

한중 4차산업혁명 기술교류 및 효과에 대한 실증연구: 기업 소셜 네트워크 분석 중심으로

The Empirical Study on the Effect of Technology Exchanges in the Fourth Industrial Revolution between Korea and China: Focused on the Firm Social Network Analysis

저우전신(Zhenxin Zhou)*, 손권상(Kwonsang Sohn)**,
황윤민(Yoon Min Hwang)***, 권오병(Ohbyung Kwon)****

초 록

중국의 4차 산업혁명 첨단기술 개발 및 사업화 속도가 빠르게 진행되며 효과적인 한중 기업 간 기술교류가 한국의 중장기 산업발전에 더욱 중요해지고 있다. 하지만 아직까지 한중 기업 간 기술교류가 어떻게 진행되는지와 그 효과에 대한 실증 연구가 부족하다. 이에 본 연구는 4차 산업혁명 관련 한중 기술교류 현황 및 효과에 대해 2018년부터 2020년 3월까지 뉴스에 소개된 한중 기업 기술교류 및 협력 기사의 텍스트 마이닝 데이터 기반으로 소셜 네트워크 분석을 진행하고 네트워크 중심성의 성과영향 회귀분석을 진행했다. 분석 결과 국내 전자 대기업들이 대부분 중심성 지표에서 높은 중심성을 보이며 중국 기업 및 기관들과 네트워킹을 활발히 진행하고 있다. 국내 통신사들이 매개 중심성과 부분그래프에서 높은 중심성을 국내 인터넷 서비스 업체와 방송 콘텐츠 업체들이 높은 고유벡터 중심성을 나타냈다. 또한 한국 기업보다 중국기업이 높은 매개 중심성을 제조기업보다 서비스기업이 높은 근접 중심성을 보였다. 이러한 네트워크 중심성은 회귀분석결과 기업성장에 긍정적인 영향을 미쳤다. 본 연구는 4차 산업혁명 분야에 집중하여 한중간 협력 현황을 분석한 최초 연구라는 의미가 있으며, 학술적으로 글로벌 기업 협력에 있어 소셜 네트워크 분석 기반 실증 연구 방향을 제시하고 실무적으로 기업이나 정부의 한중 기술 협력 방향 설정에 있어 네트워크 분석 기반 가이드라인을 제시하였다.

ABSTRACT

China's rapid development and commercialization of high-tech technologies in the fourth industrial revolution has led to effective technology exchanges between Korean and Chinese firms becoming more important to Korea's mid-term and long-term industrial development.

이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A3A2066740).

* First Author, Master Student, School of Management, Kyung Hee University(zzx14230@naver.com)

** Co-Author, PhD Candidate, School of Management, Kyung Hee University(miroot1215@khu.ac.kr)

*** Co-Author, Assistant Professor, School of Business, Chungbuk National University(ymhwang@cbnu.ac.kr)

**** Corresponding Author, Professor, School of Management, Kyung Hee University(obkwon@khu.ac.kr)

Received: 2020-06-15, Review completed: 2020-07-03, Accepted: 2020-07-17

However, there is still a lack of empirical research on how technology exchanges between Korean and Chinese firms proceed and their effectiveness. In response, this study conducted a social network analysis based on text mining data of Korea-China business technology exchange and cooperation articles introduced in the news from 2018 to March 2020 on the current status and effects of Korea-China technology exchanges related to the fourth industrial revolution, and conducted a regression analysis how network centrality effect on the firm performance. According to the results, most of the Korean major electronic firms are actively networking with Chinese firms and institutions, showing high centrality in the centrality index. Korean telecommunication firms showed high betweenness centrality and subgraph centrality, and Korean Internet service providers and broadcasting contents firms showed high eigenvector centrality. In addition, Chinese firms showed higher betweenness centrality than Korean firms, and Chinese service firms showed higher closeness centrality than manufacturing firms. As a result of regression analysis, this network centrality had a positive effect on firm performance. To the best of our knowledge, this is the first to analyze the impact of the technical cooperation between Korean and Chinese firms under the fourth industrial revolution context. This study has theoretical implications that suggested the direction of social network analysis-based empirical research in global firm cooperation. Also, this study has practical implications that the guidelines for network analysis in setting the direction of technical cooperation between Korea and China by firms or governments.

키워드 : 4차 산업혁명, 소셜 네트워크분석, 한중 협력, 기술교류, 기업성과, MOU
The Fourth Industrial Revolution, Social Network Analysis, Korea and China
Cooperation, Technology Exchange, Firm Performance, MOU

1. 서 론

최근 치열해진 글로벌 경쟁 환경에서 기술 혁신 전략 방향이 내부 R&D 규모 확충을 넘어 외부와의 기술협력을 통한 R&D 속도 증진으로 발전해감에 따라 다른 국가와의 기술협력 중요성이 커지고 있다[7, 48]. 특히 4차 산업혁명 시대 경쟁 환경이 융복합 기술의 빠른 발전과 기술 플랫폼 기반의 글로벌 공급망 경쟁 구도로 진행되며[27, 48], 차세대 기술의 개발 단계부터 비즈니스 생태계를 선점하기 위한 글로벌 기업들 간 기술 교류 및 협력이 기업 생존을 위한 필수 요건이 되고 있다. 지정학적으로 한국과 가까운 중국은 글로벌 공급망에서 최대 생산지 역할을 하고 동시에 지속적으로 성장하

는 큰 내수시장을 보유하고 있다[30]. 또한 4차 산업혁명 첨단기술 개발 및 사업화에서 매우 빠른 속도를 보이고 있다[5]. 따라서 효과적인 한중 기업 간 기술교류 및 협력은 수출중심인 한국의 중장기 산업발전을 위한 주요 과제이다.

중국은 4차 산업혁명시대를 맞아 혁신주도형 발전전략을 국가정책기조로 삼고 5G 인터넷과 인공지능 중심의 산업 발전을 진행하고 있다[30]. 5G 인프라 기반 신성장동력 창출 및 산업 생태계 조성을 목표로 클라우드 컴퓨터, 빅데이터, IoT 등을 제조업과 결합해 전자상거래와 인터넷산업, 금융업 등을 활성화하고[5] 로봇, 웨어러블 기기, 무인시스템, 미래차 등과 연계된 인공지능 연구개발 및 창업을 장려하고 있다[12]. 한국 역시 인공지능, 5G, 미래차 등

4차 산업혁명 관련 신산업을 육성해 글로벌 수출을 지속적으로 증진시키려는 의지가 매우 큰 데 양국 모두 4차 산업의 핵심인 ICT 산업 육성을 위한 관련 제도 및 투자 환경이 갖춰지며 관련 한중 교류와 협력이 더욱 활성화될 수 있는 여건이 조성되었다. 현재 미중 간 무역 갈등으로 불확실성이 커지고 있지만 중국 내부적으로 2020년 외자기업의 기술 강제 이전 금지와 지식재산권 및 외자기업보호 강화 등을 명시해 중국기업과 외자기업의 공정 경쟁 환경을 조성하는 新외상투자법이 제정되어[3] 국가간 기술 협력에 더욱 친화적인 환경으로 변하고 있다.

이러한 환경 하에 4차 산업혁명 관련 한중 기업 간 효과적인 기술교류 및 협력의 전략적 방향 설정이 매우 중요하며 이를 위해서는 현재 진행되고 있는 교류 및 협력에 대한 실증분석이 선행되어야 한다. 하지만 아직까지 그 중요성에도 불구하고 한중 기업간 기술교류가 어떻게 진행되고 있는지에 대한 실증분석이 부족한 실정이다. 한중간 기술교류 및 협력에 대한 연구들은 대부분 거시적 정책 연구로 기술통계 데이터 기반 한중 과학기술협력 현황 분석 및 방향 제시에 집중되었다[21, 30, 31]. 한중 기업 협력 연구의 경우 전자상거래 산업 협력 방안이나[8] 특정 기업 간 사례연구들이 소수 진행되어[13, 34] 아직까지 한중 기술교류 협력 연구는 그 수가 제한적이며 경영 관점에서 교류 및 협력 현황 분석이 부족하다. 무엇보다 4차 산업 혁명 관련 한중 기업간 기술 교류 및 협력이 어떻게 진행되고 있는지에 실증연구가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 한중 기업 협력에 대한 뉴스기사 토대의 텍스트 마이닝 데이터를 바탕으로 한중 기업 간, 기업과 기관 간 교류 현황에 대한 소셜 네트워크

분석을 통해 네트워크 구조를 파악한다. 소셜 네트워크 분석은 상호작용하는 개체 간 관계 패턴 구조로 사회 환경을 분석하는 기법으로써 하나 이상의 관계 유형에 의해 연결된 네트워크 구성 집합을 규명하는데 유용하며[2], 그래프 이론(graph-theoretic) 접근방법을 이용해 개체 간 상호 관계 패턴들을 보여주기 때문에 실증적으로 협력 현황을 분석하는데 적합하다[11, 16]. 둘째, 기업 간 네트워크 중심성의 차이 비교를 통해 네트워크의 특징을 살펴본다. 셋째, 한중 간 교류 네트워크 중심성의 정도가 기업 성과에 미치는 영향력을 분석한다. 넷째, 소셜 네트워크 분석을 통해 도출된 네트워크 구조와 중심성의 영향력을 바탕으로 한중 기업 간 기술교류 및 협력 방향에 대한 전략적 시사점을 제시하고자 한다.

2. 문헌연구

2.1 한중 기술교류

한국과 중국은 1992년 수교 이후 전면적, 전략적 협력 동반자 관계로 발전하며 현재 중국은 한국의 1위 무역대상국이 되었다[19]. 또한 한국기업의 대 중국 해외직접투자는 1992년 한중 간 무역협정 및 투자보장협정 발효 이후 제도적 장치가 수반되면서 매년 급증세를 거듭해 온 결과 한국의 해외투자대상국 2위로 자리 잡았다. 한국과 중국은 1992년 수교가 이루어진 해 한중과학기술협력협정을 체결하고 이를 바탕으로 기술외교, 자원외교 등 다양한 형태로 과학기술 분야 협력을 진행해 왔다[14](〈Table 1〉 참고). 한중 기술교류 협력은 전통적으로 중

〈Table 1〉 Contents of Technical Exchange between Korea and China by Period

Period	Content of technical exchange
1992	Established diplomatic relations between Korea and China(August)
	Korea-China Science and Technology Cooperation Agreement(November)
1993	First Korea-China Joint Committee on Science and Technology(Every year)
1995	Established Korea-China Joint Research Center
2006	First Korea-China Science and Technology Innovation Forum
2011	Memorandum of Understanding on Strengthening Cooperation between Korea and China in Research and Development of Applied Technology and Industrialization
2014	Established Korea-China Technology Exchange Center
2018	Created a Korea-China Investment Fund for the Fourth Industrial Revolution technology

국의 내수시장 진출을 목표로 한 수출중심 한국 기업들과 기술발전을 모색하는 중국기업들 간의 협력 형태로 진행되어 왔는데[50] 최근 중국의 급격한 기술 및 산업발전으로 상호 협력적 기술개발 교류로 발전하고 있다. 2000년대 중반까지 한중 양국의 R&D 예산 총액이 299억 달러로 비슷한 규모였지만 이후 중국의 R&D 예산이 급격히 증가해 2016년 기준 2347억 달러로 598억 달러 규모로 한국의 4배가량 증가하며 세계 2위권에 진입했다[30]. 그 결과 10년간 중국의 연평균 특허 출원 증가율이 17.3%(한국 3.5%)로 급격히 증가했고 SCI 논문수와 거대과학 설비 등에서도 글로벌 경쟁우위를 확보해가는 등 빠른 기술발전을 보였다[30].

현재 중국은 4차 산업혁명 시대 첨단기술 산업을 주도하고자 신에너지 자동차, 전략성 선진전자 소재, 고성능 컴퓨터 등 첨단기술 개발 목표의 과학기술 중대프로젝트에 과학기술 예산의 72% 배정해 4차 산업혁명 기술 발전에 속도를 내고 있다[30]. 산업적으로는 중국제조 2025, 인터넷 플러스 전략을 추진하면서 인공지능, 빅데이터, 차세대 통신기술, 신에너지 등 ICT 산업과 전통 산업의융합을 추구하고 있다. 알리바바, 텐센트, 바이두 등 디지털 플랫폼 기업들이 기술 혁신을

선도하며 전자상거래, 공유경제, 핀테크 등의 융합 신산업을 발전시켜 2018년 기준 디지털 경제는 중국 GDP의 34.8% 수준까지 성장했다[5]. 디지털 플랫폼 기업들은 압도적인 시장점유율과 수익을 기반으로 적극적으로 동남아, 인도, 러시아 등 해외진출을 확대하며 글로벌 마켓을 선도하고 있는데, 현지 기업 지분 투자 및 인수를 통한 현지화 전략을 진행하고 있다[5]. 이처럼 ICT 분야에서 큰 규모의 안정적인 내수시장과 자본력, 기술력을 갖춘 중국의 디지털 플랫폼 기업들은 인공지능, 핀테크, 5G 산업 등에서 글로벌 경쟁우위를 확보해가고 있다.

한중 기술교류에 대한 연구들은 정책 관점에서 기술통계 데이터 기반 과학기술협력 현황 분석이나 특정 산업들의 한중 협력방안 연구가 진행됐다. 대표적으로 Lee[30, 31]은 과거 25년 기술통계 데이터와 중국 담당자 인터뷰 등을 기반으로 한중 과학기술협력 평가 및 향후 발전 방안을 제시했고, Kim[21] 역시 한중 공동연구센터, 인력교류 현황을 기반으로 한중 과학기술협력 20년 성과와 과제를 제시했다. 산업 관점에서 Han[13]은 사례 기반 한중 문화산업 협력 모델을 고찰하였고 Choi[8]은 한중간 전자상거래 협력 방안을 IT산업에 있어 한중일간

기술분업 방안을 제시했다. 경영관점에서 연구들은 대중국 효과적 기술이전 방안[41]이나 아비스타와 디샹 사례 기반 한중 기업 간 전략적 협력 방안[34]이 논의되었다. 이러한 연구들은 문헌, 기술통계 데이터 기반 정책 연구나 단일 사례 기반 전략 방안 연구로써 아직까지 한중 기술교류에 대한 연구수도 부족하고 기술교류 관점에서 한중 기업 간 협력에 대한 실증 규명은 진행되지 않고 있다. 최근 중국의 4차 산업혁명 관련 기술 발전으로 한중 협력에 대한 관심이 커져 산업협력 방안 연구들이 진행되고 있지만[5, 44] 한중 기업의 기술교류 협력에 대한 실증분석으로써 한계가 있다.

2.2 소셜 네트워크 분석

소셜 네트워크 분석(SNA)은 행위자 사이의 상호작용을 연결 형태 관계로 표현하여 네트워크의 패턴을 발견하고 해석하는데 그 목적이 있다. 하나 이상의 관계로 연결된 네트워크 구조는 다양한 행위자 사이의 교류 및 상호작용이 발생하는 사회 환경을 표현하기에 적합하다[17]. 소셜 네트워크 분석은 개체 간 관계에 대한 직관적이며 구체적인 통찰력을 제공한다[36]. 분석 범위를 개별, 지역, 세계적 등과 같이 다양한 수준에서 실행할 수 있고 각 수준별 서로 다른 접근법, 알고리즘, 도구를 사용하여 서로 다른 종류의 통찰력을 제공한다. 네트워크 속성은 노드와 엣지의 수, 네트워크 유형, 네트워크 밀도, 평균 경로거리, 결집 계수, 분리 노드의 개수, 평행인 엣지, 셀프 루프, 개별적인 네트워크 구성요소를 말하지만, 작은 세상, 척도 없는, 혹은 계층적 등의 일반적인 속성을 도출할 수 있는 분포이기도 하다. 커뮤니티를 찾는 알

고리즘을 통해 주요 커뮤니티를 확인하고, 패스파인더 네트워크 스케일링이나 최대 흐름 알고리즘을 통하여 “백본”을 계산하는 것은 대규모 네트워크를 이해하는데 도움을 준다[36].

이러한 소셜 네트워크 분석 특징으로 다양한 사회학 연구에서 개체 간 구조를 연구하는 방법으로 활용되며 전문적인 개념 체계와 측정 도구를 가진 연구 패러다임으로 발전되어 왔다. 오늘날 사회 발전의 기본적인 추세가 상대적으로 제한 있는 구조에서 더 개방적이고 복잡한 구조로 발전해가며 사회 패턴 구조를 파악하기 위한 소셜 네트워크 분석의 효용성이 더욱 커지고 있다. 기업 경영에 있어서도 다양한 이해관계자들 간 관계성이 복잡해지며 행위자들 간의 네트워크 구조와 그 효과를 파악하거나 거시적 관점에서 소비자나 비즈니스 트렌드를 파악하기 위한 소셜 네트워크 분석 연구들이 많이 진행되고 있다[4, 11, 16]. 기업의 R&D 협력 네트워크에 있어 중국의 신에너지 자동차 산업 현황분석[44], 구글의 R&D 협력 현황분석[47], EU 보안 산업 현황분석[43] 등에 대한 소셜 네트워크 분석이 진행되었다. 이와 같이 전반적인 기업 간 교류 및 협력 현황에 있어 네트워크 구조를 분석하는데 소셜 네트워크 분석이 활용되고 있으며 본 연구인 한중 기업 간 기술교류 및 협력 현황에 있어 네트워크 구조 실증 분석에 소셜 네트워크 분석이 적합하다.

3. 연구 방법

3.1 분석 절차

본 연구는 한중 기업 기술 교류 및 협력 현황의

소셜 네트워크 분석을 위해 먼저 한중 기업 간, 기업-기관 간 기술교류 및 협력 이벤트 데이터를 공식 언론 뉴스의 텍스트 마이닝을 진행해 수집했다. 뉴스 기사 검색 사이트인 ‘빅카인즈’에서 한중 4차 산업혁명 기술(인공지능과 연관 기술) 교류 관련 기사를 검색하였다. 자료는 2018년 1월 1일부터 2020년 3월 31일까지로 하였고, 검색 조건은 4차 산업혁명 기술들 중 빈도가 높은 키워드를 고려해 아래와 같이 설정했다.

“AND(중국, 한국, MOU, OR(인공지능, IoT, 스마트폰, 스마트시티, 스마트가전, 빅데이터, 음성인식, 영상인식, 드론, 로봇, 블록체인, 가상화폐, 암호화폐, 3D프린터, 가상현실, 증강현실, VR, AR, AI, 에지컴퓨팅, 5G, 챗봇, 양자컴퓨팅, 스마트가전, 클라우드, OTT, 핀테크, 자율주행차, 전기차, 공유경제, 딥러닝))”

다음으로 빅카인즈가 보유하고 있는 뉴스분석 기능을 수행하여 관계도 분석을 수행하고, 관련기사 건수는 1회 이상이라도 등장한 모든 것을 다 고려하여 선으로 연결되는 네트워크의 각 점을 나타내는 노드(node)와 네트워크의 노드를 연결하는 직선인 엣지(edge) 정보를 다 내포한 그래프 데이터를 추출하였다. 추출한 그래프 데이터의 노드는 조직, 키워드, 지역, 인물 등 네 가지 유형의 액터(actor)가 있는데, 이중 인물 및 기관을 의미하는 키워드가 아닌 것을 삭제한 데이터셋 1과 기업명만을 추출한 데이터셋 2를 확보했다. 데이터셋 1은 한중 기업의 4차 산업혁명 관련 한중교류에 관련된 외부 환경(예: 정부, 비영리기관, 행사 등)과의 관계성 분석에 활용하고, 데이터셋 2는 기업간의 교류 특성이 기업의 성과에 미치는 영향에 대해서 분석하기

위해 활용했다. 다음으로 데이터셋 1과 데이터셋 2로부터 말뭉치(corpus)를 구축한 후 말뭉치로부터 다수의 문서에서 등장하는 각 단어들의 빈도를 행렬로 표현한 Term Document Matrix(m) 및 네트워크의 연결 관계를 이차원 배열로 나타낸 Adjacency Matrix($m \times \text{transpose}(m)$)를 제작했다. 마지막으로 igraph로 소셜 네트워크 시각화 및 분석을 수행했다. igraph는 유용한 네트워크 분석의 R 확장 패키지로 여러 가지 데이터 유형과 함수를 포함하여 네트워크를 편리하게 만들고 여러 알고리즘을 수행하고 네트워크 데이터를 시각화하는 기능을 담고 있다. igraph에서는 인접 리스트, 사이드 리스트, 인접 매트릭스 3가지 방법으로 네트워크를 만들 수 있다.

3.2 측정 도구

본 연구에서 소셜 네트워크분석에 사용한 지표는 연결 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성, 고유벡터 중심성, 부분 그래프 중심성이다. 각 지표를 설명하면 첫째, 연결 중심성(degree centrality)은 한 노드가 다른 노드들과 연결되어 있는 링크수로 측정되는 중심성이다. 특정 사람이나 기관 등 액터(actor)가 영향을 미칠 수 있는 사람이나 기관의 수를 나타내어 직접적으로 영향을 미치는 양적 크기를 보여준다[10]. 둘째, 근접 중심성(closeness centrality)은 한 노드가 다른 노드들과 평균적 거리가 근접해 있는지 측정하여 연결 중심성과는 다르게 직접 연결된 노드뿐만 아니라 간접 연결된 모든 노드들 간의 거리를 나타낸다[30]. 연결 중심성이 연결된 노드 수를 기반으로 네트워크상 자신과 연결된 노드에 대한 영향의 크기를 보여준다면, 근접 중심성은 네트워크 전체 구조

에서 노드 간 거리를 분석해 얼마나 빠르고 쉽게 정보를 획득하고 영향을 미치는지를 보여준다. 셋째, 매개 중심성(betweenness centrality)은 한 노드가 다른 노드들 사이의 최단 경로 상에 위치하는 정도를 측정해 직접 연결되어 있지 않은 액터들 간 관계를 통제 또는 중개하는 정도를 나타낸다. 매개 중심성이 높을수록 네트워크의 상이한 집단들 간 연결고리역할을 하고 노드들 사이에서 정보나 자원 흐름을 통제할 수 있는 영향력을 보여준다[9].

넷째, 고유벡터 중심성(eigenvector centrality)은 특정 노드에 연결된 노드들의 중요성을 반영해 중심성 산출 시 가중치를 주어 단순 노드 연결 링크수가 아닌 중심성 높은 노드와의 링크가 많을수록 중심성이 높아진다. 따라서 연결된 노드 수에 따른 영향력 크기를 나타내는 연결 중심성에 비해 중심성 높은 노드와의 연결에 다른 영향력의질을 보여준다. 마지막으로, 부분 그래프 중심성(subgraph centrality)은 한 노드가 얼마나 많은 닫힌 경로를 가지는지를 바탕으로 노드의 중심성을 나타낸다. 따라서 부분그래프 중심성은 전체적인 연결에 대해서 얼마나 독립적인지를 나타내는 척도이다[9].

4. 분석 결과

4.1 중심성 분석

분석 절차를 통해 확보한 기업은 총 130개였으며 이중 한국기업은 79개, 중국기업은 15개, 그 외 국적의 기업은 36개였다. 그러나 그 외 국적 기업의 경우 다국적기업이 대부분이어서 한중간 교류에 개입하기 때문에 본 분석에 포

함하였다. 그 외 환경요소에 해당하는 기관(정부, 지자체, NPO, IT관련 행사 등)은 134개였다. 특히 IT관련 행사는 다국적으로 기업 및 NPO가 회합하는 곳이므로 소셜 네트워크 분석에 유용하여 포함하였으며, 다음과 같은 행사가 대표적이다.

“2018국제스마트시티엑스포, 2018인터드론, 2018평창, 2019독일투자유치로드쇼, ai개발자대회, ces2019, ces아시아, 세계경제포럼, 소비자가전박람회, 스마트시티엑스포, 스마트시티혁신전략보고회, 아세안스마트시티 전시회, 차이나챌리저스테이, 컴퓨텍스2017, 컴퓨텍스2018, 코리아핀테크워크2019”

이를 기업 및 기관으로 나누어 분류한 것은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Analysis Target

Firm	LG Electronics, Hyundai Motors, SK Telecom, Samsung Electronics, Huawei, Alibaba, Tesla, LG Chemistry, SK Innovation, LG U+, Naver, Tencent, Samsung SDI, Nvidia, Xiaomi, AT&T, Kia Motors, YouTube, Alexa, etc.
Environment	IFA2019, Expo, Seoul Motor Show, CES, BL4H, CES Forum, ICT Olympics, CES2018, FTA, REMIT Project, CES Asia, CHTF, CES2019, Korea 5G Day, KOTRA, Bexco, etc.

이들 264개 노드에 대한 기술통계량은 <Table 3>과 같다. 분석결과 연결 중심성의경우 기업의 연결 중심성(5.677)이 환경의 연결 중심성(3.179)보다 다소 높은 것으로 나타났다. 이를 통해 한

중 기술교류네트워크에서 기업이 더 많은 노드에 연결되어 환경요소인 기관에 비해 다양한 관계를 맺고 있다는 점을 알 수 있다. 다음으로 근접 중심성은 기업(0.0002)과 환경(0.0003)의 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 즉, 기업과 기관 모두 기술교류 네트워크에서 밀접하게 연결되어 총체적인 관계가 집중되어 있다는 점을 알 수 있다. 매개 중심성은 기업(69.5)이 환경(34.2)에 비해 2배가량 높은 것으로 나타났다. 이는 기업이 한중 기술교류 네트워크에서 중계자 역할을 활발히 수행하며 네트워크 내의 의사소통흐름에 기관에 비해 높은 영향을 주고 있다는 점을 나타낸다. 부분그래프 중심성의 경우 기업(432.750)이 환경(12.826)에 비해 큰 폭으로 높게 나타났다. 이는 기업 간 기술교류 네트워크가 매우 긴밀하게 연결되어 상호 의존적인 것을 나타낸다. 마지막으로 고유벡터중심성은 환경(0.062)이 기업(0.037)보다 높게 나타났다. 이에 따라 한중 기술교류 네트워크에서 기관이 중심적 역할을 수행하고 있음을 보여주고 있다.

〈Table 3〉 Descriptive Statistics Results

Division	Mean		
	Firm	Environment	Total
Visibility	-	-	-
Degree Centrality	5.677	3.179	6.483
Closeness Centrality	0.0002	0.0003	0.00006
Betweenness Centrality	69.5	34.2	142.8
Subgraph Centrality	432.750	12.826	3138.017
Eigenvector Centrality	0.037	0.062	0.032

4차 산업혁명 분야에서의 한중 기업들의 소셜 네트워크는 〈Figure 1〉과 같이 시각화되었다. 〈Figure 1〉에서 노드의 크기는 해당 액터가 다른 액터들과 얼마나 활발하게 연결되어 있는지를 보여주고 있다. 특히 삼성전자, 텐센트, LG전자, 애플, 테슬라 등 글로벌 기업이 높은 중심성을 보이고 있다.



〈Figure 1〉 Business Cooperation Social Network between Korea and China (2018~2019)

다음으로 기업 간, 기업-기관 간 연결 중심성을 측정하였으며 결과는 〈Table 4〉와 같다.

각 값들은 0에서 1까지의 값으로 정규화되었다. 한 액터가 다른 액터들과 얼마나 많이 관련되어 있는지의 연결 중심성을 보면 한국에서는 삼성전자, LG유플러스, SK텔레콤, LG전자 순으로 연결 중심성이 높았으며 중국 기업에서는 텐센트와 알리바바, 샤오미의 순으로 중심성에 높이가 나타나며 네트워크상 큰 영향력을 확보하고 있다. 특히 삼성전자는 전통적인 모바일, 반도체 뿐만 아니라 인공지능, 5G, 전장장비 등 다양한 분야에서 중국 기업 및 관계 기관들

과 기술 교류 및 협력을 적극 진행하고 있다. 예를 들어 웹서비스업체 바이두와 인공지능 반도체 칩 개발 협력[49], 전기차 업체 BYD와 전장장비 개발 협력[39], 텐센트와 게임분야 인공지능 개발 협력[38]을 진행 중이며 중국 거시경제 총괄 부처인 국가발전개혁 위원회와 상호협력 MOU 체결[35] 등 다양한 액터들과 네트워크를 진행하고 있다.

〈Table 4〉 Degree Centrality Top 20 Actors

Rank	Actor	Degree Centrality
1 (2)	Samsung Electronics	0.033875
2 (4)	LG U+	0.0271
3 (1)	SK Telecom	0.02168
4 (3)	Tencent	0.02168
5 (5)	Apple	0.02168
6 (8)	Tesla	0.020325
7 (7)	Alibaba	0.01897
8 (10)	Amazon	0.01897
9 (11)	Intel	0.017615
10 (12)	LG Electronics	0.01626
11 (15)	Xiaomi	0.01626
12 (6)	Huawei	0.01626
13 (16)	AT&T	0.01626
14 (13)	Naver	0.01355
15 (9)	Hyundai Motors	0.01355
16 (22)	Microsoft	0.01355
17 (33)	SK Hynix	0.012195
18 (36)	Huawei Korea	0.012195
19 (34)	Nokia	0.012195
20 (35)	Ericsson	0.012195

Note: Parentheses rank is firm rank in firm-environmental networks.

기업 간 연결 중심성이 높은 기업들이 기업-기관 간 연결중심성 역시 높게 나타났는데 상위 기업들이 기업 간 네트워킹과 더불어 여러 기관 협력이나 전시회 참가를 통한 네트워킹

역시 적극적으로 진행하며 네트워크 영향력을 키워간다고 볼 수 있다. 반면 현대차의 경우 기업 간 연결 중심성에 비해 기업-기관 간 연결 중심성 순위가 높아졌다. 현대차의 경우 중국 인공지능 기업과 개발 협력[39] 등 개별 기업 간 네트워킹도 진행하지만 완성차 특성상 상대적으로 중국 시장 영향력 확보를 위해 관계기관 네트워킹이나[28, 51] 전시회 등 소비자 접점 확보에[18] 더욱 적극적이라고 볼 수 있다.

다음으로 근접 중심성을 살펴보면 높은 근접 중심성을 갖는 액터는 네트워크 내의 모든 사람에게 빠르게 도달할 수 있기 때문에 네트워크

〈Table 5〉 Closeness Centrality Top 20 Actors

Rank	Actor	Eigenvector Centrality
1 (2)	Samsung Electronics	0.114362
2 (3)	LG U+	0.089806
3 (1)	SK Telecom	0.07308
4 (5)	AT&T	0.058851
5 (6)	Huawei	0.045406
6 (4)	Intel	0.040911
7 (11)	SK Hynix	0.040579
8 (14)	Huawei Korea	0.040579
9 (12)	Nokia	0.040579
10 (13)	Ericsson	0.040579
11 (15)	Fuji Film	0.040579
12 (7)	Amazon	0.024887
13 (17)	Xiaomu	0.024206
14 (8)	LG Electronics	0.024187
15 (18)	New York Times	0.019297
16 (16)	Nvidia	0.018377
17 (9)	Apple	0.015741
18 (29)	Alibaba	0.010666
19 (19)	Naver	0.010451
20 (20)	CJ E&M	0.010389

Note: Parentheses rank is firm rank in firm-environmental networks.

내에서 네트워크상 정보나 자원을 더욱 쉽게 동원할 수 있다(<Table 5>). 국내 기업은 삼성전자와 LG전자가, 해외 기업은 애플, 알리바바, 텐센트가 연결 중심성과 유사하게 상위의 근접 중심성을 보였는데 단순히 많은 기업들과의 네트워크를 확보 하는 것이 아닌 전체 비즈니스 생태계의 주요 액터들과 빠르게 연결된 네트워크 경로성 확보를 추구한다고 볼 수 있다. 화웨이 경우 연결 중심성에서와 마찬가지로 기업-기관 간 전체 네트워크에서 근접 중심성 1위를 보이며 관계 기관이나 전시회 등을 통한 근접 중심성 확보에 집중했다. 현재 미국 제재로 어려움에 있는 화웨이가 4차 산업혁명 시대 핵심 인프라인글로벌 5G 통신 장비 산업 영향력을 빠르게 확보하기 위해 관계 기관 중심의 전방위적 네트워크를 진행해 왔음을 보여준다[25].

정보의 흐름이나 자원 교환의 중심에서 있는 매개 중심성의 경우 기업 간 텐센트, 알리바바, 삼성, 애플, 테슬라 순으로 높은 매개 중심성을 보였다(<Table 6>). 기업과 기관 간 매개 중심성에서는 화웨이와 SK텔레콤이 각각 전체 1위, 2위를 차지했는데 화웨이나 SK텔레콤의 경우 기업 간 협력 대비 정부기관 등과의 관계에서 정보의 흐름이나 자원 교환의 중심성을 더 많이 추구한 것으로 보인다. 이는 최근 화웨이와 SK텔레콤의 5G 사업 확장의 일환으로 기업 간 협력보다는 정부기관과의 협력이 더 중요하기 때문인 것으로 볼 수 있다. 또한 SK텔레콤의 경쟁사인 LG유플러스의 경우 기업-기관 간 네트워크 보다는 기업 간 정보나 기술 흐름을 통제하기 용이한 매개 중심성 확보에 집중하고 있다. 다른 특징으로 매개 중심성에서 국내 대표 인터넷 서비스 업체인 카카오, 네이버가 상위 20개 액터로 등장했는데 중국 웹 비즈

니스 생태계에서 정보 흐름이나 자원 교환 중심에서 자사 서비스를 소개하기 위해[37] 매개 중심성 확보를 진행하고 있다고 볼 수 있다.

<Table 6> Betweenness Centrality Top 20 Actors

Rank	Actor	Betweenness Centrality
1 (3)	Tencent	0.152256
2 (4)	Samsung Electronics	0.12896
3 (6)	Alibaba	0.110615
4 (5)	Apple	0.101117
5 (11)	Tesla	0.08516
6 (12)	LG U+	0.074716
7 (7)	Xiaomi	0.055783
8 (13)	Intel	0.041555
9 (1)	Huawei	0.035263
10 (9)	Kakao	0.031552
11 (8)	Hyundai Motors	0.030145
12 (2)	SK Telecom	0.024392
13 (14)	Naver	0.021081
14 (15)	Microsoft	0.021018
15 (17)	Amazon	0.02054
16 (18)	Hyundai Motor Group	0.016343
17 (10)	Google	0.015609
18 (16)	LG Electronics	0.014921
19 (23)	IBM	0.009876
20 (25)	Nvidia	0.004897

Note: Parentheses rank is firm rank in firm-environmental networks

마지막으로 중요 노드에 연결될수록 중심성이 커지는 고유벡터 중심성과 독자적인 연결 그룹을 가진 정도인 부분그래프 중심성을 살펴보면 <Table 7>과 <Table 8>에서 나타나듯 LG 유플러스, SK텔레콤, AT&T와 같은 통신사들이 고유벡터 중심성과 부분그래프 중심성이 모두 높게 나타났다. 고유벡터 중심성의 경우

인프라 통신 산업 특성상 네트워크 내 중심성이 높은 화웨이, 삼성전자 같은 기술 표준화 선도 통신 장비 업체들과 네트워킹을 진행하기 때문으로 보인다[42] 또한 삼성전자, LG전자처럼 다양한 산업 분야와의 네트워킹을 진행하기보다 통신산업에 국한된 독립적인 네트워킹을 구축하기 때문에 부분그래프 중심성이 높게 나타난 것으로 보인다[20]. 고유벡터 중심성 상위20 액터에서 CJ ENM, SBS 모비딕, JTBC와 같이 국내 방송 콘텐츠사들이 나타났는데, 중국에 자사 콘텐츠를 제공하기 위해 주요 방송사나 컨텐

〈Table 7〉 Eigenvector Centrality Top 20 Actors

Rank	Actor	Eigenvector Centrality
1 (2)	Samsung Electronics	0.114362
2 (3)	LG U+	0.089806
3 (1)	SK Telecom	0.07308
4 (5)	AT&T	0.058851
5 (6)	Huawei	0.045406
6 (4)	Intel	0.040911
7 (11)	SK Hynix	0.040579
8 (14)	Huawei Korea	0.040579
9 (12)	Nokia	0.040579
10 (13)	Ericsson	0.040579
11 (15)	Fuji Film	0.040579
12 (7)	Amazon	0.024887
13 (17)	Xiaomu	0.024206
14 (8)	LG Electronics	0.024187
15 (18)	New York Times	0.019297
16 (16)	Nvidia	0.018377
17 (9)	Apple	0.015741
18 (29)	Alibaba	0.010666
19 (19)	Naver	0.010451
20 (20)	CJ E&M	0.010389

Note: Parentheses rank is firm rank in firm-environmental networks

츠 유통사들처럼 연결 중심성이 높은 액터들과 네트워킹을 진행하기 때문으로 보인다[22].

〈Table 8〉 Subgraph Centrality Top 20 Actors

Rank	Actor	Subgraph Centrality
1 (2)	Huawei	0.083813
2 (3)	Nokia	0.082506
3 (4)	Samsung Electronics	0.063239
4 (5)	LG U+	0.061254
5 (1)	SK Telecom	0.056094
6 (6)	AT&T	0.053323
7 (9)	SK Hynix	0.049235
8 (10)	Huawei Korea	0.049235
9 (7)	Ericsson	0.049235
10 (8)	Fuji Film	0.049235
11 (12)	Intel	0.024239
12 (13)	LG Electronics	0.020328
13 (25)	Xiaomi	0.019985
14 (11)	CJ E&M	0.019908
15 (28)	New York Times	0.019172
16 (15)	Naver	0.017213
17 (14)	Amazon	0.015671
18 (31)	Nvidia	0.014325
19 (20)	JTBC	0.01188
20 (21)	SBS Mobidic	0.01188

Note: Parentheses rank is firm rank in firm-environmental networks

4.2 비교 분석

다음으로 중심성 수치에 대해 수요-공급 기업 간, 한국-중국 기업 간, 제조-서비스 기업 간 비교분석을 수행했다. 먼저 4차 산업혁명 기술에 대한 개발 및 공급을 하는 공급기업과 개발된 기술에 대한 수요 기업을 분류해서 중심성을 비교 분석했다. 그 결과 <Table 9>에서 나타나

듯 모든 중심성 지표에서 공급기업이 통계적으로 유의하게 더욱 큰 수치를 보였다. 이를 통해 현재 4차 산업혁명 기술의 경우 시장이 성숙되고 있는 단계로 수요기업의 적극적인 구매활동보다는 공급기업의 시장 개척 및 거래처 확보를 위한 활동이 더욱 활발하다는 것을 알 수 있다.

한국기업과 중국기업 간 중심성 비교 분석의 경우 전체적으로 중국기업이 한국기업보다 중심성 수치가 높았으나 <Table 10>에 나타나듯 대부분 통계적으로 유의하지는 않았다. 유일하게 매개중심성의 경우 통계적으로 유의하게 중국기업이 높게 나타났다. 이는 한국에 비해 시장 규모가 큰 중국에서 정보의 흐름과 자원 교환이

<Table 9> Comparison Centrality between Demand and Supply Side

Centrality	Demand/ Supply(n)	Mean (S.D)	t
Degree	Demand (30)	5.3000 (0.6254)	-2.848**
	Supply (32)	8.7813 (1.0276)	
Closeness	Demand (30)	0.0001 (0.0000)	-1.771
	Supply (32)	0.0002 (0.0000)	
Betweenness	Demand (30)	46.4305 (27.5002)	-2.362*
	Supply (32)	224.2714 (68.1756)	
Subgraph	Demand (30)	123.9579 (47.0984)	-3.941***
	Supply (32)	1141.9038 (287.3829)	
Eigenvector	Demand (30)	0.0068 (0.0030)	-3.388**
	Supply (32)	0.0901 (0.0203)	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

한국에 비해 집중되어 있다는 것을 나타내며, 중국기업의 정보 우위가 있다는 의미일 수 있다.

<Table 10> Comparison Centrality between Korea and China Firms

Centrality	Country (n)	Mean (S.D)	t
Degree	Korea (39)	6.1538 (5.1480)	0.8243
	China (8)	8.6250 (5.8049)	
Closeness	Korea (39)	0.0001 (0.0001)	0.0000
	China (8)	0.0002 (0.0000)	
Betweenness	Korea (39)	4.3909 (5.4000)	3.5916**
	China (8)	5.9932 (6.2753)	
Subgraph	Korea (39)	6.3685 (7.2729)	0.0137
	China (8)	6.5432 (6.7778)	
Eigenvector	Korea (39)	0.0387 (0.0824)	5.4448
	China (8)	0.0797 (0.1272)	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

한편 제조기업과 서비스기업 간 중심성 수치를 비교한 결과 <Table 11>에 나타나듯 전체적으로 서비스기업이 제조기업보다 중심성 수치가 높았으나 대부분 통계적으로 유의하지는 않았다. 근접 중심성의 경우 통계적으로 유의하게 서비스 기업 중심성이 높게 나타났다. 이를 통해 공급-수요 관계가 명확한 제조기업과 달리 서비스기업의 경우 높은 확장성을 바탕으로 네트워크 내에서 협업이 가능한 대상이 많이 분포하고 있다는 점을 알 수 있다.

〈Table 11〉 Comparison Centrality between Manufacturing and Service Side

Centrality	Manufacturing /Service (n)	Mean (S.D)	t
Degree	Manufacturing (31)	6.4390 (0.7738)	-1.436
	Service (21)	8.3810 (1.1349)	
Closeness	Manufacturing (31)	0.0001 (0.0000)	-2.344*
	Service (21)	0.0002 (0.0000)	
Betweenness	Manufacturing (31)	112.6574 (41.8674)	-0.914
	Service (21)	188.1260 (81.7163)	
Subgraph	Manufacturing (31)	532.6989 (186.2793)	-0.881
	Service (21)	877.0955 (313.7620)	
Eigenvector	Manufacturing (31)	0.0424 (0.0145)	-1.003
	Service (21)	0.0643 (0.0203)	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

4.3 회귀분석

마지막으로 한중 기술교류 협력에서 네트워크 구조상 특징이 기업의 성과에 미치는 영향을 분석하기 위해 회귀분석을 수행했다. 기업 성과로는 {2018년, 2019년 매출 및 2019년 매출 증가액}으로 보았다. 분석은 131개 기업 중에서 2018, 2019년 재무제표 정보가 공개된 63개 기업만으로 분석하였다. 먼저 상관관계 분석을 수행한 결과는 <Table 12>와 같다.

다음으로 기업의 연결 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성, 고유벡터 중심성, 부분그래프 중심성이 기업성과에 미치는 영향의 가중치를 개별적으로 검증하기 위해 부분회귀분석을 실시하였다. 본 연구의 목적은 네트워크 구조와 중심성의 특징이 기업성과에 미치는 영향을 검증하는 것으로, 각 중심성 간 상호 영향력을 배제하고 독립적으로 기업성과에 미치는 영향의 유의성을 분석하고자 통제변수를 포함한 5개의 회귀모형을 설정하여 분석을 실시하였다. 각 중심성이 기업성과에 미치는 영향을 분석한 결과 <Table 13>과 같은 결과가 나왔다. 단, 기업

〈Table 12〉 Correlations between Constructs

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Degree [1]	1					
Closeness [2]	.476**	1				
Betweenness [3]	.783**	.251*	1			
Subgraph [4]	.778**	.275*	.478**	1		
Eigenvector [5]	.658**	.293**	.340**	.905**	1	
Sales 2019 [6]	.475**	.274**	.370**	.397**	.356**	1

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

〈Table 13〉 Multiple Linear Regression Results

Variables	ln(Sales 2019)				
Degree	.192***				
Closeness		11,734.85*			
Betweenness			.003***		
Subgraph				.001**	
Eigenvector					7.167**
ln(Size)	.627**	.689***	.653***	.655***	.661***
History	.004	.008	.007	-.001	.000
F-value	7.272***	4.802***	6.436***	5.095***	5.402***
Adj. R ²	.236	.158	.211	.168	.178

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

의 실적이 기업의 규모(종업원 수)와 연혁에 영향을 미칠 수 있어, 두 변수를 통제변인으로 두었다. 이 중에서 규모는 자연로그를 취하였다. 그 결과 모든 중심성이 기업의 2019년 매출액에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 연결 중심성(Adj. R² = 0.236)과 매개 중심성(Adj. R² = 0.211)의 설명력이 높게 나타났다. 또한 통제변인 중에서 기업의 규모가 매출액에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 다만, 기업의 연혁은 유의한 영향을 미치지 않았다. 이렇게 통제변인의 영향을 고려하더라도 중심성 지수가 모두 유의한 변인인 것을 확인한 것은 의미가 있다.

5. 토의 및 결론

글로벌 시장에서 중국의 기술발전이 매우 빠르게 진행되고 5G, 인공지능 등 4차 산업혁명 주요 기술 상용화를 선도해감에 따라[37] 중국 기업들과의 기술교류 협력 중요성이 더욱 커지고 있다. 이러한 상황에서 한중 기업 간 기술교류 협력의 전략적 방향 설정을 위해 무엇보다 한중 기업 간 기술교류 협력에 대한 현황과 협

력 성과에 대한 실증연구가 선행되어야 한다. 이에 본 연구는 한중간 기술교류 협력이 어떻게 진행되고 있는지 현황에 있어 네트워크 구조를 분석하기 위해 언론에 발표된 4차 산업혁명 관련 한중 기술교류 협력 기사를 토대로 데이터를 추출하여 소셜 네트워크 분석을 진행했다. 또한 추출된 한중 기술교류 협력 기업들의 소셜 네트워크 중심성의 매출 영향성에 대한 회귀분석을 진행했다. 분석 결과 한중 기업 간 4차 산업혁명 기술교류 협력의 네트워크 구조상 다음과 같은 특징들이 나타났다.

첫째, 현재 한중 기업 간 4차 산업혁명 기술교류 협력은 국내 전자 대기업이(삼성전자, LG전자) 네트워크 중심성에 위치하며 가장 활발히 진행하고 있다. 삼성전자, LG전자는 다른 액터들과 네트워크가 많이 연결된 높은 연결 중심성과 다른 액터들에 빠르게 도달할 수 있는 근접중심성을 확보하고 있으며, 매개 중심성 등 모든 네트워크 지표에서 상위권에 있다. 특히 삼성전자는 중국 또는 해외업체와 비교해서도 매우 높은 중심성을 확보했다. 이는 삼성전자, LG전자의 사업 규모뿐만 아니라 사업 영역들의 다양성 측면에서 모바일, 반도체, 가전 등

여러 분야별 중국내 지속적인 시장 경쟁력 확보를 위한 협력이 활발히 진행되고 있다고 볼 수 있다[6, 15, 33].

둘째, 국내 통신업체는(SK텔레콤, LG 유플러스) 5G 통신장비 업체들과의 협력뿐만 아니라 5G 기반 신규 서비스를 위한 협력을 적극적으로 진행하고 있다. SK텔레콤과 LG유플러스는 한중 기업간, 기업-기관 간 연결 중심성과 정보 흐름, 자원 교환에 집중하는 매개 중심성이 높게 나타났는데 이는 VR·AR 서비스 등 5G 기반 통신 콘텐츠, 커머스 등 다양한 분야에서 알리바바 등 여러 업체들과 활발한 협력 논의를 진행하기 때문으로 볼 수 있다[1, 19]. 또한 높은 고유벡터 중심성과 부분그래프 중심성을 보이며 차세대 통신 기술 표준화를 선도하기 위한 주요 업체들과의 독자적인 네트워킹 역시 집중하고 있다[42].

셋째, 네이버, 카카오와 같은 국내 대표 인터넷 서비스 업체와 CJ ENM, SBS 모비딕, JTBC 등 국내 대표 방송 콘텐츠 업체가 중국 기업들과 교류 협력을 진행하고 있다. 네이버와 카카오는 텐센트, 알리바바 등과 협력하며 웹툰과 같은 콘텐츠, 모바일 결제 등에서 협력을 진행하고[35] 방송 콘텐츠 업체들은 중국 방송사나 미디어 플랫폼 회사들과 협력을 진행해 방송 콘텐츠 수출을 진행한다[22]. 마지막으로 자동차 산업에서 현대자동차가 중국내 빠르게 발전하고 있는 스마트카 경쟁력 향상을 위해 바이두 등과 자율주행, 부품공급 등 협력을 진행하고 있다[40]. 5G하에서 자율주행차는 상용화를 앞두고 있는 기술이므로[23], 이와 같은 대표적인 한국 기업들의 중국과의 기술교류 협력의 네트워크 중심성이 클수록 기업 성과에 긍정적인 영향을 보였다.

이러한 중심성 지표 결과들을 살펴볼 때 한중 협력 소셜 네트워크 상 글로벌 경쟁력이 큰 국내 IT 대기업들이 4차 산업혁명 관련 주요기술 협력에 있어 중국과 여러 분야에 적극적인 교류협력을 진행하며 대중 기술교류협력 방향을 선도하고 있다. 따라서 이들의 중국 기업 협력 네트워크와 협력 전략 및 노하우를 국가 산업 발전을 위해 전략적으로 활용할 필요가 있다. 국내 대표 통신사들의 경우 5G 기반 통신기술 협력뿐만 아니라 VR·AR 등 5G 기반 신규 콘텐츠, 미디어 등에 대해 중국 기업들과 적극적인 협력을 모색하고 있다. 또한 국내 인터넷 서비스와 방송 콘텐츠 업체들도 신규기술 기반 협력을 통한 중국기업과의 교류를 적극적으로 추진하고 있다. 소셜 네트워크 상 중국의 텐센트, 알리바바와 같이 높은 중심성을 보이며 중국내 정보 서비스 비즈니스 생태계를 선도하는 기업들과의 협력이 추진되고 있다. 이들과의 협력이 보다 효과적인 성과로 연계되기 위해 직접적 경쟁관계에 있지 않은 국내 통신 업체들과 콘텐츠 업체들 간 전략적 협력이 요구되며 이를 위한 국내 네트워크 환경 조성 역시 필요하다.

넷째, 비교분석 결과 한국기업보다 중국기업의 매개중심성이 높게 나타났는데 이는 한중협력에 있어 정보의 흐름이나 자원의 교환의 중심 역할을 중국기업이 주도한다고 볼 수 있다. 이는 중국 내수시장 진출 및 확장목표로 네트워킹이 진행되기 때문인데 높은 매개중심성을 지닌 텐센트, 알리바바와 같은 디지털 플랫폼 기업들과의 지속적인 전략적 협력이 중요하다. 이들 서비스 기업들의 근접 중심성 역시 제조 기업들 보다 높게 형성됐는데 플랫폼 기반 정보 서비스 형태라 관계된 모든 액터들에게 쉽

게 도달할 수 있는 근접 중심성을 더 높게 확보했다고 볼 수 있다. 결론적으로 한국 기업들은 근접 중심성과 매개 중심성을 확보한 중국 서비스 기업들과의 전략적 기술 교류 협력이 매우 중요하다. 한편 수요기업 대비 기술 공급 기업들의 중심성 지표들이 높게 형성됐는데 기술 공급 기업들이 차세대 기술 선점을 위해 관련 공급 기업들과 적극적으로 MOU를 맺으며 공동 기술개발을 진행하는 등[25] 네트워킹에 더욱 집중한다고 볼 수 있다. 한중 기술 부품이나 장비 업체 등 공급업체들 간의 기술 교류 협력의 장이 더욱 적극적으로 마련될 필요가 있다.

마지막으로 회귀분석 결과 한중 기술 교류 협력 네트워크 중심성은 기업 성과에 유의한 영향을 미쳤다. 중국 기업들과의 적극적인 교류 협력 네트워크 확보는 중국 시장 진출 및 확장과 결과적으로 기업 매출 증진에 긍정적으로 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 따라서 4차 산업혁명 관련 국내 기술, 산업 발전을 위해 검증된 중국 업체들과의 효과적인 네트워킹 및 협력 방안을 더욱 적극적으로 모색할 필요가 있다.

본 연구는 한중 기업 분석에 있어 매출액 등이 일부 중소기업의 경우 공개된 자료가 없어 회귀분석에서 제외되어 표본의 수가 다소 적은 한계가 있다. 또한 데이터 한계 상 대기업 중심의 분석이 되었는데 추후 중소기업, 스타트업 등의 한중 4차 산업혁명 기술협력 교류에 대한 분석을 진행할 계획이다. 이러한 한계점들에도 불구하고 본 연구는 학술적으로 4차 산업혁명에 대한 한중 기업 간 협력 현황 및 성과에 대해 뉴스 데이터를 기반 소셜 네트워크 분석을 통해 실증적으로 규명했다. 이를 통해 소셜 네트워크 분석 방법론의 대상을 확대하여 시도하였

으며, 이러한 접근은 신규 산업의 기업 R&D 협력 규명 연구에 있어 방향성을 제시했다는 의의가 있다. 또한 기업 간, 기업과 기관 간 네트워크 연결 중심성을 토대로 4차 산업혁명 관련 기술의 확산 패턴을 예측할 수 있으며, 중장기적으로 기술혁신 정책의 효과성 확보를 위해 네트워크 구조의 특징을 활용할 수 있다는 점을 시사하고 있다. 또한 실무적으로 기업이나 정부의 글로벌 협력 전략방향 설정 및 지원에 있어 실제 진행되고 있는 현황분석 기반 가이드라인을 제시하고 있다. 이를 통해 국내 기업들의 보다 효과적인 글로벌 경쟁력 향상을 기대한다.

References

- [1] An, B., and Park, Z. H., "SKT CEO-Marwin alibaba chairman meeting...new ICT blueprint," Chosun Biz, 2018. 02., https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/02/08/2018020802421.html.
- [2] An, S. M., Kim, I. H., Choi, B. K., Cho, Y. H., Kim, E. H., and Kim, M. K., "Understanding the recommended performance of collaborative filtering through social network analysis," Journal of Korean Electronic Trade Association, Vol. 17, No. 2, pp. 129-147, 2012.
- [3] An, Y. H., "The impact of the implementation of the new foreign investment act on the Chinese financial in-

- dustry,” *Sungkyunkwan China Brief*, Vol. 8, No. 2, pp.113-119, 2020.
- [4] Baek, H. M., and Oh, S. H., “A study on the relationship between participation in open collaboration participants and network characteristics: Focused on the github open source project,” *Journal of Korean Society for Electronic Transactions*, Vol. 20, No. 1, pp. 23-43, 2015.
- [5] Cho, E. K., and Cho, C. H., “A study on the industrial cooperation between Korea and China according to digital transformation: Focused on the cooperation plan with digital innovative companies in China,” *Research Report of the Korea Institute for Industrial Economics and Trade*, 2019.
- [6] Choi, C. S., “Samsung electronics formulates additional investment of 9.5 trillion won in xi'an semiconductor factory in China,” *Yonhap News*, 2019,10, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20191212171051003>.
- [7] Choi, C. Y., “Effects of entrepreneurship, innovation capability and external cooperation on the performance of innovation in venture businesses,” *Venture Start-up Research*, Vol. 10, No. 5, pp. 219-231, 2015.
- [8] Choi, S. B., “A study on the development of electronic commerce cooperation projects as exchange and cooperation projects between Korea and China,” *Trade Information Research*, Vol. 10, No. 4, pp. 97-124, 2008.
- [9] Freeman, L. C., “A set of measures of centrality based on betweenness,” *Sociometry*, Vol. 40, No. 1, pp. 35-41, 1977.
- [10] Freeman, L. C., “Centrality in social networks: Conceptual clarification,” *Social Networks*, Vol. 1, No. 3, pp. 215-239, 1979.
- [11] Ha, S. H., Lee, G. H., and Pe, H. W., “Comparison between online gaming user communities through social network analysis,” *Journal of the Korea Creative Content Association*, Vol. 9, No. 8, pp. 178-189, 2009.
- [12] Han, D. K., “Changes in China’s science and technology innovation policy and Korea’s countermeasures in the fourth industrial revolution,” *Asian Studies*, Vol. 22, No. 2, pp. 33-69, 2019.
- [13] Han, H. S., “A study on the collaborative model of Korea-China cultural industry: Focused on the case of shanda’s acquisition of actoz soft,” *Research on the Cultural Industry*, Vol. 5, No. 2, pp. 233-250, 2005.
- [14] Hong, S. B., “Issue analysis: A new central axis for Korea-China cooperation, science and technology-new paradigm for cooperation is necessary,” *CHINDIA Plus*, 14, pp. 9-11, 2007.
- [15] Huang, S. M., “Let’s expand the smart home ecosystem, LG Electronics joins hands with Chinese LuMi,” *Maeil Economy*, 2019, 08, <https://www.mk.co.kr/news/business/view/2019/08/630141/>.
- [16] Jalali, S. M. J., and Mahizadeh, E., “The

- investigation of e-business trends by using social network analysis technique during 1980 to 2015,” *Journal of Information Technology Management*, Vol. 8, No. 3, pp. 499-518, 2016.
- [17] Jorgensen, T. D., Forney, K. J., Hall, J. A., and Giles, S. M., “Using modern methods for missing data analysis with the social relations model: A bridge to social network analysis,” *Social Networks*, Vol. 54, pp. 26-40, 2018.
- [18] Jung, J., 2019. 11., <https://www.donga.com/news/article/all/20191106/98234014/2>.
- [19] Jung, W. K. and Kim, T. I., “A study on the Chinese trade technology barriers and certification system: Focusing on the technology conditions of counterfeit area tracking code,” *Trade Information Research*, Vol. 20, No. 1, pp. 67-89, 2018.
- [20] Jung, Y. L., “LG Uplus with China telecom 5G coordination...content/technical support,” *E-newspaper*, 2019. 10., <https://m.etnews.com/20191018000122>.
- [21] Kim, B. M., “Korea · China technological cooperation 20 years’ performance and mission,” *South Korea Technological Innovation Academic Conference*, pp. 208-216, 2011.
- [22] Kim, D. H., “CJ E&M, MCN China found Joint venture,” *BusinessWatch*, 2017, 03, <http://news.bizwatch.co.kr/article/mobile/2017/03/13/0008>.
- [23] Kim, D. H., Park, S. J., and Leem, C. S., “An industry-service classification development of 5G-based autonomous vehicle applications,” *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol. 24, No. 2, pp. 91-112, 2019.
- [24] Kim, H. J., Yang, K. X., and Cun S. H., “Research of national ITA/EA actual condition and activation of introduction,” *Korean IT Service Academic Journal*, Vol. 5, No. 3, pp. 63-82, 2006.
- [25] Kim, J., 2018. 01., http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2018011602109931037001.
- [26] Kim, M. Z., “Chinese service industry strategy and cooperative plan between Korea and China,” *E-Business Research*, Vol. 7, No. 1, pp. 287-309, 2006.
- [27] Kim, Y. S., and Yu, S. M., “The fourth industrial revolution and IoT-AI platform,” *Korea Information Technology Academic Journal*, Vol. 15, No. 1, pp. 1-7, 2017.
- [28] Kim, Y., 2018. 09., http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2018090302109932052011.
- [29] Kim, Z. O., and Kwon, C. H., “Exploring major keyword & relationship in the studies of hotel employees using semantic network analysis methods,” *Korean Computer Information Processing Society*, Vol. 24, No. 7, pp. 135-141, 2019.
- [30] Lee, C. G., Choi, H. W., and Pei, S. I., “Analysis of 25 years of science and technology cooperation between Korea and China and searching for cooperation

- measures,” Institute for Science and Technology Policy, 2018.
- [31] Lee, C. K., “A review on the 20th anniversary of science and technology cooperation between Korea and China,” Science and Technology Policy, 187, pp. 7-22, 2012.
- [32] Lee, C. Y., Yun, D. W., and Lee, K. H., “Korea-China cooperation plan for the establishment of a peace regime on the Korean peninsula,” KNU Research Series, Korea Institute for National Unification, 2019.
- [33] Lee, D. H., “Strengthen cooperation in China’s distribution sector by joining hands with Samsung Electronics’ Alibaba,” News Pim, 2018. 05, <https://www.newspim.com/news/view/20180530000120>.
- [34] Lee, J. N., “A exploratory study on strategic cooperation between korean and chinese businesses: Focusing on the cases of avista and dishang,” Modern China Research, Vol. 18, No. 1, pp. 209-238, 2016.
- [35] Lee, K., 2018. 02., https://www.ajunews.com/view_expand/20180202193924578.
- [36] Lee, W. H., Seok, Y. C., and Park, J. C., “Detecting emerging technology to use social network analysis: Focusing on mobile telecommunication,” The Journal of information systems, Vol. 21, No. 4, pp. 109-132, 2012.
- [37] Min, H. Z., “Naver-tencent vs Kakao-Alibaba ... simple payment equivalent,” 2019. 08., Inews24, <http://www.inews24.com/view/1202185>.
- [38] Park, H., 2018. 02., <https://www.sedaily.com/NewsView/1RVSIM6374>.
- [39] Park, S., 2018. 05., https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/05/03/2018050300021.html.
- [40] Park, J. W., “Hyundai pilotless automobile ‘acceleration’... strengthen cooperation with Chinese deep Glint · Bai Du,” IT Chosun, 2018, 06, http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2018/06/13/2018061301038.html.
- [41] Park, S. C., “Seminar 7: Korean and Chinese business effective technology transfer research motel,” International Regional Society Spring Conference Papers, pp. 657-691, 2007.
- [42] Shim, M., 2018, 01, https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/01/19/2018011902243.html.
- [43] Siokas, E., “Network analysis of EU-funded R&D collaboration in the european security research programme: Actors and industries,” In the Emergence of EU Defense Research Policy, Springer, Cham, pp. 221-245, 2018.
- [44] So, D. H., “Chinese new industry development strategy and Korea & China cooperation implications,” KIET Industrial Economy, p. 6, 2018.
- [45] Sun, H., Geng, Y., Hu, L., Shi, L., and Xu, T., “Measuring China’s new energy vehicle patents: A social network analysis approach,” Energy, Vol. 153, pp. 685-693, 2018.
- [46] Sun, K. H., “Kakao Page-Daum Webtoon,

- tencent advance China,” 2017, 01, ZDNet, <https://www.zdnet.co.kr/view/?no=20170124171136&from=Mobile>.
- [47] Wu, F., Li, Q., Li, X., Huang, L., and Wang, X., “Dynamic network analysis of inter-firm R&D cooperation based on internet information: A case study of Google,” In 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), IEEE, pp. 1-9, 2017.
- [48] Yang, H. S., “LG A study on the process of introduction of open innovation in chemistry and its application to Korean companies,” Research on Technology Innovation, Vol. 18, No. 1, pp. 123-152, 2010.
- [49] Yang, T., 2019, 12, <http://www.obsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=1192745>.
- [50] Ye, S. H., “‘Focusless interaction’: The characteristics of korea-china business exchange and its cultural factors analyzed through the theory of relationship communication,” Chinese and Chinese Studies, Vol. 29, pp. 1-31, 2016.
- [51] Youn, B., 2018, 09, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20180920058200003>.

저 자 소 개



저우전신
2018년
2018년~현재
관심분야

(E-mail: zzx14230@naver.com)
중남재경정법대학교 영화학과 (학사)
경희대학교 경영학과 석사과정
인공지능, 5G, 기업 성과분석



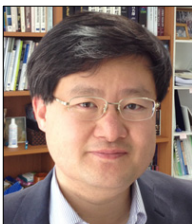
손권상
2015년
2018년
2018년~현재
관심분야

(E-mail: mirool1215@khu.ac.kr)
인하대학교 국제통상학과 (학사)
인하대학교 앙트리프러너십전공 (석사)
경희대학교 경영학과 박사과정
AI가치사슬, 기계학습, AI-소비자행동



황윤민
2015년
2018년~현재
관심분야

(E-mail: ymhwang@cbnu.ac.kr)
KAIST 기술경영학부 (경영학박사)
충북대학교 경영학부 교수
휴먼-머신 인터랙션, 인공지능/빅데이터 기반 서비스모델



권오병
1988년
1995년
1996년~2004년
2004년~현재
관심분야

(E-mail: E-mail: obkwon@khu.ac.kr)
서울대학교 경영학과 (학사)
한국과학기술원 경영과학과 (박사)
한동대학교 경영경제학부 부교수
경희대학교 경영대학 교수
AI응용, 빅데이터분석, 소셜네트워크분석