

다이나믹 토픽모델링 및 네트워크 분석 기법을 통한 블록체인 관련 국내 연구 동향 분석

Analyzing Research Trends in Blockchain Studies in South Korea Using Dynamic Topic Modeling and Network Analysis

김동훈 (Donghun Kim)*
오찬희 (Chanhee Oh)**
주영준 (Yongjun Zhu)***

초 록

본 연구에서는 국내 블록체인 연구의 전반적인 동향 및 시간에 따른 주제를 파악하기 위해 대학 및 기관 협력 네트워크 분석, 키워드 동시출현 네트워크 분석, 다이나믹 토픽모델링 기법을 활용한 시계열 주제 분석을 실시하였다. 대학 및 기관 협력 네트워크 분석 결과, 숭실대학교, 순천향대학교, 고려대학교, 한국과학기술원 등이 블록체인 연구의 주요 대학으로 나타났으며 대학 이외의 기관으로는 국방부, 한국철도기술연구원, 삼일회계법인, 한국전자통신연구원 등이 주요 연구기관으로 나타났다. 키워드 동시출현 네트워크 분석 결과, 가상자산(암호화폐, 비트코인, 이더리움, 가상화폐), 블록체인 기술(분산원장, 분산원장기술), 금융(스마트계약), 정보보안(보안, 프라이버시, 개인정보) 등에 대한 키워드들이 주요하게 나타났으며, 모든 네트워크 중심성 지표에서 스마트계약이 가장 높은 수치를 나타내어 주요한 주제임을 확인할 수 있었다. 마지막으로 시계열 주제분석 결과, 블록체인기술, 블록체인생태계, 블록체인 적용분야1(무역, 온라인투표, 부동산), 블록체인 적용분야2(식품, 관광, 유통, 미디어), 블록체인 적용분야3(경제, 금융) 등 다섯 개의 주요 주제들을 도출하였으며, 각 주제별 대표 키워드들의 비율변화를 통해 주제별 변화를 관찰할 수 있었다. 본 연구는 기존의 국내 블록체인 연구동향 연구들과 크게 세 가지 관점(데이터, 방법론, 해석)에서 차이점을 나타내고 있다. 1) 최근 2년 사이 급증한 블록체인 연구를 포함하였고, 2) 대학 및 기관 네트워크 분석과 시계열 주제분석이라는 새로운 분석기법 및 연구방법을 활용하였으며, 3) 이를 통해 블록체인 연구를 주도하는 대학 및 기관을 식별하고 국내 블록체인 연구 트렌드를 파악하였다. 끝으로, 연구결과가 블록체인 관련 연구 협력 및 정책 수립과 관련 기술 개발 계획에 활용될 수 있다는 점에서 실질적인 함의를 시사한다.

ABSTRACT

This study aims to explore research trends in Blockchain studies in South Korea using dynamic topic modeling and network analysis. To achieve this goal, we conducted the university & institute collaboration network analysis, the keyword co-occurrence network analysis, and times series topic analysis using dynamic topic modeling. Through the university & institute collaboration network analysis, we found major universities such as Soongsil University, Soonchunhyang University, Korea University, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) and major institutes such as Ministry of National Defense, Korea Railroad Research Institute, Samil PricewaterhouseCoopers, Electronics and Telecommunications Research Institute that led collaborative research. Next, through the analysis of the keyword co-occurrence network, we found major research keywords including virtual assets (Cryptocurrency, Bitcoin, Ethereum, Virtual currency), blockchain technology (Distributed ledger, Distributed ledger technology), finance (Smart contract), and information security (Security, privacy, Personal information). Smart contracts showed the highest scores in all network centrality measures showing its importance in the field. Finally, through the time series topic analysis, we identified five major topics including blockchain technology, blockchain ecosystem, blockchain application 1 (trade, online voting, real estate), blockchain application 2 (food, tourism, distribution, media), and blockchain application 3 (economy, finance). Changes of topics were also investigated by exploring proportions of representative keywords for each topic. The study is the first of its kind to attempt to conduct university & institute collaboration networks analysis and dynamic topic modeling-based times series topic analysis for exploring research trends in Blockchain studies in South Korea. Our results can be used by government agencies, universities, and research institutes to develop effective strategies of promoting university & institutes collaboration and interdisciplinary research in the field.

키워드: 블록체인, 대학 및 기관 협력 네트워크, 시계열 주제분석, 다이나믹 토픽모델링
Blockchain, University & Institute collaboration network analysis, Time series topic analysis, Dynamic topic modeling

- * 성균관대학교 문헌정보학과 박사과정(antanta@skku.edu) (제1저자)
** 성균관대학교 문헌정보학과 석사과정(010130@g.skku.edu) (공동저자)
*** 성균관대학교 문헌정보학과 조교수(yzhu@skku.edu) (교신저자)

- 논문접수일자: 2021년 8월 16일 ■ 최초심사일자: 2021년 9월 8일 ■ 게재확정일자: 2021년 9월 24일
■ 정보관리학회지, 38(3), 23-39, 2021. <http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2021.38.3.023>

© Copyright © 2021 Korean Society for Information Management
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

1. 서론

블록체인은 4차 산업혁명의 대표적 핵심기술 중 하나로써, 넓은 범위에서 개인의 분산 네트워크상에서 다수 컴퓨터가 동시에 기록하고 검증하는 방법을 의미한다(박한우, 박세정, 2018). 블록체인은 탈중앙성이라는 특성으로 인해 금융 분야뿐만 아니라 다양한 산업에서 각광받으며 그 기술이 적용되고 있다. 핵심기술 및 범위에 따라 블록체인은 크게 세 파트로 구분될 수 있는데, 블록체인 1.0에서는 탈중앙화 전자지불 시스템 구축, 블록체인 2.0에서는 사람의 개입 없이 완전 자동화된 방식으로 계약을 체결하는 스마트계약 개념 도입, 블록체인 3.0에서는 금융 이외 행정, 사법, 의료, 통신, 문화 등과 같은 광범위한 분야에의 적용으로 설명된다(조혜인, 김진우, 이봉규, 2019). 구글, 페이스북, 아마존 등과 같은 글로벌 기업들은 이미 블록체인을 활용한 사업에 지속적인 관심을 가져왔으며, 우리나라의 경우 카카오와 현대 등의 대기업들이 블록체인 기반 애플리케이션 및 서비스 개발을 진행하고 있다(천백민, 윤영진, 2019).

이러한 블록체인에 대한 관심은 블록체인 관련 연구의 증가를 가져왔다. 블록체인 연구는 2012년 이후로 지속 증가해 왔으며, 최근 들어 증가하는 경향이 더 커지고 있다(주우봉, 박한우, 2019). 이 중에서 블록체인 기술 개발과 같은 공학계열 연구들의 비중이 크지만, 사회과학 및 기타 분야에 속한 연구들도 늘고 있는 추세이다(주우봉, 박한우, 2019). 한편, 블록체인 관련 연구가 늘며 계량정보학적 관점에서 블록체인 관련 연구를 이해해 보려는 연구들이 등장했다(송영현 외, 2018; 이현진, 김영희, 2021;

조혜인 외, 2019; 주우봉, 박한우, 2019; Miao & Yang, 2018; Wang & Zhu, 2017; Xu, Chen, & Kou, 2019; Yli-Huumo, Ko, Choi, Park, & Smolander, 2016). 이들은 블록체인 관련 연구동향을 파악하는 것이 블록체인 관련 정책 수립 및 향후 블록체인 관련 산업 방향을 정립하는데 유의할 것으로 기대하였다. 송영현 외(2018)는 블록체인 관련 R&D 연구 동향 분석을 위해 KCI와 NTIS데이터베이스에서 관련 논문의 초록 및 국가R&D사업 과제를 대상으로 키워드 동시출현 네트워크분석을 실시하였다. 분석결과, '비트코인', '블록체인', '전자화폐'를 중심으로 네트워크가 형성되어 있음을 확인하였고 이를 바탕으로 '비트코인'과 같은 원천 기술에 대한 연구개발을 통해 적용분야 확대를 도모해야 할 것을 제언하였다(송영현 외, 2018). 주우봉과 박한우(2019)는 2009년부터 2018년까지 KCI, NTIS, WoS, Scopus에 등재된 한국 연구자의 국내외 블록체인 연구를 대상으로 공저자 네트워크 및 키워드 동시출현 네트워크 분석을 실시하였다. 분석결과, 국내보다 국제연구에서 공저 연구가 더 활발하였고, 키워드 동시출현 네트워크에서는 블록체인 응용과 관련된 단어들이 중심어로 나타남을 확인하였다(주우봉, 박한우, 2019). 경영학적 관점에서 블록체인 관련 연구를 조사한 이현진과 김영희(2021)는 국내외 경영학 분야에서 게재한 블록체인 관련 연구들의 서지정보를 수집하여 키워드 동시출현 네트워크를 실시하였다. 분석결과를 토대로 이들은 현재까지의 경영학 분야 블록체인 연구는 이론적 연구가 대부분이며, 활용 가능한 데이터를 수집하여 블록체인의 직접적인 효과를 검증할 수 있는 실증연구가 필요함을 제언

하였다. 위 연구들이 네트워크 분석기법을 활용했던 것과는 다르게 블록체인 관련 연구들의 초록데이터를 대상으로 주제분석을 실시하여 연구동향을 살펴려는 시도가 있었다. 조혜인, 김진우, 이봉규(2019)는 미국, 중국, 한국의 블록체인 학술연구 동향을 살피기 위해 SCI, DBpia에서 각 국가별 블록체인 관련 연구 초록데이터를 수집하여 LDA 토픽모델링을 실시하였다. 분석결과, 미국은 경제와 금융, 중국은 기술과 시스템, 한국은 정책과 규제가 주요한 주제로 연구되고 있음을 확인하였다.

지금까지의 국내 선행연구들은 특정 분야에서 나타난 특징을 파악하거나 국내외 블록체인 연구들의 차이점을 밝히는 등 유의미한 결과들을 발견했지만 급증하는 블록체인 기술 및 관련 연구들에 대한 흐름과 트렌드를 파악하는데는 미치지 못했다. 이에 본 연구에서는 다이나믹 토픽모델링기법을 활용한 시계열 주제분석을 통해 국내 블록체인 연구가 어떤 흐름으로 변화되어 왔으며 어떤 트렌드를 나타내는지를 세부적으로 파악하고자 하였다. 또한 기존의 선행연구들과는 달리 최근 2년 사이에 급증한 블록체인 관련 연구들을 포함하여 네트워크 분석을 진행함으로써 현재 나타나고 있는 국내 블록체인 연구의 특성을 반영한 연구결과를 도출하고자 하였다. 끝으로, 기존의 연구들에서 진행하지 않았던 국내 블록체인 주요 연구 대

학 및 기관 협력 관계 파악을 시도하여 향후 블록체인 관련 연구협력 및 정책수립에 도움이 될 결과들을 도출하고자 하였다.

2. 데이터

본 연구를 위해 KCI에서 2020년까지 블록체인과 관련된 키워드('블록체인', '블록 체인', 'blockchain', 'block chain')를 논문제목 또는 색인키워드에 포함하고 있는 학술문헌 854건에 대한 서지정보를 수집하였다. 이 중 학술대회 논문 4건, 서평 1건, 사설 1건을 제외한 848건을 대상으로 본 연구를 진행하였으며, 각 논문별 '논문제목', '저자명', '저자소속기관', '저자소속학과', '학술지명', '색인키워드' 등의 서지정보를 수집하였다. 저자소속기관의 경우 '성균관대학교', '성균관대'와 같이 동일한 기관이지만 다르게 표기한 것을 확인하여 일치시키는 전처리작업을 거쳤으며, 저자의 학과가 '스마트융합학과', '인공지능융합학과'와 같이 KCI 주제분류로 구분하기 어려운 학과 경우에는 학과정보를 제거하였다. 분석을 위해 수집된 데이터의 상세는 다음 <표 1>과 같다.

수집된 데이터에서 연도별로 국내 블록체인 관련 연구 추이를 살펴봤을 때 다음 <그림 1>과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

<표 1> 수집된 데이터에 대한 상세

	값
블록체인 관련 KCI에 등재된 국내연구 수	848
블록체인 관련 연구에 참여한 국내 대학 수	170
블록체인 관련 연구에 참여한 국내 대학 외 국내기관 수	116
블록체인 관련 연구에 참여한 해외기관 수	44



〈그림 1〉 국내 블록체인 관련 연구 추이

국내 블록체인 관련 연구는 2013년도부터 2016년도까지 1~6개로 미비하였으나 2017년도부터 30건이 넘는 연구가 진행되었으며, 2018년도에는 그 수가 급격히 증가하여 200개가 넘는 연구가 이뤄졌음을 확인할 수 있었다. 2020년도에는 2019년도와 동일한 개수의 연구가 이뤄져 증가하는 추세가 나타나지 않았지만, 지속적으로 블록체인 관련 연구가 이뤄지고 있음을 확인할 수 있었다.

다음으로, 논문 수를 기준으로 국내 블록체인 연구의 주요 대학 및 기관을 파악했을 때, 다음 〈표 2〉와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

분석결과, 국내 블록체인 연구의 주요 대학

및 기관에서 상위 15개는 모두 대학으로 나타났다. 숭실대학교가 34개로 가장 많았으며, 다음으로 고려대학교가 26개, 백석대학교가 21개, 중앙대학교가 18개, 성균관대학교가 17개 등으로 나타났다.

논문 수를 기준으로 블록체인 연구 주요 학술지를 파악하였을 때, 다음 〈표 3〉과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

분석결과, 한국컴퓨터정보학회논문지가 23개로 가장 많았으며, 디지털융복합연구가 22건, 정보보호학회논문지와 한국정보기술학회논문지가 19건, 한국정보통신학회논문지가 18건 등으로 나타났다.

〈표 2〉 국내 블록체인 연구 주요 대학 및 기관

대학명	논문수	대학명	논문수	대학명	논문수
숭실대학교	34	순천향대학교	17	연세대학교	15
고려대학교	26	이화여자대학교	16	경기대학교	14
백석대학교	21	한양대학교	16	단국대학교	14
중앙대학교	18	호서대학교	16	성신여자대학교	14
성균관대학교	17	부경대학교	15	아주대학교, 충북대학교	13

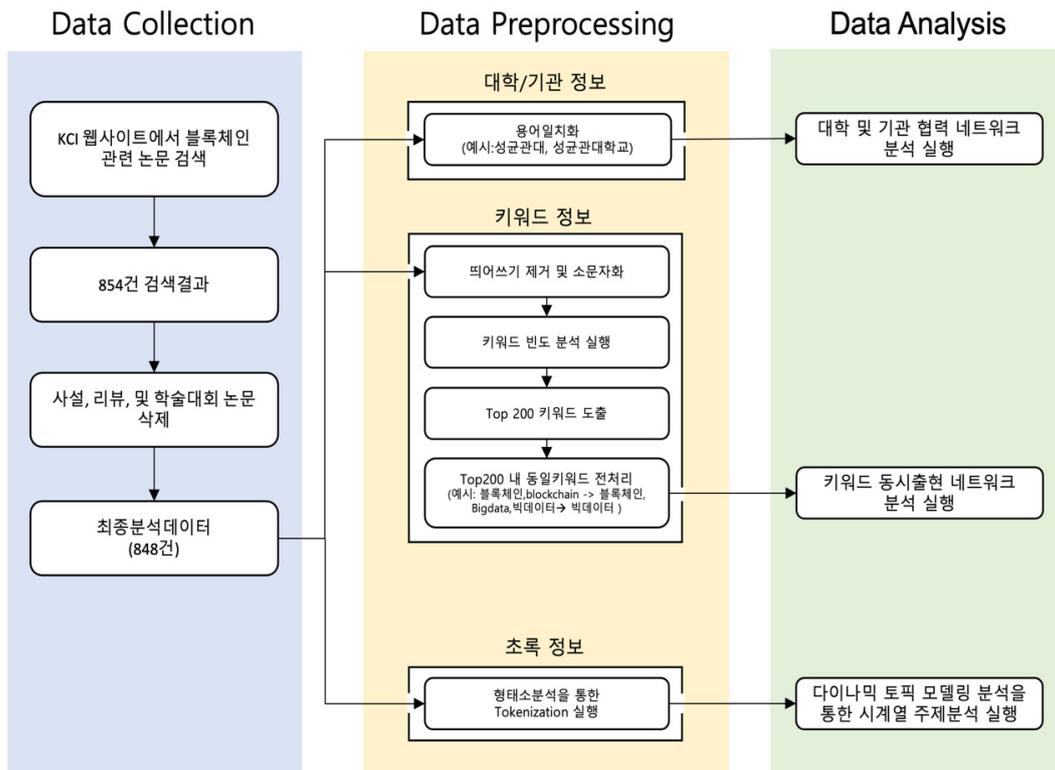
〈표 3〉 국내 블록체인 연구 주요 학술지

학술지 명	논문수	학술지 명	논문수	학술지 명	논문수
한국컴퓨터정보학회논문지	23	지급결제학회지	17	융합보안 논문지	14
디지털융복합연구	22	한국인터넷방송통신학회 논문지	17	JIPS(Journal of Information Processing Systems)	13
정보보호학회논문지	19	한국통신학회논문지	17	정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지	13
한국정보기술학회논문지	19	인터넷정보학회논문지	16	정보화연구	13
한국정보통신학회논문지	18	한국융합학회논문지	15	한국IT정책경영학회 논문지	13

3. 연구방법

본 연구는 국내 블록체인 관련 연구들의 흐름 및 트렌드를 파악하기 위해 대학 및 기관 협

력 네트워크 분석, 키워드동시출현 네트워크 분석, 그리고 시계열 주제 분석을 실시하였다. 본 연구를 위해 진행한 전반적인 분석 프로세스는 다음 〈그림 2〉와 같다.



〈그림 2〉 데이터 수집, 전처리, 분석 프로세스

3.1 네트워크 분석

먼저, 본 연구에서는 국내 블록체인 연구 동향을 파악하기 위해 대학 및 기관 협력 네트워크 분석과 키워드 동시출현 네트워크 분석을 실시하였다. 첫째로, 블록체인 관련 연구를 주도하는 대학 또는 기관이 무엇인지를 파악하기 위해 대학 및 기관 협력 네트워크 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 두 개 이상의 대학 또는 기관의 연구자들이 공저하였을 때를 협력으로 간주하고 해당 논문을 기관간 협력논문으로 이해하였다. 다음으로, 국내 블록체인 연구의 핵심 주제 및 지식 구조를 파악하기 위해 키워드 동시출현 네트워크 분석을 실시하였다. 키워드는 논문의 핵심주제 및 내용을 설명하는 것으로써, 키워드 간의 관계를 통해 해당 주제의 연구동향을 파악하는 도구로서 사용될 수 있다(김동훈, 김규리, 주영준, 2021). 각 네트워크 분석을 위해 시각화 도구인 Gephi 0.9.2(Bastian, Heymann, & Jacomy, 2009)를 사용하였으며, 각 분석기법의 목적은 다음 <표 4>와 같다.

앞서 설명한 네트워크 분석에서 중요 노드가 무엇인지를 파악하기 위해 본 연구에서는 네트워크 분석에서 많이 활용되고 있는 지표인 연결중심성, 근접중심성, 매개중심성, 고유벡터 중심성을 활용하였다(김동훈, 김규리, 주영

준, 2021).

3.2 다이나믹 토픽모델링을 활용한 시계열 주제 분석

본 연구에서 사용한 Blei와 Lafferty(2006)의 다이나믹 토픽 모델링(Dynamic Topic Modeling)은 토픽모델링의 한 기법이다(Blei & Lafferty, 2006). 여기서 토픽모델링이란 자동화된 방법으로 데이터 내에 대표 키워드를 추출하고 추출된 키워드를 바탕으로 주제를 정의하는 방식으로서, 빅데이터 분석을 활용한 많은 연구들에서 사용되고 있다(박준형, 오호정, 2017). 다이나믹 토픽 모델링은 토픽모델링에 시간이란 변수를 추가하여 시간에 따라 주제의 변화가 파악하는 것이 가능하다(우창우, 이종연, 2020). 본 연구에서는 블록체인 관련 연구 중 영문초록만 가지고 있는 213건을 제외한 635건의 초록데이터를 대상으로 다이나믹 토픽 모델링 분석을 실행하여 시간에 따른 주제의 변화를 파악하고자 하였다. 이때에 시간에 따른 주제의 변화를 보다 명확히 파악하기 위하여 연도별 논문 수를 고려하여 설정하였다.

<표 4> 네트워크 분석기법 및 목적

네트워크 분석기법	분석 목적
대학 및 기관 협력 네트워크	- 국내 블록체인 협력연구 주요 대학 및 기관 파악 - 국내 블록체인 연구협력 네트워크 관계 이해
키워드 동시출현 네트워크	- 주요 키워드 파악 - 핵심 주제 및 지식구조 파악

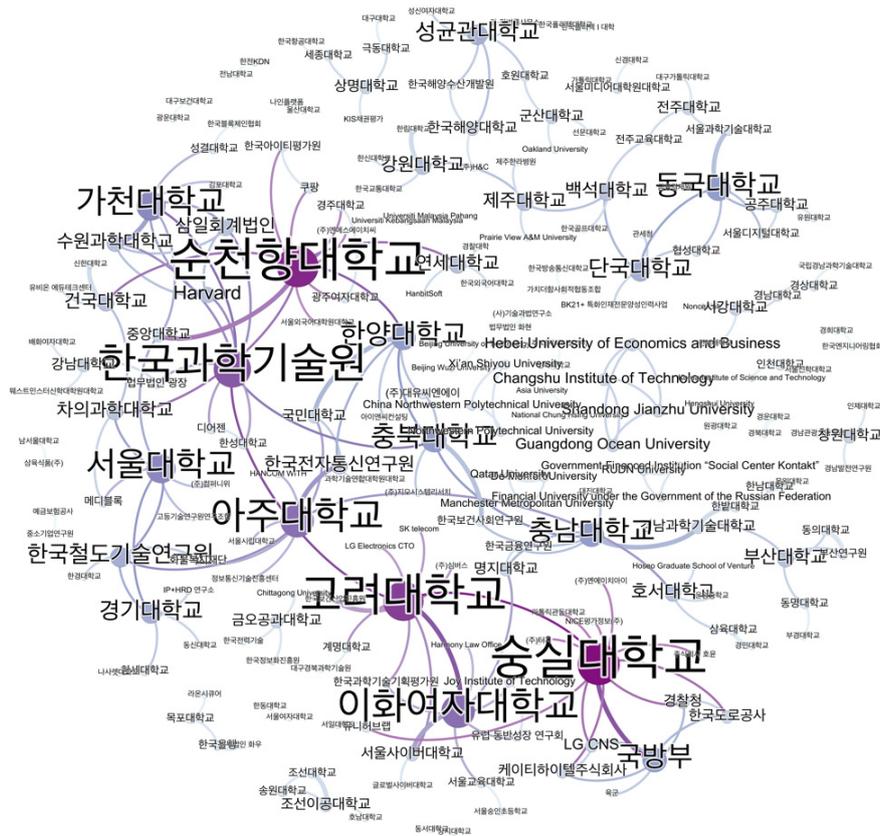
4. 결 과

4.1 국내 블록체인 관련 연구들의 대학 및 기관 협력 네트워크

국내 블록체인 관련 연구들의 대학 및 기관 협력 네트워크를 위해 블록체인 관련 국내 연구 848건을 대상으로 저자의 대학 및 기관 정보를 추출한 후, 네트워크 분석을 실시하였다. 분석결과는 다음 <그림 3>과 같다.

분석결과, 숭실대학교의 연결중심성이 12로 다른 대학 및 기관들과 가장 많은 협력연구를 하

고 있음을 확인할 수 있었으며, 다음으로는 순천향대학교(11), 고려대학교(10), 한국과학기술원(9), 아주대학교(8), 이화여자대학교(8) 등의 순이 나타났다. 연결중심성을 기준으로 상위 30개의 주요기관을 확인하였을 때, 국내 대학이 약 80퍼센트 이상을 차지하였고, 이 외에 국방부(6), 한국철도기술연구원(5), 삼일회계법인(4), 한국전자통신연구원(3)과 같은 국내 기관과 해외 대학교인 하버드대학교(4)가 나타났다. 국내 블록체인 관련 연구의 대학 및 기관 협력 네트워크의 주요기관에 대한 중심성 지표는 다음 <표 5>와 같다.



<그림 3> 국내 블록체인 관련 연구의 대학 및 기관 협력 네트워크

〈표 5〉 협력 네트워크에서의 상위 30개 주요기관에 대한 중심성 지표

기관명	degree	closeness	betweenness	eigenvector	기관명	degree	closeness	betweenness	eigenvector
숭실대학교	12	0.220	1221.000	0.955	한국철도기술연구원	5	0.206	356.700	0.319
순천향대학교	11	0.247	1351.167	0.676	성균관대학교	5	0.600	27.000	0.086
고려대학교	10	0.262	2197.517	0.897	연세대학교	4	0.201	300.000	0.203
한국과학기술원	9	0.292	2402.433	1.000	하버드대학교	4	0.245	0.000	0.611
아주대학교	8	0.209	931.633	0.374	삼일회계법인	4	0.245	0.000	0.611
이화여자대학교	8	0.227	700.917	0.535	수원과학대학교	4	0.245	0.000	0.611
서울대학교	7	0.228	857.200	0.412	호서대학교	4	0.176	397.000	0.138
가천대학교	7	0.271	1157.533	0.743	제주대학교	4	0.375	99.000	0.082
충북대학교	6	0.287	1944.883	0.521	강원대학교	4	0.300	57.000	0.060
한양대학교	6	0.273	1706.467	0.489	건국대학교	4	0.205	201.000	0.279
국방부	6	0.182	103.000	0.595	차의과학대학교	4	0.213	174.083	0.368
충남대학교	6	0.245	1130.483	0.308	부산대학교	4	0.172	396.000	0.085
동국대학교	6	0.382	84.500	0.169	한국전자통신연구원	4	0.235	484.067	0.291
단국대학교	5	0.420	101.000	0.147	백석대학교	4	0.438	120.500	0.107
경기대학교	5	0.194	397.000	0.235	한국해양대학교	3	0.450	8.000	0.061

중심성 지표를 계산한 결과, 연결중심성이 가장 높은 숭실대학교와 순천향대학교보다 고려대학교, 한국과학기술원, 충북대학교, 한양대학교가 매개중심성(betweenness)에서 더 높은 값을 나타내었다. 매개중심성은 네트워크 내 중개적 역할을 수행하는 정도를 의미하는데(임병학, 2012), 이를 통해 비록 위 대학들이 함께 연구한 기관의 수는 적지만 네트워크 내에서 중요한 정보 확산의 역할을 수행하고 있다고 볼 수 있다. 또한 대학 외 기관들(국방부, 한국철도기술연구원, 삼일회계법인, 한국전자통신연구원)의 매개중심성의 값이 대체적으로 낮았는데, 이는 이들이 다른 기관들과 함께 연구하기보다는 독립적으로 연구하는 경향이 크다고 볼 수 있다. 한 노드가 다른 모든 노드들과 연결되기 위해 몇 단계를 걸쳐야 하는지를 나타내는 근접중심성(Yustiawan, Maharani, & Gozali, 2015)에서는 성균관대학교, 한국해양대

학교, 백석대학교, 단국대학교 등이 높은 수치를 나타내었는데, 이를 통해 위 대학들이 국내 블록체인 관련 연구분야에서 가장 빠르게 지식확산을 미칠 수 있는 위치에 있다고 해석할 수 있었다. 끝으로, 한국과학기술원, 숭실대학교, 고려대학교가 고유벡터 중심성에서 다른 대학 및 기관들보다 높은 수치를 나타내었는데, 이를 통해 위 대학들이 국내 블록체인 협력연구에 주도적인 역할을 수행하는 핵심 기관들과 함께 연구함으로써 국내 협력연구에 주요한 역할을 맡고 있다고 해석할 수 있다.

4.2 블록체인 관련 국내 연구의 키워드 동시출현 네트워크

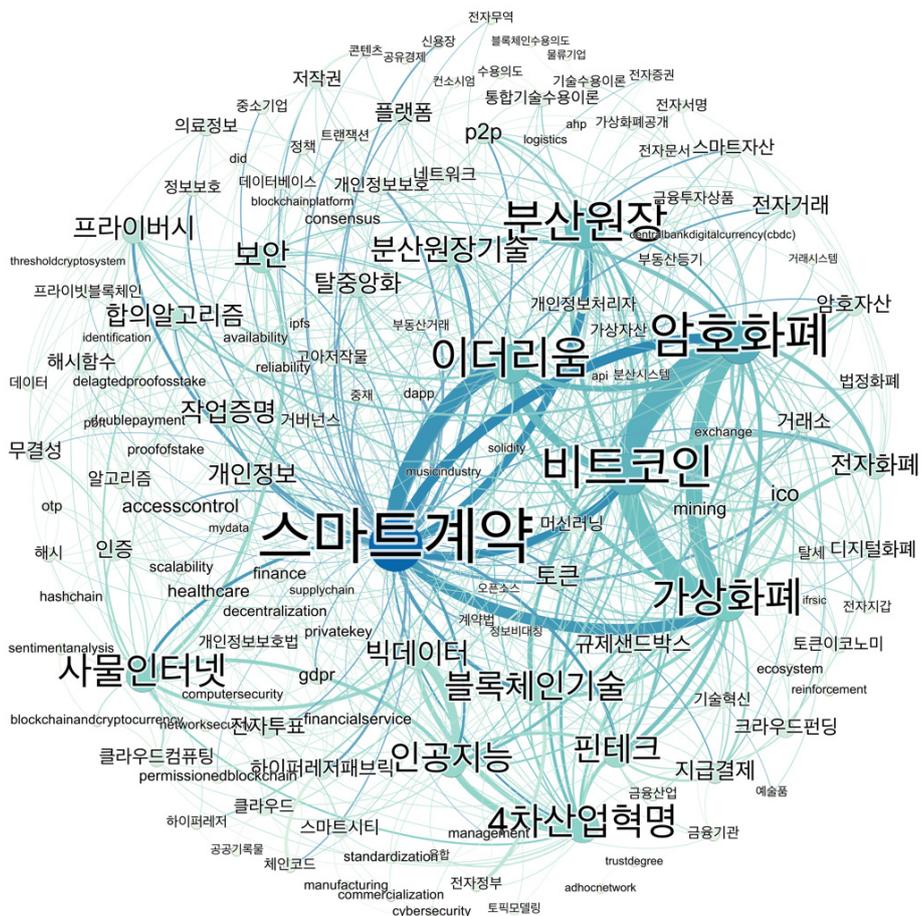
키워드 동시출현 네트워크를 위해 블록체인 관련 국내 연구 848건에 색인된 키워드를 추출하여 분석을 실시하였다. 주요 키워드 간 네트

워크를 파악하기 위해 추출된 키워드들 중 빈도수로 순위를 매겨 상위 200개의 키워드들만 사용하여 네트워크 분석을 실시하였다. 네트워크 시각화 과정에서 노드와 노드 사이를 연결하는 엣지에 연결중심성을 가중치로 반영하였다. 분석결과는 다음 <그림 4>와 같다.

네트워크 분석 결과, 연결중심성(degree)에서 스마트계약이 79로 가장 높았으며, 다음으로 암호화폐(52), 비트코인(49), 분산원장(46), 이더리움(44) 등의 순으로 나타났다. 상위 20개

의 키워드들을 살펴봤을 때, 암호화폐, 비트코인, 이더리움, 가상화폐와 같은 '가상자산'에 대한 키워드들이 나타났으며, 분산원장, 분산원장 기술과 같은 '블록체인 기술', 핀테크, 스마트계약과 같은 '금융', 그리고 보안, 프라이버시, 개인정보와 같은 '정보보안'에 대한 키워드들을 확인할 수 있었다. 키워드 동시출현 네트워크 내 상위 키워드들에 대한 중심성 지표는 다음 <표 6>과 같다.

매개중심성을 보면 '스마트계약'이 다른 키



<그림 4> 국내 블록체인 관련 연구들의 키워드 동시출현 네트워크

〈표 6〉 키워드 동시출현 네트워크 내 상위 20개 키워드에 대한 중심성 지표

keyword	degree	closeness	betweenness	eigenvector
스마트계약	79	0.678	2835.602	1.000
암호화폐	52	0.592	1432.378	0.798
비트코인	49	0.578	612.588	0.799
분산원장	46	0.566	823.433	0.690
이더리움	44	0.571	608.584	0.749
가상화폐	40	0.549	530.305	0.709
4차산업혁명	34	0.549	474.924	0.601
사물인터넷	34	0.536	889.884	0.416
인공지능	30	0.534	336.631	0.542
블록체인기술	29	0.518	425.673	0.506
핀테크	28	0.532	543.638	0.523
보안	26	0.526	514.911	0.433
분산원장기술	24	0.511	87.373	0.519
빅데이터	23	0.520	286.331	0.409
프라이버시	21	0.495	192.179	0.353
작업증명	20	0.488	279.171	0.379
합의알고리즘	19	0.495	318.610	0.327
전자화폐	18	0.483	32.069	0.413
토큰	18	0.488	88.071	0.386
개인정보	18	0.476	81.836	0.342

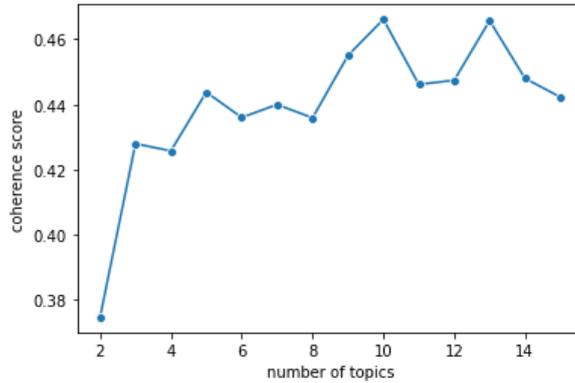
워드들보다 큰 차이를 보이며 가장 높은 수치를 나타내고 있는데, 이는 블록체인 2.0 이후에 '스마트계약'이 다양한 산업분야에 적용되면서 다학제적 영역에 활용되고 있음을 유추해 볼 수 있었다. 마찬가지로 근접중심성과 고유벡터 중심성에서도 '스마트계약'이 가장 상위에 나타났다. 이는 블록체인 관련 국내 연구들에서 '스마트계약'이 중심 주제라는 것으로 해석해 볼 수 있었다.

4.3 다이나믹 토픽모델링을 활용한 시계열 주제분석

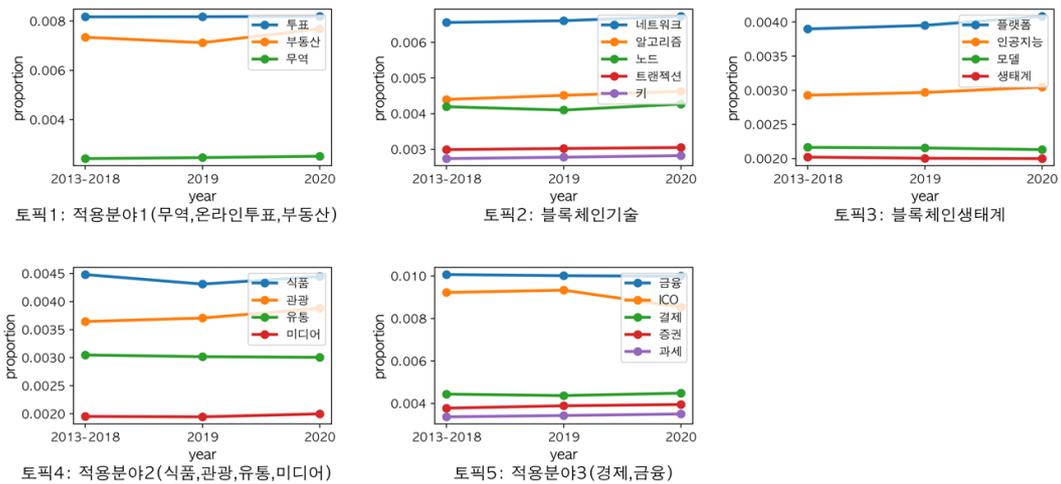
본 연구에서는 블록체인 관련 연구들의 초록을 대상으로 주제분석을 실시하였다. 다이나믹

토픽 모델링을 실시하기 전, 한국어형태소분석기인 KoNLPy(박은정, 조성준, 2014)를 활용하여 초록데이터를 형태소단위로 변환한 후, 주제분석을 실행하였다. 주제 분석을 실행하기 전, 적절한 토픽 수 선정을 위해 일관성 점수 분석을 실시하였는데 분석결과는 다음 〈그림 5〉와 같다.

선행연구들을 바탕으로, 일관성 점수의 기울기가 0에 가까워지거나 부정으로 변화되기 이전의 일관성 점수가 가장 높은 3과 5를 적절한 토픽수로 판단하였다. 토픽 수가 3개일 때와 5개일 때를 모두 분석 및 레이블링한 결과, 토픽 수가 3개일 때는 서로 다른 주제의 단어들이 하나의 토픽에 같이 존재하는 문제가 있었다. 토픽 수가 5개일 때는 하나의 토픽이 같은 주제의



〈그림 5〉 토픽수에 따른 일관성 점수 분석 결과



〈그림 6〉 국내 블록체인 연구들의 초록에 나타난 주요 주제 및 대표 키워드 변화 추이

단어들로 구분되는 것을 확인하여 최종 토픽 수로 결정하고 다이나믹 토픽모델링분석을 진행하였다. 다음으로, 다이나믹 토픽모델링의 시간변수로 2013~2018년(논문수: 250개), 2019년(논문수: 299개) 그리고 2020년(논문수: 299개)으로 입력하였고 분석 및 레이블링을 실시하였다. 레이블링은 2명의 연구자들이 각각 진행하여 서로 일치하는 경우를 채택하였고, 의견이 나뉘는 경우에 대해서는 다른 연구자가 동

참하여 합의하는 과정을 거쳐 채택하였다. 레이블링된 결과는 블록체인 전문가에 의해 최종 검수를 받았는데, 분석결과는 다음 〈그림 6〉과 같다.

분석결과, 블록체인 연구들의 주요주제로는 블록체인기술, 블록체인생태계, 적용분야1(무역, 온라인투표, 부동산), 적용분야2(식품, 관광, 유통, 미디어), 적용분야3(경제, 금융)로 나타났다. 즉, 블록체인 관련 연구들은 대체적으로 블

록체인 기술과 블록체인을 적용한 여러 분야들에 관한 것들이었다.

다이나믹 토픽 모델링 기법은 시간이 지남에 따라 주제를 구성하는 키워드의 발생비율이 바뀌며, 이를 통해 토픽의 변화도 추적할 수 있다(최선영, 고은지, 2019). 본 연구에서도 다음과 같은 주제별 키워드의 비율을 통해 주제의 변화를 파악하고자 하였다. 첫째로 증가 경향을 나타낸 키워드는 '무역' (토픽1), '알고리즘'(토픽2), '네트워크' (토픽2), '플랫폼' (토픽3), '인공지능' (토픽3), '관광' (토픽4) 등이 나타났다. 이를 통해, 작업증명 알고리즘이나 지분증명 알고리즘 등의 암호화폐 네트워크에서 거래검증을 위한 여러 알고리즘을 설명하는 연구들이 증가하고 있음을 추측할 수 있었으며, 4차 산업혁명의 대표적 핵심기술 중 하나인 인공지능과의 융합을 통해 블록체인 기술의 단점인 과다한 에너지 소모, 데이터 관리의 유연성 부족 등을 극복하고(양희태, 2020), 블록체인 기반의 생태계 형성을 위한 연구들이 이뤄지고 있음을 유추해 볼 수 있었다. 둘째로, 감소 경향을 나타낸 키워드는 '유통' (토픽4)과 '금융' (토픽5) 등이 나타났다. 이를 통해, 감소하는 경향이 크진 않지만 유통과 금융분야에서 이전보다 블록체인 기술에 대한 관심이 다소 낮아지고 있음을 확인할 수 있었다. 셋째로, 감소-증가 경향을 나타낸 키워드는 '부동산' (토픽1)과 '식품' (토픽4) 등이 있었다. 즉, 부동산과 식품 분야에 대한 연구가 차지하는 비중이 2018년 이전보다 2019년에 다소 낮아졌다가 2020년도에 증가하였는데, 이를 통해 2019년에는 부동산, 식품분야보다 다른 적용분야에 대한 관심을 더 가졌다가, 2020년도에 다시 부동산, 식품분야에 관

심을 두었다고 볼 수 있다. 마지막으로, 증가-감소 경향을 나타내는 키워드로는 블록체인에서 자금조달 방식 중 하나인 'ICO'(Initial Coin Offerings)가 나타났다. 이를 통해 초기엔 ICO의 기술이 각광받으면서 관련 연구가 증가하다가, 2017년 말 정부의 ICO 규제 정책(권오훈, 2019) 이후 ICO 수행 제한과 같은 한계점으로 인해 2020년도에는 관련 연구가 다소 낮아졌다고 추측해 볼 수 있었다.

5. 결론

본 연구에서는 4차 산업혁명의 핵심 기술 중 하나인 블록체인과 관련된 연구동향을 살피고자 네트워크 분석 및 다이나믹 토픽모델링을 활용한 시계열 주제분석을 실시하였다. 이를 위해 KCI에서 블록체인과 관련된 학술지 논문 848개에 대한 서지정보를 수집하였고, 수집된 데이터에서 각 분석기법에 필요한 데이터를 추출하여 분석을 진행하였다.

먼저, 대학 및 기관 협력 네트워크 분석을 통해 블록체인 관련 연구의 주요 대학 및 기관을 확인할 수 있었다. 분석결과, 숭실대학교, 순천향대학교, 고려대학교, 한국과학기술원, 아주대학교 등의 순으로 나타났다. 연결중심성을 기준으로 상위 30개의 주요기관 중 국내대학이 80퍼센트 이상을 차지하였으며, 이외에 국내 기관(국방부, 한국철도기술연구원, 삼일회계법인, 한국전자통신연구원)과 해외대학교(하버드대학교)도 나타남을 확인하였다.

다음으로 논문에 색인된 키워드 중 빈도수를 기준으로 상위 200개의 키워드만을 추출하여

키워드 동시출현 네트워크 분석을 실시하였다. 분석결과, 가상자산(암호화폐, 비트코인, 이더리움, 가상화폐), 블록체인 기술(분산원장, 분산원장기술), 금융(스마트계약), 정보보완(보안, 프라이버시, 개인정보) 등에 대한 키워드들이 중요하게 나타났으며, 모든 중심성 지표에서 스마트계약이 가장 높은 수치를 나타내어 국내연구에서 가장 중심 주제임을 해석할 수 있었다.

마지막으로 블록체인 연구의 한글초록데이터를 대상으로 다이나믹 토픽모델링기법을 활용한 시계열 주제 분석을 실시하였다. 분석결과, 블록체인 연구들은 블록체인기술, 블록체인생태계, 적용분야(무역, 온라인투표, 부동산), 적용분야2(식품, 관광, 유통, 미디어), 적용분야3(경제, 금융)으로 주제가 구분되는 것을 확인할 수 있었다. 다음으로, 각 주제별 단어의 비율을 통해 주제의 변화를 파악하였다. 첫째로 증가경향을 나타낸 키워드는 '알고리즘', '네트워크', '플랫폼', '인공지능' 등으로, 암호화폐 네트워크에서 거래검증을 위한 여러 알고리즘에 관한 연구들과 인공지능과의 융합을 통한 새로운 생태계 형성을 위한 연구들이 증가하고 있음을 확인할 수 있었다. 둘째로, 감소경향을 나타낸 키워드는 '유통', '금융'으로, 감소경향이 크진 않지만 해당 분야에서 블록체인에 대한 관심이 다소 낮아지고 있음을 확인할 수 있었다. 셋째로, 감소-증가경향을 나타낸 키워드는 '부동산', '식품'이었는데, 이를 통해 2019년까지는 다른 적용분야에 관심을 더 두었다가, 2020년도에 다시 관심을 가지게 되었다고 볼 수 있다. 넷째로, 감소-증가경향을 나타낸 키워드는 'ICO'로서 초기엔 ICO기술이 각광받으면서 관련 연구가 증가하다가, 2017년 말 정부의 ICO 규제정책 이

후 ICO 수행 제한 등의 한계점으로 인해 2020년도에는 그에 대한 관심이 낮아졌음을 확인할 수 있었다.

본 연구에는 몇 가지 한계점이 있다. 첫째로, 본 연구는 국내에 출간된 논문만을 대상으로 분석을 진행했는데, 국내 연구자들 중에서 해외 학술지에 논문을 투고하는 경우가 많기 때문에 국내에 출간된 논문에 대한 분석만으로는 국내 블록체인 연구를 모두 설명하였다기에는 한계가 있다. 이에 후속연구에서는 국내 연구자들의 해외 학술지에 게재한 논문을 포함함으로써 전반적인 국내 블록체인 연구동향을 해석할 필요가 있다. 둘째로, 시계열 주제 분석을 통해 주요 주제 도출 및 포괄적인 주제의 변화를 관찰할 수는 있었으나 변화의 구체적 특징을 설명할 수는 없었다. 예를 들어 '관광'의 경우 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었는데 이를 통해 관광분야에서의 블록체인 연구가 증가하고 있음을 확인할 수는 있었지만 관광분야에 블록체인이 어떻게 적용되며 발전하고 있는지에 대한 구체적 설명은 어렵다. 이에 따라 향후 연구에서는 내용분석과 같은 질적연구를 병행하여 블록체인 연구의 변화에 대한 구체적 설명을 보완함으로써 국내 블록체인 연구 동향을 명확히 설명할 수 있어야 할 것이다.

본 연구는 기존 연구들과 크게 세 가지 관점(데이터, 방법론, 해석)에서 차이점을 나타내고 있다. 첫째, 데이터 관점에서 본 연구는 최근 2년동안 급증한 국내 블록체인 연구를 반영하여 연구동향을 살폈다. 국내 블록체인 연구는 2018년도부터 증가하기 시작하여 최근 2년 사이 매년 300여건에 달하는 연구들이 진행되었지만 이들을 모두 포함하여 연구동향을 살핀

연구는 없었다. 둘째, 방법론적 관점에서 기존의 연구들에서 시도하지 않았던 대학 및 기관 협력 네트워크 분석과 시계열 주제 분석을 실행함으로써 새로운 분석 기술 및 연구방법을 적용하여 블록체인 연구동향을 살펴보고자 하였다. 셋째, 이를 통해 기존에 식별하지 못했던 국내 블록체인 연구에 주도적인 역할을 하는 기관 및 대학을 확인하고 이들간의 네트워크를 살펴볼 수 있었으며, 블록체인 연구의 트렌드를 파악함

으로써 현재 국내 블록체인 연구가 어떠한 방향으로 진행되고 있는지를 밝힐 수 있었다. 끝으로, 대학 및 기관 협력 네트워크 분석을 통해 도출된 결과는 향후 블록체인 관련 연구 협력 계획에 활용될 수 있으며, 시계열 주제 분석을 통해 파악된 국내 블록체인 연구 트렌드는 국내 블록체인 관련 정책 수립 및 기술 개발 계획에 활용될 수 있으며 있다는 점에서 실질적인 함의를 시사한다.

참 고 문 헌

- 권오훈 (2019). 가상통화와 관련한 정부 정책: 한국형 가이드라인을 중심으로. *일감법학*, 43, 3-27. <http://doi.org/10.35148/ilsilr.2019.43.3>
- 김동훈, 김규리, 주영준 (2021). 2020 구글 스칼라 매트릭스에 색인된 국내 주요 학술지에 대한 계량서지학적 분석. *정보관리학회지*, 38(1), 53-69. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2021.38.1.053>
- 박은정, 조성준 (2014). KoNLPy: 쉽고 간결한 한국어 정보처리 파이썬 패키지(KoNLPy: Korean natural language processing in Python). 제26회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회 논문집, 4-7.
- 박준형, 오호정 (2017). 국내 기록관리학 연구동향 분석을 위한 토픽모델링 기법 비교: LDA와 HDP를 중심으로. *한국도서관·정보학회지*, 48(4), 235-258.
- 박한우, 박세정 (2018). 웹보메트릭스 빅데이터를 활용한 암호화폐 홈페이지의 영향력과 연결망분석. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 20(2), 923-936. <http://doi.org/10.37727/jkdas.2018.20.2.923>
- 송영현, 권영은, 임철수, 최기석, 양명석 (2018). 네트워크 분석 기법을 활용한 블록체인 관련 R&D 연구 동향 분석. *한국통신학회 학술대회논문집*, 542-543. Available: <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07368796>
- 양희태 (2020). 인공지능과 블록체인 융합 동향 및 정책 개선방안. *정보화정책*, 27(2), 3-19. <http://doi.org/10.22693/NIAIP.2020.27.2.003>
- 우창우, 이종연 (2020). 다이나믹 토픽 모델을 활용한 D(Data) N(Network) A(A.I) 중심의 연구동향 분석. *한국융합학회논문지*, 11(9), 21-29. <http://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.021>

- 이현진, 김영희 (2021). 블록체인 기술의 경영학적 활용: 국내외 연구 동향과 향후 연구과제. *The E-Business Studies*, 22(1), 159-176. <http://doi.org/10.20462/tebs.2021.2.22.1.159>
- 임병학 (2012). 논문 공동저자 네트워크가 연구 성과에 미치는 영향에 대한 연구. *로고스경영연구*, 10(1), 1-20.
- 조혜인, 김진우, 이봉규 (2019). LDA 토픽 모델링을 이용한 블록체인 학술연구 동향 분석: 미국·중국·한국을 중심으로. *한국디지털콘텐츠학회 논문지*, 20(7), 1453-1460.
<http://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.7.1453>
- 주우봉, 박한우 (2019). 블록체인 분야의 학술연구 동향분석: 계량정보학적 네트워크분석을 중심으로. *Journal of Digital Convergence*, 17(6), 219-227. <http://doi.org/10.14400/JDC.2019.17.6.219>
- 천백민, 윤영진 (2019). AI 기반 블록체인 기술에 대한 핀테크 산업의 활용성 비교: 한국과 이스라엘 기업을 중심으로. *서비스경영학회지*, 20(4), 25-40.
<http://doi.org/10.15706/jksms.2019.20.4.002>
- 최선영, 고은지 (2019). 메타데이터를 활용한 1960~2018 <한국언론학보> 논문 분석: 다이나믹 토픽 모델링 (Dynamic Topic Modeling) 방법을 중심으로. *한국언론학보*, 63(4), 7-42.
<http://doi.org/10.20879/kjics.2019.63.4.001>
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *Proceedings of the Third International ICWSM Conference*, 361-362. Available <http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/view/154>
- Blei, D. M. & Lafferty, J. D. (2006, June). Dynamic topic models. In *Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning* (pp. 113-120).
- Miau, S. & Yang, J. M. (2018). Bibliometrics-based evaluation of the Blockchain research trend: 2008-March 2017. *Technology Analysis and Strategic Management*, 30(9), 1029-1045.
<http://doi.org/10.1080/09537325.2018.1434138>
- Wang, F. & Zhu, M. (2017). Bibliometric analysis on the research hotspots of blockchain in China. *Journal of Intelligence*, 36(12), 69-74.
- Xu, M., Chen, X., & Kou, G. (2019). A systematic review of blockchain. *Financial Innovation*, 5(1). <http://doi.org/10.1186/s40854-019-0147-z>
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on Blockchain technology? - A systematic review. *PLoS ONE*, 11(10).
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>
- Yustiawan, Y., Maharani, W., & Gozali, A. A. (2015). Degree centrality for social network with opsahl method. *Proceida Computer Science*, 59, 419-426.
<http://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.559>

• 국문 참고문헌에 대한 영문 표기
(English translation of references written in Korean)

- Choi, S. Y. & Ko, E. J. (2019). Analysis of <Korean Journalism & Communication Studies> from 1960 to 2018 using metadata with dynamic topic modeling. *Korean Journal of Journalism & Communication Studies*, 63(4), 7-42. <http://doi.org/10.20879/kjics.2019.63.4.001>
- Chun, B. M. & Yoon, Y. J. (2019). A review of ai-based blockchain technology application for fintech industry: a comparison of South Korea and israel company. *Journal of Korea Service Management Society*, 20(4), 25-40. <http://doi.org/10.15706/jksms.2019.20.4.002>
- Jo, H. I., Kim, J. W., & Lee, B. G. (2019). A study on research trends of blockchain using LDA topic modeling: focusing on united states, China, and South Korea. *Journal of Digital Contents Society*, 20(7), 1453-1460. <http://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.7.1453>
- Kim, D. H., Kim, K. L., & Zhu, Y. Z. (2021). A bibliometric analysis of the major korean journals indexed in 2020 google scholar metrics. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 38(1), 53-69. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2021.38.1.053>
- Kwon, O. H. (2019). Korean government's policy on virtual currencies: discussion on guideline for Korea. *Ilkam Law Review*, 43, 3-27. <http://doi.org/10.35148/ilsilr.2019.43.3>
- Lee, H. J. & Kim, Y. H. (2021). A study on the blockchain in business: research trends and issues between Korea and overseas. *The E-Business Studies*, 22(1), 159-176. <https://doi.org/10.20462/tebs.2021.2.22.1.159>
- Leem, B. H. (2012). An effect of co-authorship network on research performance: focusing on co-authoring of logos management review. *Logos Manangement Review*, 10(1), 1-20.
- Park, E. J. & Cho, S. Z. (2014). KoNLPy: Korean natural language processing in Python. *Proceedings of the 26th Annual Conference on Human and Cognitive Language Technology*, 133-136.
- Park, H. W. & Park, S. J. (2018). Big data analysis of cryptocurrencies: evidence from top cryptocurrency websites. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 20(2), 923-936. <http://doi.org/10.37727/jkdas.2018.20.2.923>
- Park, J. H. & Oh, H. J. (2017). Comparison of topic modeling methods for analyzing research trends of archives management in Korea: focused on LDA and HDP. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 48(4), 235-258.
- Song, Y. H., Kwon, Y. G., Lim, C. S., Choi, K. S., & Yang, M. S. (2018). An analysis of blockchain technology research trend by using a social network analysis. *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 542-543. Available:

<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07368796>

Wo, C. W. & Lee, H. Y. (2020). Investigation of research trends in the D(Data) · N(Network) · A(A.I) field using the dynamic topic model. *Journal of the Korea Convergence Society*, 11(9), 21-29. <http://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.021>

Yang, H. T. (2020). Artificial intelligence and blockchain convergence trend and policy improvement plan. *Information Policy*, 27(2), 3-19. <http://doi.org/10.22693/NIAIP.2020.27.2.003>

Zhu, Y. P. & Park, H. W. (2019). Evaluating blockchain research trend using bibliometrics-based network analysis. *Journal of Digital Convergence*, 17(6), 219-227.

<http://doi.org/10.14400/JDC.2019.17.6.219>