

## 기술혁신의 연구 동향 분석: SCOPUS DB를 중심으로

박은미<sup>1</sup>, 서정해<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 경영학부 박사수료, <sup>2</sup>경북대학교 경영학부 교수

### Analysis of Research Trends in Technology Innovation: Focus on SCOPUS DB

Eun-Mi Park<sup>1</sup>, Jung-Hae, Seo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Complete a Doctorate, School of Business Administration, Kyungpook National University

<sup>2</sup>Professor, School of Business Administration, Kyungpook National University

**요약** 디지털 트랜스포메이션 시대가 시작됨에 따라 기업의 환경도 많은 변화가 일어나고 있다. 기업들은 이제 는 과거와는 다른 경쟁 환경하에 놓이게 되었다. 디지털 트랜스포메이션의 관련 기술들을 중심으로 상상할 수 없을 정도의 많은 기술적인 혁신들이 일어나고 있다. 기술혁신에 대한 연구도 과거와는 다르게 많이 진행이 되고 있다. 이에 본 연구에서는 SCOPUS 데이터베이스를 중심으로 2015년부터 2019년까지 기술혁신이라는 주제로 한 논문을 검색하였다. 논문중에서 초록을 제공하고 있는 논문 1,043편을 수집하고, 이를 텍스트 마이닝 기법과 LDA 기법을 활용하여 분석을 수행하였다. 분석결과, 기술혁신에 대한 연구가 지속적으로 증가를 하고 있는 것으로 나타났으며, 다양한 분야에서 기술혁신에 대한 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 또한 기술혁신의 주제 외에도 기술혁신과 관련된 다양한 키워드들도 도출이 되었다.

**주제어** : 혁신, 기술혁신, SCOPUS, 텍스트 마이닝, LDA

**Abstract** With the start of the digital transformation era, many changes have been made to the corporate environment. Companies are now in a competitive environment that is different from the past. There are so many technological innovations that cannot be imagined centering around the technology related to digital transformation. Unlike the past, research on technological innovation is also proceeding much. Therefore, in this research, we searched for papers on the theme of technological innovation from 2015 to 2019, focusing on the SCOPUS database. We collected 1043 papers that provide green among the papers and analyzed them using text mining technology and LDA method. As a result of the analysis, it was clarified that research on technological innovation is continuously increasing, and it was found that research for technological innovation in various fields is being conducted. In addition to the theme of technological innovation, various keywords related to technological innovation were also derived.

**Key Words** : Innovation, Technology Innovation, SCOPUS, Text mining, LDA

\*Corresponding Author : Jung-Hae Seo(johseo@knu.ac.kr)

## 1. 서론

디지털 트랜스포메이션 시대가 본격화되기 시작하면서 많은 변화가 일어나고 있다. 디지털 트랜스포메이션 시대에서는 데이터(D), 네트워크(N), 인공지능(A)이 핵심 인프라이다[1,2].

핵심 인프라인 DNA 기술을 활용한 다양한 기술혁신들이 기업에서 이루어지고 있다. 이는 비단 기업 뿐만 아니라 정부/지자체/공공기관 등 다양한 분야에서도 일어나고 있는 추세이다. 기업은 과거와는 다르게 단순히 살아남기 위한 전략으로 기술혁신을 하는 것이 아니라, 시장을 선도하고 이를 통해 글로벌 시장을 쟁취하려는 목적이 강하다고 할 수가 있다[3].

그러나 기술혁신은 기존에 없던 새로운 것을 만들어 내기도 하지만, 그렇다고 새로운 것을 만들어 내는 것 외에도 기존의 것을 잘 조합하여 새로운 의미와 가치를 부여하는 것도 기술혁신이라고 할 수가 있다[4,5]. 즉, 창조가 아닌 창의적인 부분이 더욱더 중요하게 되었다는 의미이다.

휴대폰 시장의 강자였던, 노키아와 모토로라의 경우 누구보다도 휴대폰에 대한 핵심기술과 노하우를 가지고 있었다. 스마트폰(아이폰)이 세상에 처음 등장했을때만 해도 기존의 노키아와 모토로라가 가진 기술과 역량은 더 우위에 있었다. 그러나 시장과 소비자의 트렌드에 대처를 제대로 하지 못해 결국은 시장에서 사라지게 되었다[4].

이는 기술혁신이 항상 기존에 없던 새로운 것을 만들어내는 능력 뿐만이 아니라 아이폰처럼 기존의 것을 잘 조합하는 창의적인 노력을 통해서도 충분히 기술혁신이 가능하다는 것을 보여준다. 이는 생각 혹은 관점의 차이라고도 할 수가 있다.

결국 기업들은 지속적인 성장과 생존을 위해 혁신을 하게 되며, 이러한 혁신의 대표적인 것이 바로 기술혁신이다. 현재 기술혁신에 대한 연구는 글로벌 기업, 시장조사기관 등에서 이루어지고 있다. 가트너의 하이프 곡선은 최신 기술의 흐름을 조사하여 매년 발표를 하고 있다. 또한 국내에서도 다양한 정부기관 및 공공기관에서 정기적으로 조사를 하여 기술혁신에 대한 정보를 제공하고 있다. 그러나 아직까지 학술적인 차원에서 기술혁신의 연구에 대한 동향을 분석한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 SCOPUS DB를 활용하여 데이터를 수집하고 이를 텍스트 마이닝 분석을 통해 학술적인 차원에서 연구자들의 기술혁신에 대한 연구동향

을 통해 앞으로 기술혁신에 대한 연구방향을 살펴보고자 한다. 또한 기존에 수행된 선행 연구를 검토하고 토픽 모델링과 LDA 분석을 통해 새로운 기술혁신의 주제와 방향을 제시하는 것이 본 연구가 가지는 차별성이다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 기술혁신

WIPO에 따르면, 기술이란 생산품을 제조하거나, 농업, 공업, 상업의 다양한 분야에서 서비스를 제공하기 위해서 체계화된 지식을 의미한다. 이러한 기술은 일반적으로 실용적인 목적을 위해 기존의 지식이나 새로운 지식을 응용하는 것을 의미한다[6].

혁신은 기존의 관습이나 방법 등을 바꾸어 완전히 새롭게 하는 것을 의미한다. 또한 혁신은 새로운 아이디어를 통해 새롭게 개발하거나 실용화하는 모든 과정을 의미하기도 한다[7]. Schumpeter(1934)는 기술혁신을 창조적 파괴과정으로 정의를 하고, 새로운 시장의 개척, 새로운 공급 단계, 새로운 조직의 형태로 구분을 하였다[8].

또한 기술혁신을 새로운 기술에 의해서 새로운 제품, 공정, 서비스 등의 변화를 유도하는 변화의 한 과정으로 정의를 할 수가 있다. 즉 기술혁신은 기업의 입장에서는 새로운 경쟁우위의 창출이 가능한 중요한 요소라고 할 수가 있겠다[9].

일반적으로 기술혁신의 유형으로는 제품, 공정, 마케팅, 조직 혁신이 있으며, 핵심역량을 강화하거나 핵심역량을 소실시키는 혁신, 제품의 구조혁신이나 부품 혁신 등으로 연구자마다 다르게 분류를 하고 있다[10].

### 2.2 텍스트 마이닝

텍스트 마이닝은 인간의 언어로 이루어진 비정형 데이터들 중에서 비정형 텍스트를 NLP 기법을 이용하여 대규모의 텍스트 데이터에서 정보 추출, 연관성 분석, 분류, 군집화, 요약 등 텍스트 데이터 속에 숨겨진 의미를 발견하는 기법을 의미한다[11, 12]. 여기서 말하는 NLP는 자연어 처리 기법으로 텍스트 데이터 속에서 어휘, 의미 등을 뽑아내거나 구어를 처리한다.

### 2.3 LDA

LDA는 Latent Dirichlet allocation의 약자로 토픽

픽 모델링을 활용하여 특정한 텍스트 속에서 핵심 키워드를 도출하는 것을 의미한다[13]. 즉, 사전에 알고 있는 주제별로 단어의 수에 대한 분포를 바탕으로, 주어진 문서에서 발견이 된 단어수에 대한 분포를 분석하고, 분석대상의 문서가 어떠한 주제와 함께 다루어지고 있는지를 예측할 수가 있다[14].

LDA는 기존의 방법인 LSI의 단점인 과적합화 및 데이터 증가에 따른 모델의 매개변수의 증가 현상을 해결할 수 있는 방법이기 때문에 많이 사용되고 있다[15].

LDA는 문서의 집단에서 중요한 토픽을 추출해주는 역할을 수행하고 있으며, 다른 분석과는 다르게 학습 데이터가 없어도 문서에 대한 분류 작업을 수행한다는 장점을 가지고 있다. LDA 모델은 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

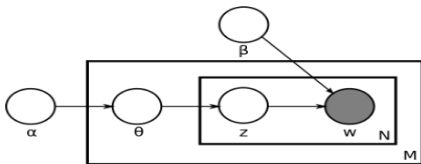


Fig. 1. LDA Model

### 2.4 선행연구

Park et al.(2018)은 키워드 네트워크 분석을 활용하여 4차산업혁명의 연구동향을 파악하고자 SCOPUS DB에서 데이터를 수집하고 R과 UCINET을 통해 분석을 수행하였다[16].

Ko et al.(2018)는 SCOPUS DB에서 open science의 10년간의 연구동향을 마이닝 기법을 활용하여 분석하였다[17]. Li et al.(2017)은 네이버 뉴스 데이터를 활용하여 핀테크 보안과 서비스에 대하여 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 분석을 수행하였다[18].

이종호외(2017)은 LDA 알고리즘을 활용하여 태양광 에너지 기술에 대한 특허와 논문의 연구 동향을 분석하였다[13]. 이외에도 다양한 기관에서 기술혁신과 관련된 동향에 대해서 보고서를 주기적으로 출간하고 있다.

## 3. 연구 방법 및 절차

### 3.1 분석대상

본 연구의 분석대상은 바로 세계적인 논문제공 서비시 중의 하나인 SCOPUS DB이다. 논문을 제공하는 사

이트는 많이 있지만, 대부분 유료 제공되는 경우가 많이 있으나, SCOPUS의 경우는 초록을 제공하기 때문에 SCOPUS를 대상으로 하였다. SCOPUS DB에서 ‘Title’를 ‘Technology Innovation’로 검색어(주제)를 한정하였다. 또한 초록이 없는 데이터는 검색에서 제외를 하였으며, 2015년도부터 2019년까지 5년간의 데이터를 수집하였다.

### 3.2 분석방법

본 연구의 분석 절차는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 5년간의 논문 초록 데이터를 수집하였고, 이렇게 수집된 논문의 초록 데이터는 전처리 및 정제 과정을 거쳐서 데이터를 분석하기에 적합하도록 변형을 하였다.



Fig. 2. Analytical Procedure

이후에 R을 활용하여 분석을 수행하였으며, 형태소 분석기, TD-IDF와 LDA 등의 기법을 활용하여 텍스트 분석을 수행하고 그 결과를 시각화 하였다. 본 연구에서는 R의 다양한 패키지를 활용하고, 추가적으로 tagxedo를 활용하여 텍스트 분석을 수행하였다.

## 4. 분석결과

### 4.1 자료분석

분석에 사용한 논문은 총 1,403편으로, open access 312편, other 1091편으로 나타났다. 2015년부터 2019년까지의 SCOPUS DB에서 Technology Innovation으로 Article title을 검색하였다. 2019년에는 전년대비 상승폭이 높으며 지속적으로 논문 수가 증가하는 것으로 나타났다.

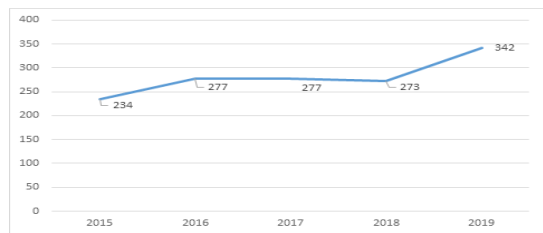


Fig. 3. Number of papers

subject area는 Table 1에서 보는 바와 같다. Business, Management and Accounting의 주제로 가장 많은 논문이 발행되었다. 그 다음으로 Engineering, Social Sciences 순으로 나타났다.

Table 1. Subject Area

subject area	paper
Business, Management and Accounting	522
Engineering	360
Social Sciences	359
Computer Science	203
Environmental Science	189
Economics, Econometrics and Finance	165
Energy	136
Decision Sciences	135
Medicine	103
Materials Science	69

source title은 Table 2에서 보는 바와 같다. 먼저 Technological Forecasting And Social Change 저널에서 44편, Sustainability Switzerland 저널에서 33편, Espacios, Journal Of Cleaner Production에서 Technology Innovation의 주제에 대한 논문이 많이 발행되었다.

Table 2. Source Title

subject title	paper
Technological Forecasting And Social Change	44
Sustainability Switzerland	33
Espacios	27
Journal Of Cleaner Production	24
Technology Analysis And Strategic Management	19
Energy Policy	16
Research Policy	16
Boletin Tecnico Technical Bulletin	15
International Journal Of Recent Technology And Engineering	11
Journal Of Advanced Oxidation Technologies	11

4.2 분석결과

텍스트 마이닝 분석 결과는 다음과 같다. 먼저 가장 중요한 키워드는 innovation, technology로 나타났다. 그 다음으로는 research, use, industry, product, paper 등으로 나타났다. 텍스트 마이닝은 tagxedo 사

이트에서 SCOPUS 논문의 초록을 모두 넣고 우선순위의 명사를 분석한 결과이다.

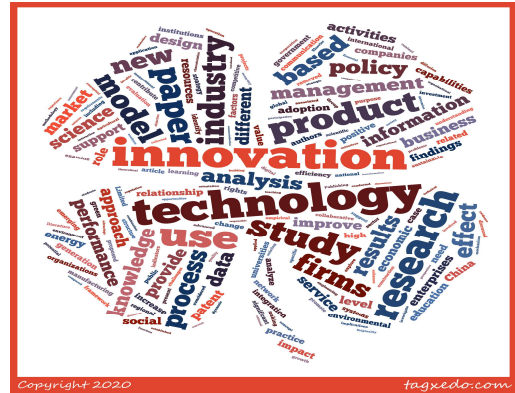


Fig. 4. Important keywords

토픽 분석 결과는 다음과 같다. 토픽 그래프에서 오른쪽 그래프는 전체 코퍼스에서 가장 중요한 키워드를 바 차트 형태로 나타낸다. 왼쪽 그래프는 사분면에 8개의 토픽을 파이차트 형태로 보여주고 있다.

먼저 Fig. 5를 살펴보면, 1번 토픽과 7번, 4번 토픽은 유사하다는 것을 알 수가 있다. 중요한 키워드로는 technology, standardsetting, capability, innovation, network, collaboration 등이 있으며, 토픽의 주제가 'technology' 임을 유추할 수가 있다.

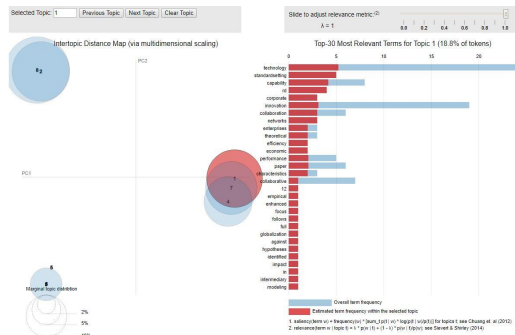


Fig. 5. LDA Results 1

Fig. 6을 살펴보면, 2번 토픽과 8번 토픽은 유사하다는 것을 알 수가 있다. 중요한 키워드로는 green, technology, innovation, great, made 등이 있으며, 토픽의 주제가 'green' 임을 유추할 수가 있다.

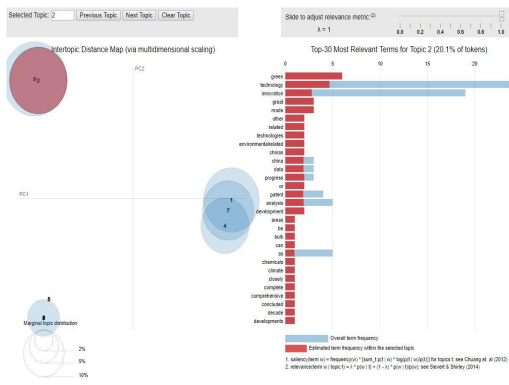


Fig. 6. LDA Results 2

Fig. 7을 살펴보면, 5번 토픽과 3번 토픽은 유사하다는 것을 알 수가 있다. 중요한 키워드로는 instruments, analog, cars, chips, connected 등이 있으며, 토픽의 주제가 ‘instruments’ 임을 유추할 수가 있다.

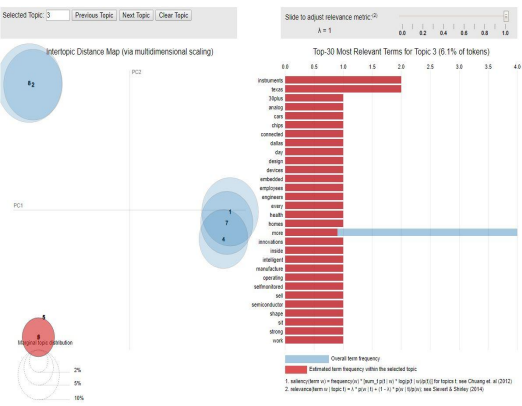


Fig. 7. LDA Results 3

Fig. 8을 살펴보면, 7번 토픽과 1번, 4번 토픽은 유사하다는 것을 알 수가 있다. 중요한 키워드로는 tech, fin, marketing, capability, innovation, research, technology 등이 있으며, 토픽의 주제가 ‘technology’ 임을 유추할 수가 있다.

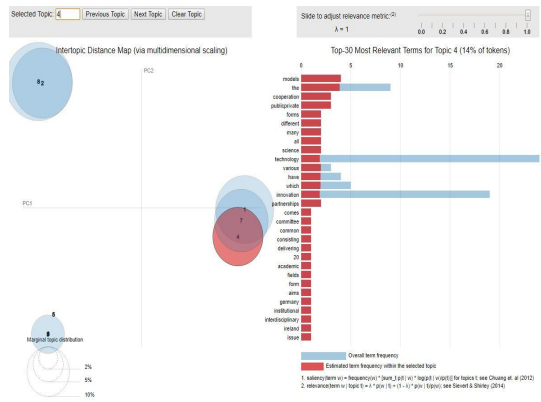


Fig. 8. LDA Results 4

Fig. 9를 살펴보면, 먼저 4번 토픽과 7번, 1번 토픽은 유사하다는 것을 알 수가 있다. 중요한 키워드로는 models, cooperation, publicprivate, forms, science 등이 있으며, 토픽의 주제가 ‘models’ 임을 유추할 수가 있다.

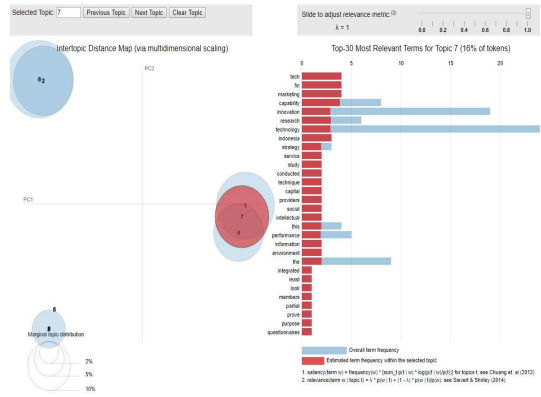


Fig. 9. LDA Results 5

Fig. 10을 살펴보면, 8번 토픽과 2번 토픽은 유사하다는 것을 알 수가 있다. 중요한 키워드로는 alliance, innovation, technology, standard, collaborative, factors 등이 있으며, 토픽의 주제가 ‘alliance’ 임을 유추할 수가 있다.

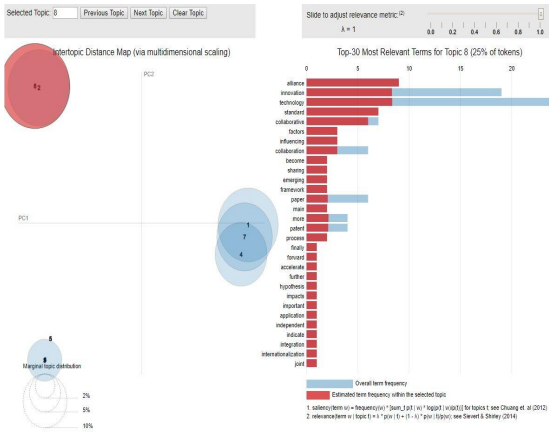


Fig. 10. LDA Results 6

LDA 분석 결과를 종합해 보면, green, instruments, models, alliance 등이 중요한 키워드로 등장을 하고 있다. 앞으로의 기술혁신 연구는 ‘green’ 기술에 대한 연구, ‘instruments’와 ‘alliance’ 연구, 기술혁신의 ‘model’에 대한 연구가 주를 이룰 것으로 보여지며, 이러한 기술혁신의 동향은 향후 실무(필드)에서도 활발하게 이루어질 것으로 보인다.

추가적으로 TF-IDF를 통해 텍스트 마이닝을 이용하는 가중치를 산정한 후 트리맵으로 나타내었다. 트리맵은 단어의 출현 빈도에 따라 사각형의 면적을 비중으로 계산을 하고 이를 시각화 한다. 또한 단어의 계층구조를 한꺼번에 표현할 수 있다는 장점이 있다.

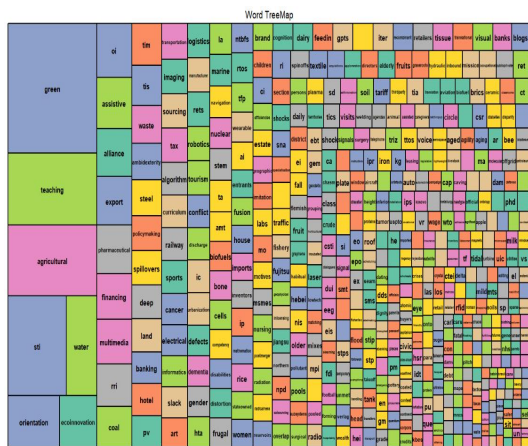


Fig. 11. Tree Map

Fig. 11을 살펴보면, 트리맵(tree map) 분석 결과,

green, teaching, agricultural, sti, water, orientation 등이 중요한 키워드로 도출이 되었다.

### 5. 결론

본 연구는 기술혁신에 대한 연구 동향을 파악하고자 SCOPUS DB에서 기술혁신이라는 키워드만을 검색하고 이를 통해 논문의 초록을 수집하였으며 이를 전처리 과정을 거쳐 데이터 분석을 수행하였다.

분석결과는 다음과 같다. 기술혁신에 대한 연구는 2016, 2017, 2018년은 큰 차이가 없었으나 2016년은 전년대비, 2019년은 2016~2018년 대비 논문 편수가 증가하였다. 또한 토픽 모델링 분석 결과, technology, innovation, instruments, green, alliance, models 가 중요한 토픽으로 도출되었다.

많은 선행연구들이 특정 기술에 대한 동향, 정책연구에 대한 동향을 연구하였다. 그러나 본 논문에서는 기존의 연구와는 다르게 연구 동향을 파악하고자 TD-IDF와 LDA, 토픽 모델링을 활용하여 분석을 시도하였다는 점에서 학술적인 의의가 있다고 할 수 있다. 이는 향후 연구동향 및 발전 가능성을 판단하는데 있어 중요한 의의가 있다고 할 수 있다.

또한 본 연구의 결과는 기술혁신을 담당하고 있는 기업의 실무자 혹은 R&D 연구자들에게 기술혁신의 트렌드를 파악하고 실무에 적용이 가능한 실무적인 지침을 제공할 수 있을 것으로 보인다.

그러나 SCOPUS DB의 논문으로 한정되어 있어서 연구결과를 일반화할 수 없다는 점과 국내의 트렌드를 파악하기는 어렵다는 점과 기술혁신에 대한 패러다임은 파악할 수 있으나, 정량적인 분석만을 시도하였다는 점은 한계점이다. 이에 향후 연구에서는 SCOPUS DB 외에도 SPRINGER, Science Direct 등의 논문 DB와 국내 논문 DB의 기술을 추가한 분석이 필요할 것으로 보이며, 기술혁신과 관련된 분야의 전문가들을 대상으로 한 델파이 분석 등을 통해 비교분석을 수행하고자 한다.

### REFERENCES

[1] S.T. Park & Y. K. Kim. (2020). Artificial Intelligence Research Trend Using SCOPUS DB: 2011-2019. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(4s), 304-312.

Retrieved from  
<http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/6308>

[2] S. T. Park, J. R. Jung, & C. Liu. (2019). A study on policy measure for knowledge-based management in ICT companies: focused on appropriability mechanisms. *Information Technology and Management*, 1-13.

[3] Y. K. Kim & S. T. Park. (2018). Impacts of innovation motives and activities on innovation Performance. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9(8), 585-591.

[4] S. M. Choi, Y. K. Kim, S. T. Park & T. U. Kim, (2018). Effect of Technological Innovation Competencies on Patent Activities and Product Performance, *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10(1), 235-241

[5] S. T. Park, S. J. Lee & Y. K. Kim. (2015). Appropriability of innovation results: case of the Korean industry. *Indian J. Sci. Technol*, 8(21), 1-9.

[6] F. P. Boer. (1999). *The Valuation of Technology*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

[7] G. Zaltman, R. Duncan & J. Holbek. (1973). *Innovations and organizations*. John Wiley & Sons.

[8] J. Schumpeter. (1934). *Capitalism, socialism, and democracy*. New York.

[9] E. M. Rogers. (1995). *Diffusion of Innovations*. 4rd ed., New York.

[10] E. M. Park. (2018). *Effect of Technology Innovation Competency and Patent Competency on the Business Performance*. Master's thesis. Kyungpook National University, Daegu.

[11] The Korea Society of Digital Policy and Management. (2019). NCS management big data analysis, Wowpass.

[12] S. T. Park & Y. K. Kim. (2019). A Study on Deriving an Optimal Route for Foreign Tourists through the Analysis of Big Data. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(10), 56-63.

[13] J. H. Lee, I. S. Lee, J. K. Soo, B. H. hae & J. Y. Lee. (2017). Patents and Papers Trends of Solar-Photovoltaic(PV) Technology using LDA Algorithm. *Journal of Digital Convergence*, 15(9), 231-239.

[14] <https://ko.wikipedia.org/wiki/LDA>

[15] S. Deerwester, S. T. Dumais, G. W. Furnas, T. K. Landauer & R. Harshman. (1990). Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American society for information science*, 41(6), 391-407.

[16] S. T. Park, S. W. Lee & M. H. Ko. (2018). Industry 4.0 on Keyword Network Analysis. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(s1), 2442-2446

[17] M. H. Ko, E. M. Park & S. T. Park. (2018). Mining the Open Science: Themes and Trends 10 Years of Open Science. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems(SCOPUS)*, 10(1).

[18] G. Li, J. S. Dai, E. M. Park & S. T. Park. (2017). A study on the service and trend of Fintech security based on text-mining: Focused on the data of Korean online news. *Journal of Computer Virology and Hacking Techniques*, 13(4), 249-255.

박 은 미(Eun-Mi Park)

[정회원]



- 2018년 2월 : 경북대학교 경영학부 (경영학석사)
- 2018년 3월 ~ 현재: 경북대학교 경영학부 박사수료
- 관심분야 : 경영전략, 인사조직, 기술혁신, 빅데이터, 인공지능 등
- E-Mail : issack38317@naver.com

서 정 해(Joung-Hae Seo)

[정회원]



- 1983년 8월 : 경북대학교 경영학과 (경영학사)
- 1989년 3월 : 일본 히토츠바시대학 상학연구과(석사)
- 1992년 3월 : 일본 히토츠바시대학 상학연구과(박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 경영학부 교수
- 관심분야 : 경영전략, 인사조직, 기술혁신 등
- E-mail: johseo@knu.ac.kr