韓國IT서비스學會誌
第17卷 第2號
2018年 6月, pp.179-190

Journal of Information Technology Services
https://doi.org/10.9716/KITS.2018.17.2.179

대규모 공동연구 네트워크에서 저자의 중심성이 연구성과에 미치는 영향

문성구* · 김인재**

The Influence of Authors' Centrality on Research Performance in a Large-Scale Collaborative Research Network

Seonggu Moon* · Injai Kim**

■ Abstract ■

This study is about the influence of authors' centrality on research outcomes in a large-scale collaborative research network. Using the social network analysis method, five types of centralities were derived. Six research outcomes of individual researchers were also derived through bibliographic information of the social science field for the last 10 years. A multivariate regression analysis was conducted to examine the causal relationship between the centrality and research outcome, and the effect of centrality on research outcomes was found to be statistically significant.

The result of this study shows that the revised citation and H-index significantly influenced the authors' centrality. This result can imply that the centrality of the researcher can expect a considerable influence of the thesis as well as a certain level of productivity. The meaning of this study is to analyze the effect of centrality on the research outcomes of the large-scale collaborative research network in the past decade, and is carefully to suggest a guideline in order to support new research information services for active researchers and the advancement of collaborative research.

This study has its limitation for interpreting the diverse academic fields of the social sciences in a uniform way. In future study, it is necessary to conduct studies using various weighted indices for network centrality in order to measure the influence of research.

Keyword : Large Network, Social Network Analysis, SNA, Collaborative Network, Research Network, Centrality, Research Performance, Citation Velocity

Submitted : January 31, 2018 1st Revision : March 1, 2018 Accepted : March 19, 2018

* 동국대학교 일반대학원 경영정보학과 박사과정, 주저자
** 동국대학교 경영대학 경영정보학과 교수, 교신저자

1. 서 론

정보기술은 그 자체의 발전뿐만 아닌 수많은 데이터를 양산하는 결과를 가져왔으며 최근에는 누적된 데이터를 바탕으로 미래를 예측하는 빅데이터의 영역에 다다르게 되었다. 빅데이터의 영역은 학술연구 분야에서도 예외가 없이 적용되고 있으며 연구자의 유형분석 등과 맞물려 관련 연구도 다양하게 증가하는 추세이다. 연구유형은 과학 및 사회현상의 다양화 및 복잡화, 범학문적 협력 연구를 의미하는 통섭의 등장 등 상호협력에 의한 혁신, 시너지 창출, 효용성 증대 등의 경향성 증가에 따라 단독연구보다는 공동연구가 꾸준하게 증가하였고 Larivière et al.(2015) 연구에서는 단독논문의 비율이 1900년대에 비해 크게 감소한 것으로 보고되었다. 공동연구의 증가원인은 다양하지만 그 핵심 목적은 협력을 통한 연구성과의 향상에 있다고 할 수 있다. 이러한 공동연구는 사람과 사람 사이의 관계이며, 관계는 연결이라는 속성에 의해 구조화되며 이러한 구조적 모형을 대게는 네트워크라고 표현한다. 공동연구의 증가는 자연스럽게 네트워크라는 구조적 모형과 특성에 대한 관심을 불러일으키게 했으며 단순한 특성의 분석으로부터 복잡한 구조의 해석까지 다양한 관련 연구가 진행되고 있다.

논문 및 학술 기초 데이터 량의 증가에 따라 다양한 연구 분야에서 네트워크의 구조적 특성을 분석하는 연구는 증가하는 추세지만 특정 학술지 규모의 연구 또는 좁은 범위의 분석이 주를 이루고 있어 보다 넓은 범위의 학술적 흐름을 살피는 데에는 아직 못 미치고 있다. 또한 분석 방법이 제한적이라 다양하고 풍부한 해석이 부족해 관련 연구의 발전이 아직은 더딘 편이라 할 수 있다. 이와 같은 주된 원인은 분석을 위한 유명 해외 인용색인 데이터베이스가 매우 고가로서 접근이 어려운 면이 있다는 것이며 국내 학술지를 대상으로 하는 경우 서지 정보의 대량 확보를 위해 어떤 경로로 접근해야 하는지 그 구조를 파악하기 어렵다는데 문제가 있다.

협력네트워크 내에서 연구수행 주체의 위치(Position)와 역할(Role)은 연구성과에 중요한 영향을 미치며(Goetze, 2010), 영향력이 높은 연구성과와 많은 경쟁자가 속한 분야의 연구 수행은 협력의 기회를 높일 수 있다(Stuart, 1998). 이와 같은 연구수행자의 위치와 역할은 소셜 네트워크 분석의 결과인 중심성을 통해 파악할 수 있으며 중심성의 성격에 따라 연구역량의 차이가 발생할 수 있을 것이라는 가정을 할 수 있다.

영향력이 높은 연구성과란 인용지수(영향력 지수)가 얼마나 높은지, 다른 연구에서 얼마나 많이 인용 했는지(인용빈도), 얼마나 빨리 인용을 했는지(인용속도)에 따라 측정될 수 있으며 이때, 중심성이 인용빈도와 인용속도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 분석도 매우 중요한 의미를 가질 수 있다. 이와 같은 연구가 진행되기 위해서는 적정 규모와 적정 기간이 담보된 서지 정보를 확보할 수 있어야 한다는 전제가 있다.

본 연구에서는 약 10여 년의 정보 축적이 이루어진 만큼 일부 학술지라는 좁은 분석 범위를 넘어 전반적인 국내의 공동연구 네트워크 구조적 특성을 밝혀내고 연구성과의 관계 탐색이 가능하다는 점에서 본 연구의 의의가 있다고 할 수 있다. 자료 접근성 등 여러 제한으로 인해 지금까지는 시도하지 못한 최초의 대규모 분석이라는 점이라는 점에서 학술적 가치가 있다고 할 수 있다. 장기간의 대규모 데이터를 활용함으로써 공동연구의 전반적인 경향과 성과를 검증할 수 있는 새로운 시도이다.

2. 문헌 연구

2.1 소셜 네트워크(Social Network)

Barnes(1954)에 의해 시작된 소셜 네트워크(Social Network)라는 용어는 오랜 기간 사회과학 분야에서 사용되었다. 전통적인 사회학 분야에서의

소셜 네트워크는 인적 관계의 행동유형과 관계를 바탕으로 사회 효과를 설명하기 위한 도구이며 일반적인 네트워크 이론과 같은 그래프 이론에 바탕을 두고 있다. 특정 네트워크를 구성하는 노드(Node)와 관계를 링크(Link) 및 라인(Line)으로 표현한 구조를 소셜 네트워크라고 한다. 즉, 소셜 네트워크는 일정 범위 내 행위자들이 정보교환 및 상호 연관된 사회적 행위자의 그룹으로 정의될 수 있다.

2.2 소셜 네트워크 분석(Social Network Analysis)

소셜 네트워크 분석의 목적은 연결망 형태의 특징을 도출하고, 관계성으로 체계의 특성을 설명하거나 체계를 구성하는 단위의 행위를 설명하는 것이다(Kim, 2014). 초창기 네트워크 분석은 경제학, 심리학 등 사회과학에서 개인행동의 작은 관찰 관점에서 출발하였다. 이것은 개별 행위자가 여타 관계와는 무관하게 단독으로 행동한다는 기존의 가정을 부정한 것이다. 따라서 네트워크 분석의 모든 행위자는 다른 행위자를 포함한 하나의 사회적 시스템에 참여하며, 실재하는 행위자 간의 관계 패턴의 규칙성을 설명하는 것이 중요하다는 것을 전재로 한다(Knoke, 1983). 최근에는 트위터, 페이스북 등 사회관계서비스(Social Network Service) 등의 소셜 미디어 발달과 함께 대중화 되고 있는 추세이며 분석을 돕기 위한 다양한 전문 프로그램도 제공되고 있다.

학술연구 분야 또한 공저자, 연구주제, 키워드, 특정 학문의 특성 분석 등 관련 연구의 흐름과 동향을 파악하기 위해 SNA가 광범위하게 사용되고 있으며 특정 학술 연구분야에만 주로 사용되는 연구방법이 아닌 전반적으로 연구분야 전체를 포괄하는 범용 연구방법으로 이용되고 있다.

2.3 소셜 네트워크의 중심성

중심성이란 사회 네트워크 영역에서 개인이 가지는 권력과 영향력을 나타내는 개념으로 개발되었고 Freeman(1979)이 제안한 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성이 있으며 그 외 중심성으로 구조적 공백(Burt, 1992), 파워중심성(Bonacich, 1987)과 페이지 랭크(Page, 1998) 등이 있다. 노드들의 중심성 값은 절대적인 크기의 데이터가 아니라 상대적인 순위를 나타내는 데이터이며 공저 네트워크의 중심성은 무방향의 이진 네트워크를 주로 사용한다.

2.3.1 연결정도 중심성(Degree Centrality)

연결정도 중심성은 한 노드가 다른 노드와 공유하고 있는 링크의 수를 전체 노드수-1로 나눈 값으로, 네트워크 내에서 노드의 중요성을 나타내며(Freeman, 1979). 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$C_d(i) = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^{n} a_{ij}}{n-1}$$

2.3.2 근접 중심성(Closeness Centrality)

근접 중심성은 가장 적은 경로로 모든 다른 노드들과 근접해있는 정도로 측정하며 다음의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_c(i) = \frac{n-1}{\sum_{v_j INV, i \neq j} d_{ij}}$$

2.3.3 매개 중심성(Betweenness Centrality)

매개 중심성은 네트워크에서 특정 노드가 다른 노드들 사이에 놓여있는 정도를 측정한다. 노드가 많은 노드 쌍(Node-Pair)을 연결하는 가장 짧은 경로상에 있으면 좀 더 강력해지는 경향이 있으며(Leem, 2012). 다음의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_B(i) = \sum_{k \neq i \neq j INN} \frac{\sigma_{kj}(i)}{\sigma_{kj}}$$

2.3.4 구조적 공백(Structural Hole)

구조적 공백은 일반적으로 조밀성이 낮은 자아중심 네트워크와 낮은 노드간 평균 연결 강도를 갖는 노드들에 의해 만들어지고 많은 다른 노드들과 협력하

는 경향이 있다. Burt(1992)는 구조적 공백을 두 노드의 연결에서 중복이 없는 관계로 정의하고 있다.

2.4 공동연구 네트워크

공동연구 네트워크(Collaborative Network)는 소셜 네트워크의 하위 개념으로서 특정 학술지식 목표를 달성하기 위해 연구자들의 협력과 상호작용의 관계를 나타낸 것으로 특정 학술 지식을 생산하는데 복수의 연구자들이 공동연구의 형태를 취하였을 경우, 그들의 관계를 네트워크로 표현한 것이다(Lee, 2010). 공동연구 네트워크의 노드는 저자(Author)이며, 링크는 공동연구 또는 협력이라는 학술적 관계를 나타내며 논문의 저자 관계로서 표현되는 것이 일반적이다. 공동연구 네트워크 분석은 계량서지 분석(Bibliometric Analysis)이며, 계량서지 분석은 논문, 서적 등 다양한 형태의 학술 자료를 수리적, 통계적 방법으로 분석하는 것으로, 특정 지식 도메인(Domain)의 성과 측정 및 지식 구조 분석 등의 목적으로 활용된다. 일반적으로 특정 학문 분야의 지식 구조는 지식을 생산하고 교환하는 학술 주체(Academic Entity)들이 복잡하게 상호 연결된 네트워크 형태로 나타난다(Van Raan, 2008). 이러한 네트워크의 특성을 보다 체계적, 정량적으로 분석하기 위한 수단으로, 사회과학 및 행동과학에서 개발된 소셜 네트워크 분석이 계량서지 분석에 있어서 널리 활용되어 왔다.

2.5 연구성과

연구성과는 과제수행의 결과로 얻어진 논문과 특허 등을 포함한 연구결과에 대한 것과 그 결과로 인해 발생하는 기술 · 경제 · 사회적인 성과 및 파급효과 등을 모두 포함하고 있다(Kang and Moon, 2009). 일반적으로 연구성과를 평가하는 방법은 크게 전문가 평가방법과 계량정보학적 평가방법으로 구분할 수 있다(Park et al., 2010; Lee, 2013). 전문가 평가방법보다 계량정보학적 평가방법은 데이터의 객관성을 유지하고, 적절한 분석기법들을 적용할 수 있는 장점이 있다. 그동안 연구성과의 계량정보학적 평가는 주로 논문 생산정도와 인용 데이터를 이용하여 논문 영향력을 분석하는 것이 주를 이루었으며 최근에는 논문생산성과 영향력을 동시에 측정하는 H-지수를 많이 이용하고 있는 추세이다. H-지수는 “어떤 연구자의 논문을 인용빈도가 높은 순부터 나열하였을 때 논문의 인용빈도가 논문의 순위보다 크거나 같은 마지막 논문의 순위가 그 연구자의 H-지수가 된다”라고 정의된다(Lee, 2006).

3. 선행연구 분석

공동연구의 기대효과는 연구비용의 감소, 협력을 통한 상호 연구의 보완, 높은 수준의 연구성과 산출, 생산성 증가 등 다양한 이익을 기대할 수 있어 전 세계적으로 공동연구가 증가하는 추세에 있다. 이러한 증가 추세의 공동연구가 전술한 이익들과 부합하였는지 검증해 볼 필요가 있으며 부합한 경우 어떤 요인과 관계가 반영되었고 어떤 연구자의 역할이 관계에 영향을 미쳤는지를 밝혀내는 것도 매우 중요한 과제라 할 수 있다. Lee and Bozeman (2005)은 연구 협력이 연구 생산성을 높일 것이라는 기대가 널리 퍼져 있지만 둘 사이의 관계는 뚜렷하지 않다고 주장하였다. 이들은 협력이 연구 생산성에 오히려 저해가 될 수 있는 여러 가지 상황을 지적하였다. 공동연구에 소모되는 논의 및 대기 시간문제, 일부 참여자의 역할 미이행으로 인한 프로젝트의 부진, 학생이나 신참 연구원을 지도하는 중견 연구자의 시간 소모 문제 등이 그것이다. 이처럼 공동연구의 효과에 대한 논란이 있음에 따라서 공동연구를 통한 공동저술 논문 발표와 연구성과 사이의 관계에 대해서 탐구한 다수의 논문이 발표되었다. 이들 연구에서는 공동연구와 연구성과라는 두 가지 요인에 대해서 각각 다양한 변수를 사용하여 측정하고 상관관계를 비교하였다. 이상의 선행 연구에서 다루어진 공저 관련 변수와 연구성과 변수 및 그 사이의 상관관계 검증 결과를 정리해보면 <Table 1>과 같다.

〈Table 1〉 The Correlation between the Research Performance and the Co-Authorship Variables in Previous Research

Comparison		Result of Correlation Verification	
Variables of Co-Authorship	Variables of Research Performance	Positive Correlation Significance	Negative Correlation or Negative Correlation Significance
Single Author Ratio	Number of Papers	Park, 2012	
The Number of Collaborators	Number of Papers	Lee and Bozeman, 2005	
	Number of Adjusted Papers		Lee and Bozeman, 2005
	Citation Frequencies		Li et al., 2013
Network Centrality	Number of Papers	Kim and Nam, 2015; Park, 2012; Leem, 2012; Abbasi et al., 2011	
	Number of Adjusted Papers	Lee, 2013	
	H-index	Lee, 2013; Abbasi et al., 2011	
	Citation Frequencies	Kim and Nam, 2015; Abbasi et al., 2011; Li et al., 2013	Lee, 2013; Lee, 2016
	Average of Citation Frequencies		Kim and Nam, 2015

기존 연구의 한계는 분석의 방법이 상관관계 분석 위주로 다양하지 않다는 점에 있다. 공동연구 네트워크의 중심성과 연구성과의 상관관계에 관한 연구는 문헌정보학을 중심으로 비교적 다수를 이루고 있으나 이외의 분석은 매우 제한적이다. 본 연구 서론에서 서술하였듯이 충분한 자료 확보와 공동연구에 관한 네트워크 분석을 주제로 하는 선행연구가 많지 않아서 나타나는 결과이다.

4. 연구 프레임워크

4.1 분석대상 선정

본 연구에서는 사회과학 분야의 국내 학술지에 게재된 논문을 분석대상으로 하였다. 그 이유는 게재된 논문 수가 충분하고 중심성과 연구성과의 관계 분석 결과를 도출할 수 있기 때문이다. 이를 위해 한국학술지인용색인(KCI) 데이터베이스의 서지 정보를 확보하고 분석에 용이한 수준으로 데이터를 전 처리하였다.

4.2 공저 네트워크 분석

본 연구의 목표는 공저 네트워크의 중심성이 연구성과에 미치는 영향을 분석하는 것이며 사용된 중심성은 이진 네트워크 범용 중심성에 해당되는 4가지 중심성(연결정도・근접・매개 중심성 및 구조적 공백)이고 가중 네트워크의 중심성은 Lee(2016)의 연구에서 확인된 바와 같이 공동연구의 강도와 범위를 모두 잘 반영하는 지수인 제곱근합 지수(SSR)를 사용한다. 또한 공저 네트워크에서 저자 간의 관계는 방향성을 정의할 수 없는 관계로 주저자 대 주저자, 주저자 대 공저자 관계로 분석을 실시한다. 본 연구에서 사용되는 데이터 분량이 25만 건에 해당하는 매우 큰 자료라는 점을 감안하여 네트워크 분석 프로그램은 Pajek을 사용하였다.

4.3 연구성과 분석

중심성과 연구성과의 상관관계 분석을 위해 연구성과에서는 논문 수, H-지수, 평균인용빈도, 최초인용속도, 평균인용속도를 변수로 사용한다. 다만, 이들 각각에 대해서 공저자 수에 따른 공저기여도를 감안하기 위해 보정한 보정 논문 수, 보정 H-지수, 보정 인용빈도, 보정 평균인용빈도를 산출한다. 공저 기여도 산출은 논문 수와 같은 양적 성과나 인용빈도와 같은 질적 성과를 분수 계상(Fractional Counting)하기 위한 것이며 연구성과 도출방식은 <Table 2>와 같다.

〈Table 2〉 Methods for Deriving Research Results

Variables		Description	Remarks
Type of Productivity	Number of adjusted papers(#1)	∑(The number of papers according to the number of co-researchers of individual papers(Fractional counting))	Used variable
Type of Impact	Total of citation frequencies(#2)	∑(The citation frequencies of each papers)	
	Adjusted citation frequencies(#3)	∑(#1×#2)	Used variable
	Average of adjusted citation frequencies(#4)	#3 ÷ The Number of papers	Used variable
	the first citation velocity per papers(#5)	first citation date-publishing date	
	Average of the first citation velocity(#6)	∑(#5) ÷ The Number of papers	Used variable
	Average of average citation velocity(#7)	∑(#6) ÷ The Number of papers	Used variable
Type of Complex	H-index	After ranking the researchers papers in descending order of citation frequency, the ranking of the last papers whose citation frequency is greater than or equal to the papers	
	Adjusted H-index	H-index ÷ The median of the number of co-researchers	Used variable

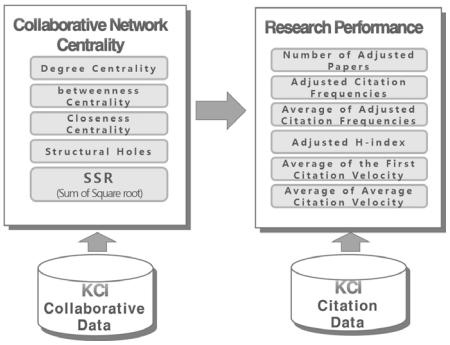
학술 연구의 대표적 성과는 대게 논문으로 측정되며 연구자 개인의 연구성과를 측정하는 방식은 일반적으로 논문 수(생산성), 인용빈도(파급효과)를 사용한다. 한편, 지식이 이전되는 과정에서는 인용빈도 외에도 한 편의 논문이 다른 논문에 얼마나 빠르게 인용되는가를 파악할 수 있는 인용속도 또한 중요한 역할을 한다. Schubert et al.(1986)은 기술 문헌을 대표하는 특허에서 나타난 인용 관계를 측정함으로써 처음으로 개념을 도입한 인용속도는 인용시차라는 용어로도 함께 표현 되고 있으나, 학술 논문 간 인용속도를 측정한 연구는 아직 소수에 불과하지만 특정 논문이 다른 연구에 얼마나 영향력을 미치는가를 측정하기 위해서는 인용빈도뿐만 아니라 인용속도도 함께 측정하는 것이 필요하기 때문에 본 연구에서는 인용속도를 연구성과와 연결지어 사용한다.

4.4 공저 네트워크 중심성

본 연구에서 이진 네트워크 중심성 지수에 해당되는 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성과 구조적 공백을 사용하였다. 또한 공저 네트워크는 밀도가 높지 않아 가중 네트워크 중심성 지수를 적용할 필요가 없다는 주장이 있으나 공동연구가 일회성으로 끝나는 것이 아닌 연구자간 지속적인 학술 협력관계로 이어지는 경우도 있고 공동연구를 장려하는 상황을 고려할 때 가중 네트워크의 중심성을 일부 적용해 보는 것이 필요하다는 판단하에 가중 네트워크 지수인 제곱근 합 지수(SSR; Sum of Square Roots)를 사용한다.

4.5 연구 프레임워크

공동연구 네트워크의 중심성이 연구성과에 미치는 영향을 알아보기 위해 공동연구 네트워크의 중심성과 연구성과를 회귀분석 하되 독립변수와 종속변수의 세부 변수가 다량인 관계로 다변량 선형 회귀 분석을 실시한다(<Figure 1> 참조).

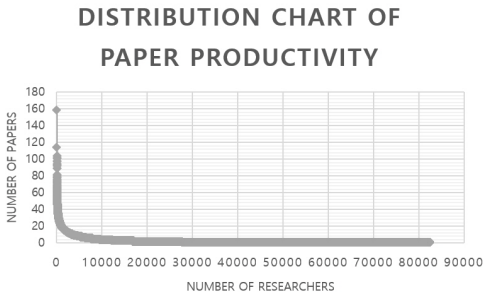


〈Figure 1〉 Research Framework

5. 분석 결과

5.1 기본 통계분석 결과

사회과학분야에 대한 10년(2007년~2016년)간 서지 자료를 바탕으로 분석한 결과 전체 논문 수는 114,077건이며 공동연구 논문은 84,479건으로 공저 논문의 경우 주저자는 84,479명, 공저자는 209,217명이다. 전체 논문 대상 평균 저자수는 논문 1건당 1.83명이며 공저 논문은 3.48명이며 연구성과를 도출한 결과 총 82,432명이 분석대상이 되었다. 이외 분석결과 선행 연구 등에서도 자주 언급된 바 있듯 논문의 생산 분포는 전형적인 멱함수 구조를 띠고 있다. 참고로 5편 이하의 공저 논문은 전체 논문의 72.8%를 차지한다.



〈Figure 2〉 Distribution Chart of Paper Productivity

5.2 다변량 선형회귀 결과

5.2.1 변수간 상관관계분석

상관관계 분석결과는 <Table 3>과 같으며 대부분의 중심성 지수와 연구성과의 관계는 인용속도를 제외하고 양(+)의 상관관계로 나타나는 것으로 확인되었으며 구조적 공백은 전체 연구성과와 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 연결정도 중심성과 매개 중심성은 보정 H-지수와 비교적 강한 양의 상관관계가 있다. 최초 인용속도와 평균 인용속도는 통계적으로는 유의미 하지만 상관계수가 0.1 보다 작아서 중심성과는 거의 관계가 없는 것으로 해석된다. 독립변수로 사용된 중심성 지수 5개 변수는 모두 분산팽창계수(VIF)가 4 이하로 다중공선성에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

5.2.2 다변량 검정 결과

다변량 검정 설정 시 유의 수준은 95% 신뢰수준 설정하였으며 결과로서 모든 설명변수의 Pillai의 트레이스, Wilks의 람다에 대한 유의확률이 $p < 0.01$로 중심성으로 종속변수를 설명하는 것으로 나타나 중심성이 연구성과에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 단, Pillai의 트레이스가 결과를 고려하여 Hotelling의 트레이스와 Roy의 최대근은 생략하였고 전체 분석 내용은 <Table 4>와 같다.

〈Table 3〉 Correlation Analysis Results

Measurement		A	B	C	D	E
Degree Centrality	N = 82342	.651**	.391**	.644	.010**	.008*
	Sig.	.000	.000	.000	.003	.020
Betweenness Centrality	N = 82342	.505**	.211**	.512**	.035**	.040**
	Sig.	.000	.000	.000	.000	.000
Closeness Centrality	N = 82342	.336**	.211**	.218**	.044**	-.048**
	Sig.	.000	.000	.000	.000	.000
Structural Hole	N = 82342	-.507**	-.205**	-.490**	-.024**	-.042**
	Sig.	.000	.000	.000	.000	.000
Sum of Square roots	N = 82342	.279**	-.058**	.181**	.003	.022**
	Sig.	.000	.000	.000	.456	.000

* Correlation is significant at the 0.05 level(2-tailed).
** Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed).
A : Adjusted citation frequencies
B : Average of adjusted citation frequencies
C : Adjusted H-index
D : Average of average citation velocity
E : Average of the first citation velocity

〈Table 4〉 Multivariate Tests[a]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.442	13059.270[b]	5.000	82422	.000
	Wilks' Lambda	.558	13059.270[b]	5.000	82422	.000
Degree Centrality	Pillai's Trace	.413	11618.142[b]	5.000	82422	.000
	Wilks' Lambda	.587	11618.142[b]	5.000	82422	.000
Between-ness Centrality	Pillai's Trace	.010	159.599[b]	5.000	82422	.000
	Wilks' Lambda	.990	159.599[b]	5.000	82422	.000
Closeness Centrality	Pillai's Trace	.024	413.393[b]	5.000	82422	.000
	Wilks' Lambda	.976	413.393[b]	5.000	82422	.000
Structural Hole	Pillai's Trace	.190	3863.800[b]	5.000	82422	.000
	Wilks' Lambda	.810	3863.800[b]	5.000	82422	.000
SSR	Pillai's Trace	.036	612.944[b]	5.000	82422	.000
	Wilks' Lambda	.964	612.944[b]	5.000	82422	.000

a : Design Intercept+Degree+Betweenness+Closeness+Structural Holes+SSR.
b : Exact Statistic.

〈Table 5〉 Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Adjusted Citation Frequencies	18436207.5[a]	5	3687241.490	38150.023	.000
	Average of Adjusted Citation Frequencies	37356.897[b]	5	7471.376	670.062	.000
	Adjusted H-index	26810.724[c]	5	5362.145	28036.617	.000
	Average of Average Citation Velocity	46.248[d]	5	9.250	4.266	.001
	Average of the First Citation Velocity	1024.595[e]	5	204.919	125.272	.000
Degree Centrality	Adjusted Citation Frequencies	4909591.468	1	4909591.468	50797.060	.000
	Average of Adjusted Citation Frequencies	23981.469	1	23981.469	2150.750	.000
	Adjusted H-index	4633.869	1	4633.869	24228.739	.000
	Average of Average Citation Velocity	1.140	1	1.140	.526	.468
	Average of the First Citation Velocity	46.461	1	46.461	28.403	.000
Between-ness Centrality	Adjusted Citation Frequencies	6853.113	1	6853.113	70.906	.000
	Average of Adjusted Citation Frequencies	7.172	1	7.172	.643	.423
	Adjusted H-index	63.344	1	63.344	331.204	.000
	Average of Average Citation Velocity	14.665	1	14.665	6.763	.009
	Average of the First Citation Velocity	23.315	1	23.315	14.253	.000
Closeness Centrality	Adjusted Citation Frequencies	17167.224	1	17167.224	177.621	.000
	Average of Adjusted Citation Frequencies	6488.424	1	6488.424	581.907	.000
	Adjusted H-index	32.267	1	32.267	168.714	.000
	Average of Average Citation Velocity	23.940	1	23.940	11.040	.001
	Average of the First Citation Velocity	928.049	1	928.049	567.340	.000
Structural Hole	Adjusted Citation Frequencies	61798.771	1	61798.771	639.401	.000
	Average of Adjusted Citation Frequencies	342.325	1	342.325	30.701	.000
	Adjusted H-index	1940.471	1	1940.471	10145.984	.000
	Average of Average Citation Velocity	3.192	1	3.192	1.472	.225
	Average of the First Citation Velocity	27.429	1	27.429	16.768	.000
SSR	Adjusted Citation Frequencies	11.595	1	11.595	.120	.729
	Average of Adjusted Citation Frequencies	24587.706	1	24587.706	2205.120	.000
	Adjusted H-index	.041	1	.041	.212	.645
	Average of Average Citation Velocity	7.022	1	7.022	3.238	.072
	Average of the First Citation Velocity	2.147	1	2.147	1.312	.252

a : R Square = .698 (Adjusted R Square = .698).
b : R Square = .039 (Adjusted R Square = .039).
c : R Square = .630 (Adjusted R Square = .630).
d : R Square = .000 (Adjusted R Square = .000).
e : R Square = .008 (Adjusted R Square = .007).

5.2.3 개체 간 효과 검정

개체 간 효과 검정 결과 수정모형의 R 제곱값은 보정 피인용빈도가 .698, 보정-H지수가 .630으로 본 모형을 가장 잘 설명하는 것으로 밝혀졌으며 중심성이 높은 경우 논문의 생산성 그리고 복합성과인 생산성과 영향력에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다. 그러나 인용속도와 관련된 변수에서는 유의확률이 $p > 0.05$인 관계로 유의성이 낮아 중심성이 인용속도에 영향을 미치지 못하는 것으로 밝혀졌다. 개체 간 효과 검정의 세부내용은 <Table 5>와 같다.

6. 결론 및 시사점

본 연구는 지난 10년간의 사회과학분야 논문 서지정보를 바탕으로 Freeman(1979)에 제안한 3가지 기본 중심성(연결정도 중심성, 매개 중심성, 근접 중심성)과 구조적 공백 그리고 가중 네트워크의 일종인 SSR을 사회과학분야 학술 네트워크의 서지 정보에서 도출하고 해당 서지 정보에서 추출된 연구성과(논문 수, 인용빈도, H-지수, 인용속도)를 보정 처리하여 중심성 대 연구성과의 인과관계에 대해 검정한 연구이다. 분석결과 전반적으로 중심성과 연구성과 사이에서 인과관계가 있는 것으로 나타났고 논문의 영향력 지수에 해당되는 보정 피인용 빈도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이외 보정된 H-지수가 유사한 수준에서 영향 관계에 있는 것으로 확인됐으나 인용속도는 중심성과의 인과관계에 있어서 통계적 유의수준을 벗어나는 결과가 도출되어 중심성과 인용속도 간에는 연관성이 적은 것으로 해석되었다. 본 연구의 의의는 최초로 시도된 대규모 공동연구 네트워크 분석이라는 점과 중심성이 연구자의 연구성과에 미치는 영향을 규명한 연구라는 점이다.

연구의 목적이 학술적 성취에만 국한되는 것이 아닌 사회·인류 등 공동체의 발전에 기여라는 실용적 측면이 강조되고 있는 가운데 연구자의 연구생산성과 영향력을 측정하여 계량화하는 것이 단순히 연구자의 순위와 위치를 단순히 알리고자 함이 아닌 보다 가치 있고 효용성 높은 연구의 계승, 공유, 발전을 목적으로 하는 수단적 측면이 강하다고 할 수 있다.

수단의 계량화라는 측면에서 개인적 측면은 연구자의 생산성과 영향력 그리고 연구자의 공동체에 해당하는 학술지의 영향력을 측정하는 방향으로 이미 활성화된 상태이다. 연구자 개인적 측면에서는 H-지수가 생산성과 영향력을 동시에 측정하는 도구로써 광범위하게 활용되고 있는 있으며, 학술지의 경우에는 영향력 지수(Impact Factor; IF)를 통해서 활용되고 있는 상황이다. 이러한 지수들은 학술 정보를 다루는 포털과 전문 학술정시스템을 통해 보다 구체적으로 서비스 되고 있고 연구자 평가, 정부 연구비 선정 등 위한 평가에서 다양하게 활용되고 있는 상황이다.

최근에는 학술활동의 경향성에서도 많은 부분이 변화되고 있다. 학술기관별 지원시스템의 체계적 발전과 기관 간 상호 협력의 체계화가 이루어지고 있으며 특히, 연구자 측면에서는 학문간 장벽을 허물고 동종 학문분야 뿐만 아닌 이종 학문 간의 상호 발전을 위한 협력연구가 활발하게 진행 중이고 권장되고 있는 상황이다. 하지만 이러한 공동연구가 권장되는 상황에서도 이를 지원하기 위한 체계는 발전되지 못하고 있다. 동종 학문 분야의 공동연구는 개인연구자의 활발한 학술 커뮤니티 활동이 전개되어야 하고 이종 학문 간의 공동연구는 자신의 전문 분야에만 집중을 하기에도 버거운 측면에서는 접근이 쉽지 않은 것이 현실이다. 이를 감안할 때 중심성 서비스를 제공하는 것은 특정 연구자의 공동연구 수행의 장단점을 파악하여 공동연구 증진 또는 관련 전략 수립에 많은 도움이 될 수 있을 것이다. 또한 중심성 지수는 도출이 비교적 간편하여 공공 학술데이터를 중심으로 시범적 도입을 긍정적으로 고려해 볼 필요가 있다. 향후 국내 현실에 맞는 새로운 중심성 지수의 개발도 필요할 것이다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째 사회과학 분야를 이루는 다양한 성격의 학술분야를 일률적인 측면에서 해석하는 것은 다소 무리가 있

다는 사실과 둘째, 연구결과의 영향력이라는 측면에서 인용 속도 또한 중요한 지표로 다룰 수 있을 것이라는 예상과는 달리 유의미한 결과를 얻지 못했다는 점 그리고 마지막으로 가중 네트워크의 중심성 지수를 유일하게 하나만 시범적으로 사용한 측면에서 한계가 있었다. 향후 연구에서 공동연구의 횟수뿐만 아닌 강도의 차이에 따른 연구성과의 영향도 측정을 위해서는 향후 다양한 가중 네트워크 중심성 지수를 활용한 연구가 진행될 필요가 있다.

References

Abbasi, A., J. Altmann, and L. Hossain, "Identifying The Effects of Co-authorship Networks on The Performance of Scholars : A Correlation and Regression Analysis of Performance Measures and Social Network Analysis Measures", *Journal of Informetrics,* Vol.5, No.4, 2011, 594-607.

Barnes, J.A., "Class and Committees in a Norweigian Island Parish", *Human Relations*, Vol.7, No.1, 1954, 39-58.

Bonacich, P., "Power and Centrality : A Family of Measures", *American Journal of Sociology*, Vol.92, No.5, 1987, 1170-1182.

Burt, R., *Structural Holes : The Social Structure of Competition*, Harvard University Press, 1992.

Freeman, L.C., "Centrality in Social Networks : Conceptual Clarification", *Social Networks*, Vol.1, No.3, 1979, 215-239.

Goetze, C., "An Empirical Enquiry into Co-Patent Networks and Their Stars : The Case of Cardiac Pacemaker Technology", *Technovation*, Vol.30, No.7, 2010, 436-446.

Kang, D.S. and S.B. Moon, "A Study on Informetric Analysis for Measuring the Qualitative Research Performance", *Journal of the Korean Society for Information Management,* Vol.26, No.3, 2009, 377-394.

(강대신, 문성빈, "연구성과의 질적평가를 위한 계량정보학적 분석에 관한 연구", *정보관리학회지*, 제26권, 제3호, 2009, 377-394.)

Kim, E.J. and T.W. Nam, "A Study on the Knowledge Structure Networks of International Collaboration in Psychiatry", *Journal of the Korean Society for Information Management*, Vol.32, No.3, 2015, 317-340.

(김은주, 남태우, "정신의학 분야 국제공동연구의 지식구조 네트워크에 관한 연구", *정보관리학회지*, 제32권, 제3호, 2015, 317-340.)

Kim, Y.H., *Social Network Analysis*, Pakyoungsa, Seoul, 2014.

(김용학, *사회 연결망 분석*, 박영사, 서울, 2014.)

Knoke, D. and J.H. Kuklinski, *Network Analysis*, Beverly Hills, 1983.

Larivière, V., Y. Gingras, C.R. Sugimoto, and A. Tsou, "Team Size Matters : Collaboration and Scientific Impact since 1900", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol.66, No. 7, 2015, 1323-1332.

Lee, J.Y., "Some Improvements on H-Index : Measuring Research Outputs by Citations", *Journal of the Korean Society for Information Management*, Vol.23, No.3, 2006, 167-186.

(이재윤, "연구성과 측정을위한 H-지수의 개량에 관한 연구", *정보관리학회지,* 제23권, 제3호, 2006, 167-186.)

Lee, J.Y., "Comparative Analysis on the Relationships between the Centralities in Co-authorship Networks and Research Performance Considering the Number of Co-authors", *Journal of the Korean Society for Information Management*, Vol. 33, No.3, 2016, 175-199.

(이재윤, "공저자 수를 고려한 공저 네트워크 중심성과 연구성과의 연관성 분석", *정보관리학회지*, 제33권, 제3호, 2016, 175-199.)

Lee, S.H. and B. Bozeman, "The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity", *Social Studies of Science*, Vol. 35, No.5, 2005, 673-702.

Lee, S.S., "A Preliminary Study on the Co-author Network Analysis of Korean Library & Information Science Research Community", *Journal of Korean Library and Information Science Society*, Vol.41, No.2, 2010, 297-315.

(이수상, "공저 네트워크 분석에 관한 기초연구", *한국도서관·정보학회지*, 제41권, 제2호, 2010, 297-315.)

Lee, S.S., "Analytical Study on the Relationship between Centralities of Research Networks and Research Performances", *Journal of Korean Library and Information Science Society*, Vol.44, No.3, 2013, 405-428.

(이수상, "연구자 네트워크의 중심성과 연구성과의 연관성 분석 : 국내 기록관리학 분야 학술논문을 중심으로", *정보관리학회지*, 제44권, 제3호, 2013, 405-428.)

Leem, B.H., "An Effect of Co-authorship Network on Research Performance : Focusing on Co-authoring of Logos Management Review", *Logos Management Review*, Vol.10, No.1, 2012, 1-20.

(임병학, "논문 공동저자 네트워크가 연구성과에 미치는 영향에 대한 연구", *로고스경영연구*, 제10권, 제1호, 2012, 1-20.)

Li, E.Y., C.H. Liao, and H.R. Yen, "Co-authorship Networks and Research Impact : A Social Capital Perspective", *Research Policy*, Vol.42, No.9, 2013, 1515-1530.

Park, C.S., "A Study on the Network Structure of the Public Administration Academic Community Using the Coauthor Network from 1998 to 2009", *Korean Society and Public Administration*, Vol.22, No.4, 2012, 129-153.

(박치성, "행정학 학문공동체의 공동연구 네트워크 구조에 관한 연구 : 1998~2009년간 24개 행정학 학술지의 논문공저자 네트워크의 분석을 중심으로", *한국사회와 행정연구*, 제22권, 제4호, 2012, 129-153.)

Park, J.Y., J.E. Kim, and Y.K. Min, "A Study on the Evaluation Methods of Research Institution : Based on the h-index and its Variants", *Journal of the Korean Society for Information Management*, Vol.27, No. 1, 2010, 249-267.

(박지연, 김정은, 민윤경, "기관단위 연구성과 평가방법에 관한 연구", *정보관리학회지*, 제27권, 제1호, 2010, 249-267.)

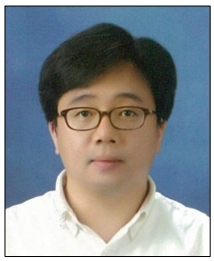
Page, L. and S. Brin, "The Anatomy of A Large-scale Hypertextual Web Search Engine", *Computer Networks and ISDN Systems*, Vol.30, 1998, 107-117.

Schubert, A. and W. Glänzel, "Mean Response time-A New Indicator of Journal Citation Speed with Application to Physics Journals", *Czechoslovak Journal of Physics B,* Vol.36, No.1, 1986, 121-125.

Stuart, T.E., "Network Positions and Propensities to Collaborate : An Investigation of Strategic Alliance Formation in A High-Technology Industry", *Administrative Science Quarterly*, Vol.43, No.3, 1998, 668-698.

Van Raan, A.F.J., "Scaling Rules in The Science System : Influence of Field-specific Citation Characteristics on The Impact of Research Groups", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.59, No.4, 2008, 565-576.

About the Authors



Seonggu Moon (skmoon74@dongguk.edu)

Seonggu Moon is a graduate student of the graduate school of Dongguk University, Seoul, Korea. He majored in management information systems at the same university. He had worked at the Korea Institute of Game Industry Promotion, and has been working at the National Research Foundation of Korea. His current research focuses on the social network analysis, R&D management, big data, IT system development, knowledge management, and IT strategies.

Injai Kim (ijkim@dongguk.edu)

Injai Kim is professor in the Dongguk Business School in Seoul, Korea. He received his PhD from the University of Nebraska-Lincoln, an MS from Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in Seoul, and a BA from Seoul National University. He has published several articles in Information & Management, Journal of MIS Research, and Journal of Information Systems Research. His current research focuses on the adoption process of information technologies in organizations, big data & social network analysis, IT mediated communication, U-wellness, and IT strategies.