

2018년부터 2021년까지 대한안전경영과학회지의 주제어에 관한 분석

양 병 학*

*가천대학교 산업경영공학과

An Analysis on Keywords in the Journal of Korean Safety Management Science from 2018 to 2021

Byoung-Hak Yang*

*Department of Industrial Engineering, Gachon University

Abstract

This study tried to analyze the keywords of the papers published in the Korea Safety Management Science by using the social network analysis. In order to extract the keywords, information on journal articles published from 2018 to 2021 was extracted from the SCIENCE ON. Among the keywords extracted from a total of 129 papers, the keywords with similar meanings were standardized. The keywords used in the same paper were visualized by connecting them through a network. Four centrality indicators of the social network analysis were used to analyze the effect of the keyword. Safety, Safety management, Apartment, Fire hose, SMEs, Virtual reality, Machine learning, Waterproof time, R&D capability, and Job crafting were selected as the keywords analyzed with high influence in the four centrality indicators.

Keywords : Safety, Social Network Analysis, Centrality

1. 서론

한국에서는 2022년 1월부터 중대재해처벌법이 시행되었다. 이로 인해 사회 및 기업에서 안전 관리에 대한 중요성이 더욱 높아질 것으로 예상되고 있다. 이러한 사회적 환경 변화는 안전 관리에 대한 교육 및 연구 수요를 증가 시킬 것으로 예상된다. 안전 관리에 대한 연구를 수행하려는 연구자들은 안전 관리 분야의 연구 경향을 파악하여 연구 주제를 설정할 필요가 있다. 이러한 이유로 안전 관리 분야에서 발행된 연구 논문들에 대한 문헌 조사 연구하면 연구 방향 설정에 도움이 될 수 있다. 연구 경향을 파악하는 방법론 중에는 학회지에 게재된 논문들의 주제어들을 수집하여 주제어간 사회 연결망 분석을 실시하는 것이 있다.

대한안전경영과학회지는 안전 관리에 전문화된 학회지로 국내 안전 관리 연구를 선도하고 있다. 대한안전경영과

학회지에 게재된 논문들을 분석하면 안전 관리 분야에 대한 연구 경향 파악을 효율적으로 실시 할 수 있을 것이다.

이러한 접근으로는 양병학이 2013년도에 실시한 연구에서 2008년도부터 2012년도까지 대한안전경영과학회지에 게재된 논문들의 주제어에 대한 사회 연결망 분석이 실시된바 있다[8]. 다른 학문 분야에서도 이러한 연구가 진행되고 있다. 지역 개발 관련 분야에서는 박수진과 나주몽이 농촌 개발 분야의 주제어에 대한 중심성 분석을 통해서 연구 방향성을 제시하였다[7]. 이지훈은 무역과 관련된 학회지들의 논문 주제어로부터 빈도수와 중요도 분석을 통해 중요 주제어를 추출하였고[5], 나상태 외 3인은 스마트 그리드를 주제어로 하는 논문들에서 추출한 주제어들에 대한 상호 관계를 분석한 연구를 실시하였다[6]. 김경식은 여가학(Leisure) 분야의 학회지에 실린 논문들로부터 주제어를 추출하여 빈도수와 중심성을 분석하였으

†Corresponding Author : Byoung-Hak Yang, Industrial Engineering, Gachon University, 1342 Seongnamdaero, Sujeong-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Korea, E-mail: byang@gachon.ac.kr

Received December 19, 2022; Revision March 17, 2023; Accepted March 27, 2023

며[3], 조수곤과 김성범은 산업공학지의 주제어들에 대하여 텍스트 마이닝 기법으로 주제어의 군집화와 사회 연결망을 분석하였다[1]. 이상에서 다양한 학문 분야에서 학회지를 대상으로 주제어에 대한 사회 연결망 분석이 실시되고 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 2018년부터 2021년까지 대한안전경영과학회지에 게재된 논문들의 주제어를 수집하여 주제어의 영향력에 대한 분석을 통해 안전 관리 분야의 연구 경향에 대하여 파악하려고 한다.

2. 자료 수집 및 분석 도구

논문에 실린 주제어를 수집하기 위하여 한국과학기술정보원이 제공하는 SCIENCE ON의 상세 검색 시스템을 이용하였다. 검색 시스템에서 대한안전경영과학회지의 2018년도부터 2021년도까지 게재된 129편의 논문에 대한 논문제목, 저자, 발행정보, 주제어, 초록 등의 정보를 추출하

였다. 최초로 추출된 주제어는 모두 491개였으며 이중 유사한 주제어들의 표기법에 대한 표준화 작업을 실시하였다. 예를 들어 LMX와 LMX (Leader member exchange)를 LMX (Leader member exchange)로 표준화하였다. 또한 National competency standards, National competency standards (NCS)와 NCS (National competency standard)를 National competency standard로 표준화하였다. 이러한 표준화 작업을 거쳐서 분석에 사용할 484개 주제어를 정할 수 있었다. 각 주제어들 중 동일한 논문에 사용된 경우 서로 연관성이 있는 주제어 쌍으로 정의하였다.

주제어에 대한 사회 연결망 분석을 위해서 Pajek 시스템을 사용하였다. Pajek은 네트워크의 연결망에 대한 분석에서 시각화와 중심성 분석을 효과적으로 실시할 수 있는 컴퓨터 도구이다[2]. Pajek의 최신 정보나 사용 방법은 <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/> 에서 참조할 수 있다.

<Table 1> Most popular keyword list in Journal of Korea Safety Management Science

Keyword	Number of papers	Keyword	Number of papers
Safety	5	LMX(Leader member exchange)	2
Apartment	3	Location estimation	2
Data analysis	3	Loss function	2
Elevator safety	3	New product performance	2
Empowerment	3	Noise	2
Fire hose	3	Object detection	2
Machine learning	3	Occupational safety	2
National competency standard	3	OWAS(Ovako working posture analysing system)	2
Safety management	3	Potential customer demand improvement index	2
Smart phone sensor	3	Preference test	2
4th industrial revolution	2	Production-distribution planning	2
Adaptation for innovation	2	Quality safety of storage apples	2
AHP(Analytic hierarchy process)	2	R&D capability	2
Air fryer	2	REBA(Rapid entire body assessment)	2
China	2	Reducing sugar	2
Cooperation	2	Retention intention	2
Escalator accident prevention	2	RULA(Rapid upper limb assessment)	2
Evacuation safety	2	safety education	2
Housing satisfaction	2	Safety system	2
Human error	2	Smart factory	2
Hybrid approach	2	SMEs(Small and medium sized enterprises)	2
Ignition	2	Technological innovation capability	2
Indoor evacuation routes	2	Technology commercialization capability	2
Indoor hydrant system	2	Virtual reality	2
Job crafting	2	Waterproof time	2
Korea	2		

3. 주제어 중요도 분석

먼저 481개 주제어 중 발생빈도가 높은 주제어들을 추출하면 <Table 1>과 같다. <Table 1>은 2편 이상의 논문에서 발견된 주제어들이다. 발생 빈도가 높은 주제어로는 Safety가 5개의 논문에서 사용되었다. 그 외에 3편 이상의 논문에서 사용된 주제어들은 Apartment, Data analysis, Elevator safety, Empowerment, Fire horse, Machine learning, National competency standard, Smart phone sensor와 Safety management등 9개 주제어였다. 2편의 논문에서 사용된 41개 주제어들은 <Table 1>에 제시되어 있다.

한 논문에서 사용된 주제어들의 수를 정리한 것이 <Table 2>이다. 한 논문에서 사용된 주제어의 수는 2개에서 7개까지 분포하였으며, 한 논문에서 평균적으로 4.24개의 주제어를 사용하였다.

<Table 2> The number of keywords in papers

The number of keywords	The number of papers
2	3
3	37
4	31
5	46
6	8
7	4
Total	129

한 논문에서 같이 사용된 주제어들을 쌍으로 연결하여 전체 484개 주제어들의 연결망을 Pajek 시스템에 의해서 시각화한 것이 [Figure 1]이다. 연결망에서 노드는 주제어이며 한 논문에서 같이 사용된 주제어들은 가지로 연결하였다.



[Figure 1] Keyword network relationship diagram

주제어 연결망에서 직접 연결된 주제어들의 그룹으로

분리하여 시각화한 것이 [Figure 2]에 제시되었는데 여기에는 상당수의 소규모 주제어 그룹이 존재함을 알 수 있었다.



[Figure 2] Keyword group relationship diagram

주제어의 중요도를 분석하기 위해 주제어 연결망에서 한 주제어가 다른 주제어와 얼마나 많이 연결되어 있는지를 나타내는 정도를 중심성이라고 하며 중심성에는 여러 가지 종류가 존재한다[4].

<Table 3> The degree centrality of keyword

Rank	Degree Centrality	Keyword
1	0.024831	Safety
1	0.024831	Safety management
3	0.020316	Apartment
3	0.020316	SMEs
5	0.018059	Machine learning
5	0.018059	Virtual reality (VR)
5	0.018059	R&D capability
5	0.018059	Fire hose
9	0.015801	Safety System

중심성 중 하나인 연결 정도 중심성은 평가 대상 주제어와 연결된 주제어수를 전체 연결수로 나누어 얼마나 많은 수로 연결되었는지를 나타내는 지표이다[4]. 주제어별 연결 정도 중심성을 구하여, 중심성이 높은 상위 주제어들을 구한 결과가 <Table 3>에 제시되어 있다. 중심성 지수는 최대 0.024831에서 최소 0.002257까지 분포하였으며 중심성 지수가 높은 10개 정도의 주제어를 추출하기 위하여 지수 0.015801이상의 주제어를 추출하였다. <Table 3>에 의하면 Safety, Safety management, Apartment, SMEs(중소기업), Machine learning, Virtual reality(VR), R&D capability, Fire horse, Safety system 등이 연결 정도 중심성이 높은 주제어로 조사되었다. 연결 정도 중심성 분석에서 10위의 주제어가 35개여서 9위까지의 주제어만 표시하였다. 연결

정도 중심성과 <Table 1>의 주제어 빈도수를 비교해보면 빈도수가 높은 주제어 중 Data analysis, Elevator safety, National competency standard와 같은 주제어들은 연결 정도 중심성은 높지 않은 것으로 분석되었다. 따라서 단순히 발생 빈도가 높은 주제어의 영향력이 높다고 할 수 없으며 주제어간 여러 가지 중심성을 분석할 필요가 있다.

두 번째로 주제어 중심성의 또 다른 분석방법인 인접 중심성을 사용하여 분석하였다. 인접 중심성은 연결망에서 다른 주제어와의 거리가 짧은 정도를 나타내는 지표이다[4]. 인접 중심성 지수를 분석한 결과 최대 0.027027에서 최소 0.004505까지 분포하였다. 상위 10개의 주제어를 추출하기 위해서 지수 0.018581에서 주요 주제어를 추출하였다. 지수 상위 9위 주제어가 7개의 동물이어서 모두 15개를 선정하였다. <Table 4>는 인접 중심성이 높은 주제어들을 제시한 표이다. 인접 중심성이 높은 주제어로는 Safety, Safety management, Apartment, SMEs, Fire horse, Virtual reality(VR), Machine learning, R&D capability 등으로 조사되었다. 기타 인접 정도 중심성이 높은 주제어들은 Waterproof time, Excavation work, Risk factor, Safe construction, Safety design, Temporary structure와 Underground excavation construction 등이 조사되었다. <Table 3>과 <Table 4>를 비교해보면 연결 정도 중심성과 인접 중심성이 높은 주제어들은 최상위 4개는 동일하며 그 이하의 주제어들의 순위가 변하고 있음을 알 수 있다.

<Table 4> The closeness centrality of keyword

Rank	Closeness Centrality	Keyword
1	0.027027	Safety
1	0.027027	Safety management
3	0.022523	Apartment
3	0.022523	SMEs
5	0.021236	Fire hose
6	0.020646	Virtual reality(VR)
7	0.02027	Machine learning
7	0.02027	R&D capability
9	0.018581	Waterproof time
9	0.018581	Excavation work
9	0.018581	Risk factor
9	0.018581	Safe construction
9	0.018581	Safety design
9	0.018581	Temporary structure
9	0.018581	Underground excavation Construction

세 번째로 분석한 중심성은 매개 중심성(사이 중심성)이다. 매개 중심성은 연결망 사이에서 주제어와 주제어를 연결하는 최단 경로 상에 많이 존재할수록 중심성이 높고 판단되는 중심성 지표이다[4]. 매개 중심성 지수는 최대 0.000514에서 최소 0까지 분포하였다. 지수 상위 10번째의 주제어의 지수가 0.000153이어서 그 이상의 주제어를 추출하였다. 매개 중심성이 높은 주제어들은 <Table 5>에 제시하였다. 매개 중심성이 높은 주제어로는 Safety, Safety management, Fire hose, Apartment, Virtual reality(VR), Waterproof time, Job crafting, Safety education, Machine learning, Occupational safety, R&D capability 등으로 조사되었다. 매개 중심성이 높은 주제어들은 연결 정도 중심성이나 인접 중심성이 높은 주제어들과 다른 것을 알 수 있다. Job crafting, Safety education, Occupational safety등이 매개 중심성에서 영향력이 높은 주제어였다.

<Table 5> The betweenness centrality of keyword

Rank	Betweenness Centrality	Keyword
1	0.000541	Safety
2	0.000368	Safety management
3	0.000296	Fire hose
4	0.000276	Apartment
5	0.000255	Virtual reality(VR)
6	0.000245	Waterproof time
7	0.000184	SMEs
7	0.000184	Job crafting
9	0.000163	Safety education
10	0.000153	Machine learning
10	0.000153	Occupational safety
10	0.000153	R&D capability

마지막으로 분석한 위세 중심성은 간접적으로 연결된 주제어들의 영향력까지 중심성에 포함시킨 지표이다[4]. 지수는 최대 0.025004에서 최소 0.002257까지 분포하였으며 상위 9위의 주제어가 다수 발생하여 지수 0.017071이상의 주제어들을 추출하였다. 근접 위세 중심성을 분석한 결과가 <Table 6>에 제시되었다. 위세 중심성이 높은 주제어로는 Safety, Safety management, Apartment, SMEs, Fire horse, Virtual reality(VR), Machine learning, R&D capability, Waterproof time, Excavation work, Risk factor, Safe construction, Safety design, Temporary structure와 Underground excavation construction 등으로 조사 되었다. 위세 중심성이 높은 주제어들은 <Table 4>와 비교해보면 인접 중

심성의 결과와 같은 것으로 분석되었다.

<Table 6> The proximity prestige of keyword

Rank	Proximity Prestige	Keyword
1	0.025004	Safety
2	0.024831	Safety management
3	0.020316	Apartment
3	0.020316	SMEs
5	0.01951	Fire hose
6	0.018811	Virtual reality(VR)
7	0.018059	Machine learning
7	0.018059	R&D capability
9	0.017071	Waterproof time
9	0.017071	Excavation work
9	0.017071	Risk factor
9	0.017071	Safe construction
9	0.017071	Safety design
9	0.017071	Temporary structure
9	0.017071	Underground excavation construction

4가지 중심성 지표에서 높게 평가된 주제어들을 정리한 것이 <Table 7>에 제시되었다. 전체적으로 영향력이 높은 주제어들은 Safety, Safety management, Apartment, Fire hose, SMEs, Machine learning, Virtual reality, Waterproof time, R&D capability와 Job crafting으로 10개를 선정하였다.

선행 연구에서 2008년도부터 2012년까지의 대한안전경영과학회지를 분석한 결과에서는 주요 주제어로는 RFID, 6 Sigma, EPCglobal network, Simulation, EPCIS, Delivery service, Service quality 등이 선정된 바 있다[8]. 10년 전의 연구에서는 품질과 물류와 관련된 안전 연구가 주요 주제였으나 2018년 이후의 연구에서는 품질이나 물류에 대한 연구 주제어는 중요도가 낮아졌으

며 새롭게 기계 학습이나 가상현실과 관련된 주제어의 중요성이 높아지고 있었다.

4. 결론

본 연구는 안전 관리의 중요도가 높아지는 시점에서 대한안전경영과학회지가 발간한 논문들에 대한 서지 정보를 분석하려고 하였다. 서지 정보를 분석하는 방법으로 주제어로 연결된 연결망의 사회 연결망 분석을 사용하였다.

먼저 주제어를 추출하기 위하여 2018년부터 2021년까지 발행된 학회지 논문의 정보를 SCIENCE ON 검색 시스템에서 추출하였다. 총 129편의 논문에서 추출한 주제어들 중 의미가 유사한 주제어들을 표준화하여 484개 주제어에 대하여 분석을 실시하였다. 동일 논문에서 사용된 주제어들을 연결망으로 연결하여 시각화하였다.

다음으로 주제어의 중요도를 분석하기 위하여 사회 연결망 분석에서 사용하는 4가지 중심성 지표들을 이용하였다. 4가지 중심성 지표에서 높은 영향력으로 분석된 주제어들은 Safety, Safety management, Apartment, Fire hose, SMEs, Machine learning, Virtual reality, Waterproof time, R&D capability와 Job crafting 등이 선정되었다. 최근 여러 학문 분야에서 연구 방법론으로 사용되는 기계 학습과 가상현실이 안전 관리 분야에서도 사용되기 시작했으며 영향력이 높게 나왔다는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 성과는 살펴보면, 연구를 통해 선정된 영향력이 높은 주제어들은 향후 연구자들이 안전 관련 주제를 설정하는 지표로 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 주제어 중 Safety나 Safety management는 안전관련 분야라는 것을 나타내는 주제어이며, 나머지 주제어들은 주로 연구의 대상들을 나타내고 있다. 이러한 주제어들은 새로운 연구 주제를 설정하는 연구자들에게 연구 방향을 설정하는 지표로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

<Table 7> Highly influential keyword

Degree centrality	Closeness centrality	Betweenness centrality	Proximity prestige
Safety	Safety	Safety	Safety
Safety management	Safety management	Safety management	Safety management
Apartment	Apartment	Fire hose	Apartment
SMEs	SMEs	Apartment	SMEs
Machine learning	Fire hose	Virtual reality(VR)	Fire hose
Virtual reality(VR)	Virtual reality(VR)	Waterproof time	Virtual reality(VR)
R&D capability	Machine learning	SMEs	Machine learning
Fire hose	R&D capability	Job crafting	R&D capability

그러나 본 연구는 대한안전경영과학회지라는 한 학회지 만에 대한 분석을 실시했다는 한계점이 있으며, 주제어에 대해서만 분석했고, 개별 논문의 내용에 대한 분석을 실시하지 못한 점은 향후 연구에서 개선되어야 할 점이다.

5. References

- [1] S. G. Cho, S. B. Kim(2012), "Finding meaningful pattern of key words in IIE transactions using text mining." *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 38(1):67-76.
- [2] W. De Nooy, A. Mrvar, V. Batagelj(2018), *Explorator social network analysis with Pajek*. Cambridge University Press.
- [3] K. S. Kim(2017), "Social network analysis of keywords of leisure studied: Published articles in three major International Journal for the past 10 Years(2006-2015)." *Korean Journal of Leisure, Recreation & Park*, 41(4):29-43.
- [4] Y. H. Kim(2011), *Social network analysis*. Parkyoungsa.
- [5] J. H. Lee(2020), "A study on the research trends in international trade using social network analysis." *Journal of the Korean Academia-Industrial Cooperation Society*, 21(11):465-476.
- [6] S. T. Na, J. E. Ahn, M. H. Jung, J. H. Kim(2017), "Research trend analysis for smart grid using social network analysis." *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, 66(12):1697-1704.
- [7] S. J. Park, J. M. Na(2016), "A social network analysis on the research trend of korean rural development-Focus on the centrality structure analysis of key words-." *Journal of the Korean Regional Science Association*, 32(3):29-43.
- [8] B. H. Yang(2013), "A social network analysis on the research subjects in *Journal of Korean Safety Management and Science*." *Journal of Korean Safety Management and Science*, 15(2):161-161.

저자 소개



양 병 학

서울대학교 산업공학과에서 학사, 석사, 박사 학위 취득

현재 가천대학교 산업경영공학과 교수

관심분야: 물류, 공급사슬관리, 설비계획, 경영과학, 인간공학