

SNA를 통한 국내 스마트공장 기술에 관한 특허 출원 조사 분석

황재효* · 김기중**

Patent Application Research Analysis on Domestic Smart Factory Technology Through SNA

Jae-Hyo Hwang* · Ki-Jung Kim**

요 약

본 논문에서는 스마트공장에 관한 연도별 국내 특허 출원 건수, 연도별 국내 특허 공개 건수 및 연도별 국내 등록 건수를 조사하였고, 출원인 유형별 특허 출원 건수를 조사하였다. 조사된 특허를 기반으로 가장 많은 특허에서 나타나는 IPC는 G05B 19/418이라는 것을 밝혀냈다. 또한 스마트공장 특허 IPC의 사회 연결망 분석을 통해 G05B 19/418이 연결중심성이 가장 높은 IPC임을 밝혀냈다. 이상의 내용을 통해 스마트공장으로 제출된 특허의 핵심기술의 IPC가 G05B 19/418일 경우, G05B 23/02와 조합된 기술 즉, “공장 제어”와 “모니터링”이 복합된 기술이 특허로 가장 많이 출원되었다는 것과 핵심기술의 IPC가 G06Q 50/04일 경우, G06Q 50/10과 조합된 기술 즉, “제조”와 “서비스”가 복합된 기술이 특허로 가장 많이 출원되었다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 스마트공장으로 특허를 출원하기 위해서는 이러한 IPC간의 연결성 고려한 특허출원이 필요한 것을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we investigated the number of domestic patent applications by year, the number of domestic patent disclosures by year, and the number of domestic registrations by year regarding smart factories. The number of patent applications by applicant type was investigated. Based on the patents studied, it was found that the IPC appearing in the most patents was G05B 19/418. In addition, through social network analysis of smart factory patented IPCs, it was found that G05B 19/418 was the IPC with the highest degree of centrality. From the above, if the IPC of the core technology of the patent submitted for smart factory is G05B 19/418, the technology combined with G05B 23/02, that is, the technology combining “factory control” and “monitoring” is the most patented. When the IPC of the core technology was G06Q 50/04, it was confirmed that the technology combined with G06Q 50/10, that is, the technology combining “manufacturing” and “service” was the most applied for patents. Through this, it was found that in order to apply for a patent for a smart factory, it would be necessary to file a patent application that takes into account the connectivity between IPCs.

키워드

Smart Factory, Patent Application, IPC, SNA
스마트 공장, 특허 출원, 국제 특허 분류, 사회 연결망 분석

* 유원대학교 반도체디스플레이학과
(utsunoh@hanmail.net)

** 교신저자 : 화성외과학대학교 컴퓨터사이언스학과

• 접수일 : 2023. 12. 22
• 수정완료일 : 2024. 01. 17
• 게재확정일 : 2024. 02. 17

• Received : Dec. 22, 2023, Revised : Jan. 17, 2024, Accepted : Feb. 17, 2024

• Corresponding Author : Ki-Jung Kim

Dept. Computer Science, Hwasung Medi-Science University,
Email : kjkim36@empas.com

I. 서 론

2016년 다보스포럼을 통해 알려지게 된 4차 산업혁명은 우리의 삶에 급격한 변화를 가져오고 있다. 특히 인공지능과 빅데이터는 쇼핑, 이동, 관광 등 생활 주변뿐만 아니라 사무실, 공장, 창고 등 기업의 활동 영역 곳곳에서 신속하고 정확한 정보로 적정한 의사결정에 큰 영향을 주고 있다. 이러한 4차 산업혁명의 핵심기술은 인공지능과 빅데이터를 포함해 다양한 기술이 있다. 류재한, 유연우[1]는 4차 산업혁명 핵심기술로 AI, IoT, BT, NT, 3D 프린팅, 신소재기술, 에너지 저장 기술, 양자컴퓨팅이 있으며, 이들 기술은 기존의 공장자동화나 업무 효율화 이상으로 기업 가치사슬 전반에 걸쳐 비용을 절감하고 새로운 가치를 창출할 것으로 주장하였다. 이러한 4차 산업혁명 핵심기술이 전통적인 의미의 공장자동화에 더해져 도출된 개념이 스마트공장이라 할 수 있다. 조웅[2]은 스마트공장이란 전통적인 제조산업에 정보통신기술을 결합하여 제품의 기획, 설계, 생산, 유통 판매 등 전 과정을 ICT 기술로 통합하고 최소비용과 최소시간으로 고객 맞춤형 제품생산을 지향하는 공장으로서 생산성 향상, 에너지 절감, 인간중심의 작업환경이 구현되고 개인맞춤형 제조, 융합 등 새로운 제조환경에 능동적으로 대응이 가능한 공장을 의미한다고 정의하였다.

본 논문에서는 스마트공장에 관하여 출원된 특허를 대상으로 출원 실적을 조사하고, 특허의 IPC (International Patent Classification)를 분석하여 특허를 이루는 핵심기술은 어떠한 것들이 있는지를 조사하고, 이들 IPC간의 사회연결망분석을 통해 어떤 IPC 간의 결합 즉, 기술 간의 결합을 통한 특허의 출원이 많은지를 조사하여 향후 특허를 출원하고자 하는 연구자들에게 특허 구성을 위한 기술 구성 방안을 제공하고자 한다.

II. 스마트공장 기술 분석

스마트공장은 각종 센서와 IoT를 통한 정보 취득과 AI를 활용한 빅데이터 분석을 통해 의사결정권자에게 의사를 결정하는데 도움이 되는 정보를 제공하고, 결정된 의사 결정을 자동적으로 실행하여 생산을 수행하는 공장이라 할 수 있다. 김익성[3]은 스마트공

장과 기존 공장 자동화시스템의 차이점은 공정 내 기계와 시스템들이 필요한 관련 데이터들과 상호 유기적으로 상호 연결되어 있으며, 개방된 유연한 시스템으로 작동된다는 점으로 설명하고 있으며, 스마트공장은 시장과 경영환경에 따라 실시간으로 조정 및 개선할 수 있는 것으로 정의하고 있다. 박종만[4]은 스마트공장이 공장인터넷, 상호 운영적 통합제조, 유비쿼터스 제조, 디지털 공장, 자동화 및 자율기반 유연 제조시스템 등의 진화와 WSN, MES, M2M, WoT, IIoT, IoF CPS 등 기술 패러다임을 상속한 결과로 볼 수 있다고 주장한다. 이러한 일련의 스마트공장에 대한 설명에서 스마트공장은 공장 현장에서 생산과 관련된 데이터 즉, 제조데이터를 획득하는 것이 중요한 요소 중 하나라는 것을 알 수 있다.

심현, 최서영, 김현욱[5]은 스마트 제조 공정 데이터 수집 시스템의 경우에는 기본적으로, 생산 공정 설비와 IoT 계측기에서 발생하는 데이터를 포집-전처리하여 서버에 축적하고 스마트 공정 데이터를 기반으로 품질 및 생산성 데이터를 모니터링하고, 그 후 해당 시스템의 저장 데이터를 불러와서 정제 후 데이터 분석을 통해 전사적 의사결정을 지원하는 것으로 설명하고 있다. 의사결정권자의 경우 스마트공장을 도입하는 것이 전사적 관리의 면에서 중요하므로 시급히 도입을 희망하겠지만 도입을 위해서는 자금이 필요하며 여건이 조성되어야 한다는 전제조건이 있다. 손영환[6]은 스마트공장을 도입하고자 하는 공장의 경우에는 스마트공장 도입 준비도에 관한 측정이 필요하며, 업종중심 스마트공장 참조모델을 활용하여 6개 핵심 업무영역(수주관리, 설계관리, 자재관리, 생산관리, 품질관리, 설비관리)을 정의하고, 핵심 업무별 사전진단 항목을 도출하여 스마트공장 도입 준비도를 진단해야 함을 주장하였다. 이러한 핵심업무가 상호유기적으로 연결되고 작동되기 위해서는 IoT가 필수적이라 할 수 있다.

임거수[7]는 IoT는 인간의 편의를 위한 서비스 목적으로 개발된 연결망이지만 현재는 전력전송, 에너지 관리, 공장자동화와 같은 산업 전반에 그 사용범위가 확대되고 있는 상태라고 설명하고 있다. 이러한 주장은 스마트공장에서도 적용되며, 스마트공장의 운영에 IoT는 핵심적인 요소로 정보의 획득, 전송, 보관, 분석, 의사결정 과정에서 반드시 필요한 요소라 할 수 있다.

이러한 IoT를 스마트공장에 안정적으로 도입하고 활용하기 위한 기술개발과 실증이 필요하며 이에 대한 구체적인 실증 사례로 김은, 최성진[8]은 제어 및 PLC 시스템의 고속 입출력, 대용량 데이터 처리에 의한 신뢰성 및 안전성 확보를 위하여 링 네트워크 방식으로 이중화한 CIP(Common Industrial Protocol) 기반의 지능형 전동기 제어 시스템을 설계·제작하고, 이에 대한 시스템의 성능을 확인한 결과를 발표하였다.

III. 스마트공장에 관한 최근 특허 동향

스마트공장의 기술 분석을 위해 본 논문에서는 특허를 통한 기술 분석을 진행한다. 조은누리, 장태우[9]는 특허 정보의 특징으로 누구에게나 개방되어 있고, 쉽게 접근 가능하고, 기술정보를 정형화 및 체계적으로 저장한 정보이며, 기술에 대한 상세 정보를 장기간에 걸쳐 기록한 것이라 설명하였다. 물론 모든 기술적 지식이 특허로 출원되지도 않고, 모든 특허가 상용화 되는 것이 아니라는 약점이 존재하지만, 특허는 기술 예측, 기술현황 분석, 공백기술 발전, 핵심기술 도출 등에 자주 활용되고 있다고 소개하고 있다.

최근의 특허 동향을 보기 위해 한국특허정보원에서 제공하는 특허 검색사이트인 키프리스에서 특허를 조사하였으며, 조사 시기는 2023년 11월에 집중적으로 조사하였다. 검색식은 “CL=[스마트*(공장+팩토리)]”로 지정하였고, 421건의 출원특허 및 등록특허를 추출하였다. 본 논문에서 조사하는 특허 출원 건수는 정확한 출원 숫자를 파악하는 것을 목적으로 하는 것이 아니라 연도에 따른 출원 건수의 추이를 파악하고 IPC간의 관계성을 파악하는 것을 목적으로 하고 있어 다소의 노이즈 특허를 포함할 수 있다는 것을 밝힌다.

그림 1은 스마트공장에 관한 국내 특허 출원 건수를 나타내고 있다. 2012년에 처음으로 1건이 출원되었고 2015년 7건이 출원되는 등 2015년까지는 출원 건수가 높지 않았다. 그러다 2016년 급격한 출원 증가로 21건이 출원되고 이후 해마다 출원 건수가 증가하고 있다. 그것은 2016년 1월에 개최된 다보스포럼을 통해 4차 산업혁명이 강조되었고, 스마트공장이 이러한 4차 산업혁명의 주요 내용으로 널리 알려지기 시작한 것이 특허의 출원 건수에도 반영된 것으로 판단된다.

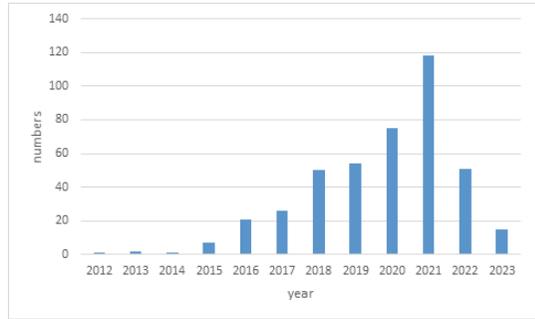


그림 1. 스마트공장에 관한 국내 특허 출원 건수
Fig. 1 Number of domestic patent applications for smart factory

그림 2는 스마트공장에 관한 연도별 국내 특허 공개 건수를 나타내고 있다. 2013년 및 2015년에 각각 1건씩 특허가 공개되었고 2017년 6건, 2018년 23건으로 급격히 증가하기 시작하였다.

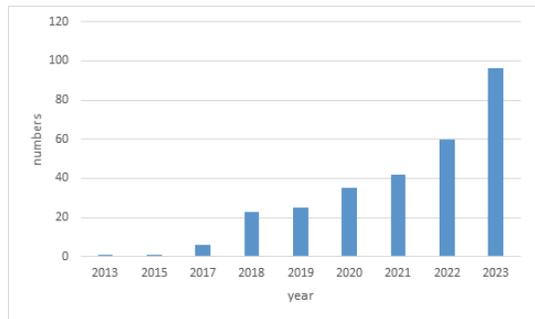


그림 2. 스마트공장에 관한 국내 특허 공개 건수
Fig. 2 Number of domestic published patent for smart factory

그림 3은 스마트공장에 관한 국내 특허 등록 건수를 나타내고 있다. 2013년부터 2015년까지 1건씩 특허가 등록되었고, 2016년에 5건, 2017년에 6건의 특허가 등록되었고 2018년에 21건으로 급격히 증가하기 시작하였다. 이것은 2016년에 급격히 증가한 출원 특허가 2년 정도의 행정 처리 과정을 거치는 것을 고려할 때, 2018년에 등록이 결정된 것으로 볼 수 있으므로 출원 경향을 따르는 것을 알 수 있다.

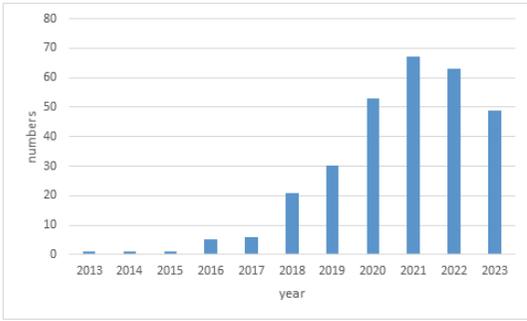


그림 3. 스마트공장에 관한 국내 특허 등록 건수
Fig. 3 Number of domestic granted patent for smart factory

출원인 유형별 특허 출원 건수는 표 1과 같다. 중소기업이 출원한 건수가 78건으로 가장 많으며, 연구소 40건, 대기업 36건 및 대학 27건으로 조사되었다. 개인 및 공공기관에서 출원한 건수는 없는 것으로 조사되었다. 스마트공장에 관한 특허는 스마트공장 현장에서의 애로사항 및 이의 해결방안을 통해 도출되는 경우가 많고, 기존 기술 간의 틈새를 찾아내어 특허로 출원되는 경우가 많기 때문에 스마트공장에 관련성이 부족한 개인이나 공공기관의 특허출원이 미흡한 것으로 판단된다.

표 1. 스마트공장에 관한 출원인 유형별 특허 출원 건수

Table 1. Number of patent applications for smart factories by applicant type

Subject of application	Individuals	small and medium sized enterprises	major company	research institutes	universities	public institutions
number	0	78	36	40	27	0

스마트공장으로 조사된 특허를 기반으로 가장 많은 특허에서 나타나는 IPC를 조사하고 기술 내용을 확인하였다. IPC는 International Patent Classification의 약자로 특허문헌에 대하여 국제적으로 통일된 분류를 부여하기 위한 것으로 그림 4는 IPC의 형태를 나타낸다. IPC는 섹션; 클래스; 서브클래스; 그룹(메인그룹/서브그룹)의 계층구조를 가지고 있다. (출처 : 한국특허기술진흥원 IP분류센터 <https://cls.kipro.or.kr/ipc>)

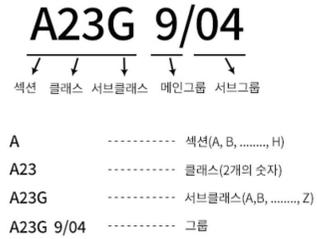


그림 4. IPC 구조
Fig. 4 IPC structure

특허의 분석을 위해서는 여러 가지 방법이 있을 수 있으나 특허문헌의 IPC 코드 분석은 기술 예측 및 기술 융합 분석에 활용되는 대표적인 연구 방법[10]으로 알려져 있다. 본 논문에서도 IPC를 통한 기술 융합을 분석하였다.

표 2는 스마트공장으로 출원된 특허의 IPC별 출원 건수를 나타내고 있다. 특허를 출원하면 특허의 내용에 따라 특허를 구성하는 기술을 기준으로 1개 이상의 IPC를 부여받는다. 여기서 IPC별로 동일 IPC가 본 논문에서 추출된 421개의 스마트공장 특허 중 몇 개의 특허에서 나타나는지를 숫자로 나타낸 것이다. 가장 많은 출원 특허에 포함된 IPC는 138건의 특허에 포함된 G05B 19/418이다. 그다음으로는 106건의 특허에 포함된 G06Q 50/04이며 이어서 G06Q 50/10이 101건으로 나타났다. 표 2에 나타난 IPC의 서브클래스는 G05B(제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험 장치), G06Q(관리, 상업, 재무, 관리 또는 감독 목적을 위해 특별히 적용된 정보 통신 기술; 달리 제공되지 않은 행정, 상업, 재무, 관리 또는 감독 목적에 특별히 적합한 시스템 또는 방법), G06N(특정 컴퓨터 모델에 기반한 컴퓨팅 장치), H04N(화상통신, 예. 텔레비전), G16Y(사물 인터넷에 특히 적합한 정보 및 통신 기술), H04L(디지털 정보의 전송, 예. 전신통신), G08B(신호 또는 호출시스템; 지령발신장치; 경보 시스템), A01G(원예; 채소, 화훼, 벼, 과수, 포도, 호프 또는 해초의 재배; 임업; 관수) 및 G06K(그래픽 테이타의 판독 (이미지 또는 비디오 인식 또는 이해 G06V); 데이터의 표현; 기록 매체; 기록 매체 처리) 이다.

표 2. 스마트공장 특허의 IPC별 출원 건수
Table 2. Number of applications per IPC for smart factory

IPC	No.	technical content
G05B 19/418	138	Total factory control, i.e. centrally controlling a plurality of machines, e.g. direct or distributed numerical control (DNC), flexible manufacturing systems (FMS), integrated manufacturing systems (IMS), computer integrated manufacturing (CIM)
G06Q 50/04	106	Manufacturing
G06Q 50/10	101	Services
G06Q 10/06	99	Resources, workflows, human or project management; Enterprise or organisation planning; Enterprise or organisation modelling
G05B 23/02	83	Electric testing or monitoring
G06Q 10/10	42	Office automation; Time management
G06Q 10/08	31	Logistics, e.g. warehousing, loading or distribution; Inventory or stock management
G06N 20/00	25	Machine learning
G06Q 30/06	24	Buying, selling or leasing transactions
H04N 7/18	22	Closed-circuit television [CCTV] systems, i.e. systems in which the video signal is not broadcast
G16Y 40/10	20	Detection; Monitoring
G05B 19/05	19	Programmable logic controllers, e.g. simulating logic interconnections of signals according to ladder diagrams or function charts
H04L 9/40	19	Network security protocols
G06Q 50/26	16	Government or public services
G08B 21/18	16	Status alarms (G08B21/02 takes precedence)
H04L 65/40	16	Support for services or applications
A01G 9/24	15	Devices for heating, ventilating, regulating temperature, or watering, in greenhouses, forcing-frames, or the like
G06Q 50/02	15	Agriculture; Fishing; Mining
G16Y 10/25	13	Manufacturing
G06Q 10/04	12	Forecasting or optimisation specially adapted for administrative or management purposes, e.g. linear programming or "cutting stock problem" (market predictions or forecasting for commercial activities G06Q30/0202)
G06Q 50/08	12	Construction
G08B 21/02	12	Alarms for ensuring the safety of persons
G05B 19/042	10	using digital processors (G05B19/05 takes precedence)
G06K 19/06	10	characterised by the kind of the digital marking, e.g. shape, nature, code
G06Q 50/06	10	Electricity, gas or water supply
G08B 25/14	10	Central alarm receiver or annunciator arrangements
G16Y 40/50	10	Safety; Security of things, users, data or systems

그림 5는 스마트공장 특허 IPC의 SNA(사회 연결망 분석 : Social Network Analysis)의 결과를 도식화한 것이다. 사회 연결망 분석은 개인과 집단들 간의 연결 관계를 노드(Node)와 링크(Link)로 시각화해 분석하는 방법이다. 여기서 노드는 분석하고자 하는 객체, 즉 IPC를 의미하고, 링크는 각 IPC 간의 연결을 뜻한다[10]. 이 그림에서 연결 중심성이 가장 큰 IPC는 G05B 19/418 (전체 공장 제어, 즉 다수의 기계를 중앙에서 제어하는 것, 직접 또는 분산 수치 제어, 유연한 제조 시스템, 통합제조 시스템, 컴퓨터 통합제

조)로 총 92개의 링크를 가지고 있다.

표 3은 스마트공장 특허 IPC 중 가장 큰 연결 중심성 IPC인 G05B 19/418와 링크를 가지고 있는 인접 IPC와의 링크 수를 나타내고 있다. G05B 19/418와 가장 많은 링크를 가지는 IPC는 G05B 23/02(전기 테스트 또는 모니터링)로 총 27개의 링크가 있는 것으로 조사되었다. 다음으로는 G06Q 10/06(리소스, 워크플로, 인력 또는 프로젝트 관리 기업 또는 조직 계획 기업 또는 조직 모델링)와 15개의 링크가 있다.

표 3. 스마트공장 특허 IPC 중 가장 큰 연결 중심성 IPC와 인접 IPC와의 링크 수

Table 3. The number of links between the IPC with the largest centrality among smart factory patented IPCs and adjacent IPCs

Main Node IPC	Target Node IPC	No. of Links
G05B 19/418	G05B 23/02	27
G05B 19/418	G06Q 10/06	15
G05B 19/418	G06Q 50/04	13
G05B 19/418	G05B 19/05	6
G05B 19/418	G06Q 50/10	5
G05B 19/418	H04N 7/18	4
G05B 19/418	G06K 19/06	3
G05B 19/418	G06N 20/00	3
G05B 19/418	G06Q 10/08	3
G05B 19/418	H04L 9/40	3
G05B 19/418	G05B 19/042	2
G05B 19/418	G16Y 10/25	2
G05B 19/418	G06Q 10/04	1
G05B 19/418	G06Q 10/10	1
G05B 19/418	G06Q 50/08	1
G05B 19/418	G08B 21/02	1
G05B 19/418	G16Y 40/10	1
G05B 19/418	H04L 65/40	1

표 4는 스마트공장 특허 IPC 중 두번째 큰 연결 중심성 IPC인 G06Q 50/04와 링크를 가지고 있는 인접 IPC와의 링크 수를 나타내고 있다. G06Q 50/04(제조)와 가장 많은 링크를 가지는 IPC는 G06Q 50/10(서비스)로 총 18개의 링크가 있는 것으로 조사되었다. 다음으로는 G06Q 10/06(리소스, 워크플로, 인력 또는 프로젝트 관리 기업 또는 조직 계획 기업 또는 조직 모델링)과 17개의 링크가 있다.

이상의 내용을 종합하면, 스마트공장으로 제출된 특허의 핵심기술의 IPC가 G05B 19/418일 경우, G05B 23/02와 조합된 기술 즉, “공장 제어”와 “모니터링”이 복합된 기술이 특허로 가장 많이 출원되었다는 것과 핵심기술의 IPC가 G06Q 50/04일 경우, G06Q 50/10과

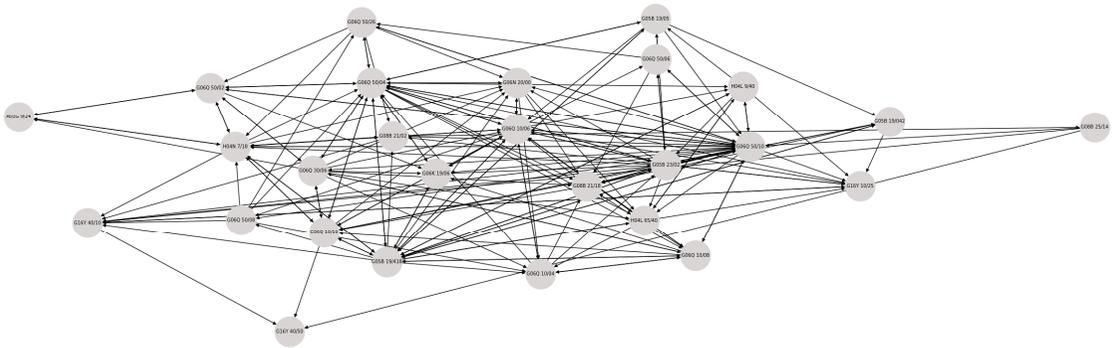


그림 5. 스마트공장 특허 IPC간의 SNA 결과
Fig. 5 SNA results between smart factory patent IPC

조합된 기술 즉, “제조”와 “서비스”가 복합된 기술이 특허로 가장 많이 출원되었다는 것을 알 수 있다. 따라서 스마트공장으로 특허를 출원하기 위해서는 이러한 IPC간의 연결성 고려한 특허출원이 필요한 것으로 판단된다.

표 4. 스마트공장 특허 IPC 중 두번째 큰 연결 중심성 IPC와 인접 IPC와의 링크 수

Table 4. The number of links between the IPC with the second largest centrality among smart factory patented IPCs and adjacent IPCs

Main Node IPC	Target Node IPC	No. of Links
G06Q 50/04	G06Q 50/10	18
G06Q 50/04	G06Q 10/06	17
G06Q 50/04	G05B 19/418	9
G06Q 50/04	G06Q 10/10	6
G06Q 50/04	G06Q 30/06	4
G06Q 50/04	G05B 19/05	3
G06Q 50/04	G06Q 10/08	3
G06Q 50/04	G08B 21/18	3
G06Q 50/04	G16Y 10/25	3
G06Q 50/04	G05B 23/02	2
G06Q 50/04	G06N 20/00	2
G06Q 50/04	H04L 65/40	2
G06Q 50/04	G06K 19/06	1
G06Q 50/04	G06Q 50/02	1
G06Q 50/04	G06Q 50/26	1
G06Q 50/04	H04L 9/40	1

IV. 결론

본 논문에서는 스마트공장과 관련된 최근의 특허 동향을 조사하였다. 한국특허정보원에서 제공하는 특허 검색사이트인 키프리스에서 특허를 조사하여 스마

트공장에 관한 연도별 국내 특허 출원 건수, 연도별 국내 공개 건수 및 연도별 국내 등록 건수를 조사하였다. 또한 출원인 유형별 특허 출원 건수를 조사하여 스마트공장에 관련성이 부족한 개인이나 공공기관의 특허출원이 미흡한 것을 확인하였다. 조사된 특허를 기반으로 가장 많은 특허에서 나타나는 IPC를 조사하였다. 또한 스마트공장 특허 IPC의 사회 연결망 분석을 통해 G05B 19/418이 연결중심성이 가장 높은 IPC임을 밝혀냈다. 또한 스마트공장으로 제출된 특허의 핵심기술의 IPC가 G05B 19/418일 경우, G05B 23/02와 조합된 기술 즉, “공장 제어”와 “모니터링”이 복합된 기술이 특허로 가장 많이 출원되었다는 것과 핵심기술의 IPC가 G06Q 50/04일 경우, G06Q 50/10과 조합된 기술 즉, “제조”와 “서비스”가 복합된 기술이 특허로 가장 많이 출원되었다는 것을 알 수 있었다.

이상의 연구를 통해 스마트공장으로 특허를 출원하기 위해서는 이러한 IPC 간의 연결성을 고려한 특허출원이 필요한 것을 알 수 있었다.

References

[1] J. Ryu and Y. You, “The Fourth Industrial Revolution Core Technology Association Analysis Using Text Mining,” *Journal of Digital Convergence*, vol. 16, no. 8, 2018, pp. 129-136.
[2] W. Cho, “Development of Domestic Standardization in Smart Factory and Manufacturing Data,” *Journal of the Korea Institute*

of *Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 5, 2021, pp. 783-788.

- [3] I. Kim, "A Study on the Success Cases of the German Automated Smart Factories, a key research subject to the Fourth Industrial Revolution, and the Introduction of Smart Factories to Korea: Proposal of Policies and Strategies for the Construction of Smart Factories in Korea," *The Journal of Eurasian Studies*, vol. 17, no. 3, 2020, pp. 189-213.
- [4] J. Park, "Technology and Issue on Embodiment of Smart Factory in Small-Medium Manufacturing Business," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 40, no. 12, 2015, pp. 2481-2502.
- [5] H. Sim, S. Choi, and H. Kim, "Algorithm Improvement Through AI-Based Casting Process Parameter Optimization," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 18, no. 3, 2023, pp. 441-448.
- [6] Y. Sohn, "A Study on the Standardization System for Assessing the Level of a Smart Factory," *Journal of Product Research*, vol. 38, no. 6, 2020, pp. 45-52.
- [7] G. Yim, "IoT Security Channel Design Using a Chaotic System Synchronized by Key Value," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 5, 2020, pp. 981-986.
- [8] O. Kim and S. Choi, "Intelligent Motor Control System Based on CIP," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 2, 2020, pp. 307-312.
- [9] E. Cho and T. Chang, "Patent Analysis on 5G Technology Trends from the Perspective of Smart Factory," *The Journal of Society for e-Business Studies*, vol. 25, no. 3, 2020, pp. 95-108.
- [10] J. Shim, "Technology Convergence Analysis by IPC Code-Based Social Network Analysis of Healthcare Patents," *The Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology*, vol. 15, no. 5, 2022, pp. 308-314.

저자 소개



황재효(Jae-Hyo Hwang)

1990년 아주대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1992년 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1996년 일본우쓰노미야대학교 대학원 전자공학과 생산정보공학전공 졸업(공학박사)

1996 ~ 현재 유원대학교 반도체디스플레이학과 교수

※ 관심분야 : 통신소자, 공장자동화



김기중(Ki-Jung Kim)

1988년 원광대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1990년 원광대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1998년 원광대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

2005 ~ 현재 화성의과학대학교 컴퓨터사이언스학과 교수

※ 관심분야 : 임베디스시스템, 공장자동화

