

## 특허 분석을 통한 인공지능 기술경쟁력 변화 과정에 관한 연구 - 주요 5개국을 중심으로 -

황명호<sup>1)</sup>, 남은영<sup>2)</sup>, 박세훈<sup>3)\*</sup>

1) 부경대학교 기술경영전문대학원, 2) 동국대학교-서울 글로벌무역학과, 3) 부경대학교 기술혁신경영연구소

### The Technological Competitiveness Analysis of Evolving Artificial Intelligence by Using the Patent Information

Minghao Huang<sup>1)</sup>, Eun Young Nam<sup>2)</sup>, Se Hoon Park<sup>3)\*</sup>

1) Graduate School of Management of Technology, Pukyong National University

2) Department of Global Trade, Dongguk University-Seoul

3) Technology Innovation Management Research, Pukyong National University

**Abstract** : Artificial Intelligence (AI) is to assumed to be one of next generation technology which determine technological competitiveness and strategic advantage of a certain country. By using the patent data, this study aims to have a comparative analysis of the technological competitiveness of evolving artificial intelligence at different stages of development among the five largest intellectual property offices in the world (IP5). For the analysis data, all AI technology patent data from 1956 to 2019 were utilized according to the classification system presented in the “WIPO 2019 Technology Trend: Artificial Intelligence” report published by the World Intellectual Property Organization (WIPO) in 2019. The results shows that China has already surpassed the United States in terms of the number of patent applications in the field of artificial intelligence technology. However, in the domains of the United States, Europe, Japan, and Korea, the technology competitiveness of the United States is far ahead of China. Interestingly, the rate of increase of Korea's technology competitiveness is also very fast, and it has been shown that the technology strength is ahead of

**Received:** April 4, 2022 / **Revised:** May 10, 2022 / **Accepted:** May 19, 2022

\* 교신저자 : Se Hoon Park / TIM Research, Pukyong National University / [psh565332@pknu.ac.kr](mailto:psh565332@pknu.ac.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

China in non-Chinese domains. The significance of this study can be found in the fact that the temporal and spatial change process of technological competitiveness of significant countries in the field of artificial intelligence technology artificial intelligence was viewed as a macro-framework using the technology index (TS) the differences were compared.

**Key Words** : Artificial Intelligence, Patent Analysis, Technological Competitiveness, IP5 Vehicle, Disaster and Public Safety, Validation and Verification

## 1. 서론

인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 미래 국가 경쟁력과 전략적 우위를 형성하는 중요한 기술이다. 시장조사기관 스타티스타(Statista)에 따르면 세계 AI 시장이 2018년부터 2025년까지 연평균 43.4%씩 급속히 성장하여 2025년에는 1,260억 달러 규모의 시장이 예상됨에 따라 세계 주요 국가들은 대내적으로는 인공지능 관련 산업 육성을 위한 정책을 제정하고, 대외적으로는 글로벌 가치사슬 재편을 통해 인공지능 기술 분야에서의 경쟁과 협력을 통한 혁신 활동을 강화하고 있다(산업연구원, 2020, Liu 2021).[1],[2] 특히 미국과 중국 간 무역분쟁으로부터 시작되어 과학기술 패권 전쟁으로 이어지고 있는 상황에서 빅데이터를 기반으로 하는 인공지능 기술이 민간검용의 특성상 국가 안보와 직결되어 있다 보니 이 분야에서의 국가 간 경쟁과 협력은 갈수록 더 복잡한 양상을 보여주고 있다(연원호 외 2020).[3] 때문에, 최근 국제기구, 각국 정부 및 산하 연구기관, 빅테크 기업과 연구자들은 경쟁적으로 정책보고서와 연구논문 발표를 통해 각 국가 및 기업 관점의 인공지능 기술정책 및 전략을 개발하고 있다(WIPO 2019; 한국정부관계부처합동, 2019; NSCAI, 2021; 중국국무원 2017; CIFAR, 2020).[4],[5],[6],[7],[8]

하지만 기존 연구논문과 보고서를 고찰해보면 각자 서로 다른 정의, 분류체계, 특히 데이터와 검색 키워드 등을 사용하여 분석을 진행하고 심지어 같은 데이터베이스를 사용하더라도 서로 다른 분석결과가 도출되고 있다. 인공지능 기술에 대한 정의는 기

술 자체의 급속한 발전으로 인하여 시간에 따라 계속 변해 왔고(Kok 2009), 광범위하게 인정받는 정의가 아직 없다(Monett and Lewis 2018; Wang 2019).[9],[10],[11] 대신 양희태 외 (2018)의 연구팀은 인공지능 기술에 대한 국내·외 다양한 분류체계를 분석한 결과 기술과 응용 분야 혼재, 기술 간 위계 불일치 및 기술별 범위(Coverage) 차이와 같은 한계와 문제점들을 발견하고 새로운 분류체계(안)을 보고서에서 제안하였다.[12] 해외 연구로는 Wang(2019)의 인공지능 기술에 대한 정의가 필요하다는 같은 문제의식에서 출발하여 지능과 인공지능에 대한 정의를 시도했다.[11] 국내외에서 인공지능 기술에 대해 각자 정의하려는 시도들은 국가별 인공지능 R&D 정책 제안 또는 이론적 탐구에는 큰 도움이 되겠지만 현실적으로 국가 간 기술경쟁력 비교연구에 사용할 수 없다보니 정책 제안과 이론적 정의의 타당성과 신뢰성이 영향을 받게 된다.

결론적으로 본 연구는 이와 같은 문제점들을 해결하기 위해 인공지능 기술을 대상으로 차세대 신기술 분야 국가간 기술경쟁력 분석과 관련된 방법과 틀을 제시하고자 한다. 논문의 구성은 아래와 같다. 우선, 인공지능 기술에 대한 정의 및 분류체계를 살펴보고 인공지능 기술 특허 정보를 사용한 국가경쟁력 분석 관련 문헌들을 살펴보았다. 국가경쟁력 관련 지표에 관한 문헌들을 고찰한 후 1956년부터 2019년까지 인공지능 기술 특허를 사용하여 인공지능 기술 분야에서 미국, 유럽, 일본, 중국, 한국(IP 5국)의 국가도메인별 인공지능 기술 기술경쟁력 변화 과정에 대해 분석하였다.

2. 이론적 배경 및 선행연구 검토

1956년 여름 존 맥카시가 인공지능을 주제로 한 닥터머스 학회를 조직하면서 “인공지능 (Artificial Intelligence)”이라는 용어가 학계에 알려지기 시작했다. 이 용어의 탄생은 “생각하는 기계 (Thinking

2.1 인공지능 기술의 정의 및 분류체계

<Table 1> Research on AI technology patent analysis and national competitiveness index

classification	Source	Patent Data	Analysis	Index	Domain
인공지능 기술 특허 분석 관련 연구	Tseng and Ting (2013)	UPSTO (1976-2010)	Technology development	Quantity Index: PCA, Percentage, PAL, SHAI; Quality Index: Citation Ratios, CII, TCT	USA, Japan, Germany, Taiwan, United Kingdom, Canada, Netherlands, South Korea, Italy, France (10)
	이병기(2017)	UPSTO (1976-2014)	특허 경쟁력과 기술-산업 연관성 분석	특허 경쟁력: Percentage;	미국, 일본, 독일, 한국, 캐나다, 영국, 프랑스, 대만, 네덜란드, 이탈리아, 하위 50개국 (11)
	배영임·신혜리 (2017)	한국, 미국, 일본, 유럽 특허청 (WIPS DB: 2005-2016)	융합패턴 분석	연결중심성, 비중, 인용/피인용 강도	주요 출원 국가 중심
	정명석 외(2018)	KIPRIS (2000-2017)	기술동향분석	연결 중심성, 근접 중심성, 공백 기술 분석	미국, 일본, 독일, 한국, 캐나다, 잉글랜드, 프랑스, 대만, 네덜란드, 이스라엘, 하위 50개국
	박재용(2018)	KIPRIS	동향분석	기술별, 출원인별, 연도별 동향	한국
	WIPO (2019)	FAMPAT by Questel	Trend Analysis	기술별, 출원인별, 연도별 동향	전 세계
	백서인 외(2020)	UPSTO (2008-2018)	기술 혁신 및 확산 패턴 분석	기술혁신: 인용/피인용 분석; 기술확산: 특허 네트워크 분석	미국
국가경쟁력 지표 관련 연구	곽현·이성원 (2019)	KIWEЕ Derwent Innovation ( ~ 2016.06)	기술경쟁력 분석	특허활동도, 특허집중도, 특허시장성(시장력지수 PFS, 삼극특허 지수 TPF); 특허기술성(인용도 지수 CPP, 영향력 지수 PII, 기술력지수 TS, 다양성 지수 PDI)	유럽, 일본, 한국, 미국, WO
	정하교·황규승 (2008)	UPSTO(백만 이상)	기술경쟁력분석 (항공기반산업)	현시기술우위지수(RTA: REVERE Technological Advantage), 기술영향지수(CII: Citation Impact Index), 기술력 지수(TS)	한국 대 G7국가
	문성근(2012)	WIPS, KIPRIS, USPTO, EPO, IPDL 등 (1970년대부터 2008년 9월 30일): 총 1,376 건	기술 동향, 기술 경쟁력 분석, 인용도 분석, 시장력분석, 기술 흐름도	특허활동지수 Activity Index, 인용도 지수(CPP), 영향력 지수(PII), 기술력 지수(TS), 특허 패밀리 크기(PFS) 등	한국, 미국, 일본, 유럽, WO
	김대기 외(2014)	WIPS wintelips(2003-2012): 총 1,148건	기술경쟁력 분석	기술 활동력, 특허 경쟁력, 시장 확보력(PFS), 특허집중력(현시기술우위지수 RTA)	한국, 미국, 일본, 유럽, 중국
	엄익천(2020)	UPSTO의 PTMT, 한국특허정보원산하 KIWEЕ DB, WIPO DB: 총 5,015,207건	기술경쟁력분석	특허당 피 인용수(CPP), 특허영향지수(PII), 기술력지수(TS)	미국, 일본, 캐나다, 한국, 독일, 프랑스, 영국, 중국, 이탈리아
	곽현·이성원 (2019)	KIWEЕ Derwent Innovation ( ~ 2016.06): 총 10,510건의 특허 데이터	기술경쟁력 분석	특허활동도, 특허집중도, 특허시장성(시장력지수 PFS, 삼극특허 지수TPF); 특허기술성(인용도 지수 CPP, 영향력 지수PII, 기술력지수 TS, 다양성 지수 PDI)	유럽, 일본, 한국, 미국,
	최승우 외 (2016)	24,000 여건	사물인터넷 기술경쟁력 분석	인용도 지수 : CPP 기술영향력 지수 : CII 기술력 지수 : TS	미국, 유럽, WIPO, 중국, 일본, 한국
윤석훈·지일용 (2019)	WIPS 특허 데이터 : 701건	분도체 분야 기술경쟁력 분석	특허시장력 : PFS 특허영향력 : CPP	미국, 일본, 대만, 중국, 한국	

Machine)” 분야에서 다양하게 사용했던 사이버네틱스, 오토마타 이론(Automata Theory), 복잡정보처리 등 용어들로부터 중립적인 단어를 선택한 결과이다. 중립적인 용어 선택은 인공지능 기술 자체에 대해 정의를 내리는 일을 더욱 어렵게 만들었고 이를 사실로 받아들여 왔다(Monett and Lewis 2018; Müller, V. C. et al. 2018).[10],[13] 하지만 최근 몇 년간 딥러닝(Deep Learning) 기술 분야에서 이론 성과들과 인공지능 기술에 대한 규제와 정책의 수요로 인하여 정의를 내려야 할 필요성이 강하게 대두되고 있다(Müller, V. C. et al. 2018; Wang 2019).[11],[13] 인공지능 기술에 대한 정의의 부재는 정책 입안자들뿐만 아니라 학계와 일반 대중들에게도 많은 혼란을 불러일으킴으로써 인공지능 기술 분야의 학술 커뮤니티 형성과 국내·외 다양한 이해관계자들이 서로 협력하는데 어려움을 초래했다(Hernandez-Orallo 2017; Wang 2019).[11],[14]

때문에, 인공지능 분야는 지금까지 발전하는 과정에서 “인공지능의 여름과 겨울”을 번갈아 경험하면서 부침을 거듭하였다(WIPO 2019).[4]

최근 컴퓨터 처리능력, 연결성 및 기타 관련 기술들의 비약적인 발전(LeCun et al. 2015; Silver et al. 2016)과 문제해결을 위한 다양한 방법론을 통하여 첫 번째 장애물을 제거함으로써 인공지능 기술에 대해 정의하려는 시도들이 나타나고 있다(Wang 2019).[15],[16],[11] 그리고 그 목적은 일반적으로 다음 세 가지 중 하나에 속한다(Jajal 2018).[17] 첫째, 인간의 지능과 완전히 같은 시스템을 만드는 것 (강한 인공지능 Strong AI 또는 범용 인공지능 Artificial General Intelligence); 둘째, 특정 분야 혹은 특정 문제만을 해결하도록 작동하도록 하는 것 (약한 인공지능 Weak AI 또는 좁은 인공지능 Narrow Artificial Intelligence); 셋째, 인간을 능가하는 지적 능력을 갖추는 것이다(슈퍼 인공지능 Super AI 또는 초인공지능 Artificial Super Intelligence).

이를 기반으로 2019년 세계지식재산기구

(WIPO)에서 출간한 “WIPO 2019 기술 동향: 인공지능” 보고서에서는 약한 인공지능 또는 좁은 인공지능의 정의에 기초하여 광범위한 인공지능 기술과 응용들을 대상으로 동향을 분석하였다. 즉, 좁은 인공지능을 인간의 제한된 개입 또는 개입 없이 특정 임무를 더 잘 완성하는 학습 시스템으로 정의했다(WIPO 2019).[4] 비록 좁은 인공지능을 현 단계에서 “약한” 인공지능이라고 부르지만, 애플의 시리(Siri), 구글의 알파고(AlphaGo), IBM의 왓슨(Watson) 등 현존하는 인공지능 기술 대부분이 “약한” 인공지능에 속하고 “강한” 혹은 “슈퍼” 인공지능은 공상과학 소설이나 영화에 나오는 내용이기 때문에 “좁은 인공지능”이 보다 현실적인 정의라 할 수 있다(Jajal 2018). 따라서, WIPO(2019)에서 “좁은 인공지능”이란 현실적 정의에 기반하여 인공지능 기술을 <Table 2>와 같이 분류하였다.[4] 이는 비록 완벽한 정의 또는 분류체계라고 할 수 없지만, 현재 이 단계에서 앞서 이야기했던 여러 가지 문제점을 해결할 수 있다는 가능성을 열어주었다.

<Table 2> WIPO’s technical classification categories

대분류 (Category)	세부분류 (Sub-category)
Machine learning	Neural networks
	Machine learning (general)
	Supervised learning
	Probabilistic graphical models
	Support vector machines
	Bio-inspired approaches
	Classification and regression trees
	Deep learning
	Rule learning
	Unsupervised learning
	Reinforcement learning
	Instance-based learning
	Latent representation
	Multi-task learning
Logical and relational learning	
Logic programming	Expert systems
	Description logics
	Logic programming (general)
Fuzzy logic	-
Ontology engineering	-
Probabilistic reasoning	-

## 2.2 인공지능 기술 특허와 기술경쟁력

연구자들은 주로 특허 데이터를 활용하여 다양한 신기술의 국가경쟁력 분석 연구를 진행해 왔다. 하지만 인공지능 기술 분야에 대한 국가경쟁력 분석 연구를 포함한 다양한 연구들이 앞서 이야기했던 인공지능 기술의 정의 및 분류체계의 부재로 인하여 활성화되지 못했다.

국내 연구들은 인공지능 기술의 혁신, 확산 및 융합 패턴 또는 발전 동향, 경쟁력 분석, 그리고 정책 보고서 위주로 진행되었다(이병기, 2017; 배영임과 신혜리, 2017; 곽현과 이성원, 2019; 백서인 외, 2020).[18],[19],[20],[21] 대표적인 해외 연구로는 Tseng과 Ting(2013)이 특허 분석을 통해 인공지능 기술발전에 대한 국가 및 지역 수준의 비교연구가 있다.[22] 이 연구는 UPSTO에서 인공지능 기술에 대한 정의 및 특허 분류시스템에 따라 인공지능 기술을 4개의 세부기술로 분류하여 기술발전에 대해 체계적으로 연구했다는 측면에서 의미가 매우 크다. 즉, 인공지능 기술발전을 특허의 양적 지표와 질적 지표의 시·공간적 분포와 기술 흐름에 대해서도 분석하였다. 하지만 Tseng과 Ting(2013)의 연구가 수행한 이후 인공지능 기술을 포함한 차세대 신기술들은 전혀 없는 발전을 이루었다. 또한, UPSTO의 인공지능 기술에 대한 정의 및 분류시스템에 따라 UPSTO의 특허 데이터만 사용하여 분석한 부분은 본 연구의 강점이자 한계이기도 하다. 본 연구의 분석 틀을 활용한 후속 연구가 많지 않지만, 배영임과 신혜리(2016)는 Tseng과 Ting(2013)의 정의 및 분류체계를 사용하여 세부기술별로 IP 5국의 특정 기술 및 특허 기술경쟁력 지표들을 비교 분석하였다.[19],[22] 사용한 데이터는 2005년 1월 1일부터 2016년 8월 31일까지 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 특허청에 출원된 특허를 데이터베이스 WIPS DB를 통해 추출하였다. 키워드는 일본특허청 발간한 보고서를 참고하여 작성하였다(일본특허청, 2105).[22] 김대정 외 (2019)의 연구에서도 Tseng과 Ting(2013)의 분류체계를 사용하였지만

사용된 데이터와 키워드 쿼리에 있어 같은 문제점들을 갖고 있다.[24] 이 외에 가장 최근 국내 연구로서 곽현·이성원(2019)은 KIWEE와 Derwent Innovation의 특허 데이터베이스를 사용하여 한국, 일본, 미국, 유럽 및 국제출원(PCT) 5개 국을 대상으로 인공지능 분야 15개 세부기술에 대해 경쟁력 분석을 진행했다.[20]

상기 국내·외 연구에서 인공지능 기술경쟁력에 대한 국가 간 비교연구들의 한계점들을 정리하면 아래와 같은 몇 가지 측면에서 그 이유를 찾아볼 수 있다. 우선, 인공지능 기술 자체에 대한 공동으로 받아들일 수 있는 정의 및 분류체계의 부재이다. 인공지능 기술은 탄생부터 시작하여 현재에 이르기까지 다양한 정의 및 분류체계와 함께 발전되고 진화해왔다. 지금 당장 관련 이해관계자들이 공통적으로 받아들일 수 있는 인공지능에 대한 정의를 내릴 수 없겠지만 국제적으로 공인하는 기구로부터 기술의 분류체계를 구축하려는 시도들이 조금씩 나타나고 있다(Tractica 2015; Russell and Nofig 2010; WIPO 2019).[25],[26],[4] 이와 같은 시도는 Jobin et al. (2019)[27]이 제시한 투명성, 정의 및 공정성, 해악 금지, 책임성과 프라이버시 등의 다섯 가지 윤리적 원칙을 중심으로 이루어지고 있다.

다음으로, 글로벌 지식재산권 데이터가 폭발적으로 증가함에 따라 기업, 정부, 기관과 학자들이 객관적인 연구와 분석을 수행할 수 있는 공동의 특허 데이터베이스 및 분석 틀의 부재이다. 비록 현재 국내외 공공 및 민간 지식재산권 플랫폼들이 다수 존재하지만 아직은 급속하게 발전하고 있는 인공지능 기술을 포함한 차세대 기술 분석의 수요를 따라가지 못하고 있다(Wang, Gui, and Ma 2020).[28] 인공지능 기술 관련 특허 분석들은 지금까지 다양한 공식적 및 상업적 데이터베이스를 사용하여 진행해 왔다. 예를 들어, Tseng과 Ting (2013), 이병기(2017), 백서인, 이현진과 김희태(2020)는 UPSTO, 배영임과 신혜리(2017), 김대정 외(2019)는 WIPS, 정명석 외(2018), 박재용(2018)은 KRPRIS, WIPO(2019)에서는 Questel Orbit,

곽현과 이성원(2019)은 KIWEE와 Derwent Innovation의 특허 데이터베이스 등 다양하게 사용되고 있다.[22],[18],[21],[19],[24],[29],[30] 그동안의 연구에서 중국의 특허 데이터는 접근성과 신뢰성 측면에서 외면받는 측면이 있었다. 하지만 인공지능 분야에 있어서는 중국의 연구 활동과 특허 등록 추세는 무시 못할 수준을 넘어 양적으로는 세계 최고라 할 수 있다. 따라서 인공지능에 관해서는 신뢰할 수 있는 중국 측 특허를 확보해서 비교 분석하는 것이 필요하다 할 것이다(백서인 외 2020; 배영임과 신혜리 2017; 곽현과 이성원 2019). [21],[19],[20]

마지막으로, 특허 빅데이터 기반 국가경쟁력 지표 및 분석방법의 수요를 만족시키지 못하고 있다. 최근 주요 국가들이 인공지능 기술을 포함한 차세대 신기술 분야에서 특허뿐만 아니라 기술 뉴스, 과학 연구논문, 투자 데이터, 시장 보고서, 인수 합병 뉴스, 소송, 라이선싱 등 연구개발(R&D)과 관련된 데이터를 기하급수적으로 생성하게 되면서 빅데이터 기반 관련 지표 및 분석방법에서의 혁신을 요구하고 있다. 예를 들어, 인용 및 피인용 데이터를 사용한 사회연결망 분석에서 관련 노드 수가 수백만이 넘는 상황에서 컴퓨터 처리능력과 관련 소프트웨어에 대한 요구도 함께 높아지고 있다. 또한, 기존 기술경쟁력 관련 지표들이 국가 간 편차가 더욱 크게 벌어지게 되면서 시각화 측면에서도 개선할 여지를 보여주었다(엄익천 2020).[31]

### 2.3 특허 빅 데이터와 국가경쟁력 지표

특허는 기술혁신의 가장 중요한 측정 지표로 활용되기 때문에 지금까지 등록 특허는 다양한 주체 간 경쟁과 협력을 분석하는 좋은 연구 대상이 되어왔다. 하지만 그동안 진행되어 온 기술경쟁력 관련 연구에서 사용된 데이터는 그 수량이 상대적으로 적은 편이다. 예를 들어, 문성근 외(2012)의 석탄가스와 기술을 대상으로 진행한 연구에서는 공개된 미국 등록 특허 총 1,367건; 김대기 외(2014)의 특허 정보를 활용하여 IP 5국의 에너지 하베스팅 기술의

기술경쟁력 분석 연구에서 사용된 유효 특허 데이터 수는 1,148건; 곽현과 이성원(2019)의 인공지능 기술 분야 경쟁력 분석에 사용된 특허 데이터 수는 10,510건; Bae 외(2020)의 특허와 연구논문 데이터를 사용하여 국가 간 탄소 포집, 이용 및 저장 기술의 국가 간 지식 파급 효율성 비교연구에서 사용된 특허 데이터 수는 7,263건; Bae 외(2021)의 지진 R&D 분야에서의 국가 간 지식 파급 효율성 비교연구에서는 더 적은 304건이다.[32],[33],[20],[34],[35] 하지만, 엄익천(2020)의 미국 등록 특허를 대상으로 한국과 주요 선진국 G7국가의 통신, 반도체, 생명공학과 자동차 전락산업의 기술경쟁력을 분석하는 연구에서 사용된 특허 수는 5,015,207건으로서 방대한 데이터를 분석할 수 있고 시각화할 수 있는 지표들이 필요하다.[31] 엄익천(2020)의 연구에서 특허 데이터가 백만 건 이상 되었을 때 기술력지수(Technology Strength: TS)의 국제 비교를 보여주는 시각화 효과가 국가 간 큰 편차로 인하여 구체적으로 비교하기 어려운 현상을 발견할 수 있다.[31]

본 연구에서는 엄익천(2020) 외에도 곽현·이성원(2019), 윤석훈·지일(2019) 및 최승우 외(2016) 등의 선행연구를 참조하여 특허 당 피인용수(Cites per Patent: CPP), 특허영향지수(Patent Impact Index: PII) 및 기술력지수(Technology Strength: TS)를 국가 간 기술경쟁력 비교 지표로 삼았다.[31],[20],[36],[37]

### 3. 연구방법

본 연구는 2019년 세계지식재산기구(WIPO)에서 출간한 “WIPO 2019 기술 동향: 인공지능” 보고서와 같은 “약한 인공지능”의 정의를 기반으로 인공지능 기술을 분류하고 구성한 검색 전략과 관련 검색식을 사용하여 특허 정보 플랫폼 유니콘 기업으로 새롭게 부상하고 있는 팟스냅(PatSnap, 智慧芽)에서 인공지능 기술 분야에 속하는 방대한 특허 데이터를 추출하여 분석을 진행했다.

### 3.1 WIPO 인공지능 분류체계

본 연구는 2019년 세계지식재산기구(WIPO)에서 출간한 “WIPO 2019 기술 동향: 인공지능” 보고서에서 제공한 검색식을 팟스냅 검색 문법에 맞게 수정하였다. 수정된 검색식은 베이징 소재 특허 사무소 변리사의 자문과 PatSnap 베이징 사무소 전문가의 수정 및 사전 테스트를 통해 최종 확정되었다. 2021년 5월 7일에 1884년부터 2021년 5월 7일까지 총 1,477,798개의 특허를 추출하였고 WIPO 보고서에서 제시한 인공지능 기술 발전단계에 따라 1956년부터 2019년까지 데이터에 대해 여섯 개 시간대별로 분류, 중복데이터 제거 및 일부 추출 오류 및 노이즈 수동 수정 등 작업을 통해 1,142,031개의 데이터로 정리되었다. 1차 전처리를 통해 정리된 데이터를 기반으로 1956년부터 2019년까지 인공지능 기술 분야 특허 신청 건수 추이를 살펴보면 그림 1과 같다.

### 3.2 PatSnap 플랫폼 특허 데이터

본 연구에서 PatSnap을 선택한 이유는 다음과 같다. 첫째, PatSnap은 단순한 지식재산 분석 서비스를 제공하는 플랫폼이 아니다. 연결된 혁신 지능 (connected innovation intelligence) 분야에서의 글로벌 리더로서 전 세계 가장 종합적인 특허 데이터뿐만 아니라 기술 뉴스, 과학 연구논문, 투자 데이터, 시장 보고서, 인수 합병 뉴스, 소송, 라이선싱 등 연구개발(R&D)과 관련된 데이터 포인트 2억 5000만 개 자료들을 인공지능 기반 기술과 기계학습 방법으로 연결하고 시각화하여 구현한다. 즉, 연구자들이 특허 분석뿐만 아니라 앞으로 연구논문을 포함한 혁신 관련 다양한 자료를 사용하여 국가 간 기술 협력과 경쟁에 관한 지속적인 연구를 수행할 수 있는 플랫폼이다. 둘째, PatSnap은 그동안 접근이 어려웠던 중국 특허를 포함하여 2021년 8월 현재, 126개 국가, 지역 및 조직의 1억 5900만 개의 특허 정보를 높은 정확도의 기계 번역 솔루션을 통해 언어의 장벽 뛰어넘은 특허 검색 및 분석 플랫폼이

다. 앞서 언급했듯이, 그동안의 특허 분석, 특히 국가 간 특허 비교연구에서는 특정 국가 데이터 또는 다양한 국가의 특허 데이터를 사용했지만 유독 차세대 신기술 분야에서 급부상하고 있는 중국 특허 데이터에 대한 접근성과 신뢰성이 문제 되어왔다. 하지만, 미국과 중국이 인공지능을 포함한 신기술 분야에서의 기술패권 경쟁이 본격적으로 진행되고 있는 상황에서 중국 특허 데이터의 접근성과 신뢰성을 해결할 수 있는 플랫폼이다. 특히 중국, 미국, 캐나다, 일본 등 6개 나라에 11개 지역 사무소를 갖고 있고 2021년 3월 17일에는 3억 달러의 시리지 E 투자를 받아 ‘유니콘’ 스타트업으로서 인정받기 시작하면서 미래가 더욱 기대된다. 셋째, Wang 등 (2020)의 공공 및 상업적 지식재산권 플랫폼에 대해 비교 분석한 연구에서도 PatSnap은 방대한 데이터의 업데이트 속도가 매우 빠르게 진행되고 글로벌 특허 데이터, 전문 기계 번역, 고급 검색 등 다양한 지표 및 기능적 측면에서 우수하다는 점을 인정받았다. 비록 아직 인지도가 타 플랫폼에 비해 낮을 수 있지만 본 연구의 주제, 대상 및 목적에 가장 적합한 플랫폼이라고 판단되어 선택하게 되었다.[1] PatSnap은 특정 국가 혹은 국제기관이 아닌 민간 기업으로서 장단점이 있지만 이미 전 세계 40여 개 국가 10,000여 고객들로부터 검증받았을 뿐만 아니라 싱가포르국립대학과 같은 대학에서도 도입하기 시작했고 연구자들도 이미 사용하여 관련 연구들을 진행하기 시작했다(Luan et. al. 2021; Ivan and Elizabeth 2022).[38],[39]

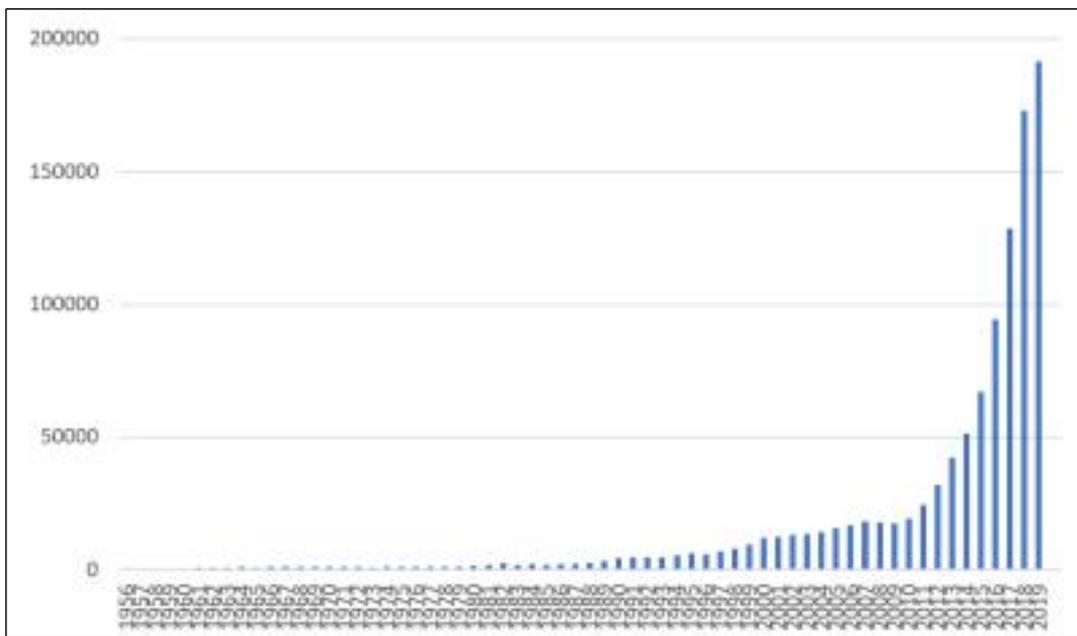
### 3.3 데이터 2차 전처리

1차 전처리를 통해 구성한 1,142,031개의 데이터를 미국, 유럽, 일본, 중국, 한국(IP 5국)의 기술 경쟁력 분석에 필요한 도메인별 출원인 국적이 IP 5국인 값을 추출한 후, 출원인 국적 항목 결측값인 데이터들을 제거하여 본 연구에서 사용할 분석 데이터 840,345건을 최종 구축하였고 총 피인용 수는 1,581,394건이다.

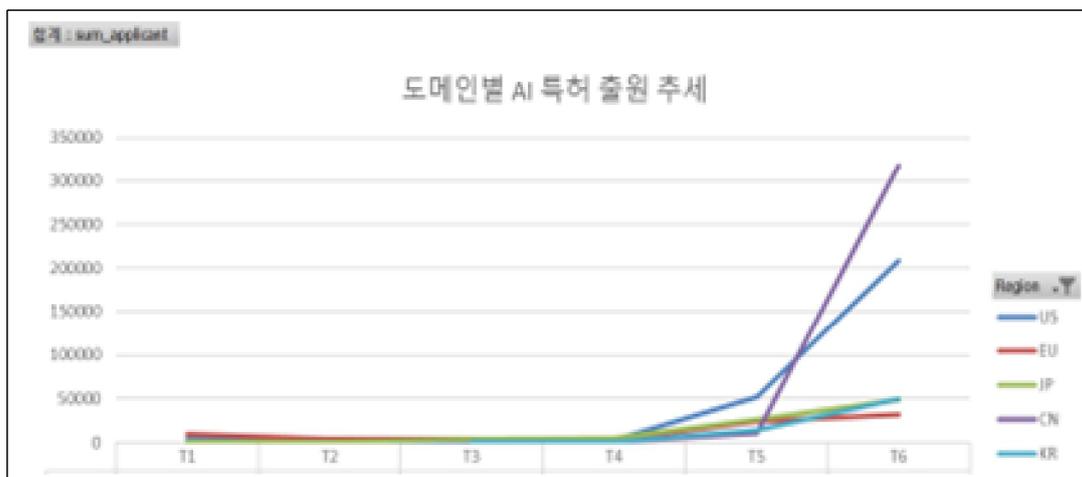
IP 5국의 도메인별 AI 특허 출원 추이를

WIPO(2019)에서 제공한 인공지능 기술발전 과정의 6개 단계 T1(1956-1973), T2(1974-1979), T3(1980-1986), T4(1987-1992), T5(1993-2011), T6(2012-2019)로 나눠 살펴보았는데 결과는 그림 2와 같다. 인공지능 기술발전은 1974년부터 1980년까지, 1987년부터 1993년까지 두 번의 “겨울”을 경험했다(Crevier1993).[40] 그리고 2011년 애플이 Siri를 발표했고 IBM의 Watson은 TV 퀴즈 두 명의 세계 챔피언을 이기는 사건이 있

었다(WIPO 2019).[4] 비록 2016년 알파고와 이세돌의 세계적인 대결이 있었지만, WIPO에서는 이를 앞선 그 사건의 연장선으로 보고 구분한 6개 단계를 그대로 따르기로 했다. 그림 1과 그림 2에서 추이를 살펴보면 2012년부터 2019년까지 인공지능 기술 특허 출원 수가 급격하게 늘기 시작했고 그림 2에서 보면 바로 2012년부터 2019년 사이 중국의 인공지능 특허 출원 수가 미국을 양적으로 초월했음을 알 수 있다.



[Figure 1] Trends in patent applications for artificial intelligence



[Figure 2] Trends in patent applications for AI by domain

### 3.4 주요 특허지표 산출방법

단순히 특허의 양적 지표로 국가 간 기술경쟁력을 비교할 수 없다. IP 5국 간 기술경쟁력 비교분석을 위한 정책 지표로 선택된 기술력지수(TS)의 산출방법은 한국특허정보원(2005: 48-49)에서 제시하고 엄익천(2020: 96)에 의해 정리된 방법을 사용하였다.[41],[31]

먼저, 특허 당 피인용수(CPP), 특허영향지수(PII) 및 기술력지수(TS)의 구체적인 공식은 아래와 같다.

$$CPP_t = \frac{\sum_{i=1}^{n_t} C_i}{n_t} \text{ -----(1)}$$

( $n_t$ 는  $t$ 연도에 등록된 특허 건수,  $C_i$ 는  $i$ 특허의 피인용 수)

$$PII_\alpha = \frac{CPP_\alpha}{CPP_t} = \frac{\frac{C_\alpha}{N_\alpha}}{\frac{C_t}{N_t}} \text{ -----(2)}$$

( $C_\alpha$ 는  $\alpha$ 의 특허 피인용 수,  $N_\alpha$ 는  $\alpha$ 의 특허 수,  $C_t$ 는 전체 특허의 피인용 수,  $N_t$ 는 전체 특허 수)

$$TS_i = PII_i \times N_i \text{ -----(3)}$$

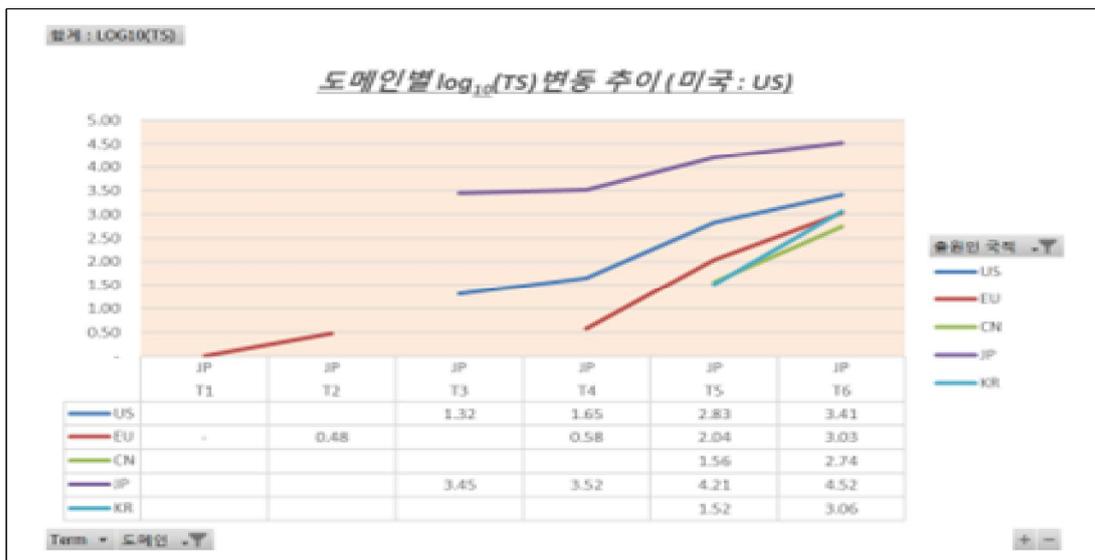
( $PII_i$ 는 해당 연도의  $i$ 의  $PII$ 값,  $N_i$ 는 해당 연도의  $i$ 의 특허 건수)

이원경·김병수(1999)는 특허건수와 R&D 비용에 상용로그를 취한 후 특허의 생산함수를 추정하였는데 본 연구에서도 특허 당 피인용수(CPP), 특허영향지수(PII) 및 기술력지수(TS)의 편차가 너무 커서 시각화하기 어려운 문제를 해결하기 위하여 상용로그를 취하였다.[42]

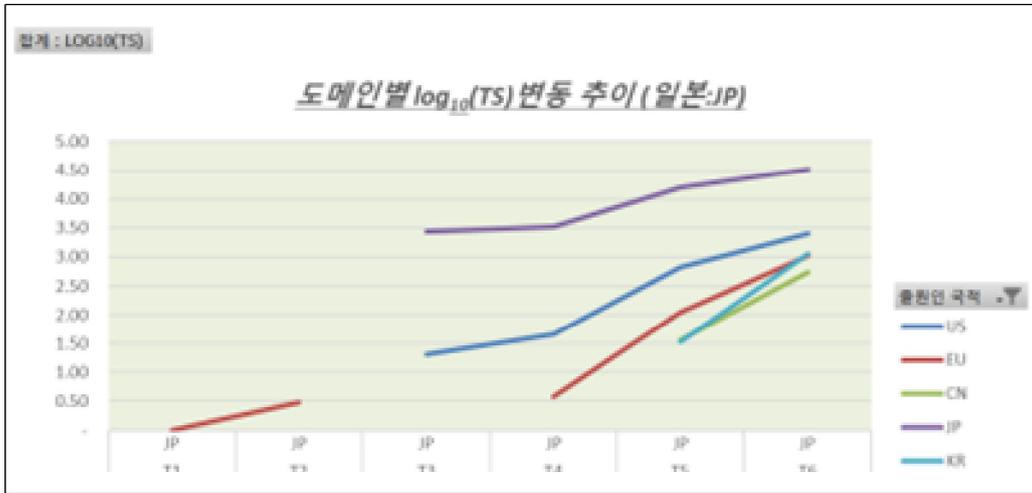
### 4. 분석결과

IP 5국의 도메인별 전체적인 분석결과는 표 3과 같다. 도메인별 그래프를 살펴보면 먼저 그림 3 도메인 미국의 기술력지수(TS) 상용로그  $Log_{10}(TS)$ 를 비교해보면 미국과 일본, 유럽은 1956년부터 시작하여 비슷한 추세로 꾸준히 성장하고 있다. 한편, 한국과 중국은 미국에서의 기술력지수(TS)가 급속히 일본과 유럽을 따라잡고 있으나, 미국과의 격차는 아직 크게 존재하고 있음을 알 수 있다.

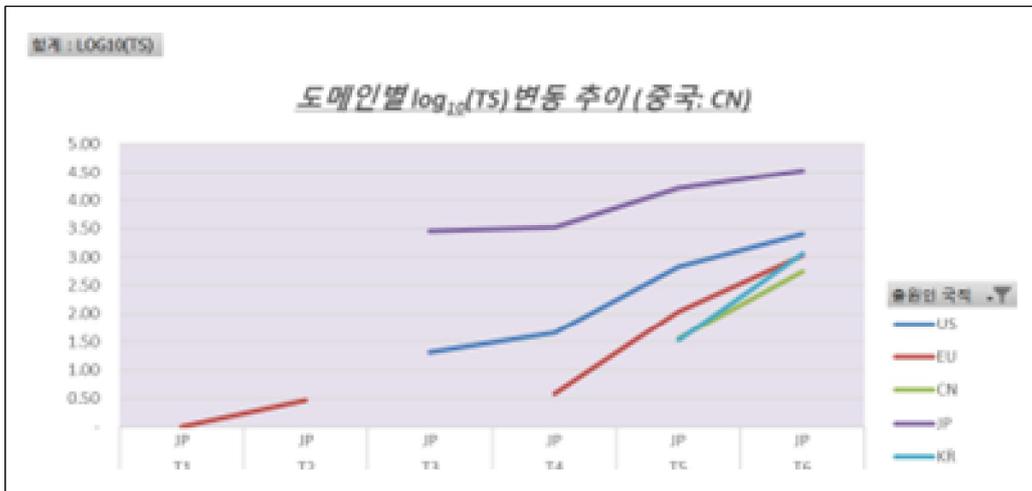
그림 4 도메인 유럽연합(EU)에서의 기술력지수(TS) 상용로그  $Log_{10}(TS)$ 를 비교해보면 1980년대부터 2011년까지 일본이 미국을 앞선 상황이 잠깐 있었지만 2012년부터 다시 격차가 벌어지기 시



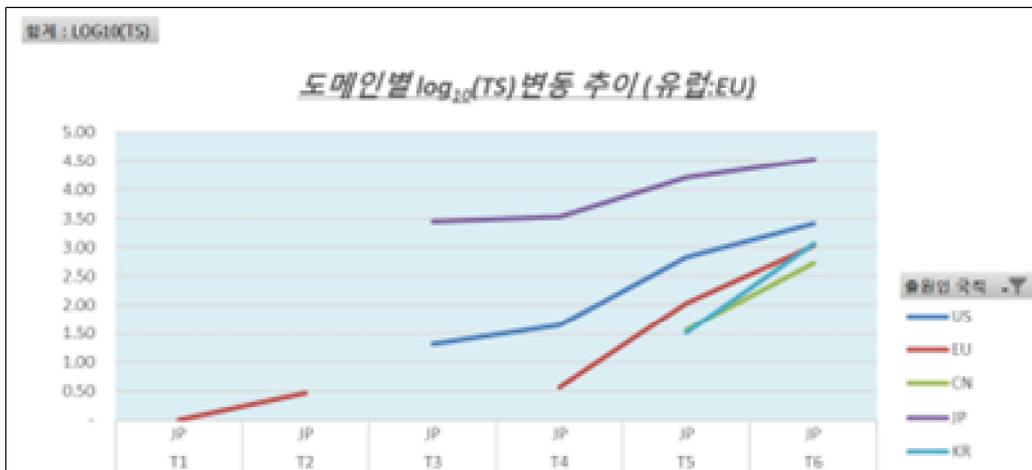
[Figure 3] Changes in TS by the domain(USA)



[Figure 5] Changes in TS by the domain (JP)



[Figure 6] Changes in TS by the domain (CN)



[Figure 4] Changes in TS by the domain(EU)

<Table 3> CPP, PII, Log(TS) calculation table

T <sub>am</sub>	도메인 출원 인 국적	US					EU					JP					CN					KR					
		US	EU	JP	CN	KR	US	EU	JP	CN	KR	US	EU	JP	CN	KR	US	EU	JP	CN	KR	US	EU	JP	CN	KR	
T1	CPP	20.00	12.92	15.02	-	-	0.18	0.15	0.39	1.00	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PII	1.10	0.71	0.83	-	-	1.07	0.89	2.27	5.85	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Log(TS)	2.83	2.11	1.68	-	-	2.68	2.71	1.61	1.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T2	CPP	31.95	19.83	25.79	-	-	0.30	0.64	0.05	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PII	1.09	0.68	0.88	-	-	1.58	3.38	0.28	-	-	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Log(TS)	3.01	2.16	2.05	-	-	2.74	3.21	1.06	-	-	-	0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T3	CPP	51.95	35.81	40.69	-	-	0.60	1.37	1.07	-	-	1.68	2.52	-	-	0.29	0.59	0.12	-	-	0.18	0.29	0.12	-	0.11		
	PII	1.11	0.77	0.87	-	-	0.54	1.25	0.97	-	-	0.67	1.00	-	-	0.16	0.31	0.06	-	-	1.10	1.79	0.74	-	0.69		
	Log(TS)	2.98	2.29	2.40	-	-	2.44	3.08	2.16	-	-	1.32	3.45	-	-	0.21	0.51	0.90	-	-	1.27	1.10	1.10	-	0.80		
T4	CPP	78.67	43.24	47.11	55.42	70.72	0.72	2.42	1.53	1.60	-	1.60	1.50	2.39	-	-	2.23	0.40	1.08	1.20	-	0.03	0.36	0.19	-	0.22	
	PII	1.20	0.66	0.72	0.85	1.08	0.39	1.31	0.83	0.87	-	0.67	0.63	1.01	-	-	1.56	0.28	0.75	0.84	-	0.17	1.92	1.00	-	1.20	
	Log(TS)	3.30	2.31	2.78	1.31	1.29	2.27	3.16	2.35	0.64	-	1.65	0.58	3.52	-	-	1.68	0.15	1.29	1.58	-	1.03	1.73	2.19	-	2.18	
T5	CPP	68.97	38.54	35.28	30.13	36.20	0.74	2.71	0.95	0.87	0.86	3.46	2.14	4.50	1.71	2.33	3.54	2.90	2.38	7.77	3.23	1.33	1.25	0.72	0.85	2.47	
	PII	1.20	0.67	0.62	0.53	0.63	0.36	1.30	0.46	0.42	0.41	0.79	0.49	1.02	0.39	0.53	0.72	0.59	0.48	1.57	0.65	0.64	0.60	0.35	0.41	1.19	
	Log(TS)	4.58	3.56	3.76	2.79	2.90	3.06	4.16	2.93	1.70	1.95	2.83	2.04	4.21	1.56	1.52	3.16	2.85	3.03	3.81	2.40	2.89	2.70	2.75	1.39	4.07	
T6	CPP	5.85	3.21	2.21	1.66	2.77	0.47	0.93	0.30	0.15	0.29	0.34	0.30	0.46	0.12	0.79	0.69	0.48	0.48	1.41	0.87	0.37	0.32	0.20	0.17	0.91	
	PII	1.26	0.69	0.48	0.36	0.60	0.65	1.27	0.42	0.20	0.39	0.78	0.70	1.07	0.28	1.82	0.52	0.37	0.37	1.08	0.67	0.48	0.42	0.26	0.22	1.17	
	Log(TS)	5.19	4.12	4.10	3.69	3.82	3.61	4.33	3.06	2.00	2.38	3.41	3.03	4.52	2.74	3.06	3.94	3.48	3.66	5.47	3.43	3.38	2.93	2.78	2.48	4.65	

작했다.

그림 5 도메인 일본에서의 기술력지수(TS) 상용로그  $Log_{10}(TS)$ 를 비교해보면 한국의 기술력지수가 1993년부터 2011년까지 중국과 비슷한 수준이었지만 2012년 이후부터 중국보다 더 빠르게 성장하고 있음을 알 수 있다.

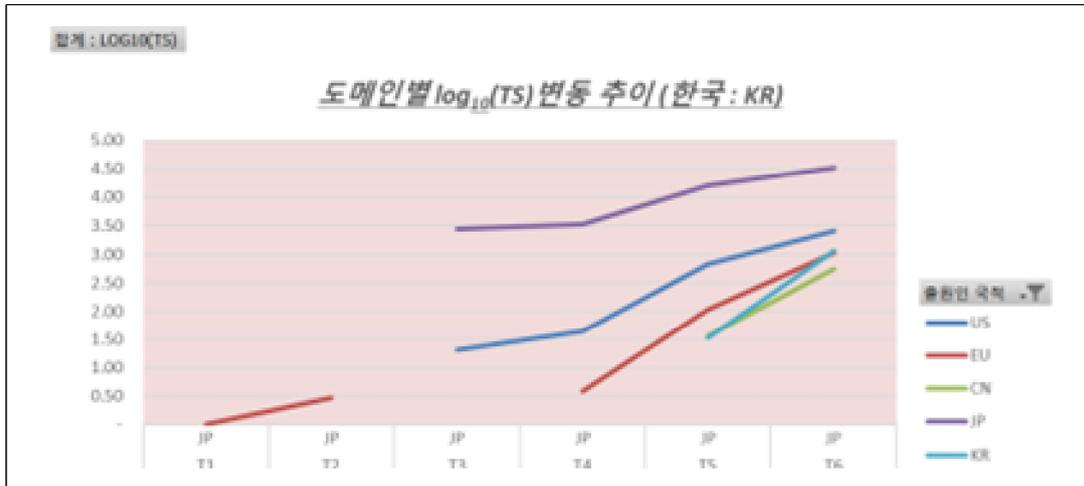
그림 6 도메인 중국에서의 기술력지수(TS) 상용로그  $Log_{10}(TS)$ 를 비교해보면 미국, 유럽과 일본은 중국의 개혁개방이 시작된 1980년 전후 인공지능 기술 관련 특허를 출원하기 시작했음을 알 수 있다. 중국이 자국 시장에서의 높은 기술력지수를 보여주고 있고 미국, 일본, 유럽은 비슷한 추세로 꾸준히 성장하고 있다. 한편, 한국은 비록 한중수교 이후인 1993년부터 중국에 인공지능 기술 관련 특허를 출원하고 있지만 빠르게 미국, 일본, 유럽의 수준을

따라잡고 있음을 알 수 있다.

마지막으로, 그림 7 도메인 한국에서의 기술력지수(TS) 상용로그  $Log_{10}(TS)$ 를 비교해보면 1980년대부터 초기에는 미국, 유럽과 일본이 앞서고 있다가 1987년부터 1992년 사이에 도메인 국가로서 기술력지수(TS)가 가장 높게 나타났다. 미국의 한국 내 기술력지수(TS)가 1987년부터 1992년 사이에 “두 번째 겨울”을 맞이하면서 한때 일본과 유럽에 뒤쳐 있었지만 1993년부터 시작하여 한국에서의 주도권을 찾아가고 있는 것을 볼 수 있다.

특히 주목할 부분은 중국이 한국에서의 기술력지수(TS) 상승 속도가 매우 빠르다는 점이다.

종합해보면, 각 도메인 국가들은 자신의 국가에서의 기술력지수(TS)에서 모두 가장 높게 나타나고 있다. 비록 인공지능 기술 분야에서 특허 출원 수가 양적으로 중국이 미국을 초과했지만, 미국, 유럽, 일



[Figure 7] Changes in TS by the domain (KR)

본, 한국에서 기술력지수(TS)에서 모두 중국을 크게 앞서는 것으로 나타났다. 한국 또한 비록 미국, 유럽, 일본과 중국 등에서의 본격적인 인공지능 기술 분야 특허 출원이 늦게 시작된 점은 있지만, 상승 속도는 매우 빠르며 중국 외 국가에서 기술력지수(TS)가 중국을 앞서고 있는 것으로 나타났다.

### 5. 결론

본 연구는 인공지능 기술을 중심으로 진행되고 있는 국가 간 기술 경쟁과 협력을 통한 기술혁신 활동의 결과물 중 하나인 특허 데이터를 사용하여 미국, 유럽, 일본, 중국, 한국(IP 5국)의 인공지능 기술경쟁력 및 그 변화 과정에 대해 연구하였다. 현 단계에서 인공지능 기술에 대해 완벽한 정의를 내린다는 것은 현실적으로 어려운 일이다. 하지만 인공지능 기술의 발전 단계에 따라 WIPO(2019)에서 제시한 “약한 인공지능” 또는 “좁은 인공지능”의 정의를 기반으로 제시한 분류체계, 검색 전략과 검색식을 사용하였다. 나아가 새롭게 부상하고 있는 PatSnap 특허 데이터를 사용하여 보다 객관적이고 포괄적인 중국 관련 데이터를 포함하여 지금까지의 기술경쟁력의 발전 과정을 살펴보았다.

본 연구는 아래와 같은 측면에서 인공지능 기술

분야를 포함한 차세대 신기술 분야 국가 간 기술경쟁력 연구에 기여할 것이다. 우선, 새롭게 부상하는 인공지능 기술에 대해 현실적인 정의와 분류체계를 기반으로 국제기구 WIPO(2019)에서 제시한 프레임워크와 같은 분류체계와 검색식을 사용함으로써 국가 간 기술경쟁력 비교분석의 객관성을 확보하였다. 이는 차세대 신기술 분야 국가 간 기술경쟁력 분석에 있어 공통된 정의, 분류체계, 검색식을 포함한 표준 프로토콜의 중요성을 시사한다. 다음으로, PatSnap 데이터를 사용하여 급속하게 발전하고 있는 중국 특허 데이터에 대한 접근성을 향상하여 IP 5국의 기술력지수 비교분석을 체계적으로 할 수 있었다. 이는 표준 프로토콜뿐만 아니라 인공지능 기술을 포함한 차세대 신기술 분야에서 급부상하고 있는 중국의 특허 데이터에 대한 접근성과 신뢰성 있는 자료 사용은 객관적인 연구 결과의 도출과 관련 정책 제정에 필수적이라는 것을 의미한다. 또한 방대한 특허 데이터 분석방법과 지표구현 방식에 있어 기술력지수에 상용로그를 취하는 것으로 개선하였다. 이는 앞으로 사회연결망 분석을 포함한 다양한 분석방법과 그 결과들에 따라 다양한 시각화 구현 방식을 취하여 국가 간 기술경쟁력 및 기타 지수들을 쉽게 비교할 수 있음을 시사한다.

하지만 근본적으로 문제를 해결하기 위해서는 우선, 4차 산업혁명을 대표하는 차세대 범용기술 중

하나인 인공지능 기술에 대해 국제적으로 공유할 수 있는 정의 및 분류체계 구축을 위해 지속적인 노력을 해야 한다. 비록 본 연구에서는 인공지능 기술에 대해 현실적인 정의와 분류체계를 기반으로 PatSnap 데이터를 사용하여 IP 5국의 기술력지수 (TS) 비교분석을 했지만, 인공지능 기술의 발전과 더불어 계속 업데이트되어야 한다. 다음으로, 인공지능 기술 본질에 대한 깊은 이해를 바탕으로 현재 진행되고 있는 국가 간 인공지능 기술 협력 및 경쟁 동향에 대해 객관적이고 신뢰성 있는 공통된 자료 및 인프라가 필요하다. 비록 각 국가에서 공식적인 특허 데이터베이스를 제공하고 있고 이외에 공공 또는 민간 지식재산권 서비스 플랫폼들이 존재하지만, 아직 클라우드 플랫폼의 사용, 데이터 암호화와 프라이버시 보호, 그리고 온톨로지 기반 지식 시스템 구축을 통해 개선할 가능성이 여전히 존재한다 (Wang, Gui, and Ma 2020). 마지막으로, 방대한 인공지능 기술 특허 및 지식재산 관련 자료에 대한 다양한 분석방법, 지표 개발 및 시간대를 사용한 지속적 연구가 필요하다. 본 연구는 특허 자료에 한정하였지만, 향후 특허 외에도 관련 뉴스, 연구논문 투자 데이터, 시장 보고서, 인수 합병 뉴스, 소송, 라이선싱 등으로도 분석 대상을 확대할 필요가 있다. 이외에 국가 기술경쟁력 지표를 포함한 다양한 지표를 개발하고 이와 같은 지표에 영향을 주는 기타 변수들과의 관계를 통해 새로운 국가 간 기술혁신 관련 협력과 경쟁 관련 이론에 기여할 수 있다.

## References

1. 산업연구원, “불붙은 AI 기술패권 전쟁 ... 누가 AI 경쟁에서 이기고 있는가?”, 해외동향: AI편, 03, 1-23, 2020.
2. Liu, S., Artificial Intelligence Software Market Revenue Worldwide 2018-2025, Statista, 2021.
3. 연원호, 나수엽, 박민숙, 김영선, “미·중 간 기술 패권 경쟁과 시사점”, 연구보고서 20-04, 대외경제정책연구원, 2020.
4. WIPO., WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2019.
5. 한국정부관계부처합동 (2019), “인공지능 국가전략”, 1-46, 2019.
6. NSCAI, Final Report, 2021.
7. 중국국무원, “차세대 인공지능 발전 계획(新一代人工智能發展規劃)”, 2017.
8. CIFAR. AICan 2020: CIFAR Pan-Canadian AI Strategy Impact Report. Canadian Institute for Advanced Research, 2020.
9. Kok, J. N. (2009), Artificial Intelligence, Eolss Publishers Company, 2009.
10. Monett, D., and Lewis, C.W. P., Getting Clarity by Defining Artificial Intelligence - A Survey. In Müller, V. C., ed., Philosophy and Theory of Artificial Intelligence 2017. Berlin: Springer. 212-214, 2018.
11. Wang, P., On Defining Artificial Intelligence, Journal of Artificial General Intelligence, 10(2), 1-37, 2019.
12. 양희태, 최병삼, 이제영, 장훈, 백서인, 김단비, “인공지능 기술 전망과 혁신정책 방향 - 국가 인공지능 R&D 정책 개선방안을 중심으로”, 과학기술정책연구원, 정책연구 18-13, 2019.
13. Müller, V. C. et al., Philosophy and Theory of Artificial Intelligence 2017. Berlin, Springer. 117. 135, 2018.
14. Hernández-Orallo, J.. The Measure of All Minds: Evaluating Natural and Artificial Intelligence. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
15. LeCun, Y.; Bengio, Y.; and Hinton, G., Deep Learning, Nature, 521, 436-444, 2015.
16. Silver, David, et al., Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, Nature, 529, 484-489, 2016.

17. Jajal, T., Distinguishing between Narrow AI, General AI, and Super AI, Mapping Out 2050, 2018.
18. 이병기, “인공지능 기술의 특허 경쟁력과 기술-산업 연관성 분석 - 주요 선진국의 비교분석”, KERI Insight, KERI 정책제언 16-37, 2017.
19. 배영임, 신혜리, “인공지능기술의 특허네트워크 분석을 통한 융합패턴 연구”, GRI 연구논총, 19(1), 113-133, 2017.
20. 곽현, 이성원, “특허분석을 통한 인공지능 기술 분야 경쟁력 분석: 특허 시장성과 기술력 질적 분석을 중심으로”, 정보시스템연구, 28(3), 141-158, 2019.
21. 백서인, 이현진, 김희태, “인공지능의 기술 혁신 및 확산 패턴 분석: USPTO 특허 데이터를 중심으로”, 한국콘텐츠학회논문지, 20(4), 86-98, 2020.
22. Tseng, C.-Y. and P.-H. Ting, Patent analysis for technology development of artificial intelligence: A country-level comparative study. Innovation: Management, Policy & Practice, 15(4), 463-475, 2013.
23. 일본특허청, “특허출원기술동향조사보고서: 인공지능기술”, 2015.
24. 김대정, 정현정, 류효경, 김지은, “Comparative analysis of US and China artificial intelligence patents trends”, 한국컴퓨터정보학회논문지 24(1), 25-32, 2019.
25. Tractica, Artificial Intelligence for Enterprise Applications, 2015.
26. Russell, S., and Norvig, P., Artificial Intelligence: A Modern Approach. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 3rd edition, 2010.
27. Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E., The Global Landscape of AI Ethics Guidelines, Nature Machine Intelligence, 1(9), 389-399, 2019.
28. Wang, Y., Gui, H., & Ma, L., A Survey on Services Provision and Distribution of Official and Commercial Intellectual Property Platforms, Security and Communication Networks, 1-14, 2020.
29. 정명석, 정소희, 이주연, “국내외 특허데이터 기반의 인공지능분야 기술 동향 분석”, 디지털융복합연구 16(6), 187-195, 2018.
30. 박재용, “특허정보를 이용한 인공지능 기술 동향 분석”, 한국컴퓨터정보학회논문지, 23(4), 9-16, 2018.
31. 엄익천, “미국 등록특허를 활용한 한국 기술경쟁력의 역동성 분석”, 과학기술정책 3(1), 87-126, 2020.
32. 문성근, 정영훈, 김운정, 정연수, “석탄가스화 기술에 대한 특허분석”, 청정기술, 18(2), 144-154, 2012.
33. 김대기, 이필우, 김재성, “특허정보를 활용한 에너지 하베스팅 기술의 기술경쟁력 분석-한국, 미국, 일본, 유럽, 중국을 중심으로”, 기술혁신학회지, 17(1), 25-44. 2014.
34. Bae, J., and Chung, Y., Lee, J., and H. Seo, Knowledge Spillover Efficiency of Carbon Capture, Utilization, and Storage Technology: A Comparison among Countries. Journal of Cleaner Production, 246, 1-9, 2020.
35. Bae, J., and Chung, Y., and H. Ko, Analysis of Efficiency in Public Research Activities in terms of Knowledge Spillover: Focusing on Earthquake R&D. Natural Hazards, 108(2), 2249-2264, 2021.
36. 윤석훈, 지일용, “특허의 정량적 지표와 동시분류 네트워크를 활용한 반도체 세정장비 분야 국가별 기술경쟁력 분석”, 한국융합학회논문지, 10(11), 85-93, 2019.
37. 최승우, 유은, 김영걸, “특허분석을 통한 사물인터넷 국가경쟁력 비교 연구,” 2016년 한국경영정보학회 추계학술대회, 258-266, 2016.

38. Luan, Ch., Sun, X., and Y., Wang, Driving Forces of Solar Energy Technology Innovation and Evolution, *Journal of Cleaner Production*, 287, 1-12, 2021.
39. Ivan, M., and M. Elizabeth, Nanoprecipitation Technology to Prepare Carrier Systems of Interest in Pharmaceuticals: An Overview of Patenting, *International Journal of Pharmaceutics*, 614, 121440, 2022.
40. Crevier, D. *AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence*, New York, NY: BasicBooks, 1993.
41. 한국특허정보원, “기술로드맵 작성을 위한 특허 분석 방법론”, 2005.
42. 원경, 김병수, “국내 특허의 생산함수 추정”, *한국경제학보 (구 연세경제연구)*, 6(1), 21-29, 1999.

[별첨] 본 연구에서 사용된 검색식

**Block 1:**

CPC: (Y10S/706 OR G06N/003 OR  
 [G06N5/003 TO G06N5/027] OR [G06N7/005  
 TO G06N7/06] OR G06N99/005 OR  
 G06T2207/20081 OR G06T2207/20084 OR  
 G06T3/4046 OR G06T9/002 OR G06F17/16  
 OR G05B13/027 OR G05B13/0275 OR  
 G05B13/028 OR G05B13/0285 OR  
 G05B13/029 OR G05B13/0295 OR  
 G05B2219/33002 OR G05D1/0088 OR G06K9  
 OR G10L15 OR G10L17 OR [G06F17/27 TO  
 G06F17/2795] OR [G06F17/28 TO  
 G06F17/289] OR [G06F17/30029 TO  
 G06F17/30035] OR [G06F17/30247 TO  
 G06F17/30262] OR G06F17/30401 OR  
 G06F17/3043 OR [G06F17/30522 TO  
 G06F17/3053] OR G06F17/30654 OR  
 G06F17/30663 OR G06F17/30666 OR  
 G06F17/30669 OR G06F17/30672 OR  
 G06F17/30684 OR G06F17/30687 OR  
 G06F17/3069 OR G06F17/30702 OR  
 [G06F17/30705 TO G06F17/30713] OR  
 [G06F17/30731 TO G06F17/30737] OR  
 [G06F17/30743 TO G06F17/30746] OR  
 [G06F17/30784 TO G06F17/30814] OR  
 G06F19/24 OR G06F19/707 OR  
 [G01R31/2846 TO G01R31/2848] OR  
 G01N2201/1296 OR G01N29/4481 OR  
 G01N33/0034 OR G01R31/3651 OR  
 G01S7/417 OR [G06N3/004 TO G06N3/008]  
 OR G06F11/1476 OR G06F11/2257 OR  
 G06F11/2263 OR G06F15/18 OR  
 G06F2207/4824 OR G06K7/1482 OR  
 G06N7/046 OR G11B20/10518 OR  
 G10H2250/151 OR G10H2250/311 OR  
 G10K2210/3024 OR H01J2237/30427 OR

H01M8/04992 OR H02H1/0092 OR  
 H02P21/0014 OR H02P23/0018 OR  
 H03H2017/0208 OR H03H2222/04 OR  
 H04L2012/5686 OR H04L2025/03464 OR  
 H04L2025/03554 OR H04L25/0254 OR  
 H04L25/03165 OR H04L41/16 OR H04L45/08  
 OR [H04N21/4662 TO H04N21/4666] OR  
 H04Q2213/054 OR H04Q2213/13343 OR  
 H04Q2213/343 OR H04R025/507 OR  
 G08B29/186 OR B60G2600/1876 OR  
 B60G2600/1878 OR B60G2600/1879 OR  
 B64G2001/247 OR E21B2041/0028 OR  
 B23K31/006 OR B29C2945/76979 OR  
 B29C66/965 OR B25J9/161 OR [A61B5/7264  
 TO A61B5/7267] OR Y10S/128/924 OR  
 Y10S/128/925 OR F02D41/1405 OR  
 F03D7/046 OR F05B2270/707 OR  
 F05B2270/709 OR F16H2061/0081 OR  
 F16H2061/0084 OR B60W030/06 OR  
 [B60W30/10 TO B60W30/12] OR  
 [B60W30/14 TO B60W30/17] OR  
 B62D15/0285 OR [G06T2207/30248 TO  
 G06T2207/30268] OR G06T2207/30236 OR  
 G05D1 OR A61B5/7267 OR F05D2270/709 OR  
 G06T2207/20084 OR G10K2210/3038 OR  
 G10L25/30 OR H04N21/4666 OR A63F13/67  
 OR G06F17/2282)

**Block 2:**

TAC\_ALL:((((ARTIFIC\* OR  
 COMPUTATION\*) \$PRE1 INTELLIGEN\*) OR  
 (NEURAL \$PRE1 NETWORK\*) OR  
 NEURAL-NETWORK\* OR “NEURAL  
 NETWORK” OR (BAYES\* \$PRE1 NETWORK\*)  
 OR BAYESIAN-NETWORK\* OR “BAYESIAN  
 NETWORK” OR (CHATBOT\*) OR (DATA  
 \$PRE1 MINING\*) OR (DECISION \$PRE1  
 MODEL\*) OR (DEEP \$PRE1 LEARNING\*) OR

DEEP-LEARNING\* OR “DEEP LEARNING” OR (GENETIC \$PRE1 ALGORITHM?) OR ((INDUCTIVE \$PRE1 LOGIC) \$W1 PROGRAMM\*) OR (MACHINE \$PRE1 LEARNING\*) OR “MACHINE LEARNING” OR MACHINE-LEARNING\* OR ((NATURAL \$W1 LANGUAGE) \$PRE1 (GENERATION OR PROCESSING)) OR (REINFORCEMENT \$PRE1 LEARNING) OR (SUPERVISED \$PRE1 (LEARNING\* OR TRAINING)) OR SUPERVISED-LEARNING\* OR “SUPERVISED LEARNING” OR (SWARM \$PRE1 INTELLIGEN\*) OR SWARM-INTELLIGEN\* OR “SWARM INTELLIGEN” OR (UNSUPERVISED \$PRE1 (LEARNING\* OR TRAINING)) OR UNSUPERVISED-LEARNING\* OR “UNSUPERVISED LEARNING” OR (SEMI-SUPERVISED \$PRE1 (LEARNING\* OR TRAINING)) OR SEMI-SUPERVISED-LEARNING OR “SEMI SUPERVISED LEARNING” OR CONNECTIONIS\* OR (EXPERT \$PRE1 SYSTEM?) OR (FUZZY \$PRE1 LOGIC?) OR TRANSFER-LEARNING OR “TRANSFER LEARNING” OR (TRANSFER \$PRE1 LEARNING) OR (LEARNING \$PRE3 ALGORITHM?) OR (LEARNING \$PRE1 MODEL?) OR “SUPPORT VECTOR MACHINE” OR (“RANDOM FOREST” OR “DECISION TREE” OR “GRADIENT TREE BOOSTING” OR (XGBOOST) OR ADABOOST OR RANKBOOST OR “LOGISTIC REGRESSION” OR “STOCHASTIC GRADIENT DESCENT” OR “MULTILAYER PERCEPTRON” OR “LATENT SEMANTIC ANALYSIS” OR “LATENT DIRICHLET ALLOCATION” OR MULTI-AGENT SYSTEM OR “HIDDEN

MARKOV MODEL”)))

**Block 3:**

((CPC: (G06T7 OR G06T1/20 OR G10L13 OR G10L25 OR G10L99 OR G06F17/14 OR G06F17/153 OR G10H2250/005 OR G10H2250/021 OR G10H2250/011 OR G10H2250/015 OR G06F17/50 OR G06Q30/02 OR G07C9 OR G06F21)) OR (IPC: (A61B5 OR A63F13/67 OR B23K31 OR B25J9/16 OR B25J9/18 OR B25J9/20 OR B29C65 OR B60W30/06 OR B60W30/10 OR B60W30/12 OR B60W30/14 OR B60W30/16 B60W30/17 OR B62D15/02 OR B64G1/24 OR B64G1/25 OR B64G1/26 OR B64G1/28 B64G1/32 OR B64G1/34 OR B64G1/36 OR B64G1/38 OR E21B41 OR F02D41/14 OR F02D41/16 OR F03D7/04 OR F16H61 OR G01N29/44 OR G01N29/46 OR G01N29/48 OR G01N29/50 OR G01N29/52 OR G01N33 OR G01R31/28 OR G01R31/30 OR G01R31/31 OR G01R31/36 OR G01S7/41 OR G05B13/02 OR G05B13/04 OR G05D1 OR G06F9/44\* OR G06F11/14 OR G06F11/22 OR G06F11/24 OR G06F11/25 OR G06F11/26 OR G06F11/27 OR G06F15/18 OR G06F17/14 OR G06F17/15 OR G06F17/16 OR G06F17/20 OR G06F17/27 OR G06F17/28 OR G06F19/24 OR G06K7/14 OR G06K9 OR G06N3 OR G06N5 OR G06N7 OR G06N99 OR G06T1/20 OR G06T1/40\* OR G06T3/40 OR G06T7 OR G06T9 OR G08B29/18 OR G08B29/20 OR G08B29/22 OR G08B29/24 OR G08B29/26 OR G08B29/28 OR G10L13 OR G10L15 OR G10L17 OR G10L25 OR G10L99 OR G11B20/10 OR G11B20/12 OR G11B20/14 OR G11B20/16 G11B20/18 OR G16H50/20 OR H01M8/04992 OR H02H1 OR H02P1 OR H02P23 OR H03H17/02 OR H03H17/04 OR

H03H17/06 OR H04L12/24\* OR H04L12/70\* OR H04L12/751\* OR H04L25/02 OR H04L25/03 OR H04L25/04 OR H04L25/05 OR H04L25/06 OR H04L25/08 OR H04L25/10 OR H04L25/12 OR H04L25/14 OR H04L25/17 OR H04L25/18 OR H04L25/20 OR H04L25/22 OR H04L25/24 OR H04L25/26 OR H04L25/03 OR H04N21/466 OR H04R25 OR G07C9 OR G06F21)) OR (FI: (G06N3/02 OR G06N3/04 OR G06N3/06 OR G06N3/08 OR G06N3/10 OR G06N3/08 OR G06N99 OR G06N7/04 OR G06K9 OR G06K9/00 OR G10L13 OR G10L25 OR G10L15 OR G10L17 OR G10L99 OR G06F17/27 OR G06F17/28 OR G06F17/30.180.A OR G06F17/30.180.B OR G06F17/30.180.C OR G06F17/30.210.A OR G06F17/30.210.D OR G06F17/30.220.A OR G06F17/30.310.C OR G06F17/30.330.C OR G06K9 OR G06F19/00.130 OR G06N3/00.140 OR G06F11/14.676 OR G06F11/22.657 OR G06F11/22.663 OR G06K7/14.082 OR H01M8/04.992 OR H04N21/466 OR B60W30/06 OR B60W30/10 OR B60W30/12 OR B60W30/14 OR B60W30/16 OR B60W30/17 OR F02D41/14.310.H)) OR (FTERM:(5B078\* OR 5B178\* OR 5B064\* OR 5L096/FA\* OR 5L096/GA\* OR 5L096/HA\* OR 5L096/JA\* OR 5L096/KA\* OR 5L096/MA07 OR 5B043\* OR 5B064\* OR 5B057/CH\* OR 5B057/DAV OR 5B057DC\* OR 5H004KD23 OR 5H004/KD31 OR 5H004/KD32 OR 5H004/KD33 OR 5H004/KD35 OR 5H004/KD63 OR 5H301/DD02 OR 5H301/JJ\* OR 5H301/LL\* OR 5D045\* OR 5D015\* OR 5B056/BB\* OR 5B056/HH03 OR 5B056/HH05 OR 5B109/QA\* OR 5B109/RD02 OR 5B109/RD03 OR 5B091\* OR 5B075/NK3\* OR 5B075/PP04 OR 5B075/PP24 OR 5B075/PP25 OR 5B075/QP\* OR 5B075/QT04 OR 5B075/QT05 OR 5B064\* OR 5L049/DD04 OR 5J070/BF16 OR 5B078\* OR 5B048/DD12 OR 5K030/KA07 OR 5K030/KA18 OR 5K030/KA20 OR 5C164/PA43 OR 5C164/YA12 OR 5C087/GG02 OR 3D241/AF05 OR 3D241/AF07 OR 3D241/BA\* OR 3D241/CE05 OR 3D241/CE06 OR 3D241/CE08 OR 3D241/CE10 OR 3C707/KT11 OR 3C707/LW1\* OR 4C117/XJ31 OR 4C117/XK11 OR 3G301/ND2\* OR 3G301/ND3\* OR 3G301/ND43 OR 3J552/TA11 OR 3J552/TA12 OR 3J552/TA18 OR 3J552/TA19 OR 3J552/TA20))) AND (TAC\_ALL: (CLUSTERING OR “COMPUT\* CREATIVITY” OR “DESCRIPTIVE MODEL?” OR “INDUCTIVE REASONING” OR OVERFITTING OR (PREDICTIVE \$PRE1 (ANALYTICS OR MODEL?)) OR (TARGET \$PRE1 FUNCTION?) OR ((TEST OR TRAINING OR VALIDATION) \$W1 DATA \$W1 SET?) OR BACKPROPAGATION? OR SELF-LEARNING OR “SELF LEARNING” OR “OBJECTIVE FUNCTION?” OR “FEATURE? SELECTION” OR EMBEDDING? OR “ACTIVE LEARNING” OR “REGRESSION MODEL?” OR ((STOCHASTIC OR PROBABILIST\*) \$W2 (APPROACH\* OR TECHNIQUE? OR METHOD? OR ALGORITHM?)) OR “RECOMMEND SYSTEM?” OR ((TEXT OR SPEECH OR HAND\_WRITING OR FACIAL OR FACE? OR CHARACTER?) \$PRE1 (ANALYSIS OR ANALYTIC? OR RECOGNITION))))