

키워드 빈도와 중심성 분석을 이용한 인공지능 보안 연구 동향 : 미국 · 영국 · 한국을 중심으로

이택균*

Research Trend on AI Security Using Keyword Frequency and Centrality Analysis : Focusing on the United States, United Kingdom, South Korea

Lee Taekkyeun

〈Abstract〉

In this study, we tried to identify research trends on artificial intelligence security focusing on the United States, United Kingdom, and South Korea. In Elsevier's Scopus We collected 4,983 papers related to artificial intelligence security published from 2018 to 2022 and by using the abstracts of the collected papers, Keyword frequency and centrality analysis were conducted. By calculating keyword frequency, keywords with high frequency of appearance were identified and through the centrality analysis, central research keywords were identified by country. Through the analysis results, research related to artificial intelligence, machine learning, Internet of Things, and cybersecurity in each country was conducted as the most central and highly mediating research. The implication for Korea is that research related to cybersecurity, privacy, and anomaly detection has lower centralities compared to the United States and research related to big data has lower centralities compared to United Kingdom. Therefore, various researches that intensively apply artificial intelligence technology to these fields are needed.

Key Words : Artificial Intelligence, Security, Centrality, Frequency

I. 서론

인공지능은 4차 산업혁명을 주도할 핵심적인 기술 중 하나로 주목을 받고 있다[1, 2]. 인공지능은 많은 분야들에 적용되고 있으며, 인공지능을 기반으로 한 사물인터넷(Internet of Things)에 관한 연구[3, 4], 의

료빅데이터를 인공지능 기법으로 분석하여 맞춤형 건강 관리를 지원하는 스마트 헬스케어(Smart Healthcare)에 관한 연구[5, 6], 인공지능을 활용하여 도시 서비스를 자율화하고 지능화하기 위한 스마트 시티(Smart City)에 관한 연구[7, 8] 등을 통해서 여러 분야와 융합을 진행하고 있다. 구체적으로 인공지능 보안과 관련된 다양한 연구도 활발하게 진행되고 있

* 아주대학교 다산학부대학 조교수(단독저자)

다. 즉, 사물인터넷 보안을 강화하기 위해서 인공지능 기법을 적용한 연구[9, 10], 인공지능을 기반으로 하여 보안이 강화된 헬스케어 시스템에 대한 연구[11, 12], 스마트 시티에서 향상된 사이버 보안 방어 시스템을 위하여 인공지능 기술을 활용한 연구[13, 14] 등이 진행되었다.

세계적으로 인공지능은 일상생활에 많은 영향을 주고 있으며 여러 국가의 인공지능 관련 보안 연구 동향을 파악 및 비교를 통해서 여러 국가들의 인공지능 보안 연구 현황을 파악할 수 있으며, 이를 통해서 한국의 인공지능 연구 발전을 위한 방향 설정에 지표를 제시하고자 본 연구를 진행하였다.

인공지능 보안 관련 동향 분석[15-29]에서는 대체적으로 인공지능 보안 기술을 적용한 산업체 이용 현황과 사례들을 중심으로 기술하였다. 이러한 동향 파악은 관련 연구 논문을 기반으로 한 동향 분석은 아니며 인공지능 보안을 연구한 국가 간에 비교를 통하여 함의를 제시하지는 못하였다.

본 연구는 인공지능 보안 관련 연구 논문을 기반으로 하여 북미대륙, 유럽, 그리고 한국의 인공지능 보안 연구 동향을 파악하고자 한다. 따라서 인공지능 보안 연구와 관련하여, 북미대륙에서 주요 연구 국가인 미국, 유럽에서 주요 연구 국가인 영국에서 진행된 인공지능 보안 연구 동향과 한국의 인공지능 보안 연구 동향을 비교하고 한국에 집중적으로 필요한 연구 분야를 파악하여 시사점을 제시하고자 한다.

본 연구에서는 Elsevier의 Scopus의 2018년부터 2022년까지 인공지능 보안과 관련된 미국, 영국 그리고 한국의 논문 총 4,983편을 수집하였으며 수집된 논문의 초록을 기반으로 키워드 빈도와 중심성 분석을 하였다. 이를 통해서 빈도가 높은 상위 빈도 키워드와 중심성 분석에 의한 중심적인 연구 키워드를 확인하고자 하였다. 중심성 분석을 하기 위해서, 대표적인 연결 중심성 및 매개 중심성을 이용하였으며 국가 별로 키워드 빈도 및 중심성 분석을 이용하여 비교하

였다. 그뿐만 아니라 한국에 대한 인공지능 보안과 관련된 연구 방향성을 제시하기 위해서 한국에 관련된 시사점을 도출하였다.

본 논문의 구성을 보면, 2장에서 관련 연구로 인공지능 보안에 대한 동향과 중심성에 대하여 기술하였다. 3장에서 연구 질문을 설정하고 자료 수집 과정에 대해서 설명하였으며 자료 전처리 및 분석 방법에 대해서 기술하였다. 키워드 빈도 및 중심성 분석 결과는 4장에 제시하였고 5장에서 분석 결과에 대해 논의하였으며 6장에서는 결론으로 마무리하였다.

II. 관련 연구

2.1 인공지능 보안 동향 분석

인공지능 보안이란 인공지능 기술이 적용된 다양한 영역에 대한 보안 문제 해결을 위한 연구 분야이다.

기존의 인공지능 보안 관련 동향 분석에 대해서 보면, 국내 동향 분석에서, 이정률[15]은 인공지능 산업의 시장 규모가 급격하게 증가할 것으로 전망하였으며 지능형 보안관제, 지능형 네트워크 탐지, 지능형 악성코드 분석 등의 사이버 보안 분야에서 인공지능 기술을 활용하고 있는 현황 및 사이버 보안에 적용된 인공지능 기술과 활용 사례를 소개하였다.

유진호[16]는 인공지능 기술과 활용 사례를 소개하였다. 또한 인공지능 기술을 공급자 측면과 이용자 측면으로 구분하고 각 측면과 관련된 인공지능 보안 위협들에 대해서 기술하였으며 침해사고 사례도 소개하였다. 서동일[17]은 인공지능 중심 사회에 대한 소개를 하였으며 인공지능 기술에 존재하는 취약점을 대상으로 하는 보안 위협들을 기술하고 이러한 위협들에 대한 대책을 제시하였다. 그뿐만 아니라 인공지능 기술 활용 현황을 예측, 탐지, 대응 분야별로 구

분하고 산업 활용 사례들도 함께 소개하였다. 이태진 [18]은 딥러닝의 심층신경망 모델을 공격과 같이 인공지능을 공격하는 기술에 대한 연구 사례 및 적대적 공격(Adversarial Attack)의 개념 및 유형들을 기술하였다.

국의 동향 분석에서 Azambuja[19]는 인공지능 기법에 기반한 사이버 보안 공격 대응 방법들에 대한 연구 동향을 소개하였으며, 특히 머신러닝(Machine Learning)과 딥러닝(Deep Learning) 등의 인공지능 기법을 활용한 사이버 보안 공격 탐지 방법들을 분류하여 기술하였다. Salama[20]는 머신러닝과 딥러닝 기술에 대해서 소개하였으며 사이버보안 위협에 대응하기 위해서 이러한 인공지능 기술과 블록체인 기술이 적용된 연구들에 대해서 소개하였다.

또한 각 국가별로 2021년 이전 과거 동향을 정리하면, 미국의 경우에 Hlavka[21]는 스마트헬스케어 분야에 관련된 보안 및 프라이버시 문제들에 대해서 소개하고 인공지능 기술을 기반으로 한 보안과 프라이버시 문제에 대한 대응 방법에 대해서 기술하였다. Zhao[22]는 인공지능 기술의 사이버 보안 적용에 대한 장점을 기술하고 인공지능을 사이버 보안에 적용한 연구들에 대해서 소개하였다. Thuraisingham[23]은 클라우드에 기반한 자율 운송 시스템과 관련된 인공지능 기술 및 보안 위협들에 대해서 소개하였다.

영국의 경우에 Lovejoy[24]는 헬스케어 분야에 적용된 인공지능의 역할에 대해서 소개하였으며 인공지능 기술이 이용할 헬스케어 관련 데이터에 대한 보안 및 프라이버시 문제에 대해서 기술하였다. 또한 Darraj[25]는 인공지능에 기반한 사이버 보안 이슈들에 대해서 기술하였으며 인공지능에 기반하여 보안성이 강화된 시스템 개발을 위한 프레임워크를 소개하였다. Raja[26]는 지능형 교통 시스템에서 보안 및 프라이버시 관련 이슈들에 대해서 소개하였으며 이러한 이슈들을 해결하기 위해서 인공지능과 블록체인 기술을 적용한 기법을 제안하였다.

한국의 경우에 Jeong[27]은 여러 보안 위협 요소들을 구분하였다. 즉, 인공지능 기술을 활용하여 공격하는 보안 위협들과 인공지능의 취약점을 공격하는 보안 위협들로 구분하였다. 또한 여러 보안 위협들에 대응하기 위한 대응 기법들에 대해서 기술하였다. Kim[28]은 의료 데이터에 대한 안전성 검증의 중요성과 이와 관련된 문제점들에 대해서 소개하였으며 이러한 문제점을 해결하기 위해서 인공지능 및 블록체인 기술을 적용하여 의료 데이터의 검증 및 데이터에 대한 프라이버시 보호를 위한 기법을 제안하였다. Singh[29]은 지속가능한 스마트 시티의 보안을 위해서 블록체인 기술을 적용하는 것과 관련된 문제점들을 소개하였으며 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 블록체인에 인공지능 기술을 융합하는 기법을 제안하였다.

전체적으로, 국내 및 해외 인공지능 보안에 관한 동향 분석[15-29]에서 인공지능 보안 기술 관련 연구를 진행하는 국가 간의 비교를 제시하지 못하였다.

2.2 중심성

중심성(Centrality) 분석은 주어진 텍스트에서 추출된 키워드를 이용하여 네트워크를 구성하고 구성된 키워드 네트워크에서 키워드 간의 관계를 분석하는 기법이다[30]. 키워드 네트워크는 노드와 링크로 이루어져 있으며 노드는 키워드를 의미하고 링크는 키워드 간의 관계를 나타낸다. 중심성 분석을 통해서 키워드 네트워크로부터 중심 키워드를 파악하므로 중심성 분석은 트렌드를 분석하는 경우 또는 연구 동향을 파악하는 경우에 많이 이용된다[31, 32].

본 연구의 중심성 분석을 위해서 연결 중심성(Degree Centrality)과 매개 중심성(Betweenness Centrality)을 이용하였다. 연결 중심성이란 키워드 네트워크에서 하나의 노드가 다른 노드들과 연결된 정도를 나타내는 지표이다. 키워드 네트워크에서 하

나의 노드가 다른 노드들과 연결된 정도가 많을수록 노드의 연결 중심성은 높아지며 해당 노드가 다른 노드들과 높은 연관성을 가지는 것을 나타낸다[33].

매개 중심성이란 키워드 네트워크에서 하나의 노드가 다른 노드 간의 얼마나 매개적인 역할을 하는지를 나타내는 지표이다. 즉 하나의 노드가 다른 노드 간의 최단 경로에 위치할수록 노드의 매개 중심성은 높아지며 매개 중심성이 높을수록 한 연구에서 다른 키워드들과 같이 고려되는 정도가 높아진다[34, 35].

연결 중심성에서 한 노드가 다른 노드들과 많이 연결되면 연결 중심성이 높아지며, 따라서 해당 노드는 네트워크에서 높은 영향력을 가지는 노드로 파악된다. 또한 매개 중심성에서는 한 노드가 다른 노드 간에 높은 매개적인 역할을 하는 경우에는 해당 노드가 다른 노드들과 많이 연결되지는 않았으나 높은 매개적인 역할을 통해서 높은 영향력을 가지는 노드로 파악될 수 있다. 이러한 의미에서 연결 중심성과 매개 중심성은 가장 기본적인 대표적으로 네트워크에서 높은 영향력을 가지는 노드의 파악을 위해서 이용될 수 있는 중심성이어서 본 연구에서 선택하였다.

그뿐만 아니라 다른 중심성으로 Eigenvector Centrality와 Closeness Centrality가 있으며 Eigenvector Centrality는 하나의 노드가 중요한 영향력을 가진 노드와 연결되어 있는 정도를 지표로 나타낸 중심성이다. 따라서 Eigenvector Centrality에서는 하나의 노드가 다른 노드들과 연결이 많지 않아도 중요한 영향력을 가진 노드에 연결될수록 높은 영향력을 가지는 노드로 파악된다. Closeness Centrality는 하나의 노드가 네트워크의 다른 노드들과 거리가 가까운 정도를 지표로 나타낸 중심성이며 Closeness Centrality에서는 해당 노드가 네트워크의 다른 노드들과 가까울수록 높은 영향력을 가지는 노드로 파악된다.

III. 연구 방법

3.1 연구 질문

인공지능 보안과 관련된 연구 동향 파악을 위해서 다음과 같은 연구 질문을 설정한다.

연구 질문 1: 인공지능 보안과 관련된 키워드 빈도 결과는 어떠한가?

연구 질문 2: 인공지능 보안과 관련된 연결 중심성 및 매개 중심성 분석 결과는 어떠한가?

연구 질문 3: 인공지능 보안과 관련된 연결 중심성 및 매개 중심성 분석 결과로부터 도출되는 한국과 관련된 시사점은 무엇인가?

3.2 자료 수집

자료 수집을 위해서 2018년에서 2022년까지 Elsevier의 Scopus에 발표된 논문을 대상으로 하였으며 'artificial intelligence' 및 'security'를 검색 키워드로 이용하여 자료를 수집하였다.



<그림 1> 수집 논문 현황

<그림 1>에 국가별로 수집된 논문 현황을 나타내었으며 국가별 수집 논문 편수는 3,175편(미국), 1,162편(영국), 646편(한국)이다. 수집된 논문 편수를 보면,

한국이 발표한 논문 편수는 2019년부터 지속해서 증가하였으며 영국이 발표한 논문 편수도 2018년부터 2022년까지 계속적으로 증가하였다. 미국이 발표한 논문은 2018년부터 증가하였으며 2020년에는 조금 감소하였으나 전체적으로 2022년까지 지속적으로 증가하였다.

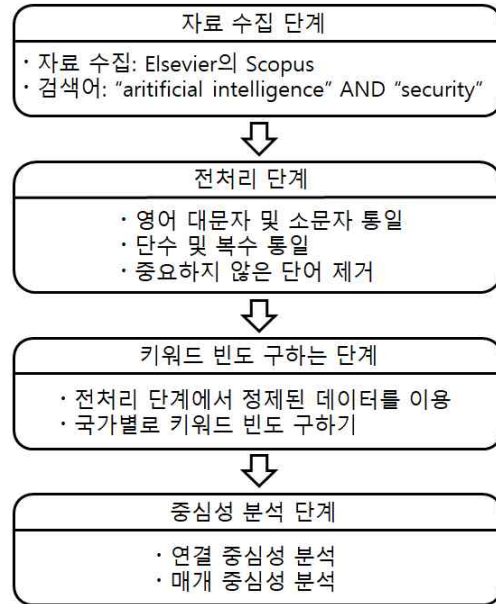
미국에 의해서 발표된 논문 편수가 가장 많으며 한국에 의해서 발표된 논문 편수가 가장 적다. 또한 연도별로 영국과 한국이 발표한 논문 편수는 미국이 발표한 논문 편수보다 많이 적은 편이다. 연도별 수집 논문 편수는 515편(2018년), 956편(2019년), 970편(2020년), 1,157편(2021년), 1,385편(2022년)이며 연도별 수집 논문 편수는 2018년부터 지속해서 증가하였다.

3.3 자료 전처리 및 분석 방법

<그림 2>에 본 연구와 관련된 전체적인 절차를 나타내었다. 수집 논문들의 논문 초록에서 단어(키워드)를 추출하였고 추출된 키워드들을 대상으로 전처리 작업을 하였다.

전처리 작업 과정에서는 영어 대문자 및 소문자를 일치시키는 작업을 하였으며 또한 단수와 복수 단어를 통일하고 같은 의미의 단어들을 일치시키는 작업을 진행하였다. 그리고 구두점, 숫자, 기호 등의 불필요한 내용을 삭제하였으며 관사와 부사 등의 중요하지 않은 의미의 단어들도 배제하였다. 이러한 전처리 작업을 통해서 얻은 데이터를 이용하여 키워드를 추출하였으며 추출된 키워드에 기반하여 키워드 빈도를 구하였다. 국가별로 키워드 빈도를 구하였고 빈도가 높은 상위 15개 키워드를 선별하였다.

본 연구에서 중심 연구 키워드의 파악을 위해서 키워드 네트워크에 기반하여 키워드 사이의 관계를 분석하였으며 중심성 분석을 위해서 연결 중심성 및 매개 중심성을 이용하였다. 연결 중심성을 이용하여 키워드 네트워크의 각 노드(키워드)가 다른 노드와 연



<그림 2> 전체적인 절차

결된 정도를 지표로 나타내었으며 노드의 연결 중심성이 0~1 사이의 값이 되도록 정규화된 값으로 나타내었다. 매개 중심성을 이용하여 키워드 네트워크의 각 노드의 매개적 역할의 정도를 지표로 나타내었으며 키워드 네트워크에서 해당 노드가 다른 노드 간에 얼마나 많이 위치하는지를 측정하여 노드의 매개 중심성을 구하였다.

키워드 네트워크를 구성하는 각 키워드에 대한 연결 중심성 및 매개 중심성을 구하였다. 구해진 연결 중심성이 높은 상위 15개 키워드를 국가별로 분석하였으며 매개 중심성이 높은 상위 15개 키워드를 국가별로 분석하였다. 프로그래밍 언어 R을 이용하여 전처리 과정을 처리하고, 키워드 빈도 및 중심성 분석을 진행하였다.

IV. 분석 결과

4.1 키워드 빈도 결과

키워드 빈도를 구하기 위해서 추출된 키워드를 기반으로 국가별로 키워드 빈도를 구하였으며 빈도가 가장 높은 상위 15개 키워드를 <표 1>에 나타내었다.

상위 5개 키워드를 <표 1>에서 보면, 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'iot', 'security'가 각 국가에서 공통으로 보이며 이 키워드 중에서 'artificial_intelligence'가 가장 빈도가 높게 나타났다.

<표 1> 국가별 상위 빈도 키워드

순위	미국	영국	한국
1	artificial_intelligence	artificial_intelligence	artificial_intelligence
2	machine_learning	machine_learning	iot
3	cyber_security	iot	machine_learning
4	iot	cyber_security	security
5	security	security	deep_learning
6	deep_learning	deep_learning	blockchain
7	blockchain	big_data	cyber_security
8	privacy	privacy	cloud_computing
9	big_data	blockchain	neural_network
10	neural_network	cloud_computing	big_data
11	cloud_computing	intrusion_detection	cnm
12	edge_computing	network_security	malware
13	anomaly_detection	covid	authentication
14	covid	edge_computing	privacy
15	federated_learning	malware	edge_computing

각 국가에서 상위 5개 키워드에 포함되지 않았으나 키워드 'cyber_security', 'deep_learning', 'blockchain', 'cloud_computing', 'edge_computing', 'privacy', 'big_data'는 국가마다 나타났으며 공통으로 관심을 가지는 연구 키워드로 보인다.

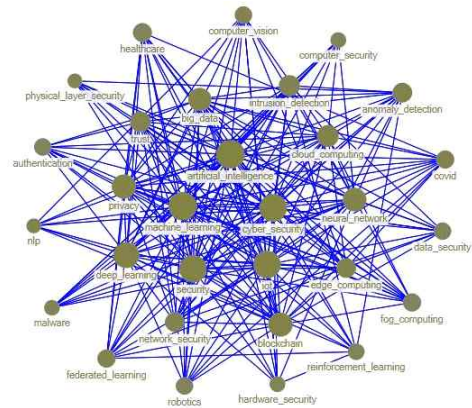
이 키워드들에 대하여 국가별로 순위를 보면, 'cyber_security', 'privacy'의 순위는 미국과 영국에서

는 비슷한 편이며 한국에서는 낮은 편이다. 키워드 'deep_learning'의 순위는 각 국가에서 비슷한 순위를 보이며 'blockchain'의 경우에는 미국과 한국에서 비슷하게 나타났으나 영국에서는 조금 낮은 편이다. 키워드 'cloud_computing'의 순위는 미국과 영국에 비해서 한국의 순위가 조금 높은 편이며 'edge_computing'의 경우에는 영국과 한국에 비해서 미국의 순위가 조금 높은 편이다. 키워드 'big_data'는 미국과 한국에 비해서 영국에서 순위가 조금 높은 편이다.

4.2 중심성 분석 결과

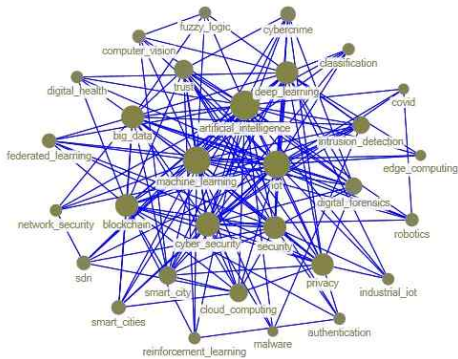
4.2.1 키워드 네트워크

중심성 분석을 하기 위하여 국가별로 키워드 네트워크를 구성하기 위해서 각 국가에서 키워드 빈도가 높은 상위 30개 키워드를 이용하여 키워드 네트워크를 <그림 3>, <그림 4>, <그림 5>에 나타내었다.

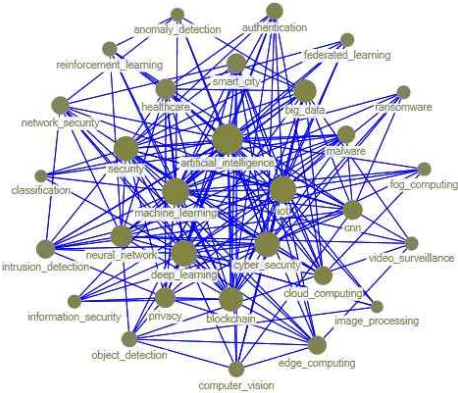


<그림 3> 미국의 키워드 네트워크

키워드 네트워크에서 노드는 키워드를 의미하고 노드를 연결하는 링크는 키워드 사이의 관계를 의미한다. <그림 3>의 키워드 네트워크는 미국의 논문 초록으로부터 추출된 빈도가 높은 상위 30개 키워드로



<그림 4> 영국의 키워드 네트워크



<그림 5> 한국의 키워드 네트워크

구성되었으며 <그림 3>의 각 노드의 크기는 해당 노드와 연결된 링크 수에 비례한다. 노드에 링크가 많이 연결될수록 노드의 크기가 크며 노드에 링크가 적게 연결될수록 노드의 크기가 작다. <그림 3>의 키워드 네트워크를 이용하여 미국의 키워드 연결 중심성과 매개 중심성이 구해졌다.

<그림 4>의 키워드 네트워크는 영국의 논문 초록으로부터 추출된 키워드 중에서 빈도가 높은 상위 30개 키워드로 구성되었다. <그림 4>의 키워드 네트워크를 이용하여 영국의 키워드 연결 중심성과 매개 중심성이 구해졌다.

<그림 5>의 키워드 네트워크는 한국의 논문 초록

으로부터 추출된 키워드 중에서 빈도가 높은 상위 30개 키워드로 구성되었으며 <그림 5>의 키워드 네트워크를 이용하여 한국의 키워드 연결 중심성과 매개 중심성이 구해졌다.

4.2.2 연결 중심성 분석

<그림 3>의 미국 키워드 네트워크, <그림 4>의 영국 키워드 네트워크, <그림 5>의 한국 키워드 네트워크를 이용하여 각 국가의 키워드 연결 중심성을 구하였으며 각 국가에서 연결 중심성이 높은 상위 15개 키워드를 <표 2>에는 나타내었다.

<표 2> 국가별 상위 연결 중심성 키워드

순위	미국	영국	한국
1	artificial_intelligence (1.0)	artificial_intelligence (0.965)	artificial_intelligence (1.0)
2	machine_learning (1.0)	machine_learning (0.862)	machine_learning (0.793)
3	cyber_security (0.931)	iot (0.827)	iot (0.758)
4	iot (0.931)	cyber_security (0.655)	deep_learning (0.724)
5	security (0.931)	security (0.586)	cyber_security (0.689)
6	deep_learning (0.827)	deep_learning (0.586)	security (0.655)
7	blockchain (0.724)	big_data (0.586)	blockchain (0.620)
8	privacy (0.724)	blockchain (0.586)	big_data (0.551)
9	neural_network (0.689)	privacy (0.551)	neural_network (0.517)
10	big_data (0.655)	trust (0.413)	privacy (0.448)
11	cloud_computing (0.586)	cloud_computing (0.379)	healthcare (0.448)
12	intrusion_detection (0.551)	smart_city (0.379)	cnn (0.413)
13	trust (0.517)	intrusion_detection (0.344)	smart_city (0.413)
14	edge_computing (0.482)	digital_forensics (0.344)	cloud_computing (0.379)
15	anomaly_detection (0.482)	cybercrime (0.275)	edge_computing (0.379)

<표 2>의 연결 중심성 순위는 해당 키워드가 다른 키워드와 연관성이 얼마나 높으며 중심적인지를 국가별로 나타낸다. <표 2>는 여러 분야의 키워드들로 구성되어 있다. 따라서 이러한 키워드를 분야별로 파악하고자 <표 2>에 있는 키워드를 분야별로 구분하였다. 그래서 인공지능 관련 분야(분야 A), 보안 관련 분야(분야 B), 클라우드 컴퓨팅 관련 분야(분야 C), 사물인터넷 및 기타 분야(분야 D)로 구분하고 <표 3>에 정리하였다.

<표 2>를 보면, 국가마다 공통으로 나타나는 순위 5위 안에 포함되는 키워드로 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'iot', 'cyber_security'가 있으며 이 키워드들은 국가별로 연결 중심성이 높은 키워드들이다. 이 중에서 'artificial_intelligence', 'machine_learning'은 국가별로 연결 중심성이 가장 높은 순위 2위 안에 포함되는 키워드들이다.

<표 3> 분야에 따른 국가별 연결 중심성 키워드

분야	미국	영국	한국
A	artificial_intelligence machine_learning deep_learning neural_network	artificial_intelligence machine_learning deep_learning	artificial_intelligence machine_learning deep_learning neural_network cnn
B	cyber_security security blockchain privacy intrusion_detection trust anomaly_detection	cyber_security security blockchain privacy trust intrusion_detection digital_forensics cybercrime	cyber_security security blockchain privacy
C	cloud_computing edge_computing	cloud_computing	cloud_computing edge_computing
D	iot big_data	iot big_data smart_city	iot big_data healthcare smart_city

<표 3>에서 인공지능 관련 분야(분야 A)의 키워드들을 살펴보면, 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'deep_learning'이 공통으로 보이

며 이 키워드와 관련된 연구가 국가마다 연결 중심적으로 진행된 것으로 파악된다. 분야 A의 키워드의 연결 중심성 순위를 <표 2>에서 보면, 키워드 'artificial_intelligence'의 연결 중심성이 국가마다 가장 높게 나타났다. 또한 <표 3>에서 미국과 한국에서는 키워드 'neural_network'가 보이며 인공지능 분야 중 하나인 신경망(neural network)과 관련된 연구가 공통으로 연결 중심적으로 진행된 것으로 보인다.

<표 3>의 보안 관련 분야(분야 B)의 키워드에서는 'cyber_security', 'security', 'blockchain', 'privacy'가 각 국가에서 보이며 이 키워드와 관련된 연구가 국가마다 연결 중심적으로 진행된 것으로 파악된다. 분야 B의 키워드의 연결 중심성 순위를 <표 2>에서 보면, 분야 B의 키워드 중에서 'cyber_security'의 연결 중심성이 각 국가에서 가장 높은 편이다. 또한 키워드 'intrusion_detection', 'trust'는 미국과 영국에서 나타났으며, 두 나라에서 침입 탐지(Intrusion Detection), 신뢰(trust)와 관련된 연구를 연결 중심적으로 진행한 것으로 보인다.

클라우드 컴퓨팅 관련 분야(분야 C)의 키워드를 보면, 키워드 'cloud_computing'이 각 국가에서 보이며, 이를 통해서 클라우드 컴퓨팅 관련 연구가 국가마다 연결 중심적인 연구로 진행된 것으로 보인다. 'edge_computing'은 미국과 한국에 나타났으며, 따라서 엣지 컴퓨팅과 관련 연구가 공통으로 연결 중심적으로 이뤄진 것으로 파악된다.

사물인터넷 및 기타 분야(분야 D)의 키워드에서는 'iot', 'big_data'가 각 국가에서 나타났으며, 따라서 사물인터넷, 빅데이터 관련 연구를 국가마다 연결 중심적인 연구로 진행하였다. <표 2>에서 이 분야의 키워드들의 순위를 보면, 분야 D의 키워드 중에서 'iot'의 연결 중심성 순위가 가장 높은 편이다. 또한 영국 및 한국에서 보이는 'smart_city'를 통해서 스마트 시티 관련 연구가 영국과 한국에서 연결 중심적으로 진행된 것으로 보인다.

4.2.3 매개 중심성 분석

<그림 3>의 미국 키워드 네트워크, <그림 4>의 영국 키워드 네트워크, <그림 5>의 한국 키워드 네트워크를 이용하여 각 국가의 키워드 매개 중심성을 구하였다. 또한 국가마다 매개 중심성이 높은 15개 키워드를 <표 4>에 나타냈다. <표 4>의 매개 중심성 순위를 통해서 국가별로 해당 연구 키워드가 다른 연구 간에 얼마나 매개적인 역할을 하는지를 나타내었다.

<표 4> 국가별 상위 매개 중심성 키워드

순위	미국	영국	한국
1	artificial_intelligence (0.138)	artificial_intelligence (0.385)	artificial_intelligence (0.341)
2	machine_learning (0.138)	machine_learning (0.251)	machine_learning (0.153)
3	cyber_security (0.113)	iot (0.210)	iot (0.125)
4	security (0.107)	cyber_security (0.096)	deep_learning (0.116)
5	iot (0.103)	blockchain (0.082)	cyber_security (0.086)
6	deep_learning (0.081)	deep_learning (0.080)	blockchain (0.069)
7	neural_network (0.050)	big_data (0.071)	neural_network (0.066)
8	privacy (0.043)	security (0.069)	security (0.061)
9	blockchain (0.042)	privacy (0.051)	big_data (0.045)
10	big_data (0.024)	trust (0.027)	privacy (0.025)
11	cloud_computing (0.022)	intrusion_detection (0.018)	cnn (0.022)
12	intrusion_detection (0.019)	cloud_computing (0.008)	edge_computing (0.020)
13	edge_computing (0.011)	smart_city (0.007)	healthcare (0.019)
14	anomaly_detection (0.011)	sdn (0.006)	object_detection (0.013)
15	network_security (0.008)	reinforcement_learning (0.006)	network_security (0.012)

<표 4>에는 여러 분야의 키워드들이 포함되어 있

다. 따라서 이러한 키워드를 분야별로 파악하고자 <표 4>에 있는 키워드들을 분야별로 구분하였다. 그래서 인공지능 관련 분야(분야 A), 보안 관련 분야(분야 B), 클라우드 컴퓨팅 관련 분야(분야 C), 사물인터넷 및 기타 분야(분야 D)로 구분하였으며 <표 5>에 정리하였다.

각 국가의 상위 순위 5위에 포함되는 키워드를 <표 4>에서 보면, 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'iot', 'cyber_security'이며 국가마다 이 키워드들과 관련된 연구가 높은 매개적인 역할을 한 연구들로 보인다. 특히 'artificial_intelligence', 'machine_learning'은 매개 중심성이 가장 높은 상위 순위 2위 안에 포함되는 키워드들이다.

<표 5> 분야에 따른 국가별 매개 중심성 키워드

분야	미국	영국	한국
A	artificial_intelligence machine_learning deep_learning neural_network	artificial_intelligence machine_learning deep_learning reinforcement_learning	artificial_intelligence machine_learning deep_learning neural_network cnn
B	cyber_security security privacy blockchain intrusion_detection anomaly_detection network_security	cyber_security blockchain security privacy trust intrusion_detection	cyber_security blockchain security privacy network_security
C	cloud_computing edge_computing	cloud_computing	edge_computing
D	iot big_data	iot big_data smart_city sdn	iot big_data healthcare object_detection

<표 5>의 인공지능 관련 분야(분야 A) 키워드를 보면, 키워드 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'deep_learning'이 각 국가에서 보이며, 이 키워드들과 관련된 연구가 국가마다 매개적인 역할을 한 것으로 보인다. <표 4>에서 이 분야 키워드들의 순위를 보면, 'artificial_intelligence'의 매개 중심성이 국가마다 가장 높게 나타났다. 그뿐만

아니라 <표 5>의 미국과 한국에서 키워드 'neural_network'가 나타났으며 신경망과 관련된 연구가 두 나라에서 매개적인 역할을 한 연구로 파악된다.

<표 5>의 보안 관련 분야(분야 B)에서는 키워드 'cyber_security', 'security', 'privacy', 'blockchain'이 국가마다 나타났으며 보안, 사이버 보안, 프라이버시, 블록체인과 연관된 연구가 공통으로 매개적인 연구로 진행된 것으로 판단된다. 분야 B의 키워드의 순위를 <표 4>에서 살펴보면, 분야 B의 키워드 중에서 'cyber_security'의 매개 중심성이 가장 높게 나타났다. <표 5>에서 키워드 'intrusion_detection'은 미국 및 영국에 모두 보이며 두 나라에서는 침입 탐지와 관련된 연구가 매개적인 연구로 진행된 것으로 판단된다.

클라우드 컴퓨팅 관련 분야(분야 C)의 키워드를 보면, 키워드 'cloud_computing'은 미국과 영국에 나타났으며 'edge_computing'은 미국과 한국에 공통으로 보인다. 따라서 클라우드 컴퓨팅 관련 연구는 미국과 영국에서 매개 중심적으로 그리고 옛지 컴퓨팅 관련 연구는 미국과 한국에서 매개 중심적으로 이루어진 것으로 보인다.

사물인터넷 및 기타 분야(분야 D)의 키워드로 'iot', 'big_data'가 각 국가에서 나타났으며 사물인터넷과 빅데이터와 연관된 연구가 공통으로 매개적인 역할을 한 것으로 판단된다. 또한 이 분야 키워드들의 순위를 <표 4>에서 살펴보면, 분야 D의 키워드 중에서 키워드 'iot'의 매개 중심성이 가장 높게 나타났으며 사물인터넷 관련 연구가 이 분야에서 가장 매개적인 역할을 한 연구로 파악된다.

V. 논의

3장에서 설정된 연구 질문들에 관한 내용을 본 장

에서 논의하고자 한다. 첫째, 인공지능 보안에 관한 키워드 빈도를 구한 결과를 통해서 국가별로 빈도 순위 5위에 공통으로 포함되는 키워드로 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'iot', 'security'가 나타났으며 인공지능, 머신러닝, 사물인터넷, 보안에 관한 연구에 대해서 높은 관심을 가지는 것으로 보인다. 또한 빈도 순위 5위에 포함되지 않았으나 키워드 'cyber_security', 'deep_learning', 'blockchain', 'cloud_computing', 'edge_computing', 'privacy', 'big_data'도 국가마다 나타났으며 각 국가에서 이 키워드와 연관된 연구도 공통으로 관심을 가지는 것으로 파악된다.

둘째, 인공지능 보안에 대한 연결 중심성과 매개 중심성 분석 결과를 전체적으로 보면, 각 국가에서 키워드 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'iot', 'cyber_security'는 연결 중심성, 매개 중심성 순위 순위 5위 안에 포함되는 중심성이 높은 키워드들이다. 이를 통해서 국가마다 인공지능 그리고 인공지능 분야 중의 하나인 머신러닝을 기반으로 사이버 보안(Cyber Security)에 관한 연구를 가장 중심적으로 진행한 것으로 보인다. 그뿐만 아니라 인공지능 보안 관련 기법을 사물인터넷(Internet of Things)에도 적용한 연구도 매우 중심적으로 진행한 것으로 보인다.

분야별로 살펴보면, 인공지능 관련 분야에서 'artificial_intelligence', 'machine_learning', 'deep_learning'이 각 국가에서 연결 중심성 및 매개 중심성이 높은 키워드로 나타났으며, 따라서 인공지능, 머신러닝, 딥러닝 관련 연구들이 국가마다 연결 중심적이며 매개적인 연구로 진행된 것으로 파악된다. 또한 키워드 'neural_network'를 통해서 미국과 한국에서는 신경망과 관련된 연구가 중심적으로 진행된 것으로 보인다. 한국에서만 키워드 'cnn'이 보이며, 이 키워드를 통해서 한국에서는 이미지 분석에 딥러닝 기법의 하나인 콘볼루션 신경망(Convolutional Neural Network)에 적용한 연구가

연결 중심적이고 매개적인 연구로 진행된 것으로 보인다.

보안 관련 분야에 대해서 보면, 각 국가에서 키워드 'cyber_security', 'security', 'privacy', 'blockchain' 이 연결 중심적이고 매개 중심적인 키워드로 나타났다. 연결 중심성과 매개 중심성 순위를 국가 간에 비교하면, 미국의 'cyber_security', 'privacy' 연결 중심성, 매개 중심성 순위가 영국과 한국에 비해서 높은 편이며 'security'의 연결 중심성 순위는 미국 및 영국은 같으며 한국보다 조금 높은 편이고 매개 중심성 순위는 미국이 가장 높다. 따라서 미국이 인공지능에 기반한 사이버 보안, 프라이버시 및 보안 관련 연구를 영국 및 한국에 비해서 조금 더 중심적으로 진행한 것으로 판단된다. 한국의 'blockchain' 연결 중심성 순위는 영국보다 조금 높으며 미국과 같고 매개 중심성 순위는 가장 높은 편이다. 이를 통해서 미국 및 영국에 비해서 한국의 인공지능 기반 블록체인 관련 연구가 다른 연구 간에 높은 매개적인 역할을 하는 것으로 파악된다.

클라우드 컴퓨팅 관련 분야에서 키워드 'cloud_computing'은 미국 및 영국에서 연결 중심적이고 매개 중심적인 연구 키워드로 나타났다. 따라서 미국과 영국에서 클라우드 컴퓨팅 관련 연구가 중심적으로 이루어진 것으로 판단된다. 또한 'edge_computing'은 미국과 한국에서 연결 중심적이며 매개 중심적인 연구 키워드로 나타났으며 엣지 컴퓨팅과 연관된 연구는 미국과 한국에서 공통으로 중심적으로 진행된 것으로 보인다.

사물인터넷 및 기타 분야의 키워드 'iot', 'big_data'가 국가마다 연결 중심적이며 매개 중심적인 연구 키워드로 나타났다. 'iot'의 연결 및 매개 중심성 순위를 국가별로 보면, 영국과 한국의 연결 중심성, 매개 중심성 순위가 미국에 비해서 조금 높은 편이며, 따라서 사물인터넷에 관한 연구는 전체적으로 국가별로 크게 차이를 보이지 않으나 영국 및 한국에서 조금

더 중심적인 것으로 보인다. 'big_data'의 연결 및 매개 중심성 순위에서는 영국의 연결 중심성과 매개 중심성 순위가 미국과 한국에 비해서 높은 편이다. 즉, 영국에서는 빅데이터 관련 연구가 미국 및 한국과 비교해서 더 중심적인 연구로 진행된 것으로 보인다.

셋째, 인공지능 보안에 대한 중심성 분석 결과에 기반하여 도출되는 한국 관련 시사점을 살펴보면, 보안 관련 분야에서 한국의 'cyber_security', 'security', 'privacy'의 연결 중심성, 매개 중심성 순위가 미국에 비해서 낮은 편이다. 또한 한국의 경우에 키워드 'anomaly_detection'은 상위 연결 중심성, 매개 중심성 키워드로 나타나지 않았다. 이를 통해서 미국에 비해서 한국의 사이버 보안, 프라이버시 그리고 이상 탐지(Anomaly Detection) 관련 연구가 상대적으로 중심성이 낮은 연구로 진행된 것으로 파악된다. 그뿐만 아니라, 'intrusion_detection', 'trust'도 한국의 상위 연결 중심성, 매개 중심성 키워드로 포함되지 않았다. 즉, 미국 및 영국보다 한국의 침입 탐지 및 보안 신뢰(Trust) 관련 연구가 연결 중심적이고 매개 중심적인 연구로 진행되는 정도가 낮은 것으로 판단된다.

따라서 이 연구들이 더욱 연결 중심적, 매개 중심적으로 이루어지도록 하기 위해서 인공지능을 기반으로 하여 실시간으로 불법적인 네트워크 이상 탐지 및 침입 탐지 그리고 악성 코드의 유포를 탐지하고 대응하는 연구가 필요해 보인다. 또한 익명화 기술과 암호화 기술을 응용하여 개인 정보에 대한 프라이버시 보호에 관한 연구를 활발하게 진행할 필요가 있으며 인공지능 보안 시스템의 신뢰 구축을 위해서 안전하게 동작할 수 있는 시스템의 설계 및 개발에 관한 연구도 필요한 것으로 판단된다.

클라우드 컴퓨팅 관련 분야에서 보면, 한국의 경우에는 'cloud_computing'이 매개 중심적인 키워드로 나타나지 않았으며 'cloud_computing'의 연결 중심성 순위도 미국과 영국과 비교해서 낮은 편이다. 따라서 클라우드 컴퓨팅 관련 연구가 보다 중심적이고 매개

적인 연구로 진행되기 위해서 클라우드 컴퓨팅에 인공지능 기술을 융합하여 클라우드 서비스의 지능화, 보안성 그리고 신뢰성을 강화하는 연구를 집중적으로 진행할 필요가 있다. 또한 한국의 키워드 연결 중심성, 매개 중심성 순위에서 'edge_computing'의 순위가 비교적 낮은 편이다. 따라서 엣지 컴퓨팅 관련 연구가 중심적인 연구로 진행되도록 스마트 기기에서 인공지능 기술인 머신러닝 작업을 가능하게 하는 엣지 AI 칩과 관련된 연구를 진행할 필요가 있어 보인다.

사물인터넷 및 기타 분야에서 한국의 'big_data'의 연결 중심성과 매개 중심성 순위가 영국보다 낮은 편이다. 따라서 빅데이터 관련 연구가 보다 중심적인 연구로 진행되기 위해서 시스템 보안 관련 빅데이터를 인공지능 기술을 이용하여 실시간으로 분석하여 신속하게 대응하는 안전한 보안 시스템 구축을 위한 연구가 절실하게 필요하다. 그뿐만 아니라 한국에서는 'smart_city'가 연결 중심성, 매개 중심성 키워드로 나타나지 않았으며, 따라서 영국에 비해서 한국에서 스마트 시티 관련 연구가 낮은 중심성으로 진행된 것으로 보이며 보다 중심적인 연구로 진행되기 위해서 도시를 구성하는 다양한 데이터를 분석하여 도시 문제의 예측 및 해결에 인공지능 기술을 적용하는 연구를 집중적으로 필요해 보인다.

VI. 결론

본 연구를 위해서 Elsevier Scopus에서 2018년에서 2022년까지 미국, 영국 그리고 한국의 인공지능 보안 관련 논문들을 대상으로 연구 동향을 파악하고자 하였다.

본 연구의 결과적 내용으로 인공지능 보안에 대한 연결 중심성, 매개 중심성 분석 결과를 통해서, 국가마다 인공지능과 머신러닝을 활용하여 사이버 보안

에 대한 연구를 가장 중심적인 연구로 진행하였으며 인공지능 보안 연구는 사물인터넷의 보안성 향상을 위해서 사물인터넷 분야에도 적용되어 중심적으로 진행되었음을 확인할 수 있었다.

학술연구로서의 시사점 측면에서 보안 강화를 위하여 인공지능 기술을 적용한 보안 위협(이상 및 침입) 탐지 및 대응에 대한 연구, 개인 정보에 대한 프라이버시 보호를 위한 기술 연구, 보안 신뢰 등을 포함한 사이버 보안 관련 연구가 집중적으로 필요해 보인다. 또한 클라우드 컴퓨팅에서는 지능화된 클라우드 서비스를 위해서 인공지능 기술을 적용하여 클라우드 서비스의 보안성과 신뢰성을 향상하는 연구가 필요해 보이며 엣지 컴퓨팅에서는 지능형 엣지 컴퓨팅이 가능하기 위해서 엣지 AI 칩에 대한 연구가 필요한 것으로 분석되었다. 그뿐만 아니라 빅데이터에서는 보안 관련 빅데이터에 인공지능 기술을 적용하여 신속하게 분석하고 정확하게 보안 위협에 대응할 수 있는 시스템에 대한 연구가 집중적으로 필요해 보이며, 또한 스마트 시티에서는 도시 문제를 해결하고 도시 자원의 생산성을 높이며 시민의 삶의 질을 높이기 위해서 인공지능 기술을 적용한 연구를 활발하게 진행할 필요가 있어 보인다.

이택균[36]은 인공지능 기술 중의 하나인 머신러닝을 활용한 스마트헬스케어에 관련 연구 동향을 파악하였다. 분석 결과를 통해서 머신러닝, 헬스케어, covid 바이러스 관련 연구를 가장 중심적인 연구로 진행한 것으로 보이며 한국 관련 시사점에서는 환자 정보를 기반으로 머신러닝을 적용하여 질병의 예측, 진단과 치료를 위한 집중적인 연구가 필요해 보였다. 이택균[36]과 비교해서 보면, 본 논문에서는 인공지능 보안(사이버 보안) 관련된 연구 동향 파악을 하였으며 분석 결과로 인공지능, 보안, 사물인터넷에 관한 연구가 가장 중심적인 연구로 진행한 것으로 보인다.

미래에 많이 나타날 수 있는 인공지능 보안 관련 키워드에 대해서 언급하면, 인공지능의 취약점을 대

상으로 하는 보안 위협 및 인공지능을 활용한 보안 위협과 관련된 키워드가 미래에는 더 증가할 것으로 보이며 인공지능이 활발하게 적용될 것으로 예견되는 의료, 법률, 군사, 교통, 서비스 분야에 대한 인공지능 보안 위협과 관련된 키워드가 많이 나타날 것으로 예상된다.

향후 연구방향성에서는 본 논문의 한계점은 인공지능 보안에 관한 연구 동향 분석을 미국, 영국, 한국을 중심으로 진행하였으며 향후에는 인공지능 보안 관련 연구를 진행하고 있는 다양한 국가들을 포함하여 다양한 지역의 인공지능 보안에 대한 연구 동향을 분석하고자 한다.

참고문헌

- [1] 한옥영 · 김재현, "4차 산업혁명시대의 인공지능 동향 연구," 인터넷정보학회지, 제18권, 제1호, 2017, pp.19-26.
- [2] Kim, J., "A Study on Strategic Response to Future social Change in the Age of the Fourth Industrial Revolution," Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning, Vol.15, 2017, pp.45-58.
- [3] Wang, X., "Research on the Application of Internet of Things Based on Artificial Intelligence Technology," 2021 International Conference on Aviation Safety and Information Technology, 2021.
- [4] C, W., and Kathrine, G., "Intelligent System with the IoT: A survey on techniques of Artificial Intelligence over the field of Internet of Things," 2022 8th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, 2022.
- [5] 배재권, "스마트 헬스케어 산업의 인공지능 기술 적용에 관한 연구," 로고스경영연구, 제19권, 제4호, 2021, pp.179-196.
- [6] Zhu, Y., Yang, Q., and Mao, X., "Global Trends in the Study of Smart Healthcare Systems for the Elderly: Artificial Intelligence Solutions," International Journal of Computational Intelligence Systems, Vol.16, No.105, 2023, pp.1-10.
- [7] 민수진 · 김주성 · 박광만, "인공지능(AI) 기반 스마트시티 도입을 위한 추진과제," ETRI Insight, 2019, pp.1-8.
- [8] Javed, A., Ahmed, W., Pandya, S., Maddikunta, P., Alazab, M., and Gadekallu, T., "A Survey of Explainable Artificial Intelligence for Smart Cities," Electronics, Vol.12, No.4, 2023, pp.1-40.
- [9] Wu, H., Han, H., Wang, X., and Sun, S., "Research on Artificial Intelligence Enhancing Internet of Things Security: A Survey," IEEE Access, Vol.8, 2020, pp.153826-153848.
- [10] Xu, Z., Liu, W., Huang, J., Yang, C., Lu, J., and Tan, H., "Artificial Intelligence for Securing IoT Services in Edge Computing: A Survey," Security and Communication Networks, Vol.2020, 2020, pp.1-13.
- [11] Alabdulatif, A., Khalil, I., and Rahman, M., "Security of Blockchain and AI-Empowered Smart Healthcare: Application-Based Analysis," Applied Science, Vol.12, No.21, 2022, pp.1-32.
- [12] Gami, B., Agrawal, M., Mishra, D., Quasim, D., and Mehra, P., "Artificial intelligence-based blockchain solutions for intelligent healthcare: A comprehensive review on privacy preserving techniques," Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, Vol.34, No.9, 2023, pp.1-34.

- [13] Srivastava, S., Bisht, A., and Narayan, N., "Safety and Security in Smart Cities Using Artificial Intelligence-A Reivew," 2017 7th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering, 2017.
- [14] Jia, Y., Gu, Z., Du, L., Long, Y., Wang, Y., Li, J., and Zhang, Y., "Artificial Intelligence enabled cyber security defense for smart cities: A novel attack detection framework based on the MDATA model," Knowledge-Based Systems, Vol.276, 2023, pp.1-8.
- [15] 이정률, "인공지능 기반의 사이버보안 기술 동향," KOSEN Report, 2019.10.1.
- [16] 유진호 · 민경식 · 박진상 · 김관영, "AI중심사회의 도래와 보안 이유 분석," KISA INSIGHT, 제3권, 2022, pp.1-29.
- [17] 서동일, "AI와 네트워크 시대, 보안의 조건," TTA 저널, 제206권, 2023, pp.20-25.
- [18] 이태진, "인공지능(AI)기반의 정보보호 기술 동향," KISA REPORT, 제12권, 2020, pp.51-59.
- [19] Azambuja, A., Plesker, C., Schutzer, K., Anderl, R., Schleich, B., and Almeida, V., "Artificial Intelligence-Based Cyber Security in the Context of Industry 4.0-A Survey," Electronics, Vol.12, No.8, 2023, pp.1-18.
- [20] Salama, R., Al-Turjman, F., ALTRJMAN, C., and Bordoloi, D., "The ways in which Artificial Intelligence improves several facets of Cyber Security- A survey," 2023 International Conference on Computational Intelligence, Communication Technology and Networking, 2023.
- [21] Hlavke, J., "Security, Privacy, and Information-Sharing Aspects of Healthcare Artificial Intelligence," Artificial Intelligence in Healthcare, 2020, pp.235-270.
- [22] Morovat, K., and Panda, B., "A Survey of Artificial Intelligence in CyberSecurity," 2020 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, 2020.
- [23] Thuraisingham, B., "Cyber Security and Artificial Intelligence for Cloud-based Internet of Transportation," 2020 7th IEEE International Conference on Cyber Security and Cloud Computing, 2020.
- [24] Lovejoy, C., Bush, V., Maruthappu, M., "Technology and Mental Healthcare: The Role of Artificial Intelligence," European Psychiatry, Vol.55, 2019, pp.1-3.
- [25] Darraj, E., Sample, C., and Justice, C., "Artificial intelligence cybersecurity framework: Preparing for the here and now with ai," 18th European Conference on Information Warfare and Security, 2019, pp.132-141.
- [26] Raja, G., Manaswini, Y., Vivekanandan, G., Sampath, H., Dev, K., and Bashir, A., "AI-Powered blockchain - A decentralized secure multiparty computation protocol for IoV," IEEE INFOCOM 2020 Workshops, 2020, pp.865-870.
- [27] Jeong, D., "Artificial Intelligence Security Threat, Crime, and Forensics: Taxonomy and Open Issues," IEEE Access, Vol.8, 2020, pp.184560-184574.
- [28] Kim, S., and Huh, J., "Artificial Neural Network Blockchain Techniques for Healthcare System: Focusing on the Personal Health Records," Electronics, Vol.9, No.5, 2020, pp.1-30.
- [29] Singh, S., Sharma, P., Yoon, B., Shojafar, M., Cho, G., and Ra, I., "Convergence of blockchain

and artificial intelligence in IoT network for the sustainable smart city," Sustainable Cities and Society, Vol.63, 2020, pp.1-16.

- [30] 유재호 · 전의찬 · 김하나, "텍스트 분석을 활용한 기후변화 연구 동향 분석: 한국기후변화학회지를 중심으로," Journal of Climate Change Research, 제10권, 제3호, 2019, pp.161-172.
- [31] 황고은 · 황동열, "빅데이터 기술을 활용한 인문콘텐츠 분야의 의미연결망 분석," 인문콘텐츠, 제43호, 2016, pp.229-255.
- [32] 황고은 · 문신정, "영상콘텐츠분야 정권별 빅데이터 분석 - 상위 중심성 값의 변화를 중심으로," 디지털콘텐츠학회논문지, 제18권, 제5호, 2017, pp.911-921.
- [33] 한지윤 · 신영준, "인공지능교육 관련 연구 동향 분석: 키워드 네트워크 분석," 인공지능연구 논문지, 제1권, 제2호, 2020, pp.20-33.
- [34] 주재홍 · 송지훈, "키워드 네트워크 분석을 활용한 지식은폐 연구동향 분석," 지식경영연구, 제22권, 제1호, 2021, pp.217-242.
- [35] 류기진 · 남형식 · 조상호 · 류동근, "사회연결망 분석을 이용한 컨테이너 정기선 항로 패턴 분석에 관한 연구 : 부산항을 중심으로," 한국항해항만학회지, 제42권, 제6호, 2018, pp.529-538.
- [36] 이택균, "키워드 빈도 및 중심성 분석 기반의 머신러닝 헬스케어 연구 동향: 미국, 영국, 한국을 중심으로," 디지털산업정보학회 논문지, 제19권, 제3호, 2023, pp.149-163.

■ 저자소개 ■



이택균
(Lee Taekyeun)

2016년 9월-현재
아주대학교 다산학부대학 조교수
2014년 3월-2016년 8월
아주대학교 소프트웨어학과
강의교수
2010년 9월 State University of New York at
Buffalo, Computer Science and
Engineering(공학박사)
1998년 2월 고려대학교 전산학과(이학석사)
관심분야 : 데이터 마이닝, 인공지능
E-mail : taeklee@ajou.ac.kr

논문접수일 : 2023년 11월 19일
수정접수일 : 2023년 11월 28일
게재확정일 : 2023년 12월 01일