
연관규칙 기반 동시출현단어 분석을 활용한 기술경영 연구 주제 네트워크 분석*

전익진** · 이학연***

<목 차>

- I. 서론
- II. 선행 연구
- III. 연구 방법
- IV. 기술경영 연구 주제 일원 네트워크
- V. 기술경영 연구 주제 이원 네트워크
- VI. 결론

국문초록 : 본 연구는 동시출현단어(co-word) 분석을 이용하여 기술경영 분야의 연구 주제 네트워크를 구축하고, 핵심 연구 주제 및 연구 주제 간 상호연관관계를 도출한다. 동시출현 빈도수의 정규화를 통해 키워드 간 유사성을 도출하여 무방향 네트워크를 분석하는 기존 연구들과는 달리 본 연구는 연관규칙분석(association rule)을 통해 키워드 간 신뢰도(confidence)를 도출하여 유방향 네트워크 분석을 수행한다. 2011~2014년 기술경영 분야 9개 국제 학술지에 게재된 2,456개의 논문의 저자키워드를 대상으로 빈도수 상위 200개 키워드를 추출하고, 주제(THEME), 방법(METHOD), 분야(FIELD)의 세 가지 유형으로 키워드를 분류한다. 각 유형별 일원(one-mode) 네트워크를 구축하여, 함께 많이 연구가 이루어진 키워드들을 찾아내고, 핵심 키워드를 도출한다. 또한 두 가지 유형의 키워드 간의 이원

* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비 지원으로 수행되었습니다(2016-0647).

** 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정 (plusstar75@seoultech.ac.kr)

*** 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과, 교신저자 (hylee@seoultech.ac.kr)

(two-mode) 네트워크를 구축하여, 연구 주제별로 함께 많이 활용된 방법 및 대상 분야를 탐색한다. 본 연구 결과는 최근 성숙기에 접어든 기술경영 분야의 연구 흐름 및 지식 구조를 키워드 수준에서 구체적으로 제시함으로써, 기술경영 분야 연구자들의 연구 주제 탐색 및 연구 방향 설계에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 기술경영, 동시출현단어 분석, 연관규칙 분석, 네트워크 분석, 저자 키워드

Exploring the Research Topic Networks in the Technology Management Field Using Association Rule-based Co-word Analysis

Ikjin Jeon · Hakyeon Lee

Abstract : This paper identifies core research topics and their relationships by deriving the research topic networks in the technology management field using co-word analysis. Contrary to the conventional approach in which undirected networks are constructed based on normalized co-occurrence frequency, this study analyzes directed networks of keywords by employing the confidence index of association rule mining for pairs of keywords. Author keywords included in 2,456 articles published in nine international journals of technology management in 2011~2014 are extracted and categorized into three types: THEME, METHOD, and FIELD. One-mode networks for each type of keywords are constructed to identify core research keywords and their interrelationships with each type. We then derive the two-mode networks composed of different two types of keywords, THEME-METHOD and THEME-FIELD, to explore which methods or fields are frequently employed or studied for each theme. The findings of this study are expected to be fruitfully referred for researchers in the field of technology management to grasp research trends and set the future research directions.

Key Words : Technology management, Co-word analysis, Association rule mining,
Network analysis, Author keyword

I. 서론

기술경영(technology management) 분야는 1987년 US National Research Council 에 의해 처음 정립된 이후, 지난 30여년 동안 빠른 속도로 발전을 거듭하여 독립적인 하나의 학문 분야로 자리매김하였다(Pilkington and Teichert, 2006). 초기에는 주로 경영학의 한 세부 분야로써 경영학 관련 학술지에 기술경영 연구들이 발표되었으나, 이제는 기술경영 전문 학술지를 표방하는 수십 개의 국제 학술지가 발간되어 기술경영 분야의 다양한 연구가 발표되고 있으며, 그 연구 대상의 범위도 점차 확대되고 있는 추세이다(Lee, 2015). 이처럼 기술경영이 독립적인 학문으로 정착함에 따라, 기술경영 문헌 자체에 대한 연구가 최근 들어 급격히 증가하고 있다. 주로 계량서지분석(bibliometric analysis) 기법을 이용하여 기술경영 관련 문헌들의 서지 정보 및 연구 주제를 분석함으로써 기술경영 연구 현황 및 동향을 분석하려는 시도가 이루어지고 있다.

계량서지분석을 활용한 기술경영 문헌 연구는 논문의 수와 인용횟수 등을 바탕으로 다양한 유형의 논문, 학술지, 저자 등 학술주체의 영향력을 분석하는 연구(Ball and Rigby, 2006; Durisin et al., 2010; Pilkington and Teichert, 2006; Linton and Thongpapanl, 2004; Thongpapanl, 2012), 인용 분석 및 동시인용분석 등을 활용하여 학술주체 간의 연관관계를 시각화하는 연구(Beyhan and Cetindamar, 2011; McMillan, 2008; Lee, 2015), 기술경영 분야 내 핵심 연구 주제(research topic)를 분석하는 연구(Allen and Sosa, 2004; Cetindamar et al., 2009; Choi et al., 2012; Merino et al., 2006) 등 다양한 방면으로 이루어지고 있다. 이 중 본 연구는 마지막 유형인 기술경영 분야의 연구 주제 분석에 해당된다. 특정 학문 분야의 핵심 연구 주제를 탐색하고, 유망 연구 주제를 도출하는 것은 연구자들의 연구 방향 설정 및 연구지원 기관의 정책 수립에 중요한 시사점을 제공해 줄 수 있다(Small, 2014). 기술경영 학술지에 게재된 논문을 바탕으로 기술경영 분야의 연구 주제를 분석하는 연구들이 일부 진행되어 왔으나(Allen and Sosa, 2004; Cetindamar et al., 2009; Choi et al., 2012; Merino et al., 2006), 대부분 사전에 정의된 세부 연구 주제별로 논문 건수를 집계하여 주제별 분포 및 비중을 분석하는 수준에 그치고 있다. 그러나 거시적인 수준에서 단순히 연구 주제별 비중을 측정하는 것만으로는 실질적인 시사점을 도출하기에는 한계가 있다. 기술경영 분야의 연구 동향 파악 및 연구 방향 설정에 있어 보다 구체적인 시사점을 도출하기 위해서는 연구 주제별 단순 빈도가 아닌 연구 주제 간 연관관계를 키워드 수준에서 분석하는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 동시출현단어(co-word) 분석을 활용하여 기술경영 분야의 연구 주제 간 연관관계를 분석한다. 동시출현단어 분석은 두 키워드가 문서집합 내 문서들에서 얼마나 자주 함께 출현하였는가를 바탕으로 키워드 간 연관관계를 측정하는 계량서지분석 기법으로(Courtial, 1994), 특정 학문 및 기술 도메인의 지식 구조를 파악하는데 널리 활용되어 온 기법이다. 본 연구에서는 9개의 기술경영 전문 학술지에 게재된 논문들을 대상으로, 논문에 포함된 저자 키워드(author keywords)에 대한 동시출현단어 분석을 수행하여 기술경영 연구분야의 키워드 네트워크를 구축하고 주제별 핵심 키워드를 도출한다.

동시출현단어 관계를 바탕으로 키워드 간 연관행렬(association matrix) 생성 시, 일반적으로 동시출현 빈도수 또는 이를 정규화한 유사도 지수를 활용하는 것이 대부분이나, 본 연구에서는 연관규칙분석(association rule mining)의 신뢰도(confidence) 값을 이용하여 키워드 간 연관관계를 측정한다. 유사도 지수의 경우 단순히 두 키워드 간의 동시출현여부만을 고려하므로 키워드 간의 방향성을 고려할 수 없으나, 연관규칙 분석의 신뢰도는 특정 키워드가 출현했을 때 다른 키워드가 출현할 확률로 정의됨으로 키워드 간의 방향성을 고려할 수 있다. 따라서 기존의 유사도 지수를 활용한 연구들의 경우 함께 많이 연구되는 주제들의 조합을 파악하는 수준에서 그쳤다면, 본 연구에서는 특정 주제에 대한 연구가 이루어질 때 이와 함께 어떤 주제들이 함께 연구되는 지를 파악할 수 있다. 또한 본 연구에서는 보다 다각적인 분석을 위해 연구 주제 키워드를 주제(THEME), 방법(METHOD), 분야(FIELD)로 구분하여 분석을 수행한다. 각 키워드 유형별로 독립적인 키워드 네트워크를 분석하는 것과 함께, 두 가지 유형별 키워드 간의 관계를 나타내는 이원 네트워크(two-mode network) 분석을 수행함으로써 주제-분야-방법 간의 연관 관계를 도출한다. 즉, 특정 주제에 대한 연구 수행 시, 어떤 방법이 주로 활용되는지, 어떤 국가, 산업, 기술이 사례로써 다루어지는지에 대해 파악함으로써 보다 다양한 시사점을 도출한다.

이후 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기술경영 문헌 분석 및 동시출현단어 분석과 관련된 기존 연구를 고찰하고, III장에서는 데이터 수집 및 분석 기법 등 연구 방법에 대해 설명한다. IV장에서는 세 가지 유형별 이원 네트워크 분석 결과를 제시하고, V장에서는 서로 다른 유형의 키워드로 구성된 이원 네트워크 분석 결과를 다룬다. 마지막으로 VI장에서는 본 연구의 의의와 한계점, 추후 연구 방향을 제시한다.

II. 선행 연구

1. 기술경영 문헌 분석 연구

신생 학문 분야가 성숙기에 접어들게 되면 그 학문 분야 자체의 특성을 규명하려는 연구가 이루어지는 것이 일반적이다 (Ramos-Rodriguez and Ruiz-Navarro, 2004). 기술경영 분야 역시 성숙기에 접어들어 따라, 기술경영 문헌을 바탕으로 계량서지분석을 수행하여 기술경영 분야의 학문적 특성을 규명하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 기술경영 분야에 대해 계량서지분석을 수행한 연구들은 크게 세 가지 유형으로 구분될 수 있다.

첫째, 기술경영 분야 내의 핵심 학술 주체(intellectual pillars)를 도출하는 연구이다. 기술경영 학술지에 게재된 논문의 수 및 피인용 횟수를 바탕으로, 영향력 있는 논문, 연구자, 기관 등의 목록 및 순위를 산출하는 것을 목적으로 한다. *Journal of Product Innovation Management*(Biemans et al., 2007; Durisin et al., 2010), *Technovation*(Pilkington and Teichert, 2006) 등 단일 학술지에 대한 연구가 이루어졌으며, Ball and Rigby (2006)와 Beyhan and Cetindamar (2011) 등은 10개 내외의 기술경영 분야 대표 학술지들에 대한 통합 분석을 수행하였다. 또한 학술지 수준의 연간 피인용 횟수를 바탕으로 기술경영 분야의 핵심 학술지를 도출하고, 그 순위를 측정하려는 시도도 일부 이루어져 왔다(Cheng et al., 1999; Linton and Thongpapanl, 2004; Thongpapanl, 2012)

둘째, 기술경영 분야의 학술 주체 간 연관 관계를 시각화하는 연구이다. 인용 분석(citation analysis) 또는 동시 인용 분석(co-citation analysis) 등을 바탕으로 논문 간 연관 관계를 측정하고, 이를 저자, 기관, 학술지 등의 상위 수준으로 확장하여, 이들 간의 지식 흐름을 네트워크로 시각화함으로써 기술경영 분야의 지적 구조(intellectual structure)를 파악하는 연구들이다. 기술경영 네트워크 분석은 논문(Beyhan and Cetindamar, 2011; Pilkington and Teichert, 2006), 저자(Beyhan and Cetindamar, 2011; McMillan, 2008), 학술지(Lee, 2015; McMillan, 2008) 등 다양한 수준에서 활발히 이루어져 왔다.

셋째, 기술경영 분야의 연구 주제를 분석하는 연구이다. 이러한 연구들은 기술경영 분야의 다양한 연구 주제들의 종류 및 비중을 파악하고, 지역별 차이를 분석하거나 기간별 분포에 따라 유망 주제와 쇠퇴 주제를 찾는 것을 목적으로 한다. 초기에는 *IEEE Transactions on Engineering Management*(Allen and Sosa, 2004), *Technovation*(Merino et al., 2006), *Research Policy*(Teichert and Pilkington, 2006) 등 기술경영 분야, 단일 학술지 내의 핵심

주제에 대한 분석이 주로 이루어져 왔고, 최근 들어서는 복수의 기술경영 대표 학술지를 대상으로 기술경영 분야 전체에 대한 연구 주제를 분석하는 연구들이 이루어졌다. Cetindamar et al. (2009)는 10개의 기술경영 학술지에 게재된 325개의 논문을 바탕으로 17개의 연구 주제별 비중을 분석하였으며, 개발도상국과 선진국 간의 연구 주제 분포의 차이를 분석하였다. Choi et al. (2012)은 10개의 기술경영 학술지에 2000년~2009년에 게재된 5,239개의 논문을 바탕으로, 13개의 세부 도메인별 분포를 측정하고 국가 간 차이를 분석하였다.

이처럼 기술경영의 연구 주제를 분석한 기존 연구들은 연구자가 거시적인 수준에서 세부 연구 주제의 유형을 직관적으로 사전에 정의하고, 정의된 연구 주제 범위 내에서 각 논문을 전체로하여 주제별로 할당한 후, 그 빈도를 바탕으로 비중을 측정하는 방식이 대부분이다. 따라서 첫째, 미시적인 관점에서 보다 다양한 연구 주제들을 고려할 수 없고, 둘째, 하나의 논문 내에 포함된 복수의 주제들을 구분할 수 없으며, 셋째, 주제별로 독립적인 출현 빈도만을 고려하므로 주제 간의 연관관계를 파악할 수 없다는 한계점이 있다. 이에 본 연구에서는 저자 키워드 수준에서의 동시출현단어 분석을 수행하여, 보다 미시적인 관점에서 다양한 연구 주제들 간의 연관관계를 분석한다.

2. 동시출현단어 분석

계량서지학에서 널리 활용되는 동시출현(co-occurrence) 분석은 문서 내 텍스트를 분석하여 특정 개체들이 얼마나 많은 문서에 동시에 출현하는가를 바탕으로 개체 간 연관관계를 분석하는 방법이다 (Yan & Ding, 2012). 동시출현 분석에는 저자 정보의 동시 출현 빈도를 바탕으로 연구자 간의 관계를 파악하는 공동 저술(co-authorship) 분석, 학술 분류체계 또는 기술분류체계 상의 코드들의 동시 출현을 바탕으로 분야 간 융합 관계를 측정하는 동시분류(co-classification) 분석, 그리고 키워드의 동시 출현 빈도를 바탕으로 특정 분야의 지식 구조를 파악하는 동시출현단어 분석 등이 있다.

본 연구에서 활용하는 동시출현단어 분석은 Callon et al. (1983)에 의해 처음 제시되었다. 하나의 논문에서 두 개의 키워드가 동시에 출현하였다면, 두 키워드 간의 연결 고리가 존재한다고 가정한다. 두 키워드가 동시에 출현하는 논문의 개수가 많으면 많을수록 두 키워드 간의 연관 관계가 높다고 할 수 있다 (Callon et al., 1993). 키워드 간의 연관 관계를 시각화하여 의미 지도(semantic map)를 작성함으로써 특정 학문 분야의 인지 구조(cognitive structure)를 한눈에 파악할 수 있다는 장점으로 인해, 동시출현단어 분석

은 소프트웨어 공학(Coulter, Monarch, and Konda, 1998), 고분자화학(Callon et al., 1991), 정보계량학(Courtial, 1994), 신경망 연구(Noyons and van Raan, 1998; van Raan and Tijssen, 1993), 산성화 연구(Law & Whittaker, 1992), 특허분석(Courtial et al., 1993), 광학(Noyons and van Raan, 1994), 생물전자공학(Hinze, 1994), 약학(Rikken, Kiers and Vos, 1995), 생물학(Rip and Courtial, 1984; Looze and Lemarie, 1997), 물리학(Bhattacharya and Basu, 1998) 등 많은 학문 분야에서 널리 활용되어 왔다.

논문을 활용한 동시출현단어 분석 시 논문의 어떤 부분에서 키워드를 추출할 것인지를 판단하는 것은 매우 중요하다. 논문의 저자키워드는 의미적인 면에서 해당 논문의 주제와 직접적으로 연결이 되며, 저자가 해당 논문의 내용 중에서 가장 핵심적이고 중요하다고 판단하여 선택한 용어로 구성되어 진다(Šauperl, 2004). 또한 저자키워드를 중심으로 분석을 진행 할 경우 주제와 키워드의 의미적 연관성에 따라 해당 논문의 핵심을 파악 할 수 있게 되어 후속 연구자가 해당 분야의 또 다른 연구를 진행 할 때 선행 연구에서 기존 연구자들이 중요하게 생각했던 핵심적인 학술적 의미와 연관 정보를 보다 효율적으로 탐색할 수 있게 된다(고영만 외, 2013). 따라서 본 연구에서는 저자키워드를 활용하여 동시출현단어분석을 수행한다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 데이터 수집

분석을 위한 첫 번째 단계는 기술경영 학술지로부터 분석 대상 논문을 수집하는 것이다. 수집 대상이 된 기술경영 학술지들은 기존 연구를 바탕으로 선정되었다. Linton and Thongpapanl (2004)은 *IEEE Transactions on Engineering Management*, *International Journal of Technology Management*, *Journal of Engineering and Technology Management*, *Journal of Product Innovation Management*, *R&D Management*, *Research Policy*, *Research-Technology Management*, *Technological Analysis and Strategic Management*, *Technological Forecasting and Social Change*, *Technovation* 등 10개의 학술지를 기술경영의 대표 학술지로 선정하였으며, 이후 후속 연구들에서도 위와 동일한 10개의 학술지를 대상으로 분석을 수행하였다 (Beyhan and

Cetindamar, 2011; Cetindamar et al., 2009; Choi et al., 2012; Lee, 2015). 본 연구에서는 위의 10개 학술지 중 저자 키워드 정보를 제공하지 않는 *R&D management*를 제외하고 나머지 9개 학술지를 분석 대상으로 선정하였다.

9개 학술지에 2011년부터 2014년 까지 게재된 논문의 서지 정보를 SCOPUS로부터 수집하였으며, 수집된 논문의 개수 및 포함된 저자 키워드의 수는 아래 <표 1>과 같다. 총 2,456건의 논문이 수집되었으며, Technological Forecasting and Social Change (TFSC)가 547개로 가장 많은 반면, Journal of Engineering and Technology Management (JETM)이 98개로 가장 적게 나타났다. 총 39,243개의 키워드가 도출되었으며, Journal of Product Innovation Management (JPIM)가 7,818개로 가장 많은 키워드를 포함하고 있는 것으로 나타났다.

<표 1> 분석대상 학술지 및 논문 수

학술지	논문 수	키워드 수
Journal of Engineering and Technology Management (JETM)	98	1,198
IEEE Transactions on Engineering Management (IEEE)	201	3,277
Research Technology Management (RTM)	170	1,817
Technovation (TVN)	213	4,580
Technology Analysis and Strategic Management (TASM)	254	1,972
Technological Forecasting and Social Change (TFSC)	547	5,463
Research Policy (RP)	506	7,152
Journal of Product Innovation Management (JPIM)	281	7,818
International Journal of Technology Management (IJTM)	186	5,966
합계	2,456	39,243

2. 키워드 정제 및 분류

수집된 키워드의 중복을 제거하기 위한 정제 작업을 수행하였다. 동일한 키워드임에도 불구하고 단복수 표기가 다르거나 약어로 표현되는 경우가 있어 서로 다른 키워드로 인식되는 경우가 많으며, 동일한 의미임에도 불구하고 키워드의 수준에 따라 다르게 표현되는 경우도 존재한다. 먼저 복수 형태로 표기된 명사들을 단수 형태로 통일하였으며, 일반적으로 널리 활용되는 약어의 경우, 전체 키워드 명을 약어로 변경하여 통합하였다 (예: New Product Development → NPD, Research and Development → R&D). 또한 유

사한 의미의 키워드를 핵심 키워드를 중심으로 통합하였다(예: Strategic decision making → decision making).

출현 빈도 상위 500개 키워드를 대상으로 정제 작업을 수행하였으며, 정제된 키워드를 기준으로 다시 출현 빈도수가 높은 상위 200개 키워드를 최종 분석 대상으로 선정하였다. 선정된 200개 키워드를 연구 주제를 나타내는 THEME, 연구 대상이 되는 기술 및 산업 분야 또는 국가를 나타내는 FIELD, 연구 방법을 나타내는 METHOD로 분류하였다. 그 결과, 200개의 키워드가 THEME 156개, FIELD 20개, METHOD 24개로 분류되었으며, 아래 <표 2>는 키워드 유형별 출현 빈도수 상위 10개 키워드를 나타낸 것이다. 전체 200개 키워드 목록 및 키워드별 빈도수와 유형은 <부록 A>에 첨부하였다. THEME 키워드 중에서는 NPD(new product development)가 압도적으로 많은 수의 빈도수를 나타내고 있으며, Projectmanagement, Decisionmaking 등의 키워드가 그 뒤를 이었다. FIELD 측면에서는 High-tech와 SME(small & medium enterprise)가 가장 큰 연구 대상임을 알 수 있으며, China 지역에 대한 연구가 최근 높은 관심을 보이고 있음을 알 수 있다. METHOD 측면에서는 Empirical analysis 및 Regression analysis가 일반적으로 가장 많이 활용되는 방법임을 알 수 있으며, Social network analysis도 활발히 적용되고 있음을 알 수 있다.

<표 2> 유형별 출현 빈도수 Top 10 키워드

순 위	THEME		FIELD		METHOD	
	키워드	빈도수	키워드	빈도수	키워드	빈도수
1	NPD	6235	High-tech	673	Empirical analysis	1377
2	project management	1187	SME	572	Regression analysis	643
3	Decision making	1030	China	560	Social network analysis	534
4	Innovation diffusion	997	BT	551	Case study	487
5	Product innovation	959	Manufacturing	531	Conceptual framework	400
6	Product design	933	Automotive industry	461	Structural equation modeling	373
7	Technology transfer	931	NT	369	Scenarios	358
8	Knowledge management	873	Developing country	246	Patent analysis	338
9	New product performance	849	Pharmaceutical industry	209	Computer simulation	299
10	Innovation policy	779	Emerging market	196	Bibliometric analysis	296

3. 연관규칙 분석

동시출현단어 분석을 비롯한 동시출현분석에서는 동시출현 건수를 그대로 활용하지 않고, 이를 정규화하여 유사도를 측정하는 것이 일반적이다. 절대적인 동시출현 건수는 관련 개체들의 총 출현 빈도수에 영향을 받게 되므로, 이를 보정하기 위해 동시출현 건수를 출현 빈도수로 나누어 개체들 간의 실질적인 연관 관계를 측정한다. 이러한 목적으로 사용되는 유사도 지수에는 Association strength (또는 Proximity index), Salton's Cosine (또는 Equivalence index), Inclusive index, Jaccard Index 등이 있으며, 이들은 동시출현빈도수를 나누어주는 총 출현 빈도수를 어떻게 설정하는가에 따라 구분된다 (van Eck and Waltman, 2009). 그러나 이들 유사도 지수를 동시출현단어 분석에 활용할 경우, 두 단어 간의 방향성을 고려하지 못한다는 한계점이 있다. 즉, 두 단어 간의 동시출현 빈도에 따른 연관 관계만을 측정할 뿐, 한 단어가 출현했을 때 다른 단어가 출현할 확률을 고려하지 못한다. 연구 주제 간의 연관 관계 분석 시 단순히 어떤 주제들이 함께 많이 연구된다는 사실도 의미가 있으나, 특정 주제에 대한 연구가 이루어질 경우 이를 위해 어떤 주제, 방법, 분야에 대한 연구가 함께 이루어지는가를 파악할 수 있다면 더욱 풍부한 시사점을 제공해 줄 수 있다. 본 연구에서는 이러한 동시 출현의 방향성을 고려하기 위해 일반적인 유사도 지수를 활용하지 않고, 연관규칙 분석을 활용하여 단어 간의 연관관계를 측정한다.

연관규칙 분석은 특정 사건이 발생하는데 영향을 주는 항목들이 동시에 일어날 수 있는 규칙을 탐색하는 분석방법이다(Agrawal et al., 1993). 일명 장바구니 분석(market basket analysis)이라고도 불리는 연관규칙 분석은 특정 사건 A가 발생할 때 사건 B가 동시에 발생하는 규칙을 찾아내는 분석 방법이다. 연관규칙을 생성하는 기준으로는 지지도(support), 신뢰도(confidence), 향상도(lift)의 세 가지가 있다. 지지도의 경우 전체 사건 중에서 사건 A와 B가 동시에 일어날 확률로, $P(A \cap B)$ 로 정의된다. 신뢰도는 사건 A가 발생했을 때 사건 B가 발생할 조건부 확률인 $P(B|A)$ 로 정의된다. 마지막으로 향상도는 신뢰도를 기대확률로 나눈 값으로 정의되며, 이 값이 1에 가까우면 두 사건 간의 상관관계가 거의 없음을 나타내는 반면, 1보다 크면 연관규칙의 예측력이 높다고 판단한다.

지지도의 경우 동시발생 횟수를 단순히 전체 사건 수로 나눈 것이므로 방향성이 존재하지 않으며, 향상도의 경우 지지도와 신뢰도에 대한 유의성 판단에 활용하는 것이 일반적이다. 따라서 본 연구에서는 사건 간 조건부 확률을 나타내는 신뢰도를 사용하여 단어

간의 연관관계를 측정한다. 즉, A라는 단어가 출현했을 때 B라는 단어가 출현할 확률을 두 단어 간의 연관관계로 정의하고, 모든 출현 단어 간의 신뢰도 값을 활용하여 연관 행렬을 도출한다. 본 연구에서는 세 가지 키워드 유형별로 각각 네트워크를 구축하며, 주제별로 많이 활용되는 방법과 대상 분야를 도출하기 위해, THEME-METHOD, THEME-FIELD간 이원 네트워크 분석도 함께 수행한다. 총 다섯 가지 네트워크를 구축하기 위한 연관규칙 분석 결과는 아래 <표 3>과 같다.

<표 3> 연관규칙 분석 결과

구분	1 Mode			2 Mode	
	THEME	FIELD	METHOD	THEME-METHOD	THEME-FIELD
전체 조합	2765	80	123	487	379
평균 신뢰도	0.058	0.212	0.169	0.273	0.313

4. 네트워크 분석

네트워크 분석은 다양한 형태의 분석 대상에 대해 상호간의 관련성을 정의하여 그 특성을 분석할 수 있어 최근 많은 연구에서 응용되는 연구방법이다(김경외 외, 2015). 연관규칙 분석을 통해 다섯 가지 유형의 네트워크를 구축하기 위한 연관 행렬을 도출한 후, 네트워크 별로 적절한 임계치(cut-off value)를 적용하여 네트워크를 이분화한다. 이분화된 네트워크를 바탕으로 네트워크 상의 노드들의 중앙성을 측정하여 핵심 키워드를 도출한다.

일반적으로 네트워크 중앙성 지표로는 연결(degree), 인접(closeness), 사이(betweenness) 중앙성이 널리 활용된다. 연결 중앙성은 특정 노드가 다른 노드들과 얼마만큼 연결되어 있는가를 나타내며, 전체 노드 수에서 특정 노드와 연결되어 있는 개수의 비율로 측정된다. 방향성이 있는 네트워크(directed network)의 경우, 연결 중앙성은 내향(in-degree)과 외향(out-degree)으로 구분되어 측정된다. 인접 중앙성은 특정 노드가 다른 노드와 얼마나 가깝게 위치해있는가를 의미하며, 대상 노드와 다른 노드들간의 거리의 역수로 측정된다. 사이 중앙성은 네트워크 상에서 특정 노드가 다른 노드들 간의 중개자 역할을 수행하는 정도를 의미하며, 두 쌍의 노드간의 최단 거리에 대상 노드가 위치하는 비율로 측정된다.

본 연구에서는 내향 연결 중앙성과 사이 중앙성을 활용하여 기술경영 연구 주제 네트워크 상의 핵심 키워드를 도출한다. 내향 연결 중앙성은 분석 대상 키워드가 다른 키워

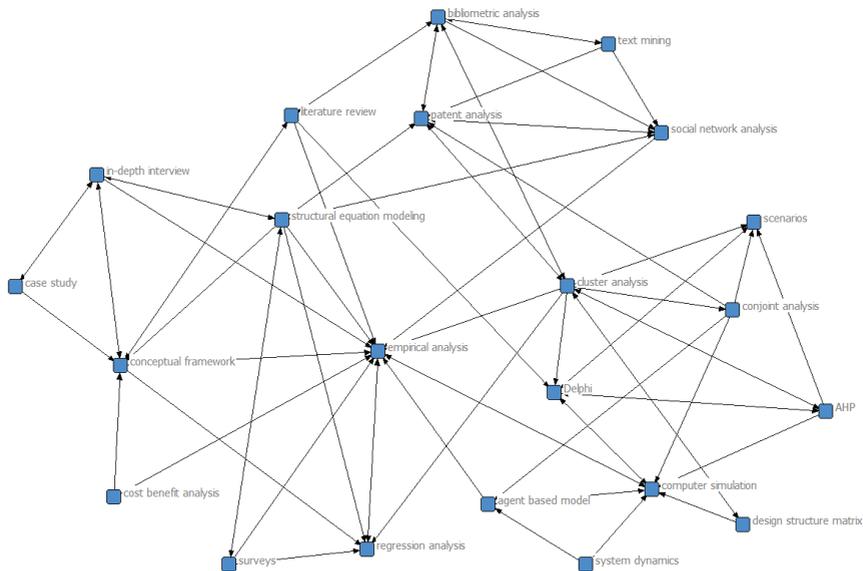
<표 4> THEME 키워드 네트워크 중앙성

순위	연결중앙성		사이중앙성	
	키워드	값	키워드	값
1	<i>NPD</i>	42.308	<i>NPD</i>	44.972
2	<i>Disruptive innovation</i>	6.41	<i>R&D investment</i>	14.952
3	<i>Innovation policy</i>	5.128	<i>Innovation policy</i>	12.887
4	<i>Economic growth</i>	3.846	<i>Economic growth</i>	5.162
5	<i>Information issemination</i>	3.846	<i>New product performance</i>	5.095
6	<i>Optimization</i>	3.846	<i>Disruptive innovation</i>	4.346
7	<i>R&D investment</i>	3.846	<i>Information dissemination</i>	3.497
8	<i>Technology transfer</i>	3.846	<i>Multi criteria decision making</i>	3.463
9	<i>Concurrent engineering</i>	2.564	<i>Optimization</i>	1.765
10	<i>Dynamic capability</i>	2.564	<i>Market share model</i>	1.765

기술경영 분야의 가장 핵심적인 THEME 키워드는 NPD로 나타났다. NPD는 압도적인 연결중앙성 지수를 보이고 있으며, 기술경영 내 다양한 주제들과 함께 연구되고 있음을 알 수 있다. *Product design*, *Project management*, *Portfolio management* 등 신제품 개발 프로세스 관련 연구, *Organizational culture*, *Organizational change* 등 신제품 개발 조직 관련 연구, *Strategic planning*, *Innovation strategy* 등 전략의 구현 수단으로써의 NPD 연구가 진행 되었다. 또한 *Market performance*, *Financial performance* 등 NPD가 기업 성과에 미치는 영향에 대한 연구도 활발히 이루어졌다. 다음으로 연결중앙성이 높은 THEME 키워드는 *Disruptive innovation*과 *Innovation policy*로 나타났으며, 두 키워드는 사이중앙성에서도 각각 6위와 3위로 높은 순위를 보이고 있다. *Disruptive innovation*은 혁신의 유형과 관련하여 *Product innovation*, *Incremental innovation*과 함께 연구가 활발히 이루어졌으며, *Customer orientation*, *Innovation project* 등 *Disruptive innovation*을 수행하기 위한 과정에 대한 연구도 함께 이루어졌다. *Innovation policy*는 국가 수준에서의 기술혁신을 촉진하기 위한 정책적 도구으로써 *National innovation system*, *R&D investment* 등과 함께 활발한 연구가 진행되었다. *R&D investment*는 사이중앙성에서 NPD 다음으로 2위에 올랐으며, 이는 기술혁신의 투입요소으로써 *R&D investment*가 다양한 관점에서 함께 다루어지고 있음을 의미한다.

2. METHOD 키워드 네트워크

아래 <그림 2>는 신뢰도 임계치 0.08을 적용하여 생성된 METHOD 키워드 네트워크를 나타낸 것이며, <표 5>는 METHOD 키워드 네트워크 상의 중앙성 상위 10개 키워드를 나타낸 것이다.



<그림 2> METHOD 키워드 네트워크

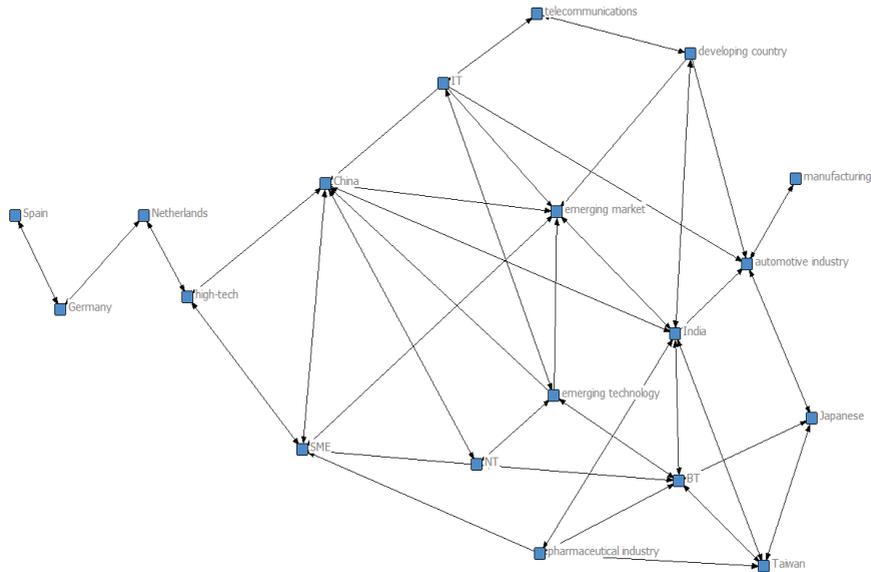
<표 5> METHOD 키워드 네트워크 중앙성

순위	연결중앙성		사이중앙성	
	키워드	값	키워드	값
1	<i>Empirical analysis</i>	52.381	<i>Empirical analysis</i>	34.329
2	<i>Cluster analysis</i>	42.857	<i>Cluster analysis</i>	21.856
3	<i>Computer simulation</i>	33.333	<i>Computer simulation</i>	12.633
4	<i>Conceptual framework</i>	33.333	<i>Conceptual framework</i>	8.608
5	<i>Structural equation modeling</i>	33.333	<i>Patent analysis</i>	7.089
6	<i>Patent analysis</i>	28.571	<i>Structural equation modeling</i>	6.545
7	<i>Bibliometric analysis</i>	23.81	<i>Literature review</i>	4.974
8	<i>Conjoint analysis</i>	23.81	<i>Social network analysis</i>	4.568
9	<i>Delphi</i>	23.81	<i>Conjoint analysis</i>	4.553
10	<i>Regression analysis</i>	23.81	<i>Agent based model</i>	4.233

THEME 키워드 분석에서 *NPD*가 기술경영 분야의 가장 핵심적인 키워드임을 확인할 수 있었다면, METHOD 측면에서는 *Empirical analysis*가 두 가지 유형의 중앙성 모드에서 1위에 올라, 가장 핵심적인 키워드임을 입증하였다. *Empirical analysis*는 실증 데이터를 활용한 분석을 의미하는 포괄적인 의미이므로, 보다 구체적으로는 *Regression analysis*, *Structural equation model*, *Cost benefit analysis* 등이 실질적으로 많이 활용된 기법으로 나타난다. 또한 *Agent-based model*, *Computer simulation* 등 시뮬레이션 기법이 보완적으로 활용되어 왔다. *Patentan alysis*는 특허 문서를 분석 대상으로 하므로, *Bibliometric analysis* 형태로 많이 이루어져왔으며, 이를 위해 *Text-mining* 기법이 주로 활용되어왔음을 알 수 있다. 또한 분석 결과를 네트워크 형태로 표현함에 따라 *Social network analysis*도 연계되어 활발히 활용되고 있음을 확인할 수 있다.

3. FIELD 키워드 네트워크

아래 <그림 3>은 신뢰도 임계치 0.07을 적용하여 생성된 FIELD 키워드 네트워크를 나타낸 것이며, <표 6>은 FIELD 키워드 네트워크 상의 중앙성 상위 10개 키워드를 나타낸 것이다.



<그림 3> FIELD 키워드 네트워크

<표 6> FIELD 키워드 네트워크 중앙성

순위	연결중앙성		사이중앙성	
	키워드	값	키워드	값
1	<i>China</i>	38.889	<i>High-tech</i>	29.412
2	<i>India</i>	38.889	<i>China</i>	28.845
3	<i>BT</i>	33.333	<i>Netherlands</i>	20.915
4	<i>Emerging market</i>	33.333	<i>India</i>	19.129
5	<i>Automotive industry</i>	27.778	<i>Automotive industry</i>	15.221
6	<i>Emerging technology</i>	27.778	<i>IT</i>	13.123
7	<i>IT</i>	27.778	<i>Germany</i>	11.111
8	<i>SME</i>	27.778	<i>SME</i>	10.871
9	<i>Developing country</i>	22.222	<i>BT</i>	8.01
10	<i>NT</i>	22.222	<i>Emerging market</i>	6.623

FIELD 키워드 네트워크에서는 앞의 두 네트워크처럼 두 가지 중앙성 모두에서 월등히 높은 점수를 보이는 키워드가 없으며, 고른 분포를 보인다. 국가 측면에서는 최근 급속한 경제 성장에 따라 높은 관심을 받고 있는 *China*와 *India*가 가장 높은 연결중앙성을 보이고 있으며, 이들을 포함한 *Emerging market* 또는 *Developing country*에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있는 것으로 나타났다. *China*는 *SME*, *High-tech*, *NT* 등과 연결된 반면, *India*는 *BT*, *Pharmaceutical industry*, *Automotive industry* 등의 산업 중심으로 연구가 이루어진 것으로 나타났다. 산업 측면에서는 *High-tech* 산업이 가장 높은 사이중앙성을 보이고 있으며, *Manufacturing*에 대한 관심은 상대적으로 저조하나, *Automotive industry*는 여전히 주요 연구 대상 산업임을 확인 할 수 있다. 기술 측면에서는 *IT*, *BT*, *NT* 등 *Emerging technology*에 대한 연구가 활발히 이루어짐을 알 수 있으며, 이들 중에는 *BT*가 가장 높은 연결중앙성을 보이고 있다.

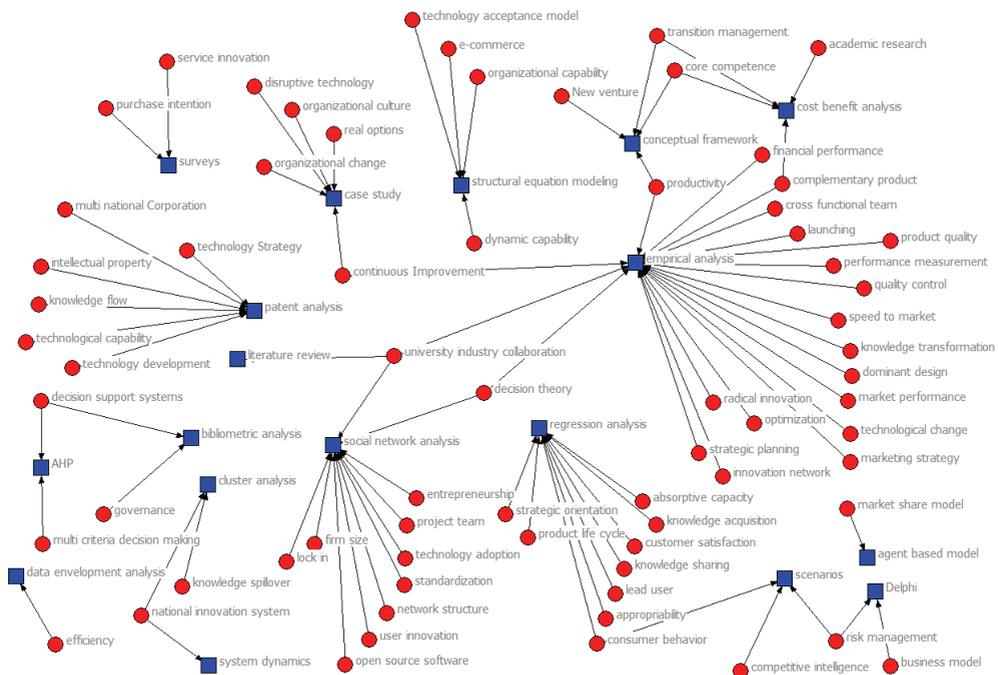
V. 기술경영 연구 주제 이원 네트워크

4장에서는 세 가지 키워드 유형별로 독립적인 네트워크를 살펴봄으로써, 각 유형 내에서 자주 함께 다뤄지는 연구 주제들을 도출하였다. 이번 장에서는 서로 다른 유형의 키워드 간 연관관계를 분석하기 위해 이원 네트워크를 구축한다. THEME와 METHOD 간의

연관 관계를 통해 어떤 연구 주제가 주로 어떤 분석 기법을 활용하여 연구가 수행되었는지를 파악할 수 있으며, THEME와 FIELD 간의 연관 관계를 통해 어떤 연구 주제가 어떤 분야를 대상 또는 사례로 분석하였는지에 대한 파악이 가능하다. 다만 METHOD와 FIELD간의 연관 관계는 유의미한 시사점 도출이 어렵다고 판단되어 분석을 수행하지 않는다.

1. THEME - METHOD 키워드 네트워크

아래 <그림 4>은 신뢰도 임계치 0.4를 적용하여 생성된 THEME-METHOD 키워드 네트워크를 나타낸 것이며, <표 7>은 THEME-METHOD 키워드 네트워크 상의 중앙성 상위 10개 키워드를 나타낸 것이다.



<그림 4> THEME-METHOD 키워드 네트워크

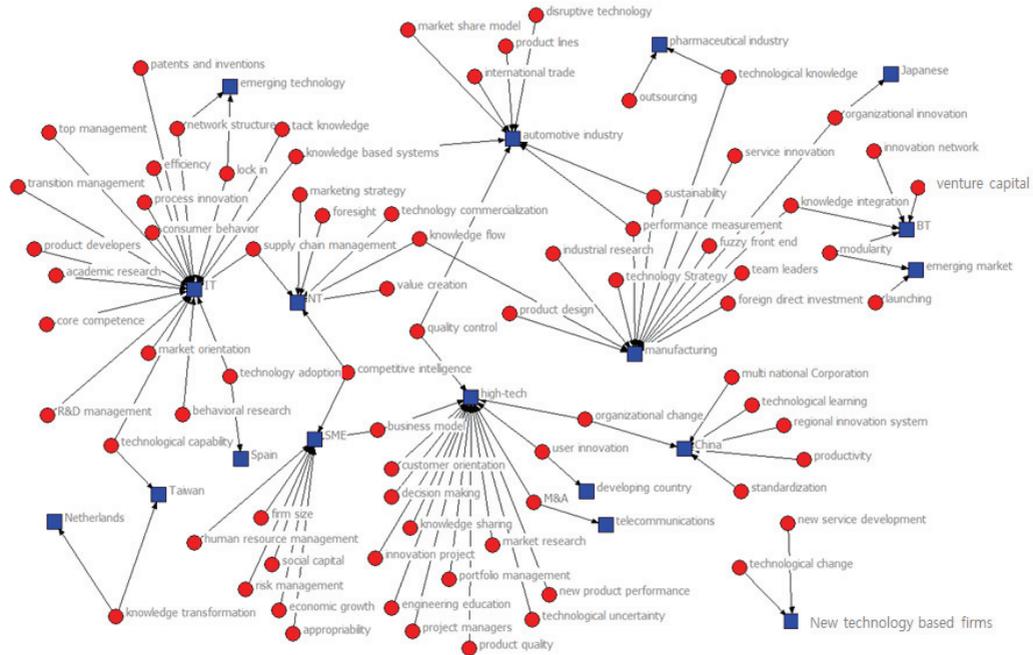
<표 7> THEME-METHOD 키워드 네트워크 중앙성

순위	연결중앙성		사이중앙성	
	키워드	값	키워드	값
1	<i>Empirical analysis</i>	0.241	<i>Empirical analysis</i>	0.053
2	<i>Social network analysis</i>	0.126	<i>Social network analysis</i>	0.023
3	<i>Regression analysis</i>	0.103	<i>Case study</i>	0.011
4	<i>Patent analysis</i>	0.069	<i>Conceptual framework</i>	0.006
5	<i>Case study</i>	0.057	<i>Cost benefit analysis</i>	0.006
6	<i>Conceptual framework</i>	0.046	<i>Regression analysis</i>	0.005
7	<i>Cost benefit analysis</i>	0.046	<i>Scenarios</i>	0.003
8	<i>Structural equation modeling</i>	0.046	<i>Patent analysis</i>	0.001
9	<i>Scenarios</i>	0.034	<i>Delphi</i>	0.001
10	<i>AHP</i>	0.023		

THEME-METHOD 키워드 네트워크는 어떤 주제의 연구를 위해 어떤 방법이 활용되었는지를 보여주며, 키워드 개수가 적은 METHOD 키워드 중심으로 구성되어 있어, 중앙성 점수의 상위권은 모두 METHOD 키워드들이 차지하고 있다. 기술혁신 및 마케팅 관련 많은 연구 주제들이 *Empirical analysis* 형태로 분석되고 있다. *Social network analysis*가 최근 다양한 분야에 활용되고 있으며, *University industry collaboration*, *Technology adoption*, *User innovation* 등 주체 간 관계를 주로 네트워크 형태로 분석하는 연구 주제에 널리 활용되고 있음을 확인할 수 있다. *Patent analysis*는 *Technological capability*, *Technology strategy*, *Technology development* 등 기술전략 수립 및 개발 관련 연구에 활발히 활용되고 있는 것으로 나타났다. *Disruptive technology*, *Organizational culture*, *Organizational change*는 주제의 특성 상 실증 분석보다는 *Case study* 위주로 연구가 이루어지고 있음을 알 수 있다. *Structural equation modeling*은 *E-commerce* 및 *Technology acceptance model*의 분석에 주로 활용되고 있는 것으로 나타났다.

2. THEME - FIELD 키워드 네트워크

아래 <그림 5>는 신뢰도 임계치 0.4를 적용하여 생성된 THEME-FIELD 키워드 네트워크를 나타낸 것이며, <표 8>은 THEME-FIELD 키워드 네트워크 상의 중앙성 상위 10개 키워드를 나타낸 것이다.



<그림 5> THEME-FIELD 키워드 네트워크

<표 8> THEME-FIELD 키워드 네트워크 중앙성

순위	연결중앙성		사이중앙성	
	키워드	값	키워드	값
1	IT	0.202	Automotive industry	0.11
2	High-tech	0.17	High-tech	0.104
3	Manufacturing	0.138	IT	0.102
4	Automotive industry	0.085	Manufacturing	0.09
5	SME	0.085	NT	0.056
6	NT	0.074	SME	0.041
7	China	0.064	China	0.025
8	BT	0.043	BT	0.025
9	Emerging market	0.021	Taiwan	0.01
10	Emerging technology	0.021	Emerging market	0.005

THEME-FIELD 키워드 네트워크는 특정 주제의 연구 대상 또는 사례로서 어떤 국가, 산업, 기술이 분석되고 있는지를 보여주며, THEME-METHOD 키워드 네트워크에서와 같이 키워드 개수가 적은 FIELD 키워드 중심으로 구성되어 있으므로, 중앙성 점수의 상

위권은 모두 FIELD 키워드들이 차지하고 있다. IT 분야를 대상으로 다양한 주제에 대한 연구가 이루어져왔다. 구체적으로 *Core competence*, *Top management* 등의 전략 분야, *Lock-in*, *Technology adoption*, *Consumer behavior* 등 마케팅 분야, 그리고 *Tacit knowledge*, *Knowledge-based system* 등 지식경영 관련 연구가 IT를 대상으로 활발히 이루어졌다. *High-tech* 산업의 경우, 신제품 개발 및 마케팅 관련 연구가 주로 이루어지고 있으며, NT의 경우 *Foresight*, *Technology commercialization* 등 기술 예측 및 사업화 관련 주제가 두각을 나타내고 있다. SME의 경우, *Human resource management*, *Risk management* 등 대기업과 차별화되는 SME에서의 핵심 경영 기능에 대한 연구가 주를 이루고 있음이 확인된다.

VI. 결론

본 연구는 최근 4년간 기술경영 전문 학술지에 게재된 논문의 저자키워드에 대한 동시출현단어 분석을 바탕으로 기술경영 연구 주제 키워드 네트워크를 구축하여 동 분야의 최근 연구 주제 동향을 분석하였다. 전체 키워드에서 상위 200개의 키워드를 선별하고 이를 THEME, METHOD, FIELD의 세 가지 유형으로 분류한 후, 유형별 일원 네트워크 분석과 함께, THEME-METHOD, THEME-FIELD 간 이원 네트워크 분석을 수행하여 기술경영 연구 동향을 도출하였다.

THEME 네트워크에서는 NPD가 압도적으로 높은 중앙성을 보이며, 다양한 기술경영 연구 주제들과 함께 연구되고 있는 것으로 나타났으며, METHOD 네트워크에서는 *Empirical analysis*, *Cluster analysis*, *Computer simulation* 등이 핵심 연구 방법으로 도출되었다. FIELD의 경우 국가 수준에서는 *China*와 *India*, 산업 수준에서는 *High-tech* 산업, 기술 수준에서는 BT와 IT가 가장 활발히 다뤄지고 있는 연구 대상으로 나타났다. 또한 THEME-METHOD 네트워크, THEME-FIELD 네트워크 분석을 통해 특정 주제에 대한 연구에 있어서 어떤 기법이 주로 활용되고 있는지, 어떤 대상이 주로 다뤄지고 있는지를 분석하였다.

본 연구는 거시적인 수준에서 논문 건수를 바탕으로 단순히 연구 주제별 비중을 측정하는 기존의 기술경영 연구 주제 분석 관련 연구들과는 달리, 미시적인 키워드 수준에서의 동시출현단어 분석을 수행하여 기술경영 분야의 연구 동향을 보다 구체적으로 도출

하였다는 의의가 있다. 본 연구에서 도출된 기술경영 키워드 네트워크를 통해 기술경영의 지식 구조를 한 눈에 파악할 수 있으며, 이를 통해 도출된 시사점들은 기술경영 분야 연구자의 연구 방향 설정 및 연구 계획 수립에 활용될 수 있다. 또한 방향성이 없는 유사도 지수를 활용했던 기존 연구와는 달리, 연관성 분석의 신뢰도를 바탕으로 네트워크를 구축하여 키워드 간의 방향성을 고려함으로써, 보다 실질적인 시사점을 도출했다는 측면에서 차별성을 가진다.

그럼에도 불구하고 본 연구에는 몇 가지 한계점이 있으며, 이는 추후 연구에서 보완될 필요가 있다. 첫째, 본 연구는 저자 키워드를 바탕으로 동시출현빈도를 측정하였으나, 저자 키워드만으로는 해당 논문의 모든 내용을 함축하기에는 무리가 있으며, 저자의 성향에 따라 키워드의 선택이 달라질 수 있다. 따라서 제목 및 초록을 대상으로 텍스트마이닝을 수행하여 단어 수준에서 동시출현단어 분석을 수행한다면 보다 풍부한 키워드를 고려할 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구는 최근 5년간의 논문으로만 분석 대상 기간을 한정하여, 최신 연구 동향을 도출하는데 중점을 두었다. 그러나 5년의 기간만으로는 30년에 달하는 기술경영 분야의 연구 내용을 설명하기에 한계가 있다. 분석 기간을 10년 이상으로 확장하고, 3년 또는 5년 단위로 구간을 나누어서 키워드 네트워크의 변화를 분석한다면, 기술경영 분야 연구 주제의 진화 양상을 파악할 수 있을 것으로 기대된다. 셋째, 본 연구는 동시출현단어 분석만으로 기술경영 분야의 지식 구조를 시각화하였으나, 동시인용분석, 동시분류분석 등 계량서지분석의 다양한 기법을 활용하여 추가적인 분석을 수행하여 그 결과를 비교한다면, 보다 다양한 관점에서 기술경영 분야의 연구 동향을 파악할 수 있을 것이다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 고영만 · 송민선 · 김비연 · 민혜령, (2013), “인문학 및 사회과학 분야 국내 학술논문의 저자키워드 출현빈도와 피인용횟수의 상관관계 연구”, 『정보관리학회지』, 제30권 제2호, pp. 227-243.
- 김경외 · 정성도 · 황준석. (2015), “네트워크 분석을 이용한 기술 표준화 방법론 연구: 사물인터넷 무선 통신 기술 계층을 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제23권 제3호, pp. 43-65.
- 김준모 · 신준석, (2014), “특허 인용 네트워크와 동적 기술트리 분석을 활용한 기술 진화 경로 연구: 초고압 직류송전 시스템 사례”, 『기술혁신연구』, 제22권 제4호, pp. 117-143.
- 이광민 · 김다운 · 홍재범. (2014), “기술연관분석을 활용한 기술융합구조 분석: 중소기업 융·복합 기술개발사업 사례”, 『기술혁신연구』, 제22권 제3호, pp. 1-35.

(2) 국외문헌

- Agrawal, R., Imieliński, T. and Swami, A. (1993), “Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases”, *Acm Sigmod Record*, Vol. 22, No. 2, pp. 207-216.
- Allen, T.J. and Sosa, M.L. (2004), “50 Years of Engineering Management through the Lens of the IEEE Transactions”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 51, pp. 391-395.
- Ball, D.F. and Rigby, J. (2006), “Disseminating Research in Management of Technology: Journals and Authors”, *R&D Management*, Vol. 36, pp. 205-215.
- Bhattacharya, S. and Basu, R.K. (1998), “Mapping a Research Area at the Micro Level Using Co-word Analysis”, *Scientometrics*, Vol. 43, No. 3, pp. 359-372.
- Beyhan, B. and Cetindamar, D. (2011), “No Escape from the Dominant Theories: The Analysis of Intellectual Pillars of Technology Management in Developing Countries”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 78, pp. 103-115.
- Biemans, W., Griffin, A. and Moenaert, R. (2007), “Twenty Years of the journal of Product Innovation Management: History, Participants, and Knowledge Stock and Flows”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 24, pp. 193-213.
- Callon, M., Coenen, R., Cohen, W., Freeman, C., Kodama, F., Meyer-Krahmer, F., Pavitt, K. and Pisano, G. (1999), “Retrospective Evaluation (1971 - 1999)”, *Research Policy*, Vol. 28, pp. 911-919.
- Callon, M., Courtial, J.P., Turner, W.A. and Bauin, S. (1983), “From Translations to Problematic Networks: An Introduction to Co-word Analysis”, *Social Science Information Sur Les*

- Sciences Sociales*, Vol. 22, No. 2, pp. 191-235.
- Callon, M., Courtial, J.P. and Laville, F. (1991), "Co-word Analysis as a Tool for Describing the Network of Interactions between Basic and Technological Research: Case of Polymer Chemistry", *Scientometrics*, Vol. 22, No. 1, pp. 153-205.
- Cetindamar, D., Wasti, S.N., Ansal, H. and Beyhan, B. (2009), "Does Technology Management Research Diverge or Converge in Developing and Developed Countries?", *Technovation*, Vol. 29, pp. 45-58.
- Cheng, C.H., Kumar, A., Motwani, J.G., Reisman, A. and Madan, M.S. (1999), "A Citation Analysis of the Technology Innovation Management Journals", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 46, pp. 4-13.
- Choi, D.G., Lee, Y.B., Jung, M.J. and Lee, H. (2012), "National Characteristics and Competitiveness in MOT Research: A Comparative Analysis of Ten Specialty Journals, 2000-2009", *Technovation*, Vol. 32, pp. 9-18.
- Coulter, N., Monarch, I. and Konda, S. (1998), "Software Engineering as Seen through Its Research Literature: A Study in Co-word Analysis", *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 49, No. 13, pp. 1206-1223.
- Courtial, J.P. (1994), "A Coword Analysis of Scientometrics", *Scientometrics*, Vol. 31, No. 3, pp. 251-260.
- Courtial, J.P., Callon, M. and Sigogneau, A. (1993), "The Use of Patent Titles for Identifying the Topics of Invention and Forecasting Trends", *Scientometrics*, Vol. 26, No. 2, pp. 231-242.
- Durisin, B., Calabretta, G. and Parmeggiani, V. (2010), "The Intellectual Structure of Product Innovation Research: A Bibliometric Study of the Journal of product innovation Management, 1984-2004", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 27, pp. 437-451.
- Hinze, S. (1994), "Bibliographical Cartography of an Emerging Interdisciplinary Discipline: The Case of Bioelectronics", *Scientometrics*, Vol. 29, No. 3, pp. 353-376.
- Law, J. and Whittaker, J. (1992), "Mapping Acidification Research: A Test of the Co-word Method", *Scientometrics*, Vol. 23, No. 3, pp. 417-461.
- Lee H.Y. (2015), "Uncovering the Multidisciplinary Nature of Technology Management: Journal Citation Network Analysis", *Scientometrics*, Vol. 102, No. 1, pp. 51-75.
- McMillan, G.S. (2008), "Mapping the Invisible Colleges of R&D Management", *R&D Management*, Vol. 38, pp. 69-83.
- Linton, J.D. and Thongpapanl, N. (2004), "Perspective: Ranking the Technology Innovation

- Management Journals”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 21, pp. 123-139.
- Looze, M.D. and Lemarie, J. (1997), “Corpus Relevance through Co-word Analysis: An Application to Plant Proteins”, *Scientometrics*, Vol. 39, No. 3, pp. 267-280.
- Noyons, E.C.M. and van Raan, A.F.J. (1998), “Monitoring Scientific Developments from a Dynamic Perspective: Self-organized Structuring to Map Neural Network Research”, *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 49, No. 1, pp. 68-81.
- Noyons, E.C.M. and van Raan, A.F.J. (1994), “Bibliometric Cartography of Scientific and Technological Development of an R&D Field”, *Scientometrics*, Vol. 30, No. 1, pp. 157-173.
- Merino, M.T.G., do Carmo, M.L.P. and Alvarez, M.V.S. (2006), “25 Years of Technovation: Characterisation and Evolution of the Journal”, *Technovation*, Vol. 26, pp. 1303-1316.
- Pilkington, A. and Liston-Heyes, C. (1999), “Is Production and Operations Management a Discipline? A Citation/co-citation Study”, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19, No. 1, pp. 7-20.
- Pilkington, A. and Teichert, T. (2006), “Management of Technology: Themes, Concepts and Relationships”, *Technovation*, Vol. 26, No. 3, pp. 288-299.
- Ramos Rodriguez, A.R. and Ruiz Navarro, J. (2004), Changes in the Intellectual Structure of Strategic Management Research: A bibliometric Study of the Strategic Management Journal, 1980, Vol. 25, No. 10, pp. 981-1004.
- Rikken, P., Kiers, H.A.L. and Vos, R. (1995), “Mapping the dynamics of adverse drug reactions in subsequent time periods using INDSCAL”, *Scientometrics*, Vol. 33, No. 3, pp. 367-380.
- Rip, A. and Courtial, J.P. (1984), “Co-word Maps of Biotechnology: An Example of Cognitive Scientometrics”, *Scientometrics*, Vol. 6, pp. 381-400.
- Šaupperl, A. (2004), “Catalogers’ Common Ground and Shared Knowledge”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 55, No. 1, pp. 55-63.
- Small, H., Boyack, K.W. and Klavans, R. (2014), “Identifying Emerging Topics in Science and Technology”, *Research Policy*, Vol. 48, No. 8, pp. 1450-1467.
- Teichert, T. and Pilkington, A. (2006), “Themes, Concepts and Relationships in Innovation Research”, Proceedings of the 15th IAMOT Conference: East Meets West, pp. 22-26.
- Thongpapanl, N. (2012), “The Changing Landscape of Technology and Innovation Management: An Updated Ranking of Journals in the Field”, *Technovation*, Vol. 32, pp. 257-271.
- Van Eck, N. J. and Waltman, L. (2009), “How to Normalize Cooccurrence data? An Analysis of Some Well”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 60, No. 8, pp. 1635-1651.
- van Raan, A.F.J. and Tijssen, R.J.W. (1993), “The Neural Net of Neural Network Research”,

Scientometrics, Vol. 26, No. 1, pp. 169-192.

Wu, X., Zhang, C. and Zhang, S. (2004), "Efficient Mining of Both Positive and Negative Association Rules", *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 22, pp. 381-405

Yan, E. and Ding, Y. (2012), "Scholarly Network Similarities: How Bibliographic Coupling Networks, Citation Networks, Cocitation Networks, Topical Networks, Coauthorship Networks, and Coword Networks Relate to Each Other", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 63, No. 7, pp. 1313-1326.

□ 투고일: 2016. 08. 16 / 수정일: 2016. 10. 04 / 게재확정일: 2016. 10. 15