하는 과정에서 많은 불확실한 상황에 직면하고 있어 효과적으로 의사 결정을 하는 것이 매우 어려우며, 이는 기업의 모든 제반 활동에서 위험요소로 작용하게 된다. 일반적으로, 이와 같은 위험요소는 기업 내·외부적 위험, 공급사슬 상의 위험 등 시장의 변화나 경쟁의 심화로 인한 결과나 위험의 영향에 따른 기업성과의 결과나 사전 대비를 통한 위험의 감소 등으로 묘사되고 있다[8-9,14]. 이러한 위험요소 중에는 예측 가능한 것도 있지만, 기업에게 막대한 손실을 가져다주는 위험요소는 주로 예측 불가능한 경우가 많다. 예를 들어, 2011년 동일본 대지진이 발생했을 때 일본의 반도체 제조업체의 생산시설 붕괴로 자동차 및 산업/소비자 전자제품의 제조업체들은 부품 공급의 중단으로 인해 생산시설이 중단되는 사태가 발생하여 막대한 손실을 입기도 하였다[13]. 이는 불가항력적인 재해로 인한 피해로 볼 수 있지만, 역으로 생각하면

이런 예상치 못한 위험요소에 대해 기업의 대처·회복 계획이 잘 수립된다면 그 피해를 상당히 줄이고, 빠른 기업 회복력의 확보로 기업의 운영성과를 높일 수 있는 기회를 창출할 수 있을 것이다. 이러한 이유로 최근 기업들에게 있어서 위험요소를 파악하여 통제하는 리스크 관리는 매우 중요한 문제로 인식되어지고 있다. 이처럼 리스크 관리의 중요성이 점차 강조되는 가운데, 리스크 관리에 대해 다양한 관점으로 계량서지학적 방법론들을 이용하여 연구들이 발표되었다.

Colicchia and Strozzi[2]는 2000년대 중반 경에 시작된 리스크 관리 영역의 초기 연구로부터 시간이 지남에 따라 변화·발전하는 과정에 대해 분석하였다. 리스크 관리는 처음에 공급사슬 관리에 ‘복잡성과 불확실성’의 개념이 접목되어 투자와 오퍼레이션 측면에서 다국적 기업이 개척할 필요가 있는 기회로 인식되었으나, 이는 점차 공급사슬 파트너의 증가와 공급사슬 구조의 지리적 확대에 의해 발생하는 복잡한 구조에서 효과적으로 이해하고 구체적인 이론에 의해 관리되어야 하는 도전으로 그 개념이 변화되었고, 점차 다른 공급사슬과의 연결 및 상호 의존 활동의 규모, 거래, 프로세스 등이 통합된 지표로 그 의미가 변화되었음을 언급하였다. Ritchie and Brindley[12]는 환경, 산업특성, 조직전략, 문제의 특성, 의사결정자와 관련한 변수, 공급사슬 구조, 공급사슬 구성원과 같은 7가지의 리스크 원인에 대해 구조화하여 리스크 동인(Driver)을 식별·평가 및 우선순위를 부여하여 리스크의 인식과 성과의 연계를 통해 리스크 관리 대응을 이끌어내는 공급사슬 리스크 관리의 프레임워크를 제시하였다. 이들의 연구에서 제시된 프레임워크는 공급사슬에서 기본적인 리스크 관리의 구성요소와 기업의 성과를 나타내는 구성요소를 매칭(Matching)시켜 공급사슬 관리의 관점에서 고려할 수 있는 리스크를 범주화할 수 있다는 점에서 의미가 있다고 할 수 있다. Tang and Musa[14]는 문헌조사와 인용/동시인용 분석을 통해 공급사슬 리스크 관리 영역의 연구가 발전된 과정을 제시하였다. 이 연구에서는 1995년부터 2008년까지 Business/Management, OM, MS/OR분야의 저명한 저널들에서 엄선하여 발표한 논문들을 대

상으로 핵심 주제의 변화를 살펴보고, 물리적·급진적·정보의 흐름에 대해서 세분화된 주요 리스크 이슈를 제시하고 분석 대상 논문들을 정량적·정성적 방법론에 의거하여 분류하였다. 이들은 대부분의 공급사슬 리스크 관리 연구들이 물리적 흐름에 대한 문제에 집중되어 있고 정보 흐름에 대한 문제를 다룬 연구가 부족하다는 점을 지적하고 있다. 또한, 묘사나 기술적 방법론을 통해 리스크 관리에 대한 연구가 주로 이루어지고 있어 정량적 연구의 필요성을 언급함과 동시에 몇몇 핵심주제에 대한 정량적 방법론의 연구방향을 제시하였다. Ghadge et al.[4]는 영국의 ABS(Association of Business Schools)에서 발표하는 학술저널 순위에 기초하여 OM 및 OR/MS분야의 저명한 저널들을 선별하여 2000~2010년까지 발표된 연구들 중 리스크 관리와 관련한 키워드를 이용한 텍스트 마이닝 기법으로 수집한 문헌정보 자료를 바탕으로 기술통계 분석, 주제관련 분석, 연구방법론 분석 등을 통해 기존 연구 동향을 체계적으로 분석하여 향후 연구의 아젠다와 함께 방향성을 제시하였다. 저자는 리스크 관리 연구 분야에서 공급사슬 구성원들 간의 네트워크 리스크를 고려한 연구의 비중이 월등히 높고, 정량적 방법보다는 정성적인 방법을 선호하고 있음을 언급하였으며, 대응적인 리스크 완화보다는 선제적 방법에 대해 제시한 연구들의 비중은 높지만 실제 현장에서 선제적 리스크 완화를 위한 투자를 정당화하기는 어렵다는 점을 지적하고 있다. Lin and Zhou[8]는 중국의 특수 목적 자동차 기업의 공급사슬을 대상으로 제품 디자인 변경이 공급사슬 리스크에 미치는 영향을 분석하고, 특성요인도를 활용하여 공급사슬 리스크의 차원을 식별하기 위한 리스크 프레임워크와 이러한 리스크를 인지하고 식별하는데 유용한 도구를 제공하였다. 저자들은 고객요청으로 인한 제품의 디자인 변경은 외부적으로는 공급, 배송, 정책(산업규제, 환경기준, 지적재산권 등) 등에서 변화를 가져와 리스크를 야기하고, 내부적으로는 연구개발, 생산, 계획수립, 정보, 조직에서 리스크가 발생할 수 있음을 언급하였다.

3. 연구방법

3.1 연구 동향 분석을 위한 네트워크 분석

기존의 연구 동향 분석들에 방법론, 주제 별로 단순 빈도를 주로 제시하였지만, 네트워크 분석을 활용하여 다양한 연구동향 분석을 할 수 있다. 네트워크 분석은 인간, 조직, 사물 등 다양한 개체들이 만들어내는 현실 세계와 시스템들을 네트워크 다이어그램의 Node와 그 사이 관계를 Link로 모델링하여 분석하는 기법이다. 각 연구 주제들 간 관계와 저자들 간 관계를 분석하여 어떠한 주제와 연구자들 중심으로 연구가 되었으며, 주제별, 연구자별로 Cluster 형성에 따른 분석을 할 수 있다. 예를 들어 주제어 중심의 네트워크 분석의 경우 각각의 논문의 키워드들을 추출한 후, 네트워크 분석을 위해서 행렬을 구축해야 한다. 행렬 구축을 위해서 연구논문과 키워드

간의 2원모드 네트워크를 도식화 한다. 2원모드 네트워크는 논문과 키워드로 이루어져 있다. 본 연구에서는 주제어들의 공출현 관계를 기반으로 키워드로만 이뤄진 1원모드 네트워크로 변환하여 다양한 네트워크 분석을 하였다. 하나의 키워드가 다른 다수의 키워드들과 관계를 맺고 있는 영향력을 확인하기 위해서 연결중심성(Degree Centrality)을 측정한다. 또한 여러 키워드 사이를 매개하는 주요 키워드가 있는지 매개중심성(Betweenness Centrality) 측정을 통해서 살펴볼 수 있다. 마지막으로 키워드 사이에 긴밀하게 연결되어 있는 응집그룹이 존재하는지 Community 분석을 통해서 확인하도록 한다. 또한 저자 간의 1원모드 네트워크를 구축하기 위해서 키워드 네트워크와 동일한 방식을 적용하였다. 본 연구에서는 이와 같은 네트워크 분석을 위한 분석도구로 NetMiner4.0을 사용하였다.

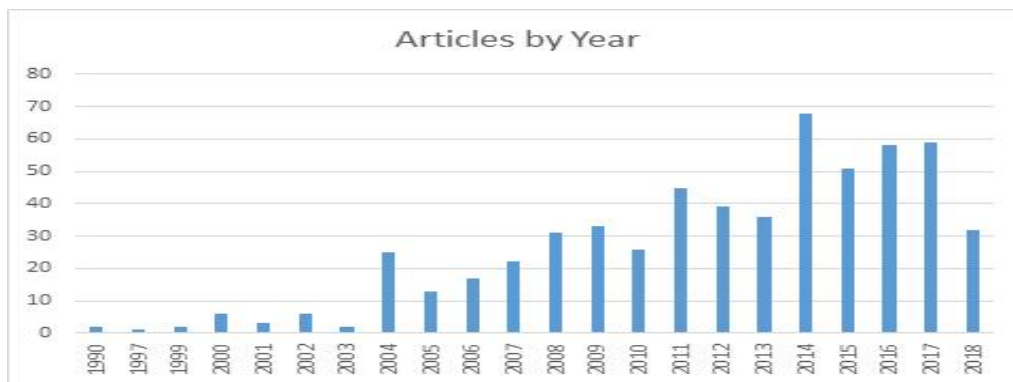


Fig. 1 Articles by Year

3.2 분석대상

본 연구의 분석 대상 논문인 공급사슬 리스크와 관련한 논문을 검색하기 위해서 Scopus Database를 활용하였다. Scopus는 Elsevier Publisher가 2004년에 전 세계의 우수 학술논문을 모아서 만든 학술 데이터 베이스이며, Management 분야 연구논문을 검색하기에 매우 유용하다. 검색 키워드는 선행연구를 바탕으로 ‘Supply Chain Risk Management’, ‘SC Risk’,

‘Supply Chain Risk’를 사용하였고, 검색 결과 내에서 공급사슬 분야 주요 Journal로 한정하여 총 577편의 연구논문을 검색하였다. 공급사슬 리스크 분야 주요 Journal 별 논문 수는 Table 1과 같다. 연도별로 게재된 논문은 Fig. 1과 같다. 이 중에서 공저자 기반 네트워크 분석을 위해서는 577편 논문 전체를 대상으로 하고, 키워드 네트워크 분석은 최신 경향을 분석하기 위해서 2014년도부터 2018년도까지 게재된 논문 290편을 분석대상으로 하였다.

Table 1 Articles by Journal

Journal	No. of Papers
International Journal of Production Economics	75
International Journal of Production Research	71
Supply Chain Management	64
International Journal of Physical Distribution and Logistics Management	54
European Journal of Operational Research	47
Production and Operations Management	41
International Journal of Operations and Production Management	29
International Journal of Logistics Systems and Management	22
Omega	21
International Journal of Logistics Management	20
Journal of Business Logistics	20
Journal of Supply Chain Management	18
Decision Sciences	15
The International Journal of Logistics Management	14
Journal of Operations Management	13
Journal of Purchasing and Supply Management	13
International Journal of Logistics Research and Applications	11
Management Decision	10
Manufacturing and Service Operations Management	9
Naval Research Logistics	6
Operations Research	4

4. 연구동향 네트워크 분석 결과

4.1 공저자관계분석

연구논문 작성에 함께 참여한 저자 간 관계와 영향력 및 커뮤니티 구조를 분석하기 위해서 네트워크 분석을 시행하였다. 먼저, 논문 별로 저자 이름을 추출한 후, 네트워크 분석을 위해서 저자와 논문으로 이뤄진 2원모드 네트워크 행렬을 구축해야 한다. 2원모드 네트워크는 각각의 연구들에서 어떠한 저자들이 등장하였는지 보여준다. 본 연구에서는 577편의 연구논문을 대상으로 연구자 사이의 공저자 관계를 네트워크로 도식화하여 분석을 시행하였다. 주요 저자들 간의 일원모드 네트워크를 구축하기 위해서 최소 2개 이상의 논문에 참여한 184명의 저자들을 분석대상으로 하였다. 이원모드를 일원모드로 변환하는 알고리즘은 Inner Product를 사용하였다. Inner Product 값은 결국 두 저자 간 공저작물의 수와

같다. 논문에 참여한 저자들을 노드로 하는 1원모드 네트워크를 구성하여 Fig. 2와 같이 Spring Map을 작성하였다. Spring Map에서 노드의 위치는 특별한 의미를 가지지 않으며, 네트워크에서 노드 간의 관계가 강할수록 가까운 거리에 위치하게 된다. 저자 간의 네트워크를 통해서 연구자 간의 그룹이 형성되는 것을 확인하였다. 선행 연구를 통해서 현재 형성된 연구자 그룹에서 유사한 연구 주제들을 중심으로 논문들이 작성되었음을 확인할 수 있었다.

저자들의 영향력과 중요도를 분석하기 위해서 네트워크의 노드들의 연결중심성(Degree Centrality)과 매개중심성(Betweenness Centrality)을 계산하였다. 연결 중심성은 한 노드에 직접 연결된 다른 노드의 수로 계산할 수 있으며 네트워크에서 각 노드의 지역적 중심성을 보여준다. 네트워크 텍스트 분석에서는 연결 중심성이 높은 저자일수록 다른 많은 저자들과 링크로 연결되어 있으며, 연구 그룹을 대표하는 저자로 분석할 수 있다. 네트워크 매개 중심성은 한 노드가 네트워크

크에서 매개자 역할을 하는 정도를 계량화하여 보여주는 것이다. 따라서 매개 중심성이 높은 경우에 다른 저자들에게 영향을 미치는 강도가 매우 높은 것으로 분석할 수 있다. 본 연구에서 네트워크 중심성과 Cosine Similarity를 계산하기 위해서 사용한 식들을 Table 2에 정리하였다. 두 노드 a, b의 연결여부에 따라서 핵심 주제어 사이의 연결 중심성을 Equation 1에 따라서 계산하였으며, 두 노드 b, c 사이의 최단 경로를 g(b, c)로 했을 때, 노드 a가 노드 b, c 간을 경유하는

경우를 g(a, b, c)로 가정하여 핵심 주제어 a의 매개 중심성을 Equation 2와 같이 계산하였다.

저자관계 기반 네트워크를 바탕으로 계산한 연결중심성과 매개중심성 결과는 Table 3과 4와 같다. 공급사슬 리스크 분야에서 가장 활발한 저작활동을 보이는 연구자로는 Autry, Petersen, Wagner, Wang, Choi 등이며 다양한 연구자들과 공저를 하면서 연구자 간 그룹을 연결하는 연구자로는 Tate, Craighead, Schoenherr, Ellram, Narasimhan 등이 있었다.

Table 2 Equations

Measurement	Equation
Equation 1 Degree Centrality	$cen(a) = \sum_{b=1}^L link(a, b)$
Equation 2 Betweenness Centrality	$cen(a) = \sum_{b < c} g(b, c, a) / g(b, c)$
Equation 3 Cosine Similarity	$Cosine\ Similarity = \frac{\sum_{k=1}^n C_{ik} - C_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n C_{ik}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n C_{jk}^2}}$

Table 3 Results of Degree Centrality Analysis (Co authorship Network)

Author	Degree Centrality	Author	Degree Centrality
Autry C.W.	0.032787	Ellram L.M.	0.016393
Petersen K.J.	0.027322	Schoenherr T.	0.016393
Wagner S.M.	0.027322	Squire B.	0.016393
Wang Y.	0.027322	Brandon-Jones E.	0.016393
Choi T.-M.	0.027322	Wang S.	0.016393
Handfield R.B.	0.021858	Yang Q.	0.016393
Yan H.	0.021858	Wu H.	0.016393
Tate W.L.	0.021858	Han X.	0.016393
Talluri S.	0.021858	Disney S.M.	0.016393
Naim M.M.	0.016393	Rungtusanatham M.J.	0.016393
Wu D.	0.016393	Blackhurst J.	0.016393
Christopher M.	0.016393	Van Wassenhove L.N.	0.016393
Khan O.	0.016393	Blackhurst J.	0.016393
Craighead C.W.	0.016393	Zsidisin G.A.	0.016393

Table 4 Results of Betweenness Centrality Analysis (Co authorship Network)

Author	Betweenness centrality	Author	Betweenness centrality
Autry C.W.	0.009488	Yan H.	0.001201
Petersen K.J.	0.009368	Wagner S.M.	0.001021
Tate W.L.	0.009248	Busse C.	0.000901
Craighead C.W.	0.006005	Wu D.D.	0.000721
Schoenherr T.	0.006005	Bode C.	0.000721
Ellram L.M.	0.005044	Wang H.	0.000721
Narasimhan R.	0.005044	Disney S.M.	0.000661
Zsidisin G.A.	0.003963	Zhang J.	0.000661
Talluri S.	0.003963	Blackhurst J.	0.000631
Handfield R.B.	0.003213	Wang S.	0.0006
Choi T.-M.	0.002822	Naim M.M.	0.00048
Melnyk S.A.	0.002762	Wagner S.M.	0.00042
Wang Y.	0.002102	Wu D.	0.00036
Ritchie W.J.	0.001441	Tang C.S.	0.0003
Blackhurst J.	0.001441		

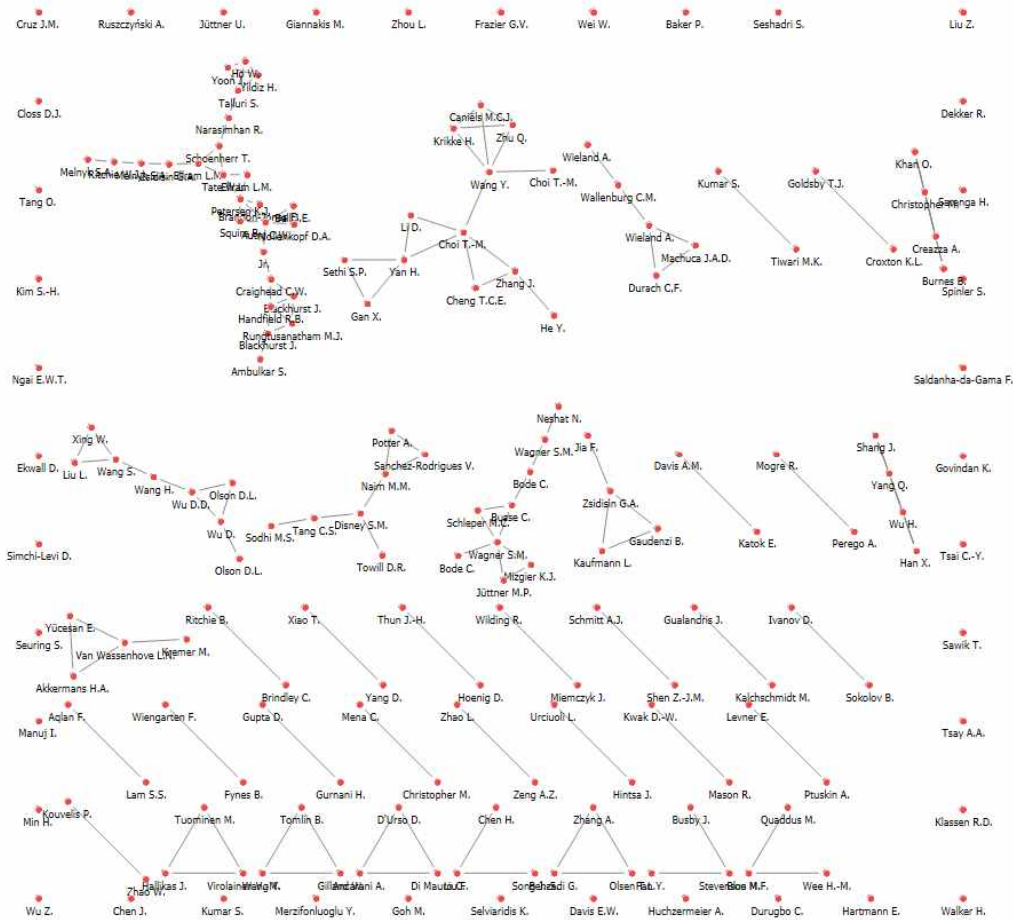


Fig. 2 Co Authorship Network

4.2 키워드 분석

해당 연구 분야에서 어떠한 주제들로 연구들이 진행되었는지 구체적으로 파악하기 위해서 키워드를 노드로 한 네트워크 분석을 실시하였다. 논문 초록에서 키워드들을 추출하는 경우 연구주제를 명확하게 드러내는 핵심 키워드가 아닌 여러 부수적인 키워드들을 통제하기 힘들기 때문에 유의미한 빈출 키워드를 추출하기 위해서는 연구자가 제시한 키워드들에 대한 정제 작업이 필요하다. 정제 작업 후의 키워드들이 네트워크에서 각각의 키워드 노드를 구성하기 때문에, 정제 작업은 매우 중요하다. 동일한 의미인데 연구자에 따라서 다른 키워드를 사용하는 경우가 종종 있다. 예를 들어 공급사슬 탄력성에 대해서 연구자 A는 키워드로 ‘Supply Chain Resilience’로 제시하고, 연구자 B는 ‘Resilient Supply Chain’으로 제시하는 경우에는 키워드를 ‘Supply Chain Resilience’로 통일하였다. 정제 작업의 신뢰도를 확보하기 위해서 공급사슬 분야 연구자 2명으로부터 자문을 받았다. 두 개 이상의 단어로 이루어진 고유명사의 경우, 대부분 그대로 키워드로 사용하였다. 예를 들어 ‘Supplier Selection’의 경우 ‘Supplier’와 ‘Selection’을 각각의 키워드로 추출하지 않고, ‘Supplier Selection’을 하나의 키워드로 간주하였다. 또한 검색어로 사용한 단어들은 분석 대상 키워드에서 제외하였다. 예를 들어 Supply Chain Management, Supply Chain Risk Management의 경우 논문검색을 위한 검색어이기 때문에 다수의 연구에서 키워드로 제시되었을 가능성이 매우 높아서 오히려 중요도가 낮고 보편적 성격을 가지고 있을 확률이 높다. 이는 Term Frequency-Inversed Document Frequency (TF-IDF)와 동일한 개념으로 생각할 수 있다.

본 연구에서는 키워드 네트워크 분석을 통한 최신 연구 동향을 파악하기 위해서 Scopus에서 검색한 공급사슬 리스크 관련 연구들 중 최근 5년 동안 게재된 논문들의 키워드들을 분석하였다. 2014년도부터 2018년도까지 게재된 논문 총 290편을 분석대상으로 논문과 키워드로 이루어

진 2원모드 네트워크를 구성하고, 논문들에 공출현한 키워드들을 중심으로 키워드 간의 일원모드 네트워크로 변환하여 분석하였다. 290편의 논문에서 총 589개의 키워드들이 제시되었다. 290편 논문에서 키워드들의 출현 빈도는 Table 5와 같다. 출현 빈도에 따라서 Fig 3에서 Word Cloud를 작성하였다. Supply Chain Management, Risk Management, Supply Chain Resilience, Risk Mitigation 등이 키워드로 자주 언급되었음을 확인할 수 있다.

589개의 키워드들 중에서 출현빈도 수가 2번 이상인 키워드들로 이루어진 1원모드 네트워크를 구성하였다. 변환 알고리즘은 Cosine Similarity를 사용하였고, 식은 Table 2의 Equation 3과 같다. 노드 간의 링크 숫자를 유의미한 수준으로 줄이기 위해서 Cosine Similarity의 Cut off Value는 0.2로 하였다. 1원모드로 변환 후 중심성과 Clustering 분석을 시행하였다. 키워드들 간의 네트워크는 Fig. 4에 나타나 있다. 일부 키워드들이 강한 상관성을 가지고 네트워크를 구축하고 있음을 확인할 수 있다. 연결중심성 결과 값은 Fig. 5처럼 Concentric Map 형태로 제시하였으며, 원의 중심에 가까울수록 키워드의 연결중심성 값이 크다. 최근 5개년 동안의 공급사슬 리스크 관련 논문에서 유사한 개념들과 가장 많이 연결된 키워드들은 Risk Interaction, Resilience, Environment, Contingency Theory, Procurement, Robustness, Newsvendor Model 등으로 나타났다. 이 키워드들은 공급사슬 리스크 연구의 하위 주제들을 대표하면서 활발한 연구들이 이뤄진 영역을 나타낸다. Fig. 6은 매개중심성 값을 보여주고 있다. Operational Performance, Environment, Contingency Theory, Procurement, Supply Chain Integration 등의 키워드들이 다른 하위 주제들 사이에서 주로 매개역할을 주로 하고 있는 것으로 나타났다. 이 키워드들을 중심으로 공급사슬 리스크 관련 하위 연구주제들이 확장되었음을 확인할 수 있다.

Bibliometric Network Analysis on Supply Chain Risk Management Research

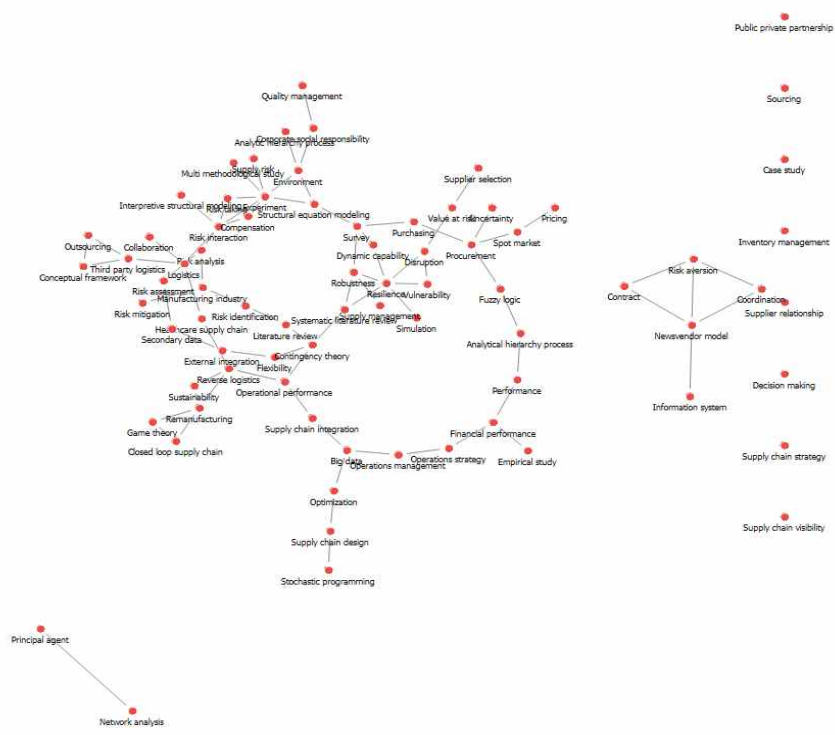


Fig. 4 Keyword Network

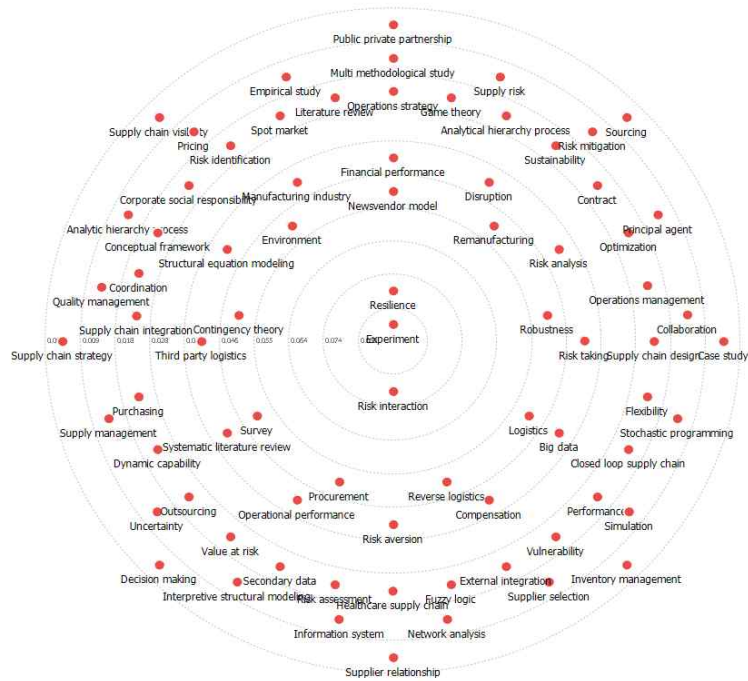


Fig. 5 Results of Degree Centrality Analysis (Keyword Network)

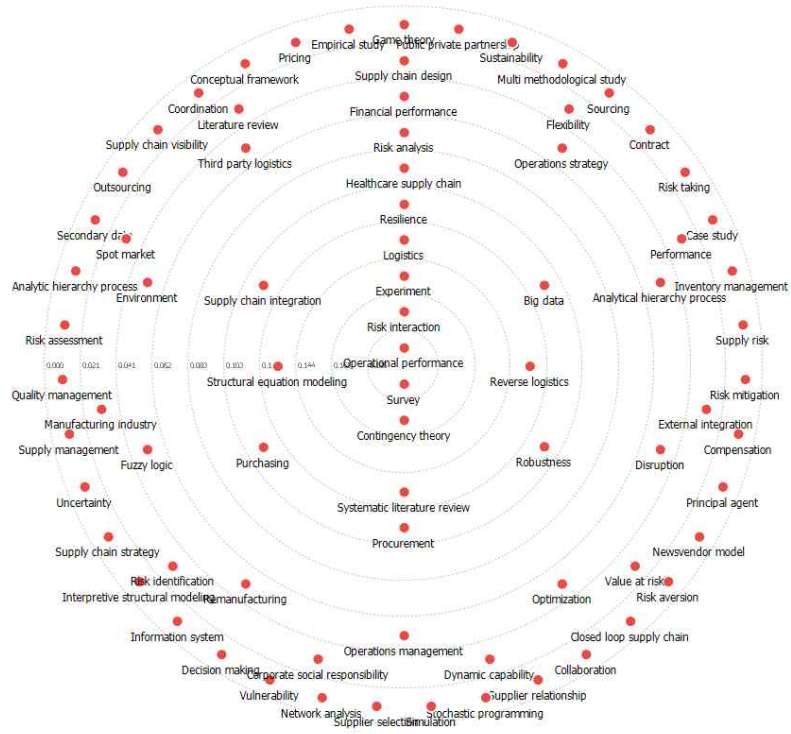


Fig. 6 Results of Betweenness Centrality Analysis (Keyword Network)

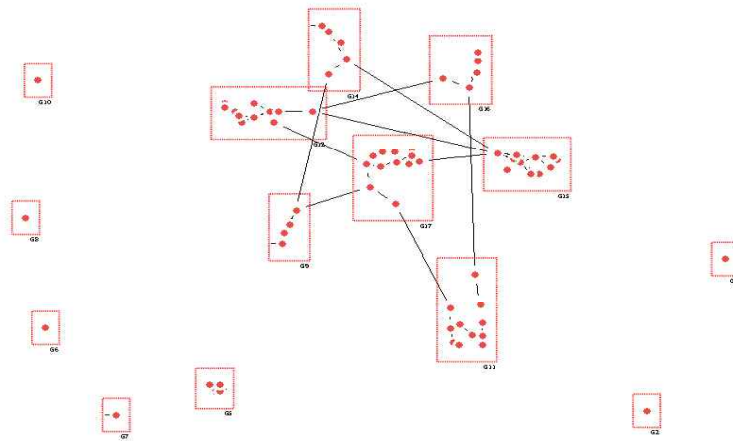


Fig. 7 Clusters by Topic

연구 주제 키워드들이 Cluster를 형성하는지 분석하기 위해서 Blondel et al.[1]이 제시한 방식에 따라서 Betweenness Modularity를 계산하여, 주제들의 Cluster를 구분하였다. Fig. 7처럼

총 키워드 1~3개로 이루어진 클러스터를 제외하고 총 7개의 주요 클러스터가 구성되었다. Table 6에는 각각의 클러스터들이 포함하는 주요 키워드들을 제시하고 있다.

Table 6 Topic Keywords by Cluster

	Keyword
Cluster 1	Financial performance, Operations strategy, Analytical hierarchy process, Big data, Optimization, Operations management, Supply chain design, Performance, Stochastic programming, Fuzzy logic, Empirical study
Cluster 2	Game theory, Sustainability, Closed loop supply chain, Remanufacturing, Reverse logistics,
Cluster 3	Resilience, Disruption, Simulation, Supplier selection, Vulnerability, Robustness, Supply management, Value at risk, Dynamic capability
Cluster 4	Multi methodological study, Experiment, Risk taking, Risk interaction, Supply risk, Compensation, Interpretive structural modeling, Quality management, Analytic hierarchy process, Environment, Structural equation modeling, Corporate social responsibility
Cluster 5	Contract, Newsvendor model, Risk aversion, Information system, Coordination, Risk analysis, Risk mitigation, Flexibility, External integration, Operational performance, Risk assessment, Contingency theory, Supply chain integration, Risk identification,
Cluster 6	Principal agent, Network analysis, Collaboration, Logistics, Healthcare supply chain, Outsourcing, Third party logistics, Conceptual framework
Cluster 7	Uncertainty, Procurement, Purchasing, Spot market, Pricing

클러스터 1은 기업의 재무/비재무적 성과(Financial performance, Performance 등)와 전략적 관점의 기능(Operations Strategy, Supply Chain Design 등)과 같은 키워드로 구성된 특징을 보인다. 이러한 주제를 조명한 연구들은 주로 계량적 의사 결정 방법론들로 분석되었다는 특징도 찾을 수 있다. Cluster 2는 재생/지속가능성(Remanufacturing, Reverse Logistics 등)을 상징하는 키워드들로 구성되어 있는 특징이 나타나고 있다. Cluster 3은 공급 측면에서 불확실성을 야기하는 요인을 나타내는 키워드(Supplier Selection, Supply Management 등)이 기능의 취약성 및 회복과 관련된 키워드(Disruption, Vulnerability, Resilience 등)들과 연관성을 갖고 있는 특징을 보인다. Cluster 4는 리스크의 감수 및 보상(Risk Taking, Compensation 등)과 관련된 키워드가 주를 이루고 있고, 이러한 주제를 조명한 연구들은 주로 경험적/정성적 연구 방법론들로 분석되었다는 특징이 보인다. 또한, 기업의 사회적 책임(CSR)과 리스크 관리의 주제가 접목된 연구도 진행되었다는 특이점도 찾을 수 있다. Cluster 5

는 리스크 인지/평가(Risk Identification, Risk Assessment 등)와 리스크 회피/완화(Risk Aversion, Risk Mitigation 등)가 결합되어 있는 특징을 보인다. Cluster 6은 기업의 운영 프로세스를 외부 업체에 위탁하는 기능(Outsourcing, Third Party Logistics 등)을 나타내는 키워드가 주를 이루고 있고 대리인 이론의 경제학적 분석 방법론이 주로 적용되고 있는 특징을 엿볼 수 있다. Cluster 7은 대표적인 특징을 찾을 수는 없지만, 구매/조달기능(Purchasing, Procurement) 및 현물시장(Spot market)의 키워드가 눈에 띈다.

5. 결론

본 연구에서는 공급사슬 리스크 관리 연구 동향을 파악하기 위해서 네트워크 분석을 하였다. 기존 연구동향 분석들과는 달리 네트워크 분석을 활용하여 다양한 결과들을 확인하였다. 첫째, 최근 5년간 공급사슬 리스크 관리 연구들의 키워드 네트워크 상에서 가장 중심성이 높은 키워드

들은 Risk interaction, Resilience, Environment, Contingency Theory, Procurement, Robustness, Reverse Logistics 등으로 이와 관련한 하위 주제들을 중심으로 최근 5년 동안 공급사슬 리스크가 연구되었음을 알 수 있다. 과거 리스크 관리 연구들은 주로 전략적 관점과 재무적 리스크를 주제로 하는 연구들이 주를 이루었는데[14], 최근 5년 동안에는 구체적으로 실행 단계에서 제기되는 이슈들을 다루고 있음을 확인하였다. 둘째, 저자 네트워크 분석을 통해서 1990년 이후 공급사슬 리스크 관리 연구를 주도한 연구자와 그룹을 확인할 수 있었다. 개별 연구자 중에는 Autry, Petersen, Wagner 등이 네트워크에서 중심성이 높았는데, 이들은 주로 Supply chain Resilience, Robustness, Disruption 등과 같은 출현빈도가 높은 키워드와 연관된 연구를 진행하였다. 또한 네트워크 상에서 4-5개의 주요 연구자 그룹이 형성됨을 확인하였다.

본 연구는 다음과 같은 시사점을 제공한다. 첫째, 기존 연구동향 분석과는 달리 네트워크 분석을 활용하여 최신 연구주제들을 탐색하고, 연구자 네트워크를 파악하여 연구동향 분석의 새로운 방향성을 제시하였다. 기존 Text Mining 기반 연구동향 분석들이 주로 초록의 키워드 중심으로 이루어졌다면, 본 연구에서는 키워드 분석과 더불어 연구자 간의 공저자 기반 네트워크 분석을 하여 공급사슬 분야 연구자들에게 연구자 클러스터들을 제시하여 논문들을 검색할 때 필요한 정보들을 제시하였다. 또한 이는 향후 연구논문을 노드로 하는 연구동향 분석에도 여러 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대한다. 둘째, 기존 공급사슬 리스크 연구 동향 분석과는 달리 최근 5년 동안의 연구를 중심으로 키워드 분석을 하여 최근 새롭게 주목받는 리스크 관련 하위 연구주제들을 제시하였다. 셋째, 공급사슬 리스크 관련 연구의 저자 네트워크 관계를 분석하여, 이 분야의 핵심 연구자와 그룹을 제시하였다. 이러한 시사점에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계점을 갖고 있다. 첫째, 주요 저널을 분석대상으로 한정하면서 공급사슬 리스크 관련한 다양한 키워드들과 저자들을 분석에 포함하지 못했을 가능성이 있다.

둘째, 키워드 네트워크 분석을 최근 5년 동안 게재된 논문을 대상으로 하면서 전통적으로 연구되어온 관련 주제들이 키워드 네트워크 분석에서 누락되었을 수 있다.

본 연구를 기반으로 향후 다양한 연구를 진행할 수 있을 것으로 기대한다. 첫째, 동시인용 분석을 통해서 저자와 키워드가 아닌 논문을 노드로 네트워크를 구성하여 다양한 분석을 할 수 있을 것이다. 둘째, 공급사슬 리스크 연구들을 시기별로 나누어서 연구 주제와 연구자 그룹 등의 변화를 분석한다면, 학계와 산업계의 시기별 관심사를 구체적으로 파악할 수 있을 것으로 판단한다. 셋째, 운영 및 공급사슬 분야에서 발표된 연구들에 대한 분석에 집중하고자 Management 분야의 연구논문 검색에 유용한 Scopus에 집중하여 분석을 진행하였지만, 다른 학술 데이터베이스를 추가하여 분석한다면 해당 분야의 리스크 관리 연구의 확장 및 변화 과정을 좀 더 광범위하게 분석할 수 있을 것으로 판단한다.

References

- [1] Blondel, V.D., Guillaume J.L., Lambiotte, R., Lefebvre, E., "Fast Unfolding of Communities in Large Networks," *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, Vol. 2008, No. 10, pp. 2 - 11, 2008.
- [2] Colichia, C., Strozzi, F., "Supply Chain Risk Management: A New Methodology for a Systematic Literature Review," *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 17, No. 4, pp. 403-418, 2012.
- [3] Choi, J., Yi, S., Lee, K.C., "Analysis of Keyword Networks in MIS Research and Implications for Predicting Knowledge Evolution," *Information and Management*, Vol. 48, No. 8, pp. 371-381, 2011.
- [4] Ghadge, A., Dani, S., Kalawsky, R., "Supply Chain Risk Management: Present and Future Scope," *International Journal of Logistics Management*, Vol. 23, No. 3, pp.

313-339, 2012.

[5] Gurtu, A., Searcy, C., Jaber, M.Y., "An Analysis of Keywords Used in the Literature on Green Supply Chain Management," *Management Research Reiew*, Vol. 38, No. 2, pp. 166-194, 2015.

[6] Joo, S., Ha S., Park S., "Technology Keyword Network and Cognitive Map Analysis : to Sprospect Promising Technology of UAV(Unmanned Aerial Vehicle) Airframe Industry," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 21, No. 5, pp. 55-72, 2016.

[7] Kho, J., Cho, K., Cho, Y., "A Study on Recent Research Trend in Management of Technology Using Keywords Network Analysis," *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol. 19, No. 2, pp. 101-123, 2013.

[8] Lee S., "An Empirical Study of Agile Manufacturing and its Business Performance : Focusing on Antecedents of Agility," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 20, No. 1, pp. 103-112, 2015.

[9] Lin, Y., Zhou, L., "The Impacts of Product Design Changes on Supply Chain Risk: A Case Study," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 4, No. 2, pp. 162-186, 2011.

[10] Pyun, J., Jeong, E., "A Study on Recent Research Trend in New Product Development Using Keyword Network Analysis," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 23, No. 5, pp. 119-134, 2018

[11] Rha, J., Choi, D., "Bibliometric Network Analysis on Low Cost Carrier Research," *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 23, No. 1, pp. 14-23, 2015.

[12] Ritchie, B., Brindley, C., "Supply Chain Risk Management and Performance-A

Guiding Framework for Future Development," *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 27, No. 3, pp. 303-322, 2007.

[13] Shin, W., Pierson, M., "Renesas Electronics and the Automotive Microcontroller Supply Chain," *Harvard Business Case Product #:* 612071, 2012.

[14] Tang, O., Musa, S. N., "Identifying Risk Issues and Research Advancements in Supply Chain Risk Management," *International Journal of Production Economics*, Vol. 133, No. 1, pp. 25-34, 2011.



편 제 범 (Pyun Jebum)

- 한양대학교 산업공학과 공학사
- 한양대학교 산업공학과 공학 석사
- 고려대학교 경영학과 LSOM 전공 경영학박사
- 호서대학교 빅데이터경영공학부 산업경영공학 트랙 조교수
- 관심분야 : 신제품개발(NPD)의 전략적 의사 결정, 구매 공급사 평가 및 관계 관리, 공급사슬리스크관리



나 진 성 (Rha Jin Sung)

- 종신회원
- 연세대학교 교육학과 학사, 경영학사
- 미국 네브라스카 주립대학교 경영학과 석사
- 미국 네브라스카 주립대학교 경영학과 박사
- 인하대학교 경영대학 경영학과 조교수
- 관심분야 : 공급사슬리스크관리, 친환경 공급 사슬, 네트워크 분석