

인공지능 기반 첨단물류기술의 진화경로 및 신흥트렌드

김호용¹, 김지대^{2*}

¹충북대학교 기술경영전공

²충북대학교 경영학부

The Evolution Path and Emerging Trends of AI-Based Advanced Logistics Technologies

Ho-Yong Kim¹, Ji-Dae Kim^{2*}

¹Management of Technology (MOT), Chungbuk National University

²College of Business, Chungbuk National University

This study aims to explore the past, present, and future promising technological areas of advanced logistics technology integrated with artificial intelligence, a key driver of the Fourth Industrial Revolution. A total of 6,000 patents filed and currently registered with the United States Patent and Trademark Office (USPTO) from 2004 to 2023 were collected and analyzed. The analysis methods included exploratory analysis of annual filing trends, country distribution, major applicants, and IPC codes, text frequency analysis of patent titles, and the use of the deep learning-based BERTopic model. The results showed a consistent increase in the number of AI-based logistics patents. The topic with the highest number of patent filings was identified as "RFID-based detection and monitoring." Additionally, emerging trends with recent high filing activity were found in the areas of "locking and security," "autonomous driving," and "robotics." The findings of this study are expected to provide valuable insights to support R&D activities of companies and decision-making by logistics technology policymakers.

Keywords: Logistics Technology, AI, Patent Analysis, BERTopic

논문접수일 : 2024.09.04. 논문수정일 : 2024.12.29. 게재확정일 : 2024.12.30.

1. 충북대학교 기술경영전공 석사과정

2*. 충북대학교 경영학부 교수, Corresponding Author: jidkim@cbnu.ac.kr

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

물류산업은 국경 간 배송 증가에 따른 세계화, 코로나19 팬데믹 이후 급격한 이커머스 시장 확대 등에 따라 크게 성장하고 있다(Kim et al., 2023). 특히, 세계 무역 및 상업의 급속한 성장으로 인해 물류 서비스에 대한 수요가 높게 증가하고 있다(Maji et al., 2024). 또한, Research and markets의 ‘Global Logistics Market Report and Forecast 2024-2032’ 보고서에 따르면, 물류산업은 인공지능과 같은 첨단기술의 도입으로 호황을 누리고 있으며, 글로벌 물류시장은 ‘23년 9조 4,705억 달러 규모에서, ‘32년에는 15조 9,782억 달러 규모에 도달할 것으로 전망했다(Research and markets, 2023). 여러 국가에서 물류산업이 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP) 증가에 중요한 역할을 맡고 있는 만큼, 국내의 경제발전에도 중추적인 역할 해온 주요 산업이다.

또한, 최근 인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 다양한 방법과 방향으로 우리 경제와 사회에 퍼지고 있으며, 기술 분야 전반에서 발생하고 있는 새로운 패러다임 전환에 중요한 역할을 하고 있다(Righi et al., 2020). 인공지능의 등장으로 인해 기술 간 융합이 이루어지고 있으며, 물류산업은 대표적인 기술 융합의 흐름을 보이는 산업이다(Park et al., 2018; Hwang & Song, 2022). 인공지능은 개인, 기업, 사회, 환경과 관련된 다양한 측면을 근본적으로 변화시키며 빠르게 확장하고 있는 파괴적 기술의 집합이다(Dwivedi et al., 2023). 인공지능의 경제적 효과에 대해서는 과거부터 충분히 논의된 바가 있으며, 인공지능을 비롯한 디지털 기술은 비즈니스 모델을 혁신시키고 기업의 생산성에 도움을 주고 있다(Chauhan et al., 2022).

이에 인공지능 기반 물류기술의 동향과 진화경로를 분석하여, 기술 활용 및 전략에 대한 방안이 요구된다. 신기술의 미래 동향을 적절한 시기에 예측하는 것은 기업의 지속가능성과 적응력에 중요한 요소가 될 수 있다. 이에 본 논문에서는 기술의 현재와 미래를 분석하기 위해 특허 데이터를 사용하고자 한다. 특허는 기술 발명과 응용의 결과로, 특정 분야의 연구 발전을 측정하는 중요한 자원이며, 특허를 분석하는 것은, 해당 산업의 발전을 이해하는 데 의미 있는 방법이다. 또한, 특허 데이터는 기술에서 가장 중요한 정보 출처로서, 이를 분석하는 것은 기술의 동향 및 예측 분야에서 전략적 도구가 되었다(Bamakan et al., 2021).

따라서, 본 연구는 특허 데이터를 활용하여 인공지능 기술이 물류산업의 기술에 어떠한 영향을 끼치고 번성하고 있는지 분석하고자 한다. 이를 위해, 특허의 연도별 출원 동향, 지리적 분포, 주요 출원인 및 IPC(국제특허분류코드), 단어의 출현빈도를 관찰한다. 마지막으로 Topic Modeling 방법론 중 하나인 BERTopic을 활용하여 신흥트렌드를 탐색하고자 한다. 이러한 분석 결과는 관련 기업과 정책 입안자의 결정을 지원하기 위한 정보를 제공할 수 있을 것이라 기대한다.

1.2 선행연구

Table 1은 최근 국내에 등재된 물류산업에서 특허를 활용한 논문에 관한 내용이며, 자세한 내용은 다음과 같다. Kim et al. (2023)은 라스트 마일 배송 기술을 중심으로 무인 배송과 관련한 국내외 특허출원 동향과 주요 출원인의 특허지표를 분석하였다. 이를 통해 기술 분류 체계에 따라 무인 배송 기술의 전망을 제시하였다. Gonzalez et al. (2023)는 INPI(브라질, 아르헨티나), MIIP(멕시코), SIC(콜롬비아), INAPI(칠레) 등의 특허청을 대상으로 라틴아메리카 지역의 물류 관련 특허 데이터 분석하였다. 이를 통해 유망한 공백 기술 도출과 기술혁신을 활성화하기 위한 전략을 제안하고자 하였다. Hwang and Song (2022)은 국내에 등록된 특허 데이터를 활용하여 국내 물류 기술변화의 동태적 흐름이 어떠한 방향으로 변화하는지 분석하고자 하였다. 이를 위해 IPC(국제특허분류) 체계와 Word2Vec을 활용하여 네트워크 및 키워드 분석을 진행했다. Shin et al. (2022)은 국내 물류산업의 디지털 기술력과 역량을 분석하여 디지털화 달성을 위한 현재의 수준을 진단하고자 하였다. 이를 위해 지식재산 주요 5개국인 IP5(한국, 미국, 중국, 일본, 유럽)의 특허

데이터를 활용하였다. Park and Kim (2022)은 이커머스 시장 확대의 가속화에 따라, 국내 풀필먼트를 선도하고 있는 쿠팡이 KIPO에 출원한 특허를 분석하여, 해당 기업의 기술 현황을 분석하였다. Lee et al. (2021)은 라스트 마일 물류 분야에서 유망한 기술을 도출하고, 이를 기반으로 기술 전략을 개발하고자 하였다. 이를 위해 KIPO, USPTO, CNIPA 등 세계 주요 특허청에 등록된 관련 특허를 추출하였다. 토픽모델링 기법 중 하나인 LDA(Latent Dirichlet Allocation)와 ARIMA 방법론을 적용하여 발전 가능성이 큰 토픽 선정 후, GTM(Generative Topographic Mapping)을 적용하여 유망한 기술을 식별하였다. Hwang and Song (2019)은 물류 자동화 기술 개발에 대한 체계적 전략 수립과 선진국과 기술격차 극복을 위해 기술의 동향을 분석하고자 하였다. 이를 위해 KIPO의 관련 특허를 추출하여 IPC 네트워크 분석과 Word2Vec을 진행하였다.

Table 1. Recent research using patents in the logistics field

Author	Year	Subject	Data	Method
Kim et al.	2023. 06	Unmanned	KIPO, USPTO, JPO, EPO	- Qualitative Analysis
Gonzalez et al.	2023. 05	Total	Patent offices in Latin America	- ARIMA, GTM - Keyword Analysis
Hwang et al.	2022. 09	Total	KIPO	- IPC Network Analysis - Keyword Analysis
Shin et al.	2022. 03	Digital	IP5 (KIPO, USPTO, EPO, JPO, CNIPA)	- Qualitative Analysis
Park et al.	2022. 02	Fulfillment	KIPO	- Qualitative Analysis
Lee et al.	2021. 04	Last Mile	KIPO, USPTO, CNIPA, + α	- LDA, ARIMA, GTM
Hwang et al.	2019. 11	Automation	KIPO	- IPC Network Analysis - Keyword Analysis

1.3 본 연구의 차별성

Table 1에서 볼 수 있듯이, 최근 몇 년 동안 연구자들은 물류산업에서의 기술 동향을 관찰하고 미래의 유망 기술을 도출하고자 하였다. 이와 관련한 본 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 미국특허청(USPTO)을 단일 표본으로 선정하여 진행된 선행연구는 부족한 실정이다. 실제로 미국특허청의 등록 특허는 국제 특허로서의 타당성과 지식재산 및 특허 관련 연구에서 대표성을 인정받고 있다(Baek et al., 2020; Garssom & Pham, 2012). 이에 본 연구는 개별 기업 혹은 국가 간 비교를 위해서 한 표본 내에서 분석하는 것이 타당하므로(Lee & Oh, 2019), 전 세계 주요 기술이 등록되고 있는 미국특허청의 데이터를 활용하여 연구를 진행하였다. 둘째, 인공지능은 기술 관련 사업에 국한되지 않고, 의료, 교육, 유통 등 다양한 서비스 산업 전반으로 확대되고 있는 기술이다(Yoon et al., 2023). 하지만 이러한 인공지능과 융합한 물류기술에 초점을 맞춘 특허 분석 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 인공지능 기반 첨단물류기술의 동향, 진화경로, 신흥트렌드를 파악하고자 한다. 셋째, 방법론 측면에서는 토픽모델링을 활용하고자 한다. 특히, 토픽모델링 기법 중 하나인 BERTopic은 2022년 제안되어 다른 토픽모델링과 비교하여 뛰어난 성능과 더 나은 결과를 보여주고 있음이 확인되었다(Grootendorst, 2022). 이에, 본 연구는 기존에 진행하지 않은 딥러닝 기반의 BERTopic을 활용하고자 한다.

2. 분석방법

2.1 연구모델 및 개요

본 절에서는 연구의 모델과 방법론에 대해 개괄적으로 설명하고자 하며, Figure 1과 같이 데이터 수집, 랜드스케이프 분석, 텍스트 전처리/분석, BERTopic 4가지 단계로 구성된다.

첫째, 데이터 확보를 위해 미국특허청(USPTO)를 이용하여 전 세계 20년('04년~23년) 동안의 인공지능을 융합한 물류기술 특허를 검색 및 추출하였다.

둘째, 데이터를 가공 및 분석하기 이전에, 랜드스케이프 분석을 통해 수집한 특허 데이터를 다양한 관점에서 직관적·심층적으로 관찰하고 이해하고자 한다. 랜드스케이프 분석과 같은 탐색적 데이터 분석 단계는 대상 산업 또는 기술의 연구개발 동향을 파악하기 위해 수행되는 단계이며, Barplot, Line Chart 등과 같이 시각화하여 관찰함으로써 연구개발 방향 파악이 용이하다는 이점이 있다(Choi and Sawng, 2023; Kim & Kim, 2024). 이에 랜드스케이프 분석을 통해 연도별 특허의 출원 동향, 특허의 전 세계 지리적 분포, 주요 출원인 및 IPC를 관찰하였다.

셋째, 텍스트 데이터 전처리 및 단어빈도 분석 단계이다. 특허의 명칭을 활용하여 연도별로 단어의 빈도를 살펴보았다. 이를 위해 데이터 전처리 단계를 선행하였다. 전처리 후 연도별 단어의 빈도를 기반으로 시각화하여 그 결과를 면밀히 관찰하였다.

넷째, 토픽모델링(Topic Modeling) 기법 중 하나인 BERTopic을 활용하여, 인공지능 기반 첨단물류기술의 진화경로와 신흥 트렌드를 종합적으로 분석하고자 하였다.

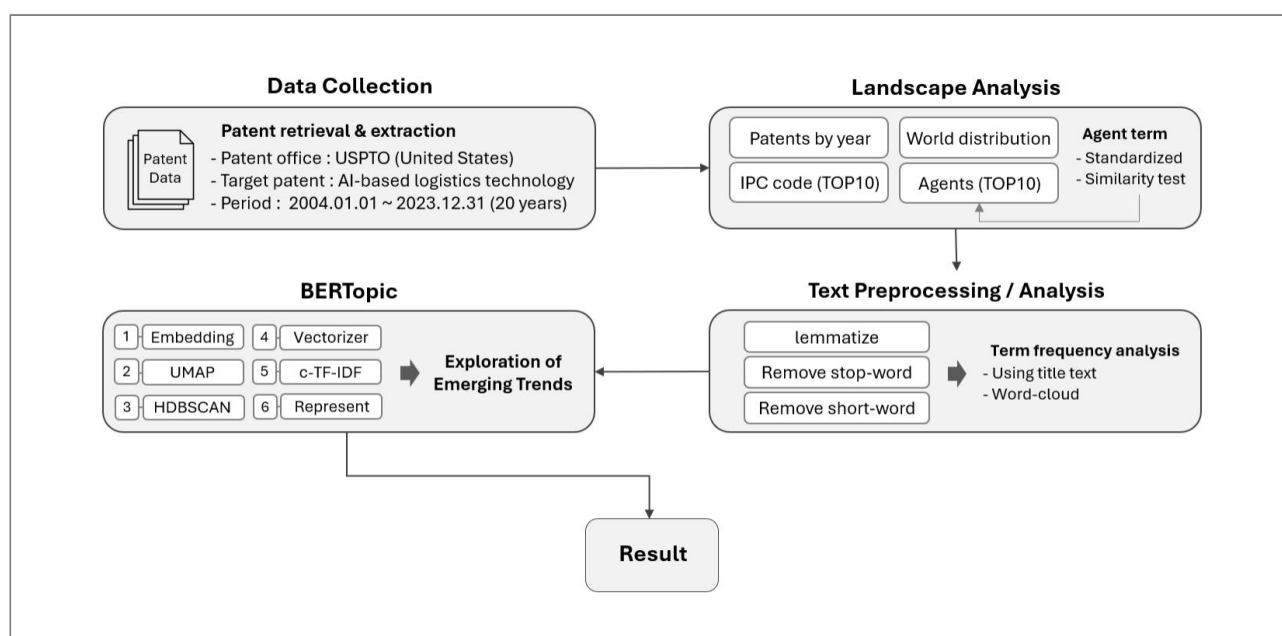


Figure 1. Research flow diagram

2.2 특허데이터 검색 및 추출

특허 데이터 구축을 위한 데이터베이스로 WIPS(Worldwide Intellectual Property Services)의 WIPSON 검색엔진을 활용하였다. WIPSON은 전 세계 모든 특허청에서 공개 및 등록된 특허 전체에 대한 데이터를 보유하고 있다. 그러나 본 연구에서는 미국특허청(USPTO)에서 등록된 특허만을 대상으로 하였다. 미국특

허청의 특허를 사용하는 이유는 세계에서 가장 큰 상품 시장을 보유함으로써 주요 기술이 미국에 출원되고 있으며, 특허제도가 가장 선진화된 것으로 평가되기 때문에 특허 데이터의 신뢰성이 가장 높다(Lee & Ohj, 2022).

특허 검색식은 Figure 2와 같으며, 첫 번째 단계로 2004년부터 2023년까지 출원된 특허를 대상으로 하였다. 기술개발 성과는 단기간에 나타나지 않으므로, 최소 5년 혹은 10년 이상의 특허 데이터를 분석하는 것이 권장되고(Kwak & Lee, 2019), 통상 특허의 존속기간이 20년이므로 본 연구에서는 20년 동안의 출원 특허를 대상으로 분석을 진행하였다. 두 번째 단계는 인공지능 기술이 융합된 특허를 추출하고자 CPC(Cooperative Patent Classification, 협력적 특허분류)를 활용하였다. CPC는 효율적인 선행기술조사를 위해 미국특허청과 유럽특허청의 주도로 2021년 개발되었으며, 2024년 현재 38개 국가가 특허 문헌을 CPC로 분류하고 있다(KIPO, 2024). 인공지능을 활용한 특허 검색을 위해 한국특허청의 인공지능 기술 기준을 인용한 Lee et al.(2022)의 검색식을 참고하였다. 세 번째 단계로 물류 기술 관련 특허 수집 추출을 위해 Hwang & Song(2022)의 연구를 참고하였다. 현재(2024년 8월 기준) IPC(International Patent Classification, 국제특허분류)의 Title and description에서 '물류' 단어가 포함된 'G06Q-010/08(물류)' 코드를 사용하였다. 최종적으로 2004년부터 2023년까지 출원된 인공지능 기반 물류기술 특허 10,512개를 1차 수집하였다. 이후 특허의 등록일을 기준으로 중복된 특허(n=3,757)를 제거하고, 소멸(n=753), 취하(n=1), 취소(n=1) 특허를 제외하며, 최종적으로 6,000개의 특허 데이터 추출을 완료하였다.

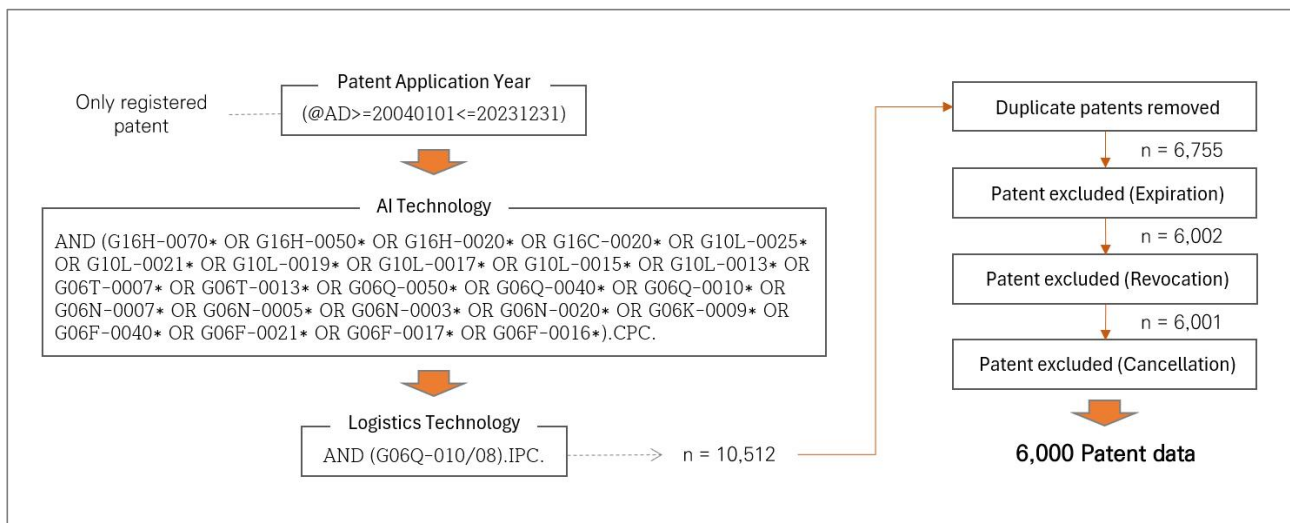


Figure 2. Search protocol with patents inclusion and exclusion criteria

2.3 랜드스케이프(Landscape) 분석

랜드스케이프 분석은 대상 산업 또는 기술의 R&D 동향을 파악하기 위해 수행되는 것으로, 관련 정보를 시각화(Visualize)하여 살펴봄으로써 더욱 심층적인 데이터 탐색이 가능하다. 활용되는 데이터는 연구개발의 과학적 성과인 논문과 기술적 성과인 특허 등이 포함될 수 있으며(Bubela et al., 2013), 해당 분석을 통해 R&D 방향 탐색 및 경쟁 정도 파악 등이 가능하다(Choi & Sawng, 2023). 이에 특허를 활용한 다양한 랜드스케이프 분석이 진행되고 있다. 국가 및 관련 주체의 정량적 추세를 분석하는 연구부터(Lee & Jung, 2021), 양적출원과 함께 특허의 질적 지표를 결합하여 진행된 연구가 존재한다(Choi & Sawng, 2023). 최근에는, 텍스트마이닝을 활용한 랜드스케이프 분석이 활발히 진행되고 있다(Jung et al., 2024; Lee & Lee, 2019). 본 논문에서는 해당 산업의 심층적인 이해를 위해 연도별 특허출원 동향, 출원국 및 출원인 현황, IPC 코드별 출원 동향 등을 살펴보았다.

2.4 텍스트 데이터 전처리 및 분석

특허의 명칭을 이용하여 단어의 출현빈도 동향을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 전처리가 선행되어야 하며, 텍스트 데이터의 전처리는 NLP(Natural Language Processing)의 필수적인 절차이다. 이 단계에서는 lemmatize, 소문자 변환, 불용어 및 짧은 단어 제거 단계가 진행되었다. lemmatize는 표제어를 추출하는 단계로써, 3인칭의 1인칭 변환, 복수형을 단수형으로 변환하는 등 단어의 표현을 통일 시켜주는 단계이다. 또한, 분석에 불필요한 불용어(stop words) 및 3개 이하의 철자로 구성된 단어를 삭제하였다. 또한, 모든 특허명에 자주 등장하여 분별력이 없는 method, system, device, product를 추가로 불용어에 추가하였다. 제거된 단어는 a, an, in, by, the, with, this, that 등이 존재했으며, 이를 통해 연도별 단어의 빈도분석을 진행하여 동향을 살펴보고자 하였다.

2.5 BERTopic

본 연구에서는 기술 동향 및 신흥트렌드를 탐색하기 위해 토픽모델링(Topic Modeling) 분석을 활용한다. 토픽모델링은 머신러닝(Machine Learning) 및 NLP(Natural Language Processing)에 사용되는 통계 모델링의 한 형태로, 텍스트 모음 내에서 숨겨진 주제의 패턴을 식별한다. 대규모 텍스트 데이터에서 효과적으로 특징을 추출하기 위해 다양한 텍스트마이닝 접근 방법이 소개되고 있으며, 그중 토픽모델링이 가장 자주 활용되는 방법이다(Hong et al., 2010). 21세기 빅데이터의 등장으로 데이터에 내재된 패턴과 관계를 발견하고 데이터의 차원을 줄이며 미래를 더욱 효과적으로 예측하기 위해 머신러닝, NLP, 토픽모델링과 등과 같은 첨단 분석 기법에 대한 수요가 증가하고 있는 만큼(Elragal & Klischewski, 2017), 최근 토픽모델링은 연구동향, 소셜 네트워크 서비스, 뉴스기사 등 다양한 영역에서 활용되고 있다(Holand et al., 2024; Wang et al., 2023; Wen et al., 2022). 토픽모델링에서 가장 선호되는 방법으로는 LDA(Latent Dirichlet Allocation), LSA(Latent Semantic Allocation), PLSA(probabilistic LSA) 등이 있으며(Albalawi et al., 2020), 가장 확립되고 선호되고 있는 것은 LDA 방법이다(Gallagher et al., 2017). 하지만, LDA는 토픽의 수를 연구자의 주관적인 판단이 개입되어 직접 결정해야 하며, 텍스트의 문맥을 고려하지 않는다는 단점이 존재한다. 이에 최근, 대규모 언어 모델인 BERT(Bidirectional Encoder Representations form Transformers) 기반의 BERTopic이 등장하며 주목을 받고 있다(Shim, 2022). BERT는 2018년 구글(Google)에서 공개한 사전학습(Pre-training) 언어 모델로, Transformer 아키텍처를 기반으로 인코더 부분만 구현한 모델이다(Devlin et al., 2019). 인코더에 양방향(Bidirectional) 학습을 통해 각 단어의 문맥을 전체적으로 이해할 수 있다는 장점이 존재한다. 또한, 타 토픽모델링 기법과 비교하여 도메인 전반에 걸친 높은 주제 일관성과 다양성을 보여주며, 뛰어난 성능을 보여주고 있다(Atzeni et al., 2022). 2024년 8월 기준, 구글(Google)이 운용하는 학술 검색 전용 사이트인 Google Scholar에서 'LDA' 검색 시, 1,210,000개, 'BERTopic' 검색 시, 3,250개의 논문이 검색되는 만큼, BERTopic은 최신의 방법론이자 우수한 성능을 보여주는 토픽모델링 기법이다. 이에 본 논문에서는 BERTopic을 활용하여 인공지능 기반의 물류기술의 진화와 신흥트렌드를 탐색하고자 한다.

BERTopic의 단계는 Figure 3과 같으며, 임베딩, 차원축소, 클러스터링, 주제표현, 주제 세부조정 순으로 이루어진다. BERTopic은 단계마다 모듈성과 독립성이 존재하기 때문에 다양한 알고리즘을 설정할 수 있다. 본 연구는 각 단계의 Default로 설정되어 있는 모델을 사용하였다.

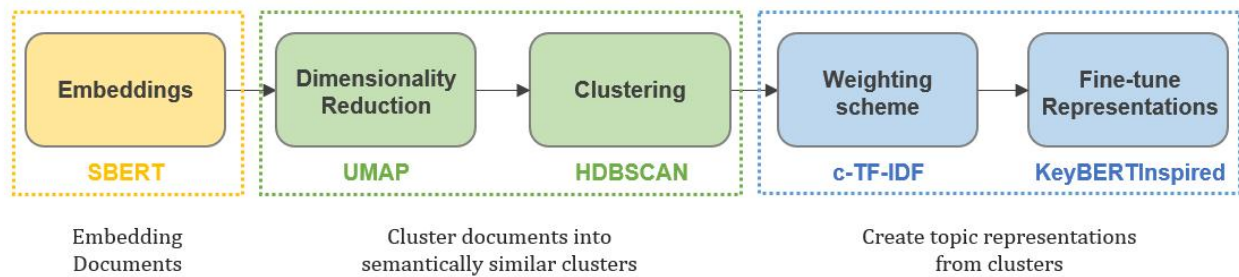


Figure 3. BERTopic Algorithm

첫째, 임베딩 과정을 통해 자연어로 구성되어 있는 특허의 초록(Abstract) 텍스트를 벡터 형태로 표현한다. 다양한 임베딩 모델이 있으나, 본 연구에서는 BERTopic 기본모델인 SBERT(Sentence-BERT)를 활용하였다. 해당 과정을 통해 단어와 문맥을 고려하여 벡터 공간상에 임베딩을 시킨다. SBERT는 사전 훈련된 BERT를 개선시킨 모델이다. BERT를 삼 네트워크(simase network)를 이용하여 미세조정하는 과정을 거친 것이다. 이때, 각 문장 쌍을 비교하여 유사도를 측정하는 방법을 이용하여 벡터를 생성함으로써, 기존 BERT와 비교하여 문서의 의미를 보존하면서 더 나은 임베딩 값을 얻는다(Kang et al., 2023; Kim et al., 2023).

둘째, 각 문서 벡터의 차원을 줄이기 위해 UMAP(Uniform Manifold Approximation)을 활용하였다. 일반적으로 클러스터링 모델은 차원의 저주(The curse of dimensionality)로 인해 고차원 데이터를 처리하는 데 어려움이 존재한다. 이에 UMAP 알고리즘이 활용하여 차원을 축소하였다. UMAP은 비선형 및 로컬 구조를 정확하게 보존할 수 있는 우수한 성능으로 선호되고 있으며, 주제 분석 및 문서 클러스터링이 용이하도록 도와준다.

셋째, 차원이 축소된 벡터들은 HDBSCAN(Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)의 클러스터링 알고리즘을 활용하여 클러스터링한다. 계층적 밀도 기반 클러스터링 알고리즘인 HDBSCAN은 계층적 구조를 통해 도출된 클러스터링 간의 관계를 설명할 수 있으며, 파라미터 최적화를 위한 노력을 줄일 수 있으므로 다른 클러스터링 알고리즘과 비교하여 더욱 객관적으로 군집화를 이룰 수 있다(Cheong et al., 2024; Kim & Yang, 2023). 최종적으로 해당 알고리즘을 활용하여 밀도가 높은 군집을 식별 및 클러스터링하여 의미론적으로 유사한 문서들을 그룹화하여 토픽으로 정의한다.

넷째, class 기반인 c-TF-IDF를 활용하여 해당 토픽을 잘 표현할 수 있는 단어를 찾는다. c-TF-IDF는 토픽 관점에서 각 단어의 중요도를 모델링하는 과정으로써, 아래 식(1)과 같이 표현된다. $tf_{x,c}$ 는 클러스터 내 모든 문서를 단 하나의 문서로 간주하며, 해당 클러스터에서 단어 x 가 등장한 횟수를 의미한다. 즉, 특정 단어 x 가 특정 클러스터에서 자주 등장하게 되면, c-TF-IDF의 값이 커진다. 반대로, f_x 는 모든 클러스터에서 등장한 단어 x 의 출현 빈도를 의미하며, A 는 클러스터당 평균 단어 수를 의미한다. 따라서 특정 x 가 여러 클러스터에 걸쳐 출현빈도가 높아지면, c-TF-IDF의 값은 낮아진다. 이를 통해, 각 클러스터에 해당하는 토픽의 대표 단어들을 도출 및 각 토픽이 무엇을 의미하는지 명확하게 이해할 수 있도록 돕는다.

마지막으로 KeyBERTInspired를 통해 토픽표현을 미세조정하여, 적절히 토픽을 대표하는 키워드를 최대한 다양하게 선별되도록 조정하였다.

For a term x within class c :

$$w_{x,c} = |tf_{x,c}| \times \log\left(1 + \frac{A}{f_x}\right) \quad (1)$$

$tf_{x,c}$ = frequency of word x in class c

f_x = frequency of word x across all classes

A = average number of words per class

3. 분석결과

3.1 랜즈케이프(landscape) 분석

1) 연도별 특허출원 동향

‘04년~23년 중 미국특허청에 출원되어 등록된 인공지능 기반의 물류 특허 6,000건이 분석에 활용되었으며, Figure 4와 같이 꾸준히 증가하는 추세를 보여주고 있다. 특히, ‘11년~13년 기간 동안 출원 수가 전년 대비 각 129.7%, 103.5%, 50.3% 증가율을 보여주며 20년 중 가장 큰 폭으로 증가하였다. 다만, 미국특허청의 특허는 출원 후 일반적으로 12개월 이내에 공개되며(Martin, 2015), 등록까지의 기간은 더 길어질 수 있다. 본 연구의 특허 데이터는 출원부터 등록까지 평균 1,120일이 소요되어, 최근 3년의 기간에는 미공개 특허가 존재할 수 있다. 또한, 2020년에는 코로나19로 인해 R&D 활동이 다소 침체되었을 수 있으므로(Lee & Jung, 2021), 이를 고려하여 2020년 이후의 특허는 향후 추가적인 검토가 필요할 수 있다.

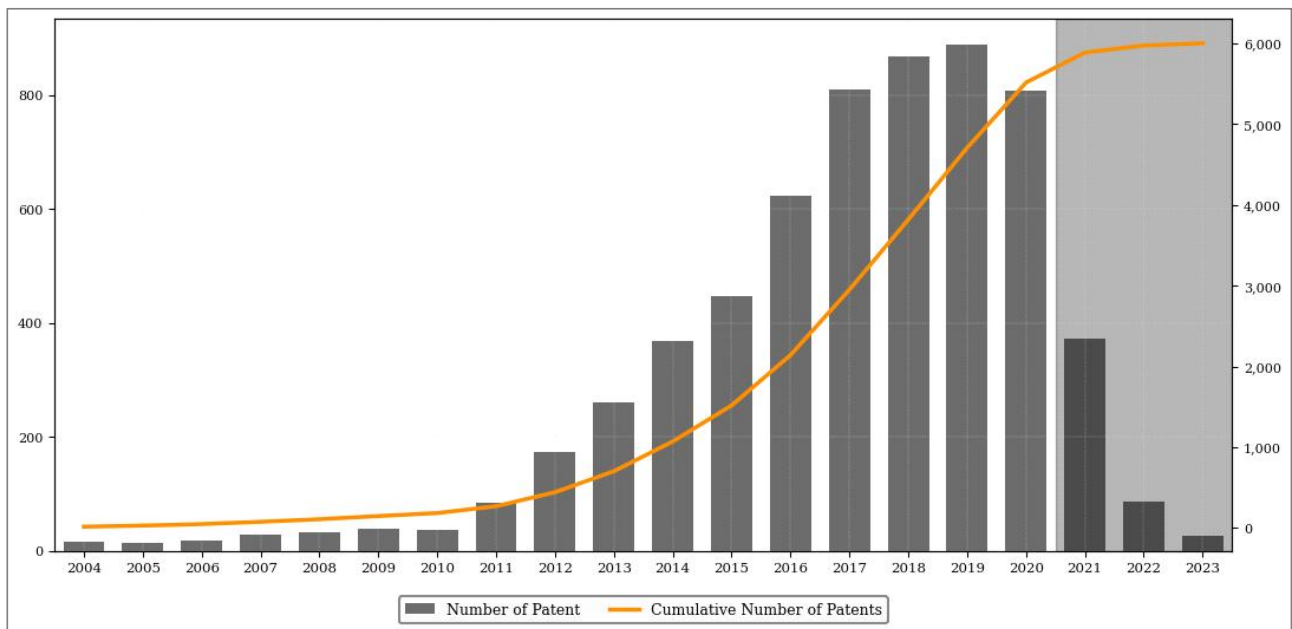


Figure 4. The number of patents in each year from 2004 to 2023 (20 years)

2) 국가 특허출원 동향

국가별 특허출원 누적 수(‘04년~23년)를 살펴보면, Figure 5와 같다. 누적된 특허 수가 많을수록 진한 색으로 표시되며, 1건 이상의 특허를 출원한 국가는 총 58개국으로 나타났다. 미국이 4,336건(72.27%)으로 가장 많은 특허를 출원하였으며, 일본 432건(7.20%), 독일 221건(3.68%), 한국 152건(2.53%), 중국 132건

(2.20%) 순으로 상위 5개국이 집계되었다. 다음으로는 캐나다 123건(2.05%), 아일랜드 61건(1.02%), 프랑스 59건(0.98%), 스위스 55건(0.92%), 영국 51건(0.85%)으로 나타났다.

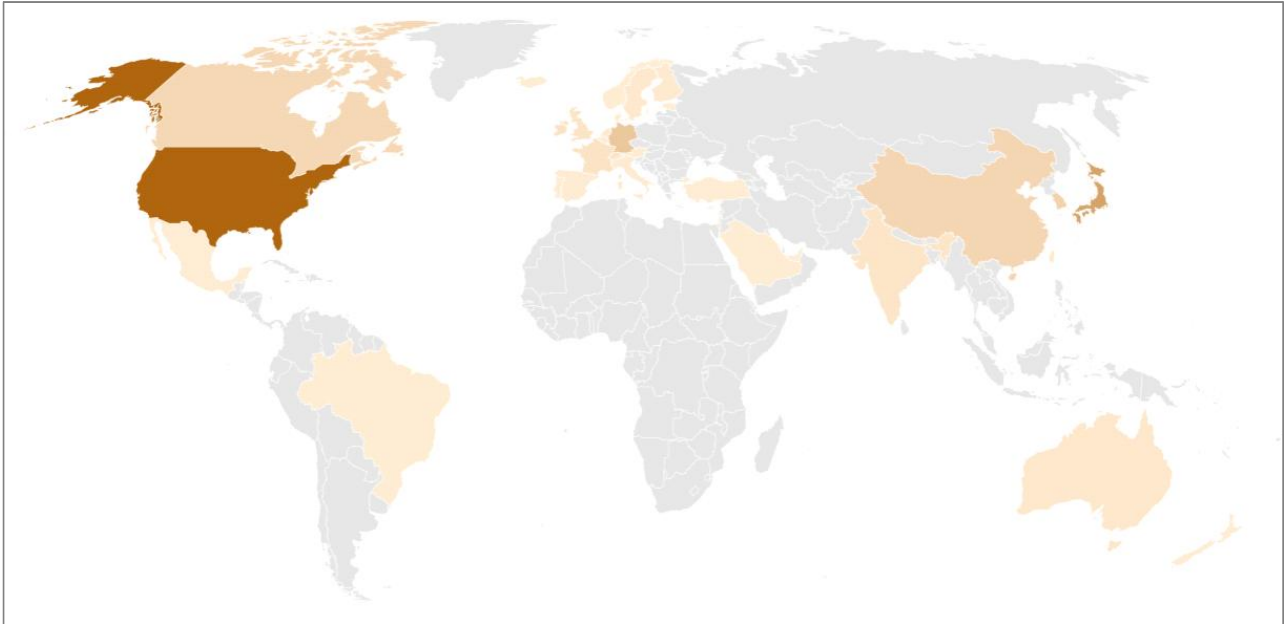


Figure 5. Geographical distribution of patents worldwide

3) 출원인 특허출원 동향

인공지능을 융합한 물류기술의 최근 20년간 누적 출원 수 상위 10개 출원인은 Figure 6과 같다. 1위는 Amazon 466건(7.77%)으로 나타났다. 다음으로 Walmart 310건(5.17%), IBM 202건(3.37%), UPS 114건(1.90%), Coupang 79건(1.32%), SAP 73건(1.22%), TOYOTA 55건(0.92%), ORACLE 53건(0.88%), NEC와 US Postal Service가 각 50건(0.83%)으로 나타났다.

더불어, 특허 활동성을 살펴보고자 최근 5년(19년~23년) 동안의 출원 수를 살펴보았다. 최근 5년간 특허는 총 2,182건이며, Amazon과 Walmart는 이전과 동일하게 1위(113건, 5.18%), 2위(93건, 4.26%)로 집계되었다. 특히 Coupang은 모든 특허를 최근 5년 동안 출원시키면서 3위(79건, 3.62%)를 차지했다. 다음으로 IBM 4위(65건, 2.98%), UPS 5위(43건, 1.97%), TOYOTA 6위(36건, 1.65%), US Postal Service 8위(29건, 1.33%), NEC가 11위(20건, 0.92%)를 차지하며 10위권 밖으로 밀려났다.

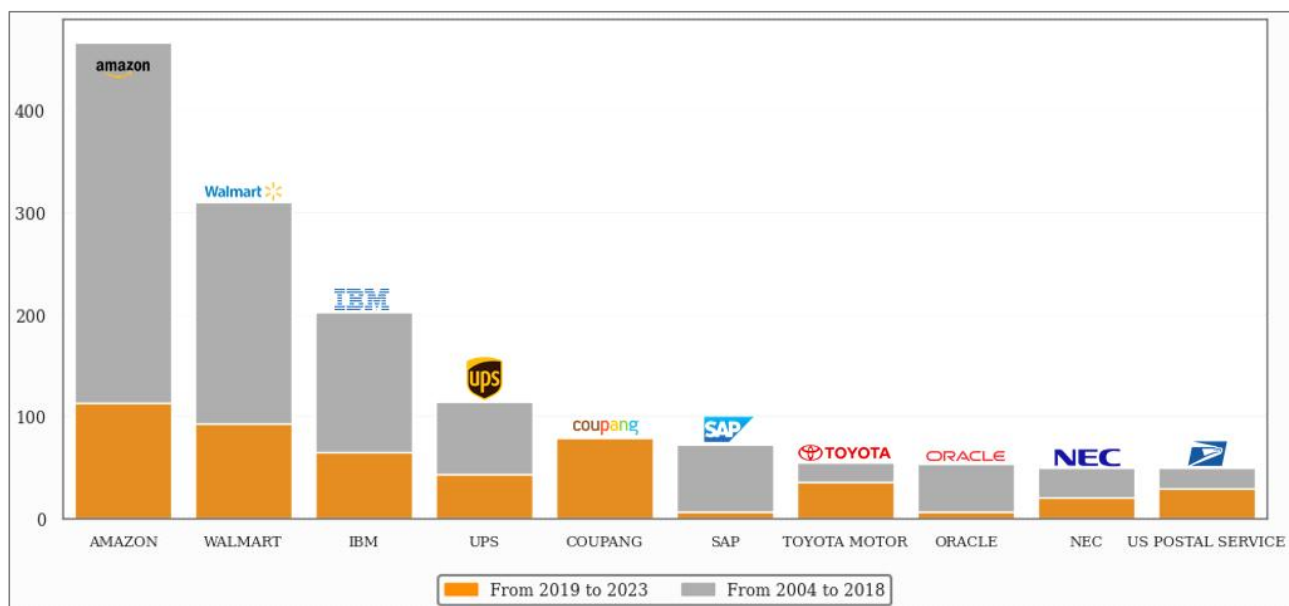


Figure 6. TOP 10 agents by cumulative number of patents

4) IPC 코드 특허출원 동향

특허의 IPC 코드(ex. A12B 001/02)는 섹션(A), 클래스(A12), 서브클래스(A12B), 메인그룹(A12B 001), 서브그룹(A12B 001/02)으로 구성된다. 본 논문에서는 우선 서브클래스 단위까지 각 특허의 메인 IPC 코드 동향을 분석하고자 한다. Table 2는 누적 특허 수 상위 10개 IPC 코드와 관련된 내용이며, 시간적 흐름까지 면밀하게 관찰하기 위해 5년 단위로 나누어 표시하였다. 누적 특허 수가 가장 많은 IPC 서브클래스 코드는 G06Q(“관리, 상업, 재무, 관리 또는 감독 목적을 위해 특별히 적용된 정보 통신 기술”) 3,751건(66.10%)이다. 다음으로 G06F(“전기에 의한 디지털 데이터처리”) 737건(12.99%), H04W(“무선 통신 네트워크”) 332건(5.85%), G06V(“이미지 또는 비디오 인식 또는 이해”) 174건(3.07%), G05D(“비전기적 변수를 제어하거나 조절하기 위한 시스템”) 138건(2.43%), G06N(“특정 컴퓨터 모델에 기반한 컴퓨팅 장치”) 134건(2.36%), G16H(“건강 정보학”) 114건(2.01%), G07C(“시간 또는 출석 등”) 106건(1.87%), G06T(“이미지 데이터 처리 또는 발생”) 95건(1.67%), H04L(“디지털 정보의 전송”) 94건(1.66%) 순으로 집계되었다.

Table 2의 우측 첫번째 열(column)은 ‘최근 5년 출원 수/총 누적 특허 수’로써, 수치가 1에 가까울수록 관련 특허가 최근에 많이 출원됨을 관찰할 수 있다. 이중 H04L(0.628), G07C(0.604), G06N(0.590)이 0.5보다 높은 수치를 기록했다. 이는 전체 20년의 기간 중, 절반 이상의 특허가 최근 5년 동안에 출원된 것을 의미한다. 특히, 특허 데이터 특성상 미공개 특허가 존재하는 것을 고려한다면, 향후 해당 코드에 더 많은 특허가 출원될 가능성이 존재한다. 이에, Table 3에서 3개의 IPC 코드를 세부적으로 관찰하였다.

Table 2. TOP 10 IPC code by cumulative number of patents

No.	Main IPC code	'04~'08 (a)	'09~'13 (b)	'14~'18 (c)	'19~'23 (d)	$d/(a+b+c+d)$
1	G06Q	98	498	1,943	1,212	0.323
2	G06F	5	36	392	304	0.412
3	H04W	2	14	209	107	0.322
4	G06V	0	14	76	84	0.483
5	G05D	0	0	73	65	0.471
6	G06N	0	0	55	79	0.590
7	G16H	2	16	56	40	0.351
8	G07C	0	0	42	64	0.604
9	G06T	0	0	64	31	0.326
10	H04L	1	2	32	59	0.628

Table 3은 Table 2에서 최근 특허출원이 활발히 이루어지고 있는 3개의 코드(H04L, G07C, G06N)에 대해 세부적으로 관찰한 내용이다. 메인그룹과 서브그룹 IPC 코드까지 코드별로 누적 특허 수 상위 3개의 세부 코드에 대해 분석하였다.

H04L 코드에서 가장 많은 특허 수는 009/90("네트워크 보안 프로토콜") 코드로 전체 누적 특허 19건 중 16건이 최근 출원되었다. 다음으로 009/00("비밀 또는 보안 통신을 위한 장치") 코드가 11건 중 7건, 067/00("네트워킹 환경을 위해 적합화 된 것") 코드가 7건 중 5건이 최근에 출원되었다. G07C 코드에서 가장 많은 특허 수는 009/00("개개의 출입을 등록하는 것") 코드로 전체 누적 특허 92건 중 54건이 최근 출원되었다. 다음으로 009/28("추적 가능한 통행증") 코드가 4건 중 4건, 009/22("통행증 소유자의 신분 확인과 결합한 것") 코드가 2건 중 2건이 최근에 출원되었다. G06N 코드에서 가장 많은 특허 수는 020/00("머신 러닝") 코드로 전체 누적 특허 112건 중 63건이 최근 출원되었다. 다음으로 003/04("양상블 러닝") 코드가 4건 중 4건, 020/20("아키텍처") 코드가 4건 중 3건이 최근에 출원되었다.

Table 3. Detailed patent numbers of the emerging IPC code

Main IPC code	Description	n ('04~'23)	n ('19~'23)
H04L	009/40 네트워크 보안 프로토콜	19	16
	009/00 비밀 또는 보안 통신을 위한 장치	11	7
	067/12 네트워킹 환경을 위해 적합화 된 것	7	5
G07C	009/00 개개의 출입을 등록하는 것	92	54
	009/28 추적 가능한 통행증	4	4
	009/22 통행증 소유자의 신분 확인과 결합한 것	2	2
G06N	020/00 머신 러닝	112	63
	003/04 양상블 러닝	4	4
	020/20 아키텍처	4	3

3.2 단어빈도 분석

Figure 7은 특허의 명칭을 대상으로 출현한 단어의 빈도를 분석한 결과이다. 누적 출현 수 상위 10개의 주요 단어를 대상으로 동향을 관찰하였으며, 주요 단어의 누적 순위는 delivery, track, data, vehicle, control, monitor, automate, order, location, service 순으로 나타났다. 또한, 특허의 양적출원이 증가하는 만큼, 단어의 빈도도 증가했으나, 최근에는 미공개 특허가 존재하기 때문에 소폭 감소하는 추세로 분석되었다. 세부 기간별로 살펴보면, '04~08년에는 track이 가장 높은 빈도를 기록했으며, 다음으로 data, service 순으로 나타났다. '09~13년에는 data의 출현빈도가 급격히 증가하여 1위를 차지하였으며, 다음으로 track, automate 순으로 나타났다. 해당 기간 5위에 머물렀던 delivery는 '14~18년에 출현빈도가 폭발적으로 증가하며, 2위(track), 3위(data)와 큰 격차가 발생했다. '19~23년은 이전 기간과 동일하게 delivery, track 단어가 각 1, 2위를 차지했으나, 3위는 vehicle로 도출되었다.

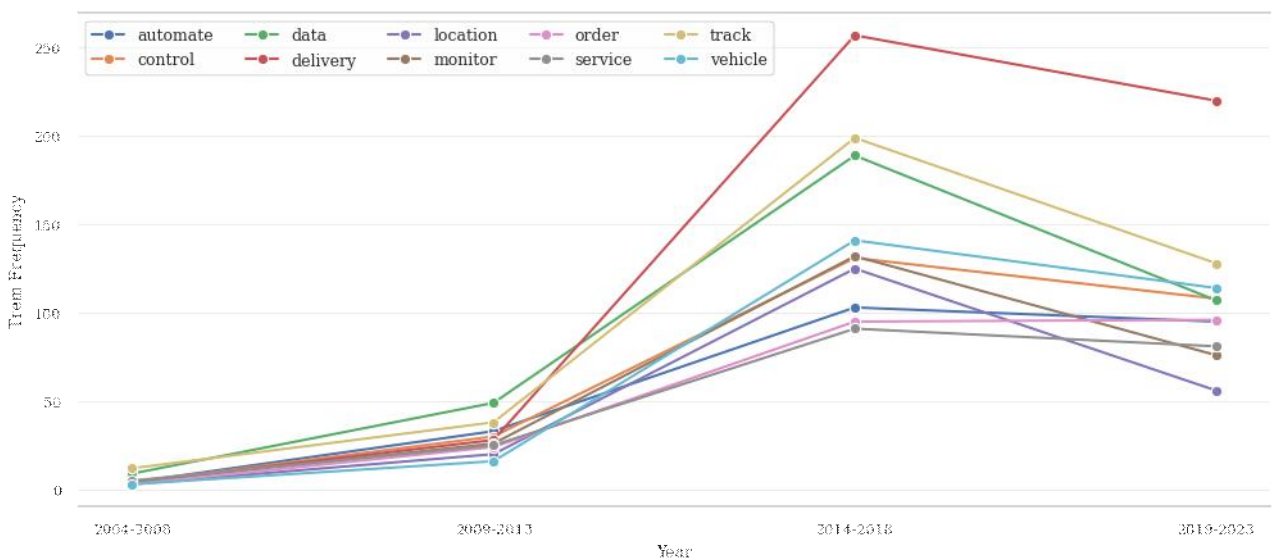


Figure 7. Term frequency trend in each period from 2004 to 2023

3.3 신흥트렌드 분석 및 발굴

최종적으로 BERTopic을 활용하여 인공지능을 기반한 물류 기술의 신흥트렌드를 발굴하고자 하였다. 6,000건의 특허 데이터를 대상으로 이상치 그룹을 제외한 총 53개의 토픽을 추출했으며, 상위 10개의 토픽 및 주요 키워드는 Table 4와 같다.

<Topic 0>은 'RFID를 활용한 탐지 및 모니터링' 관련 기술로 204건으로 구성되었으며, 키워드는 Rfid, Tracking, Detection, Monitoring, Tags로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Inventory item monitoring'으로 RFID 태그를 활용하여 재고를 효율적으로 추적하기 위한 시스템, 방법, 장치 관련 특허이다. <Topic 1>은 '무인드론 및 항공기' 관련 기술로 202건으로 구성되었으며, 키워드는 Uav, Unmanned, Drones, Uavs, Drone으로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Unmanned aerial vehicle item delivery'로 다수의 무인 항공기를 사용하여 품목배달을 위한 방법 및 시스템 관련 특허이다. <Topic 2>은 '자산 트래킹 시스템' 관련 기술로 159건으로 구성되었으며, 키워드는 Tracking, Tracker, Assets, Monitoring, Asset으로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Asset tracking in process control environments'이다. <Topic 3>은 '차량' 관련 기술로 142건으로 구성되었으며, 키워드는 Vehicle, Vehicles, Vehicular, Automobile, Device로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Vehicle monitoring systems and methods'로 차량 모니터링 시스템 및 방법에 관한 특허이다. <Topic 4>은 '고객 판매' 관련 기술로 121건으로 구성되었으며, 키워드는 Commerce, Merchants,

Customers, Shopping, Merchant로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Persistent return cart'로 고객이 전자상거래의 복수의 거래에서 구매한 항목들은 하나의 반품으로 결합하여 지원하는 특허이다. <Topic 5>은 '컨테이너' 관련 기술로 114건으로 구성되었으며, 키워드는 Container, Containers, Cargo, Logistics, Tracking으로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'System for tracking containers and logistics using a biometric identity card and a CSD'로 컨테이너와 물류 추적 관련 특허이다. <Topic 6>은 '로봇' 관련 기술로 95건으로 구성되었으며, 키워드는 Robotic, Robots, Robot, Orders, Warehouse로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Robot dwell time minimization in warehouse order fulfillment operations'이다. <Topic 7>은 '자율주행' 관련 기술로 92건으로 구성되었으며, 키워드는 Autonomous, Autonomously, Vehicles, Vehicle, Transporting으로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Autonomous vehicle with trailer'로 물품을 운반하기 위한 자율차량과 트레일러가 포함된 자율 시스템에 관한 특허이다. <Topic 8>은 '이미지 인식' 관련 기술로 88건으로 구성되었으며, 키워드는 Images', Recognition, Image, Detection, Capturing으로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Store shelf imaging system and method'로 제품 관련 이미지를 촬영하여 이미지에서 제품 관련 데이터 추출 및 관련한 정보를 생성하는 특허이다. <Topic 9>은 '잠금 및 보안' 관련 기술로 87건으로 구성되었으며, 키워드는 Lockers, Locker, 'Lockbox, Locks, Security로 나타났다. 대표 특허의 명칭은 'Ondo self-serve food locker assembly, system, and method'로 식품의 신선한 보관 및 운송을 위한 인증된 접근 기반의 비접촉식 자동 식품 보관함 장치에 관한 특허이다.

Table 4. Topics extracted using BERTopic and their representative terms.

Topic	Number of Patents	Representation Term (TOP 5)
0	204	['rfid', 'tracking', 'detection', 'monitoring', 'tags']
1	202	['uav', 'unmanned', 'drones', 'uavs', 'drone']
2	159	['tracking', 'tracker', 'assets', 'monitoring', 'asset']
3	142	['vehicle', 'vehicles', 'vehicular', 'automobile', 'device']
4	121	['commerce', 'merchants', 'customers', 'shopping', 'merchant']
5	114	['container', 'containers', 'cargo', 'logistics', 'tracking']
6	95	['robotic', 'robots', 'robot', 'orders', 'warehouse']
7	92	['autonomous', 'autonomously', 'vehicles', 'vehicle', 'transporting']
8	88	['images', 'recognition', 'image', 'detection', 'capturing']
9	87	['lockers', 'locker', 'lockbox', 'locks', 'security']

추가로 상위 10개 토픽에 소속된 특허의 연도별 출원 분포를 분석함으로써 신흥트렌드를 발굴하고자 하였으며, Figure 8과 같다. '04년~23년 동안 출원된 특허를 5년 단위로 묶어 4개의 기간으로 살펴보았다. 우측 첫번째 열(column)인 Hot Topic은 '최근 5년 출원 특허 수 / 전체 출원 특허 수' 식을 기반으로 토픽 간 수치를 상대적으로 시각화한 것이다. 최근에 출원된 특허가 많을수록 진한 붉은색으로 표시되며, 과거에 출원된 특허가 많을수록 진한 파란색으로 표시된다. 가장 높은 비율을 보이는 토픽은 <Topic 9 'Locker'>로 최근 10년 동안 모든 특허가 출원됐으며, 그중 약 절반이 최근 5년 동안 출원되었다. 다음으로 높은 비율을 보이는 것은 <Topic 7 'Autonomous'>로 최근에 많은 특허가 출원되고 있으며, 미공개 특허가 존재함에 불구하고 전체 기간 중 최근 5년 동안 출원된 특허가 무려 43%를 차지했다. 반대로 <Topic 0 'RFID'>는 상대적으로 최근에 출원된 특허의 비율(25%)이 제일 낮게 나타났다.

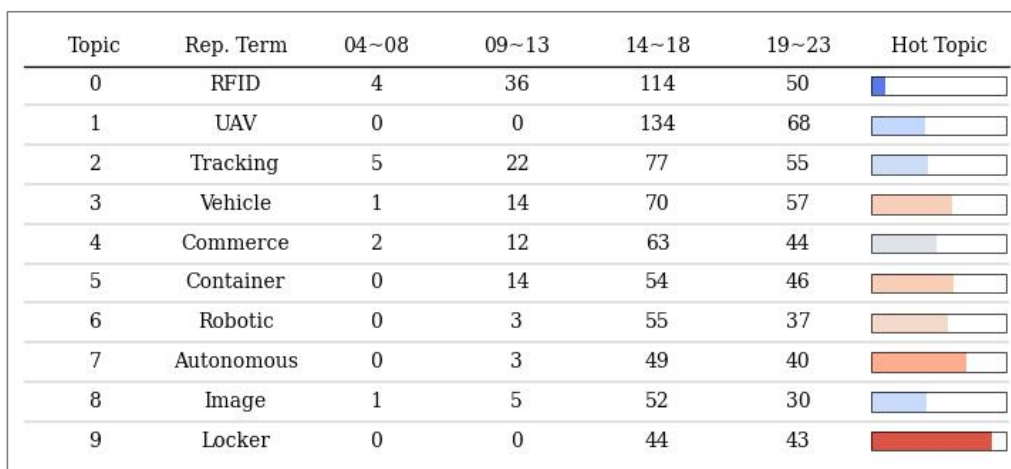


Figure 12. Hot Topics of AI-Based Logistics Technologies

4. 결론 및 논의

인공지능은 4차 산업혁명의 핵심 동력으로써 기업, 정부, 사회 전반에 걸쳐 주목받으며 도약과 발전을 이루고 있는 기술이다. 이에 주요국은 인공지능을 국가전략과 연계된 주요 기술로 지정하며, 국가차원의 인공지능 정책을 추진 중이다. 그중 물류산업은 대표적인 기술 융합의 흐름을 보이는 산업 분야이다.

이에 본 연구에서는 인공지능과 융합된 첨단물류기술의 과거와 현재, 그리고 미래의 유망한 기술분야를 탐색하고자 하였다. 이를 위해 미국특허청에 2004년부터 2023년까지 출원되어 현재 등록된 물류 및 인공지능 관련 특허 6,000건을 분석하였다. 출원국가·출원인·IPC의 탐색적 데이터 분석, 특허명을 이용한 단어 빈도분석, 딥러닝 기반의 BERTopic을 이용한 잠재토픽 발굴 순으로 분석을 진행하였으며, 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 인공지능 기반 물류기술의 특허출원 수를 살펴보면, 코로나19 시기를 제외한 2004년부터 꾸준한 증가세가 나타나고 있다. 특히, GPU 등 컴퓨터 시스템과 딥러닝의 급격한 발전이 이루어진 '11~12년은 (Keith, 2022), 전년 대비 2배 이상의 출원 수를 기록하였다. 이러한 가파른 성장세의 배경에는 데이터의 증가에서도 그 이유를 찾을 수 있다. 본 연구의 연도별 단어 빈도분석 결과를 살펴보았을 때, '09~13년에 출현 빈도가 가장 높은 단어는 data로 나타났다. 사물인터넷 기술과 개인 디지털 기기의 보급으로 많은 양의 데이터가 축적되었으며, 이러한 빅데이터의 탄생은 딥러닝 기술 발전의 큰 기반이 되었다.

둘째, 국가단위 특허출원에서 상위 국가인 미국은 전체 특허의 72%를 출원하고 있었으며 일본, 독일, 한국, 중국이 그 뒤를 잇고 있다. 출원인으로는 미국의 아마존, 월마트, IBM, UPS가 인공지능 기반 물류기술을 선도하고 있었다. 아마존은 물류산업에서 인공지능을 활용한 기술혁신을 가장 활발하게 이루고 있는 기업으로, 2024년 최근에도 인공지능 기술 및 로봇 관련 스타트업들의 창업자를 연이어 영입하며 로봇 자동화 전략을 펴하고 있다. 출원 수 상위 5번째 출원인은 국내 기업인 쿠팡으로 나타났다. 쿠팡의 모든 특허는 최근 5년 동안 출원되고 있었다. 실제로 최근 2023년 쿠팡은 인공지능 기반의 자동화 혁신기술이 집약되어 있는 풀필먼트센터(Fulfillment Center)를 공개했으며, 무인운반로봇(AGV)를 기반으로 PTG(Person to Goods) 방식이 아닌 GTP(Goods to person) 방식의 물류 기술을 도입했다. 이러한 최첨단 인공지능 기술의 도입으로 물류 효율성을 높이고 새로운 성장 동력을 창출하고 있다. 이는 물류산업이 노동집약적 산업에서 기술집약적 산업으로 변하고 있음을 의미한다. 이러한 변화는 국내에 긍정적 영향을 끼치고 있다. 대표적으로 쿠팡은 인공지능·자동화 로봇 기술이 접목된 최첨단 물류 인프라를 전국으로 확장시키면서, 쇼핑 시설이 부족한 지방지역의 불편을 해소하고 관련 일자리를 창출하고 있다. 이렇듯 물류산업의 진화는 물류

현장뿐만 아니라 산업 및 경제구조, 지역의 균형발전에도 변화를 가져다주었다.

셋째, 딥러닝 기반의 BERTopic을 활용하여 주요 토픽을 발굴하였다. 특허 수 상위 10개 토픽으로는 ‘RFID 기반의 탐지 및 모니터링’, ‘무인드론 및 항공기’, ‘자산 트래킹 시스템’, ‘차량’, ‘고객 판매’, ‘컨테이너’, ‘로봇’, ‘자율주행’, ‘이미지 인식’, ‘잠금 및 보안’이 발굴되었다. 특히, ‘잠금 및 보안’, ‘자율주행’, ‘로봇’ 토픽이 최근에 많이 출원되고 있는 신흥트렌드임을 확인하였다. 추가로 출원 수 20위 토픽(주요단어: learning, models, prediction, features)은 특허 수가 총 47건으로 나타났지만, 최근 5년간 출원된 수가 무려 66%(31건)에 육박할 만큼 주목받고 있는 분야로 나타났다.

이와 같은 의의에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계점이 존재한다. 미국특허청에 출원된 특허만을 활용함으로써 전 세계적인 글로벌 동향을 포괄하지 못하였다. 또한, 특허의 품질과 상관없이 출원 및 등록된 모든 특허를 대상으로 분석하였기에 질적인 측면을 반영하지 못했다는 한계가 있다. 후속 연구에서는 미국특허청뿐만 아니라 지식재산 주요 5개국(IP5)이라 불리는 한국, EU, 일본, 중국, 미국특허청을 대상으로 피인용 수, 패밀리특허 수 등 특허의 질적인 측면을 함께 고려하여 분석한다면 더욱 풍부한 학술적·정책적 시사점이 발굴될 것으로 기대된다.

참고문헌

- Albalawi, R., Yeap, T. H., Benyoucef, M. (2020), Using Topic Modeling Methods for Short-Text Data: A Comparative Analysis, *Frontiers in Artificial Intelligence*, 3(42).
- Atzeni, D., Bacciu, D., Mazzei, D., Prencipe, G. (2022), A Systematic Review of Wi-Fi and Machine Learning Integration with Topic Modeling Techniques, *Sensors*, 22(13), 4925.
- Baek, S., Lee, H., Kim H. (2020), Analysis of Artificial Intelligence's Technology Innovation and Diffusion Pattern: Focusing on USPTO Patent Data, *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(4), 86-98.
- Bamakan, S., Bondarti, A., Bondarti, P., Qu, Q. (2021), Blockchain technology forecasting by patent analytics and text mining, *Blockchain: Research and Applications*, 2(2).
- Bubela, T., Gold, E. R., Graff, G. D., Cahoy, D. R., Nicol, D., Castle, D. (2013), Patent landscaping for life sciences innovation: Toward consistent and transparent practices, *Nature Biotechnology*, 31(3), 202-206.
- Chauhan, C., Parida, V., Dhir, A. (2022), Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises, *Technological Forecasting and Social Change*, 177.
- Cheong, M., Cho, H., Kim, W., Park, D., Kim, H. (2024), HDBSCAN-based Clutter Removal of An Active Sonar under Multipath Environment, *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, 61(8), 751-760.
- Choi, S., Sawng, Y. (2023), Analyzing the Technological Competitiveness of Innovative Industries Using Patent Data: Focusing on AI Speakers, *Korea Society of Innovation*, 18(2), 55-75.
- Devlin, J., Chang, M., Lee, K., Toutanova, K. (2019), BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, *Association for Computational Linguistics*, 1, 4171-4186.
- Dwivedi, Y. K., Sharma, A., Rana, N. P., Giannakis, M., Goel, P., Dutot, V. (2023), Evolution of artificial intelligence research in Technological Forecasting and Social Change: Research topics, trends, and future directions, *Technological Forecasting and Social Change*, 192.
- Elragal. A., Klischewski. R. (2017), Theory-driven or process-driven prediction? Epistemological challenges of big data analytics, *Journal of Big Data*, 4.
- Gallagher, R. J., Reing, K., Kale, D., Steeg, V. G. (2017), Anchored correlation explanation: topic modeling with minimal domain knowledge, *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 5, 529-542.
- Garsson, R. S., Pham, C. H. (2012), Strategies for Post-Grant Reviews and Other Proceedings for Challenging an Issued Patent, *Nanotechnology Reviews*, 1(4), 343-350.
- Gonzalez, G., Lee, Y., Lee, C. (2023), Prediction of Promising Vacant Logistics Technology using Patent Data Analytics in Latin America, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 23(1), 11-19.
- Grootendorst, M. (2022), BERTopic: Neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure.

- Holand. Ø., Contiero. B., Naess. M. W., Cozzi. G. (2024), 'The Times They Are A-Changin' - research trends and perspectives of reindeer pastoralism - A review using text mining and topic modelling, *Land Use Policy*, 136.
- Hong, L., Dacison, B. D. (2010), Empirical study of topic modeling in Twitter, *Proceedings of the First Workshop on Social Media Analytics*, 80-88.
- Hwang, H., Song, S. (2019) A Study on the Trend of Logistics Automation Based on Patent IPC Network Analysis and Word2Vec, *Innovation Studies*, 14(4), 235-263
- Hwang, I. B., Song, S. H. (2022), The study for logistics technology trends by the method of patent network analysis and Word2Vec, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 23(9), 560-568.
- Hwang, I., Song, S. (2022), The study for logistics technology trends by the method of patent network analysis and Word2Vec, *Journal of the Korea Academia-Industrial*, 23(9), 560-568.
- Jung, J., Choe, H., Jung, T. (2024), Analysis of AI Technology Application Paradigms in the Field of Secondary Batteries : A Patent Data Text Mining Study Using BERTopic Model, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 27(5), 891-912.
- Kang, W., Lee, S., Choi, S. (2023), A Matrix Factorization-based Recommendation Approach with SBERT Embedding, *Journal of Korean Institute of Information Technology*, 21(11), 203-211.
- Keith, D. (2022), A Brief History of Deep Learning, <https://www.dataversity.net/brief-history-deep-learning/>
- Kim, H., Kim, J. (2024), Analysis of Research Trends Related to Jeju Region Based on LDA Topic Modeling, *Journal of Jeju Studies*, 61, 291-314.
- Kim, T. M., Choi, B. N., Park, C. J. (2023), Analysis and Forecast of Patent Trends in Unmanned Delivery Robot Technology: Focusing on Last-Mile Delivery Technology, *Korea Logistics Review*, 33(3), 30-42.
- Kim, Y., Kim, D., Seo, H., Kim, Y. (2023), Content-based Korean journal recommendation system using Sentence BERT, *Journal of Intelligence and Information Systems*, 29(3), 37-55.
- Kim, Y., Yang, B. (2023), Extracting Urban Areas of Interest Using HDBSCAN Clustering Method, *Journal of the Korean Cartographic Association*, 23(1), 67-77.
- KIPO (2024, August 23), <https://www.kipo.go.kr/ko/kpoContentView.do?menuCd=SCD0200269>
- Kwak, H., Lee, S. (2019), Competitiveness Analysis for Artificial Intelligence Technology through Patent Analysis, *The Journal of Information Systems*, 28(3), 141-158.
- Lee, H., Yu, J., Kwon, K., Lee, C. (2021), Forecast of Promising Technology on Last Mile Logistics by Analyzing the Patent Information, *Korean Journal of Logistics*, 29(2), 43-56.
- Lee, J., Oh, C. (2022), A study on the technological development path of the AI semiconductor industry and the catch-up chance for latecomers: Focusing on technical patent analysis as the view of the technological life cycle, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 17(3), 113-133.
- Lee, K., Jung, Y. (2021), A Study on the Trends of Technology Development Related to Smart Factory

- Security: Based on Patent Analysis, The Korean Association for Industrial Security, 11(3), 49-71.
- Lee, W., Lee, H. (2019), A Technology Landscape of Artificial Intelligence: Technological Structure and Firms' Competitive Advantages, Journal of Korea Technology Innovation Society, 22(3), 340-361.
- Liu, Y., Alias A., Haron, N., Bakar, N., Wang, H. (2024), Technology status tracing and trends in construction robotics: A patent analysis, World Patent Information, 76.
- Maji, I. K., Saari, M. Y., Muhammad, S. (2024), Regulatory role, clean logistics technology and environmental sustainability, Social Sciences & Humanities Open, 9.
- Martin, J. (2015), The Myth of the 18-Month Delay in Publishing Patent Applications, <https://ipwatchdog.com/2015/08/03/the-myth-of-the-18-month-delay-in-publishing-patent-applications/id=60185/>
- Park, C., Kim, K. (2022), Logistics Fulfillment Technology Analysis using Patent Information: Focusing on Coupang's Patents, Korea Logistics Review, 32(1), 93-104.
- Park, Y. G., Hwang, S. P., Chung, E. H. (2018), The effect of technology innovation on the corporate value in logistics and distribution industry: based on the patent claims and citation, Journal of Distribution and Management Research, 21(3), 57-68.
- Research and markets, (2023), Global Logistics Market Report and Forecast 2024-2032, <https://www.researchandmarkets.com/reports/5775157/global-logistics-market-report-forecast>
- Righi, R., Samoil, S., Cobo M., Baillet, M., Cardona, M., Parto, G. (2020), The AI techno-economic complex System: Worldwide landscape, thematic subdomains and technological collaborations, Telecommunications Policy, 44(6).
- Shim, M. (2022), Analysis of Research Trends on the Domestic Metaverse using Topic Modeling: Focusing on Research from 2007 to 2022, Journal of Digital Contents Society, 23(12), 2457-2468.
- Shin, M., Jang, S., Min, Y. (2022), A study on digital technology and smartization level in the logistics industry, Journal of Transport Research, 29(1), 43-61.
- Shin, M., Jang, S., Min, Y. (2022), A study on digital technology and smartization level in the logistics industry, Journal of Transport Research, 29(1), 43-61.
- Wang, Y., Bashar. M. A., Chandramohan. M., Nayak. R. (2023), Exploring topic models to discern cyber threats on Twitter: A case study on Log4Shell, Intelligent Systems with Applications, 20.
- Wen. Z., Powell. G., Charfi. I., Buckeridge. D. l., Li. Y. (2022), Inferring global-scale temporal latent topics from news reports to predict public health interventions for COVID-19, Patterns, 3.
- Yoon, H., Park, E., Kim, D., Cho, K. (2023), A comparative study on Technology competitiveness of Global AI Companies using patent and paper portfolio analysis, Journal of Korea Technology Innovation Society, 26(6), 817-841.

Appendix

Table. Number of patents by year

Year	Patents (n)	Year	Patents (n)	Year	Patents (n)
2004	17	2011	85	2018	868
2005	13	2012	173	2019	889
2006	19	2013	260	2020	807
2007	28	2014	368	2021	372
2008	32	2015	447	2022	87
2009	39	2016	623	2023	27
2010	37	2017	809	Total	6,000

Table. Cumulative number of patents by country (2003~2023)

Rank	Country	Patents (n)	Rank	Country	Patents (n)
1	United States	4,336	18	Sweden	23
2	Japan	432	19	Finland	20
3	Germany	221	20	Italy	12
4	South Korea	152	21	Austria	9
5	China	132	21	Estonia	9
6	Canada	123	23	Denmark	8
7	Ireland	61	24	Belgium	7
8	France	59	24	Hong Kong	7
9	Switzerland	55	26	Spain	6
10	United Kingdom	51	27	Brazil	4
11	India	47	27	Norway	4
12	Israel	41	27	Saudi Arabia	4
13	Australia	29	30	UAE	3
14	Singapore	29	30	Iceland	3
15	Cayman Islands	28	30	New Zealand	3
16	Taiwan	25	30	Turkey	3
17	Netherlands	24	Other Country		30

요약문

본 연구는 4차 산업혁명의 핵심동력인 인공지능과 융합된 첨단물류기술의 과거와 현재, 그리고 미래의 유망한 기술 분야를 탐색하고자 수행되었다. 2004년부터 2023년까지 미국특허청(USPTO)에 출원되어 현재 등록된 특허 6,000건을 수집 및 추출하였다. 분석 방법으로 연도별 출원 동향, 국가 분포, 주요 출원인 및 IPC코드의 탐색적 분석, 특허명 텍스트 빈도 분석, 딥러닝 기반의 BERTopic을 활용하였다. 분석 결과, 인공지능 기반 물류 특허 수는 꾸준한 증가세가 나타나고 있었다. 또한, 특허가 가장 많이 출원된 토픽 분야로는 'RFID 기반의 탐지 및 모니터링'으로 나타났다. 특히, '잠금 및 보안', '자율주행', '로봇' 토픽이 최근 출원 활동성이 높은 신흥트렌드임을 확인하였다. 본 연구 결과가 기업의 R&D 활동과 물류 기술 정책 입안자의 결정을 지원하기 위한 정보를 제공할 수 있을 것이라 기대된다.

주제어: 물류기술, 인공지능, 특허분석, BERTopic