

# 특허 빅데이터를 이용한 스마트시티 기술 산업의 융합 특성 분석

조성수

뉴사우스웨일즈대학교 건설환경공학부 미래도시연구센터

## Analyzing the Characteristics of Convergence between Technologies and Industries in terms of Smart City Using Patent Big Data

Sung Su Jo

City Futures Research Centre, School of Built Environment, University of New South Wales

**요약** 본 연구의 목적은 특허 빅데이터를 이용하여 스마트시티 기술과 산업이 어떻게 융합하고 있는지 그 특성을 분석하는 것이다. 특성은 기술 특성, 산업 특성, 기술과 산업의 융합 특성으로 설정하였다. 분석 자료는 스마트시티 기술을 발체할 수 있는 스마트시티 서비스와 관련된 특허자료이다. 분석 방법은 특허 IPC 중분류를 기준으로 기술과 산업으로 매칭을 통해, 2-mode 매트릭스를 이용한 지식흐름(동시분류분석)과 네트워크 분석을 활용하였다. 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 스마트시티 기술은 로봇, 반도체, 네트워크 인프라와 같은 기술을 포함한 기계, 전자/전기, 정보통신 기술이 융합되는 특성을 갖는 것으로 분석되었다. 둘째, 스마트시티 산업은 스마트시티 기술의 영향을 받아 기계, 교통 장비와 같은 전통적인 제조업과 ICT제조업, ICT서비스업이 융합되는 특성을 보이고 있었다. 셋째, 기술에서 산업으로의 지식흐름은 기계, 전자/전기, 정보통신과 같은 기술이 ICT제조업, ICT서비스업, 지식서비스업, 기계장비제조업, 기타 전기장비 제조업에 가장 크게 기여하는 특성을 보였다. 넷째, 기술과 산업의 융합은 기계 기술을 중심으로 ICT 제조업, 지식서비스업, 교통장비 제조업이 하나의 클러스터로 나타나는 특성으로 가지고 있었다. 본 연구의 결과는 우리나라의 스마트시티 기술과 산업의 발전과 관련된 정책에 기여할 수 있을 것이다.

**Abstract** This study was undertaken to analyze the characteristics of convergence between technologies and industries in smart cities using patent bigdata. Characteristics were classified as technical, industrial, and convergence characteristics. The data analysis was performed using patent data related to smart city services presented in the Smart City Act. The analysis method utilized knowledge flow (co-classification analysis) and network analysis using a 2-mode matrix by matching technology and industry based IPC patent classifications. Results are summarized as follows. First, smart city technology was determined to have the characteristics of convergence of mechanical, electronic/electrical, information, and communication technologies and technologies such as robotics, semiconductors, and network infrastructure. Second, smart city industry was not only affected by smart city technology but also by the convergence characteristics of traditional manufacturing (e.g., machinery and transportation equipment), ICT manufacture manufacturing, and ICT. Third, the characteristics of knowledge flow from technology to industry showed that mechanical, electronic/electrical, and information and communication technologies contributed most to ICT manufacturing, ICT service, knowledge services, mechanical equipment manufacturing, and other electrical equipment manufacturing. Fourth, the convergence of technology and industry appeared as one cluster, centering on machine technology, ICT manufacturing, knowledge services, and transportation equipment manufacturing. The results of this study may contribute to policies related to the development of smart city technology and industry in Korea.

**Keywords** : Smart City, Technological Characteristics, Industrial Characteristics, Convergence Characteristics, Patent Analysis

---

\*Corresponding Author : Sung Su Jo(City Futures Research Centre, School of Built Environment, UNSW)

email: [sungsu.jo@unsw.edu.au](mailto:sungsu.jo@unsw.edu.au)

Received September 20, 2022

Accepted January 6, 2023

Revised November 16, 2022

Published January 31, 2023

## 1. 서론

기술의 혁신은 산업에 영향을 주었으며, 기술과 산업은 매우 밀접한 연관관계를 가지고 있다. 1차 산업혁명은 18세기부터 증기기관과 같은 기술을 통해 산업의 기계화를 이끌었다. 19세기 후반에 시작된 2차 산업혁명은 전기 및 내연기관, 컨베이어 벨트 기술을 활용하여 제품의 대량생산에 관한 산업화를 주도하였으며, 3차 산업혁명은 정보통신기술인 인터넷을 중심으로 정보화를 견인하였다. 2016년 후반, 세계경제포럼 의장인 클라우스 슈바프(Klaus Schwab)에 의해 4차 산업혁명이 주창되었다. 4차 산업혁명은 인공지능, 빅데이터, 5G 등의 첨단 정보통신기술을 기반으로 농업, 제조, 생명, 에너지 등 다양한 산업 분야를 융합하는 동시에 각 산업 분야의 초연결 및 지능화에 초점을 맞추고 있다[1,2].

기술과 산업의 연관관계와 융합은 복잡해지고 있다. 예를 들어 1차, 2차 산업혁명을 이끌었던 기술은 농업, 제조업 등 몇몇의 산업과 관계를 맺고 융합되었지만, 현재에는 3차, 4차 산업혁명을 이끈 정보통신기술은 농업, 제조업, 서비스업 등 다양한 산업과 연관관계를 가지며 융합되고 있다. 이러한 측면에서 어떤 기술이 어떤 산업에 영향을 주는지 어떤 연관관계를 통해 융합되는지 살펴보고 확인하는 것은 중요하다. 이러한 현상들을 이해하기 위해 기술 융합과 산업 융합을 중심으로 다양한 융합 연구가 수행되었다[3].

융합 연구는 대부분 특허 IPC 정보를 통해 수행되었다. IPC를 활용한 기술 융합 연구는 IPC의 직간접 인용관계 분석[4] IPC의 동시 발생 네트워크를 활용한 융합 패턴 연구[5], 특허기반의 텍스트 및 머신러닝 기법을 활용한 기술 융합 연구[6] 등이 수행되었다. 산업 융합 연구는 텍스트 마이닝을 이용한 산업 융합 패턴 분석[3], 특허 사례 분석을 통한 융합연구[7], 특허의 의미적 유사도를 통한 산업 융합 분석[8], IPC 기반의 산업융합연관표를 작성하여 융합의 파급효과 및 유발효과를 분석[9]하는 등의 연구가 수행되었다. 더 나아가 기술과 산업이 어떻게 융합되고 있는지를 특허자료와 지식 흐름 분석을 중심으로 연구가 진행되고 있다[10,11].

한편 4차 산업혁명의 기술 혁신은 과거의 산업혁명과 다르게 기술과 사람이 공존하는 도시공간에서 더욱 빠르게 우리 일상생활의 변화를 주도하고 있다[12]. 이 도시공간은 스마트시티이며, 이는 도시의 각종 문제를 해결해주는 동시에 신산업을 창출해 줄 수 있는 모델이다[13]. 스마트시티는 정보통신기술을 통해 행정, 교통, 복

지, 방법/방재, 에너지 등 다양한 분야에서 서비스를 제공하여 시민의 삶의 질을 높이는 것에 초점을 맞추고 있다. 스마트시티가 국내외적으로 이슈화가 됨에 따라 국가 차원에서 재정을 투입하고 지원하는 동시에, 관련 산업을 활성화시키기 위한 노력이 진행 중이다[2].

이에 다양한 연구자들이 스마트시티 산업을 정의하고 산업연관표를 이용한 파급효과와 융합 연구를 수행하였다. 최근 수행된 연구로써 IoT 기술이 적용된 산업을 스마트시티 산업으로 정의하고 분석한 연구[14], 스마트시티를 구성하는 사례를 중심으로 기술을 발췌하고 관련 산업이 어떻게 융합하고 있는지에 관한 연구[13,15,16], 스마트시티 주요 기술을 특허에서 발췌하여 분석하는 연구[17]가 있다. 그러나 이러한 연구는 스마트시티 산업의 융합에 초점을 맞추고 있을 뿐 스마트시티 기술이 산업에 어떻게 융복합되고 있는지에 대한 논의는 이루어지고 있지 않은 실정이다. 또한 산업의 융합을 분석을 시도하였으나 기술과 산업을 동시에 고려하는 융합 분석에는 한계를 나타내고 있었다. 이뿐 아니라 기존 연구는 스마트시티 산업을 IT제조업, IT서비스업, 지식서비스업과 같은 일부 산업에만 적용되었으며, 실제 스마트시티 기술과 산업의 융합이 어떻게 연결되고, 어떠한 지식 흐름을 가지고 있는지에 대한 연구는 거의 진행된 바 없다. 또한 특정 산업 부문 내에서 또는 그 사이에서만 융합이 발생되고 있다는 결과로써 한계를 가지고 있었으며, 방법론적 측면에서 직간접적인 융합을 파악하고자 중심성 분석을 활용하였으나 실제 어떠한 기술과 산업이 어떻게 융합되는지에 대한 분석은 부족한 것으로 나타났다.

이는 기술이 산업 전반에 걸쳐 직간접적인 연결을 제공하여 산업 융합에 크게 기여할 수 있다는 것을 고려하지 않은 것이다[18]. 이러한 기존 연구의 한계를 극복하기 위해 본 연구는 스마트시티에 나타난 특허 빅데이터를 중심으로 스마트시티 기술과 산업 분야를 추출하였다. 또한 중심성 분석의 한계를 보완할 수 있도록 특허 동시 분류를 이용한 지식 흐름 분석과 네트워크 분석을 활용하여 스마트시티 기술과 산업의 융합에 대한 특성을 분석하였다. 따라서 본 연구의 목적은 스마트시티와 관련된 특허 빅데이터를 이용하여 스마트시티의 기술과 산업이 어떻게 융합하고 있는지를 분석하는 것이다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 융합의 이론 및 특허 IPC를 활용한 문헌을 고찰하였다. 3장에서는 분석의 흐름과 연구의 데이터, 방법론에 대해 서술하였으며, 4장에서는 분석 결과를 도출하였다. 분석 결과를 근거하여 5장에서는 관련된 토론과 결론을 제시하였다.

## 2. 이론 및 문헌 고찰

### 2.1 스마트시티 개념

스마트시티 개념은 1980년대 마크와이저가 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 개념을 통해 최초로 주장하였다[19]. 이 개념은 컴퓨터가 사람의 눈에 보이지 않게 사물에 인식되어 사용자가 어디에 있던 컴퓨터 접근이 가능한 환경으로 정의된다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 개념을 도시로 끌어들이는 개념이 스마트시티라고 할 수 있다[13]. 2000년 후반 스마트시티의 관심은 빠르게 증가하였다. 미국, 스페인, 중국, 인도, 남미 등의 도시에서는 스마트시티를 국가정책으로 추진하고 있으며, Google, IBM, CISCO 등의 글로벌 정보통신기업을 중심으로 확산 및 구축되고 있다.

스마트시티의 개념은 국가, 도시, 환경, 정책 등에 따라 다양하게 존재하고 있으며, 그 개념은 하나도 통합되기 어렵다. ITU 조사결과에 따르면, 스마트시티에 관한 정의는 100개 이상이 되는 것으로 확인되었다. 스마트시티의 개념에 대한 키워드를 보면, 정보통신기술, 지능, 정보 등과 같은 정보통신기술적 수단이 가장 큰 것으로 나타났다[20]. 그러나 대부분의 학자들은 정보통신기술을 활용하여 언제 어디서나 누구에게나 스마트시티 서비스가 제공되어 삶의 질을 높이기 위한 미래 도시의 개념인 것에 동의하고 있다.

이러한 스마트시티의 개념을 큰 흐름으로 정리하면, 정보화 도시, 정보통신기술 중심 스마트시티, 장소적 중심 스마트시티, 다층형 스마트시티 개념으로 진화되고 있다[19]. 여기서 다층형 스마트시티의 개념은 스마트시티에 구축된 인프라를 기반으로 서비스의 최종 수요자인 시민에게 스마트시티 서비스가 네트워크(기술)로 제공되며, 이를 온오프라인 거버넌스를 통해 관리되는 것이다. 즉, 서비스, 기술, 인프라, 거버넌스가 하나로 통합되는 시스템으로써의 스마트시티 아키텍처를 강조하고 있다[19].

### 2.2 스마트시티 기술과 산업

스마트시티의 기술을 일률적으로 구분하고 정의하기는 곤란하다. 이는 스마트시티는 다양한 기술을 토대로 융복합 기술의 집합체이기 때문이며, 스마트시티의 상용 기술, 선도기술, 혁신기술 등이 수직적 단계가 아닌 수평적 단계를 지향하기 때문이다[17,21]. 이에 스마트시티 기술은 특정한 분류체계가 존재하고 있지 않다. 앞서 살

펴본 다층형 스마트시티의 개념에서의 스마트시티 기술은 스마트환경에서 실행 및 제공되는 서비스를 위해 필요한 기술이라고 설명하고 있다[19]. 여기에는 정보입력을 위한 센싱(Sensing) 기술, 정보전달을 위한 네트워크(Network), 정보처리를 위한 프로세스(Processing), 정보표현을 위한 인터페이스(Interface), 정보의 보안을 위한 시큐리티(Security)로 스마트시티 기술은 분류되고 있다.

스마트시티 기술을 세부적으로 살펴보면, 센싱은 외부의 상태 변화를 모니터링하고 수집된 데이터를 전송하여 센서의 신호를 처리하고 응답하는 기술이다. 네트워크는 알고리즘의 분석에 따라 센서로부터 받은 데이터를 처리하는 것이며, 네트워크는 스마트 디바이스와 사용자를 연결하여 효율적인 커뮤니케이션을 돕는 기술이다. 인터페이스는 디바이스 간 또는 사용자와 디바이스 사이에서 흐르는 정보를 보다 이해하기 쉬운 형태로 변환하는 기술이며, 시큐리티는 스마트시티의 운영 환경 전반에 걸쳐 사용자 또는 설비의 정보에 대한 불법적인 접근을 통제하고 개인정보를 보호하는 기술로 설명된다[22].

많은 연구자가 스마트시티 산업을 분류하고 정의하려고 시도하였다. 그러나 스마트시티 기술과 마찬가지로 스마트시티 산업을 분류하는 것은 쉽지 않다. 기존 연구들을 살펴보면, 스마트시티 산업을 정의하기 위해 전문가 설문을 통해[16], 스마트시티와 관련된 사례를 분석한 연구[15,23], 스마트시티 서비스를 활용한 분류[24] 등 다양한 방법을 통해 분류하였다[23]. 그러나 이는 스마트시티의 정의, 정보통신기술의 발달과 글로벌 수준의 기술 경쟁, 융합기술의 탄생 등의 원인으로 연구 시기별로 스마트시티 산업 분류에 차이가 있다[23]. 그러나 대부분의 연구에서 스마트시티 산업은 정보통신 서비스와 정보통신 제조업이 공통적으로 포함되고 있었다[15,23].

스마트시티의 기술은 스마트시티 서비스를 제공하기 위한 것으로써 스마트시티 서비스와 매우 관련이 깊다[19,22]. 이에 최근에는 스마트시티 사례를 통해 기술을 발췌하고 스마트시티 산업을 분류하고자 하는 노력이 있었으나 관련 사례의 부족으로 분류의 한계를 가지고 있었다. 그러나 스마트시티 관련 기술을 통해 산업을 정의하려고 한 시도는 유의미하다고 할 수 있다.

### 2.3 기술과 산업 융합

융합(Convergence)은 19세기 후반 기계 도구(Machine Tool) 산업 분야의 변화를 설명하는 문헌에서 처음으로 사용되었다[25]. 이 용어는 여러 산업의 공

장들이 당면한 기술적 문제를 해결하는 과정에서 발생하는 기술 혁신의 현상으로 설명되었다[25,26]. 융합의 개념은 다양한 연구자들에 의해 제시되었으나, 융합은 가치(Value), 기술(Technology), 산업(Industry), 시장(Market)과 같은 요소가 서로 중첩되고 각각 또는 서로의 영역과 경계가 흐려지는 것으로 정의된다[27,28].

융합은 과학기술 관점에서 과학이나 지식의 융합이 증가함에 따라 별개의 과학 분야 또는 지식 영역이 확대하는 것으로 시작한다[29]. 이는 기초 과학기술뿐 아니라 응용 과학기술에서도 발생하게 되며 결국 기술간의 융합으로 이어지게 된다[30,31]. 기술 융합은 기존 기술을 새로운 기능으로 (또는 향상된 새로운 기술로) 재결합함으로써 나타나게 된다[32]. 이러한 기술의 융합은 기존의 기술 패러다임이 새로운 기술 패러다임으로 대체를 촉진하고, 이로 인해 기존의 산업 가치 사슬이 붕괴되어 산업 경계가 흐려지는 산업의 융합을 촉발시킨다. 최근 연구에 따르면 기술 융합이 산업 융합의 지배적인 동인이 되고 있음을 보여주고 있다[30].

기술 융합은 혁신의 주요 원천으로 인식되며[33], 정보통신기술 산업의 융합 사례를 통해 기술의 융합이 혁신성과 파괴성을 동시에 내포하고 있음을 보여준다[34,35]. 이러한 기술의 융합과 상호작용을 식별하기 위해 특허 IPC를 활용한 연구가 수행되었다. 특허 IPC에서 제공되는 정보는 기술의 연결성을 추출할 수 있으며, 기술 특성을 분석하는데 탁월하다.

특허 IPC 정보를 통해 기술 융합을 분석은 다양한 연구에서 살펴볼 수 있는데, Rodriguez et al.[4]은 특허 IPC 직접 및 간접 인용 관계를 통해 기술 간의 융합구조를 측정하였다. 또한, IPC의 동시 발생 측면에서 네트워크 분석을 통해 기술 융합의 패턴을 확인할 수 있으며[5], 기술간 인용 관계를 식별하고 이를 시계열 데이터로 구축하여 신기술이 어떻게 융합될 것인지를 예측하는 연구도 진행되었다[36]. 특허 IPC는 인용 정보뿐 아니라 기술적 유사성, 특허출원자 등의 서지 정보를 포함하고 있어, 융합의 다양한 원인을 파악할 수 있다. Lee and Yoo[37]는 특허의 성장률을 통해 기술의 융합 가능성과 융합 잠재력 수준을 분석하였으며, 다양한 기술과 연계되는 기술은 융합의 가능성이 크다고 제시하였다. 최근에는 급진적인 기술의 융합을 찾아내기 위해 특허기반의 텍스트 의미 분석과 머신러닝 기법을 활용하여, 신기술 간 융합을 예측하는 연구도 진행되었다[6].

산업의 융합은 기술, 과학적 지식 등이 결합하여 둘 이상의 다른 산업 간의 경계를 흐리게 하는 과정으로 정

의할 수 있다[3,38]. 산업의 융합은 지식 융합, 기술 융합, 응용 융합, 산업 융합의 단계로 이루어지는데, 특히 마지막 단계의 산업 융합은 기술 융합의 추진력을 통해 이루어지며, 경제발전의 주요 동력으로 인식되고 있다[39]. 정보통신, 미디어, 전자, 자동차, 건설, 화학, 제약 산업은 산업이 융합되어 나타난 대표적인 산업이다[3]. 특히 정보통신기술 분야는 인프라와 같은 네트워크 융합, 인터페이스와 디바이스의 융합, 디바이스간 융합을 통해 융합이 진행되고 있으며[40], 이는 기술 지식의 파급효과와 융합에 기인한다[41]. 산업간 융합은 제조업 내부에서의 자동차 산업과 전자산업과 같은 상위 산업간의 융합과 제조업과 서비스업의 융합과 같은 별개의 산업 사이에서 나타난다.

산업 융합 분석은 특허정보를 기반으로 하는 융합 연구가 주를 이루고 있었으며[8,9,26,42], 텍스트 마이닝을 이용한 융합 패턴 분석[3], 특허 사례 분석[7] 등이 수행되었다. Preschitschek et al.[8]은 IPC를 활용한 동시 분류 분석과 특허의 의미적 유사도 분석을 동시에 수행하여 산업의 융합을 분석을 진행하고, 각 분석의 결과 값을 비교하였다.

동시 분류 분석은 서로 다른 산업(또는 기술) 간의 상호의존적 관계를 이해하는 데 도움을 줄 수 있으므로 IPC 기반의 네트워크는 이들 간의 융합에 관해 설명할 수 있다[43]. 김은지, 이성주[34]는 산업의 융합성을 판단하기 위한 방법론을 개발하고 검증하기 위해 특허 IPC 데이터를 활용하였다. 강희중, 김기국[9]은 투입산출표를 응용하여 특허 IPC 기반의 산업융합연관표를 작성하고 산업 융합의 파급효과 및 유발효과를 분석하였다. 이행병 외[26]는 특허 IPC를 활용하여 산업 융합을 파악하는 모델을 제안하고, 산업의 융합이 기업의 융합 특성을 반영하고 있는지 자동차 분야를 중심으로 분석하였다.

이처럼 기술 및 산업의 융합과 관련된 관심이 높아짐에 따라 이를 분석하고 측정하기 위해 특허정보인 IPC를 활용하고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 기존 연구는 기술과 산업 간의 융합 연구는 거의 수행된 바가 없으며, 더욱이 최근 융합 부문에서 떠오르고 있는 스마트시티와 관련된 기술 산업 융합 연구는 매우 부족한 것으로 확인되었다. 이는 특정 산업에 특정 기술이 매칭된다는 가정하에 생기는 것이다. 그러나 스마트시티의 경우 그 범위가 넓고 어떠한 기술이 산업과 융합되는지에 대한 것은 가정하기 어렵다. 이에 어떤 기술과 산업이 융합하는지에 관한 연구가 필요하다. 본 연구는 특허 IPC를 기반으로 스마트시티의 기술과 산업의 특성을 분석함과 동시에

Table 1. Search keywords of patent

Smart City Services	Search Keywords	
Smart Administration	Smart Administration, Smart City Administration, Ubiquitous Administration, Ubiquitous City (U-City) Administration, U-Administration	
Smart Transport	Smart Transport, Smart City Transport, Ubiquitous Transport, Ubiquitous City (U-City) Transport, U-Transport	
Smart Health/Welfare/Medical	Smart Health, Smart City Health, Ubiquitous Health, Ubiquitous City (U-City) Health, U-Health, Smart Welfare, Smart City Welfare, Ubiquitous Welfare, Ubiquitous City (U-City) Welfare, U-Welfare, Smart Medical, Smart City Medical, Ubiquitous Medical, Ubiquitous City (U-City) Medical, U-Medical	
Smart Crime/Disaster Prevention	Smart Crime Prevention, Smart City Crime Prevention, Ubiquitous Crime Prevention, Ubiquitous City (U-City) Crime Prevention, U-Crime Prevention, Smart Disaster Prevention, Smart City Disaster Prevention, Ubiquitous Disaster Prevention, Ubiquitous City (U-City) Disaster Prevention, U-Disaster Prevention	
Smart Facility Management	Smart Facility Management, Smart City Facility Management, Ubiquitous Facility Management, Ubiquitous City (U-City) Facility Management, U-Facility Management	
Smart Education	Smart Education, Smart City Education, Ubiquitous Education, Ubiquitous City (U-City) Education, U-Education	
Smart Culture/Tour/Sport	Smart Culture, Smart City Culture, Ubiquitous Culture, Ubiquitous City (U-City) Culture, U-Culture, Smart Tour, Smart City Tour, Ubiquitous Tour, Ubiquitous City (U-City) Tour, U-Tour, Smart Sport, Smart City Sport, Ubiquitous Sport, Ubiquitous City (U-City) Sport, U-Sport	
Smart Distribution	Smart Distribution, Smart City Distribution, Ubiquitous Distribution, Ubiquitous City (U-City) Distribution, U-Distribution	
Smart Labor/Employment	Smart Labor, Smart City Labor, Ubiquitous Labor, Ubiquitous City (U-City) Labor, U-Labor, Smart Employment, Smart City Employment, Ubiquitous Employment, Ubiquitous City (U-City) Employment, U-Employment	
Smart Housing	Smart Housing, Smart City Housing, Ubiquitous Housing, Ubiquitous City (U-City) Housing, U-Housing	
Smart Energy	Smart Energy, Smart City Energy, Ubiquitous Energy, Ubiquitous City (U-City) Energy, U-Energy	
etc.	Smart Building	Smart Building
	Smart Factory	Smart Factory
	Smart Farm	Smart Farm

기술과 산업의 융합을 식별하는데 용이한 동시분류분석, 네트워크 분석을 활용하여 기술과 산업의 융합이 어떻게 진행되고 있는지를 살펴보았다.

### 3. 분석 방법론

#### 3.1 분석의 틀

스마트시티 기술 서비스 융합 특성을 분석하기 위해, 본 연구는 다음과 같은 분석의 틀을 제시하였다(Fig. 1). 먼저 스마트시티 관련 서비스의 특허를 검색하고 수집하였다. 둘째, 수집된 스마트시티 서비스는 특허 IPC 중분류를 기준으로 기술과 산업으로 매칭 하였다. 스마트시티 기술로의 매칭은 특허청에서 발간한 국가과학기술표준분류(National Science and Technology Standard Classification, NSTSC) - 특허분류(International Patent Classification, IPC) 연계표[44]를 활용하였다. 스마트시티 산업으로의 매칭은 특허청에서 동일하게 발표한 한국표준산업분류(Korea Standard Industry Classification, KSIC) - 특허 연계표[45]를 이용하였다. 특허 IPC와 기술과 산업의 매칭을 통해 스마트시티

기술 특성과 스마트시티 산업의 특성을 분석하였다.

셋째, IPC를 중심으로 기술과 산업을 다시 매칭하고, 기술 산업간 동시분류 매트릭스를 작성하여, 기술에서 산업으로의 지식흐름을 분석하였다. 넷째, 2 mode 매트릭스를 활용하여 네트워크를 시각화하고, 연결중심성과 위세중심성을 분석하였다. 또한 시각화된 네트워크를 이용하여 기술 산업 클러스터를 식별하고 그 특성을 분석하였다.

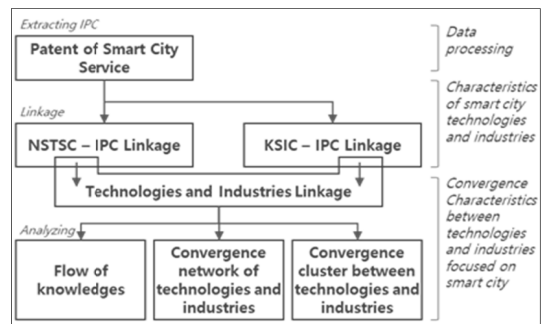


Fig. 1. Research flow

### 3.2 분석 자료

본 연구에서 활용된 분석 자료는 스마트시티 서비스와 관련된 특허자료이다. 이 자료는 국가과학기술정보센터 (scienceon.kisti.re.kr)에서 획득하였다. 특허 검색 기간은 유비쿼터스시티(이하, 유시티) 개념이 나타난 2008년부터 2020년까지이다. 특허 검색어는 스마트시티법에 제시된 스마트시티 서비스 항목 11개와 스마트 빌딩, 스마트 팜, 스마트 팩토리의 특허까지 포함한 총 14개 키워드로 구성되어 있다.

스마트시티법에서 정의하고 있는 스마트시티 서비스 항목을 특허 검색 키워드로 선정한 이유는 스마트시티가 시민의 삶의 질 향상에 초점을 맞추고 있으며, 이는 스마트시티 서비스를 통해 이루어지기 때문이다[46]. 또한 스마트시티 서비스 항목에서 포착되지 않는 기술을 포함하기 위해 스마트 빌딩, 팜, 팩토리 등의 스마트시티 관련 사례를 선정하였다. 특허 검색 키워드의 경우 유시티와 스마트시티를 포함할 수 있도록 설정하였다. 예를 들어 스마트 행정 서비스 경우, U-행정, 유비쿼터스 행정, 스마트 행정 등을 검색에 모두 포함하였다(Table 1).

특허 검색 결과는 Table 2와 같다. 유사 중복 특허와 관련이 없는 특허를 제외하였으며, 총 2,340개의 스마트시티 서비스 관련 특허를 수집하였다. 가장 많이 수집된 특허 분야는 스마트 에너지(26.8%), 스마트 방법방제(22.0%), 스마트 교통(6.9%), 스마트 주거(10.5%) 등의 순서로 수집되었으며, 가장 적게 수집된 분야는 스마트 행정(0.1%), 스마트 시설관리(0.7%), 스마트 빌딩(0.9%)으로 나타났다.

Table 2. Search result of patent focused on smart city services (Unit: number of)

Smart City Services	Patent	Rate (%)	
Smart Administration	2	0.1	
Smart Transport	248	10.6	
Smart Health/Welfare/Medical	162	6.9	
Smart Crime/Disaster Prevention	514	22.0	
Smart Facility Management	17	0.7	
Smart Education	72	3.1	
Smart Culture/Tour/Sport	89	3.8	
Smart Distribution	45	1.9	
Smart Labor/Employment	57	2.4	
Smart Housing	246	10.5	
Smart Energy	627	26.8	
etc.	Smart Building	21	0.9
	Smart Factory	114	4.9
	Smart Farm	126	5.4
SUM	2,340	100.0	

### 3.3 분석 방법

본 연구에서 사용된 분석 방법은 동시분류분석과 네트워크 분석 방법을 활용하였다. 동시분류분석은 비체화된 지식 흐름의 관계를 측정할 수 있으며, 기술과 산업간 연계의 구조를 살펴볼 수 있다[11]. 지식 지식의 흐름을 분석하기 위해 특허 분류를 기술과 산업 분류에 대응시킴으로써 각 기술과 산업의 지식 흐름을 측정할 수 있으며, 이는 Fig. 2와 같이 표현할 수 있다.

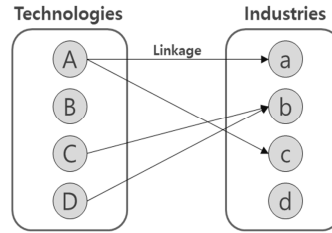


Fig. 2. Flow of knowledge between technologies and industries

지식의 흐름 관계는 Schmookler(1966)가 레온티에프의 투입산출모형 아이디어를 확장시키면서 행에는 발명산업, 열에는 발명의 이용산업을 그리고 대각행렬에는 공정기술에 대한 발명을 나타내는 특허중심의 투입산출모형 행렬표를 제안하였다[47]. 동시 분류 분석은 서로 다른 산업(또는 기술) 간의 상호의존적 관계를 이해하는데 도움을 줄 수 있으므로 IPC 기반의 네트워크는 이들 간의 융합에 관해 설명할 수 있다[43]. 이에 본 연구에서는 행에는 기술을, 열에는 산업을 나열하여 스마트시티 기술이 어떤 산업으로 지식이 흘러가는지 분석하였다.

네트워크 분석은 연결중심성(Degree Centrality)과 위세중심성(Eigenvector Centrality)을 활용하였다. 연결 중심성은 스마트시티 기술과 산업의 노드(Node)가 직접적으로 연결된 노드의 개수를 기준으로 노드의 중요도를 측정한다. 즉, 한 개의 노드가 다른 노드와 얼마만큼의 관계를 맺고 있는가를 분석하여, 해당 노드가 네트워크에서 위치하는 정도를 숫자의 크기로 나타낸다. 연결중심성 값이 크다는 것은 스마트시티 산업 노드에 기술의 노드가 다수 연결되어 있다는 것이다(이와 반대의 경우도 성립). 반면 연결 중심성 값이 작다는 것은 스마트시티 기술(또는 산업) 노드가 산업(또는 기술)에 적게 연결되어 있다는 의미이다. 연결중심성을 나타내는  $dc$ 는 Eq. (1)로 표현될 수 있다.

$$dc = \frac{d(m_1)}{n - 1} \tag{1}$$

$d(m_1)$ 는 노드  $m$ 의 정도를 나타내고  $n$ 은 총 노드 수를 나타낸다.

연결된 노드가 많다고 하여 반드시 중요한 노드가 되는 것은 아니다. 연결 중심성이 직접 연결된 노드 개수를 중요시한다면, 위세중심성(Eigenvector Centrality)은 노드에 연결된 다른 노드의 중요성에 가중치를 두는 방식이다[48]. 예를 들면, 능력 없는 사람 여럿과 연결되어 있을 때보다 능력 있는 사람 한 명과 연결되어 있을 때가 더 큰 영향력을 행사할 수 있다는 것이다. 즉, 위세중심성 값이 크다는 것은 노드 자체가 높은 점수를 갖는 다수의 노드에 연결되어 있다는 것을 의미한다.

본 연구에서는 위세중심성을 활용하여 스마트시티 핵심기술이 무엇이고 이와 연결되는 산업이 무엇인지를 밝혀내는 지표로 활용되었다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다(Eq. 2).

$$EV_i = \sum_{j=1}^n C_j Z_{ij} \quad (2)$$

여기서,  $EV_i$ 는 위세중심성이며,  $n$ 은 전체 네트워크의 총 기술과 산업의 개수를 의미한다.  $C_j$ 는 노드  $j$ 의 중요도이며,  $Z_{ij}$ 는 기술(또는 산업)  $i$ 에서 산업(또는 기술)  $j$ 로의 연결을 뜻한다. 벡터  $C$ 는  $\lambda C = ZC$ 의 고유 방정식의 해이다. 위세중심성은 가장 큰 고유값( $\lambda$ )에 해당하는 벡터로부터 도출할 수 있다[39].

## 4. 분석결과

### 4.1 스마트시티 기술 특성

스마트시티 기술 특성은 특허분류(IPC)와 국가과학기술표준분류(NSTSC) 연계표를 활용하여 분석되었다. 이것으로 스마트시티에서 사용되는 핵심기술이 무엇인지 살펴볼 수 있다(Table 3). 스마트시티 기술 중 가장 많이 차지하는 기술은 기계 기술(176개, 41.22%)인 것으로 나타났다. 기계 기술에는 로봇제어/지능화 기술, 로봇/자동화 기계 기술, 로봇 설계 기술, 에너지/환경 기계 기술 등을 포함한 16개 세부 기술이 포함되어 있다(Appendix 1). 반도체, 전기전자부품 등의 기술을 포함한 전기/전자 기술(91개, 21.31%)이 두 번째로 나타났으며, 금속재료기술, 열표면처리 기술 등을 포함한 재료기술(43개, 10.07%)이 세 번째로 나타났다. 앞서 서술한 3가지 기술은 전체 평균값(42.7개)보다 큰 기술들이다. 또한, 상위 4개의 기술이 전체 기술의 80%를 포함하고 있는 것으로 나타났다.

Table 3. Technological characteristics of smart city

Technologies	Number of	Rate (%)	Cumulative Rate (%)
Machine	176	41.22	41.22
Electricity/ Electron	91	21.31	62.53
Material	43	10.07	72.60
Information/ Communication	31	7.26	79.86
Chemical	28	6.56	86.42
Construction/ Transportation	14	3.28	89.70
Agriculture/ Fishing/Food	13	3.04	92.74
Health/Medical	13	3.04	95.78
Energy/Resource	9	2.11	97.89
Environmental	9	2.11	100.00
SUM	427	100.0	-
AVG	42.7	-	-

이러한 결과는 기업에서 스마트시티 서비스 제공을 위해 하드웨어(H/W) 등의 장비 개발에 초점을 맞추고 그 특허를 등록하기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 일반적으로 스마트시티를 구성하는 기술을 정보기술[49]과 환경기술[50], 건설기술 등으로 제시하고 있다[51]. 본 연구에서는 환경기술, 정보기술, 건설기술 등을 포함하고 있으나, 이러한 기술들이 스마트시티의 기술 특성이라고 하기에는 적은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 따라서 스마트시티 핵심기술은 기계와 전자/전기, 재료, 정보/통신 기술 등으로 추릴 수 있으며, 스마트시티 기술의 특성은 기계의 지능화로 정리할 수 있다.

### 4.2 스마트시티 산업 특성

Table 4는 스마트시티 산업의 특성을 나타낸 결과이다. 스마트시티 산업 특성은 IPC와 한국표준산업분류(KSIC)를 연계하여 분석되었다. 특허를 통해 살펴본 스마트시티를 구성하는 핵심 산업은 ICT제조업(129개, 30.2%)과 기계장비제조업(74개, 17.3%), 교통장비제조업(32개, 7.5%), 기타 전기장비 제조업(29개, 6.8%)으로 분석되었다. 이 네 산업은 전체 산업에서 60% 이상을 차지하는 비율이며, 평균값(25.1개)보다 큰 값을 갖는 산업이다. 이 산업들이 갖는 세부 산업을 보면, ICT제조업은 컴퓨터, 반도체, 통신장비 등을 가지며, 기계장비제조업은 특수 기계 산업, 기계장비 산업을 포함하고 있다. 또한, 교통장비제조업은 자동차, 항공기 등 인프라와 관련된 산업을 가지며, 기타 전기장비는 가정용 전기장비, 전구 및 조명장치 산업을 포함하고 있다. 또한, 스마트시티 산업 특성 결과에서 ICT제조업과 지식서비스업(20개, 4.7%), ICT서비

Table 4. Industrial characteristics of smart city

Industries	Number of	Rate (%)	Cumulative Rate (%)
ICT Manufacturing	129	30.2	30.2
Machine Equipment Manufacturing	74	17.3	47.5
Transport Equipment Manufacturing	32	7.5	55.0
Etc. Electric Equipment Manufacturing	29	6.8	61.8
Etc. Manufacturing	24	5.6	67.4
Knowledge Service	20	4.7	72.1
Energy	18	4.2	76.3
Metal and Non-metal Manufacturing	17	4.0	80.3
Chemical Products Manufacturing	15	3.5	83.8
Precision Instrument Manufacturing	15	3.5	87.3
Construction	14	3.3	90.6
ICT Service	13	3.0	93.6
Agriculture and Fishing	10	2.3	95.9
Textile and Leather Manufacturing	10	2.3	98.2
Wood and Paper Manufacturing	4	0.9	99.1
Food and Beverage Manufacturing	2	0.5	99.6
Mining and Quarrying	1	0.4	100.0
SUM	427	100.0	-
AVG	25.1	-	-

스업(13개, 3.0%)이 포함된 것을 확인할 수 있다. 이는 스마트시터를 산업적 측면에서 바라볼 때 도시를 똑똑하게 하는 산업으로써 ICT제조업, ICT서비스업, 지식서비

스업을 제시한 기존 연구[15,23]에 뒷받침되는 결과이다.

분석 결과를 정리하면, ICT제조업과 기계장비제조업, 교통장비제조업, 기타 전기장비제조업 등 하드웨어(H/W) 산업이 스마트시티 산업의 특성인 것으로 제시될 수 있다. 이는 스마트시티 기술 특성 결과에 기인하며, 기계, 전기/전자, 정보/통신 기술이 ICT 제조업과 기계장비, 교통장비, 기타 전자장비 제조업 등의 산업에 영향을 준 것을 확인할 수 있다.

### 4.3 스마트시티 기술 산업 융합 특성

#### 4.3.1 지식흐름 특성

스마트시티의 기술과 산업의 융합은 기술과 산업 사이에서 나타나는 지식의 흐름을 통해 그 특성을 살펴볼 수 있다. 스마트시티의 지식흐름은 기술에서 산업으로 흐른다. 이는 각각의 산업 부문이 어느 기술 분야의 지식을 활용하고, 그 정도는 얼마만큼인지 확인함으로써 그 융합 특성을 살펴볼 수 있다(Table 5). 스마트시티의 기술 지식은 ICT제조업에 가장 큰 지식흐름을 갖는 것으로 분석되었다. 즉, ICT제조업은 기계 기술(55개)과 전자장비 기술(58개), 정보/통신 기술(16개)을 활용하여 스마트시티 산업의 확장 및 고도화를 이루고 있다는 것이다. 두 번째로 가장 큰 스마트시티 기술의 지식흐름은 기계/장비 제조업에 나타났으며, 55개의 기계 기술과 19개의 전자/장비 기술이 투입된 것으로 분석되었다. 세 번째는 운송장비 제조업으로 기술의 흐름이 나타나고 있었다. 이

Table 5. Flow of knowledge between technologies and industries

(Unit: number of)

Technologies	Industries																SUM	
	Agriculture and Fishing	Chemical	Construction	Energy Supply	Food and Beverage Manufacturing	ICT Manufacturing	ICT Service	Knowledge Service	Machine and Equipment Manufacturing	Metal/Non-Metal	Mining and Quarrying	Other Electricity Equipment Manufacturing	Other Manufacturing	Precision Machine	Textile and Leather	Transportation Equipment		Wood and Paper
Agriculture and Food	10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13
Chemical	0	7	0	9	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	8	0	0	28
Construction and Transportation	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Electricity and Electronic	0	0	0	0	0	58	0	4	19	0	0	10	0	0	0	0	0	91
Energy and Resource	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Environmental	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4	0	0	0	1	9
Health and Medical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13
Information and Communication	0	0	0	0	0	16	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
Machine	0	0	0	0	0	55	0	14	55	0	0	17	1	2	0	32	0	176
Material	0	7	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	18	0	2	0	3	43
SUM	10	15	14	18	2	129	13	20	74	17	1	29	24	15	10	32	4	427



지식흐름은 기계 기술이 모두 활용된 것으로 분석되었다. 기타 전기장비 제조업은 네 번째로 큰 지식의 흐름으로 나타났다. 이 산업은 17개의 기계 기술, 10개의 전기/전자 기술, 2개의 화학 기술을 활용하는 것으로 분석되었다.

앞서 서술한 상위 4개의 스마트시티 산업 중 공통적인 특징으로써 기계 기술, 전자/전기 기술이 활용되고 있었다. 이는 해당 기술이 산업과 융합하는데 있어 핵심적인 역할을 하고 있다는 것이다. 또한, 스마트시티에서 스마트의 영역을 담당하고 있는 기술인 정보/통신은 ICT제조업(16개), ICT서비스업(13개), 지식서비스업(2개)에 직접적인 투입과 융합이 되는 것으로 분석되었다.

### 4.3.2 네트워크 융합 특성

스마트시티 기술과 산업의 두 번째 융합 특성은 40개의 스마트시티 기술과 53개의 스마트시티 산업을 노드로

하는 네트워크를 통해 살펴보았다. 이 분석은 전체 네트워크의 구조뿐 아니라 연결중심성을 통해 어떠한 기술과 산업이 전체 네트워크에서 중요한 역할을 하는지 분석하였으며, 위세중심성을 통하여 스마트시티 핵심기술이 어떤 스마트시티 산업과 융합하는지를 확인하였다. 또한, 위세중심성을 통하여 스마트시티 핵심기술이 어떤 스마트시티 산업과 융합하는지를 확인하였다.

스마트시티 산업과 기술의 네트워크 융합 구조의 분석 결과는 Fig. 3에 나타나 있다. 녹색 노드는 기술을 의미하며, 파란색 노드는 산업을 의미한다. 노드의 크기는 연결중심성과 비례한다. 네트워크를 확인한 결과 기술이 산업에 지식이 전달되는 형태의 융합된 네트워크의 구조를 확인할 수 있다.

네트워크 융합 구조를 통해 도출된 스마트시티 기술의 연결중심성 분석 결과는 Table 6에 나타나 있다. 연결중심성이 가장 큰 기술은 산업/일반기계 기술(27), 가정용/

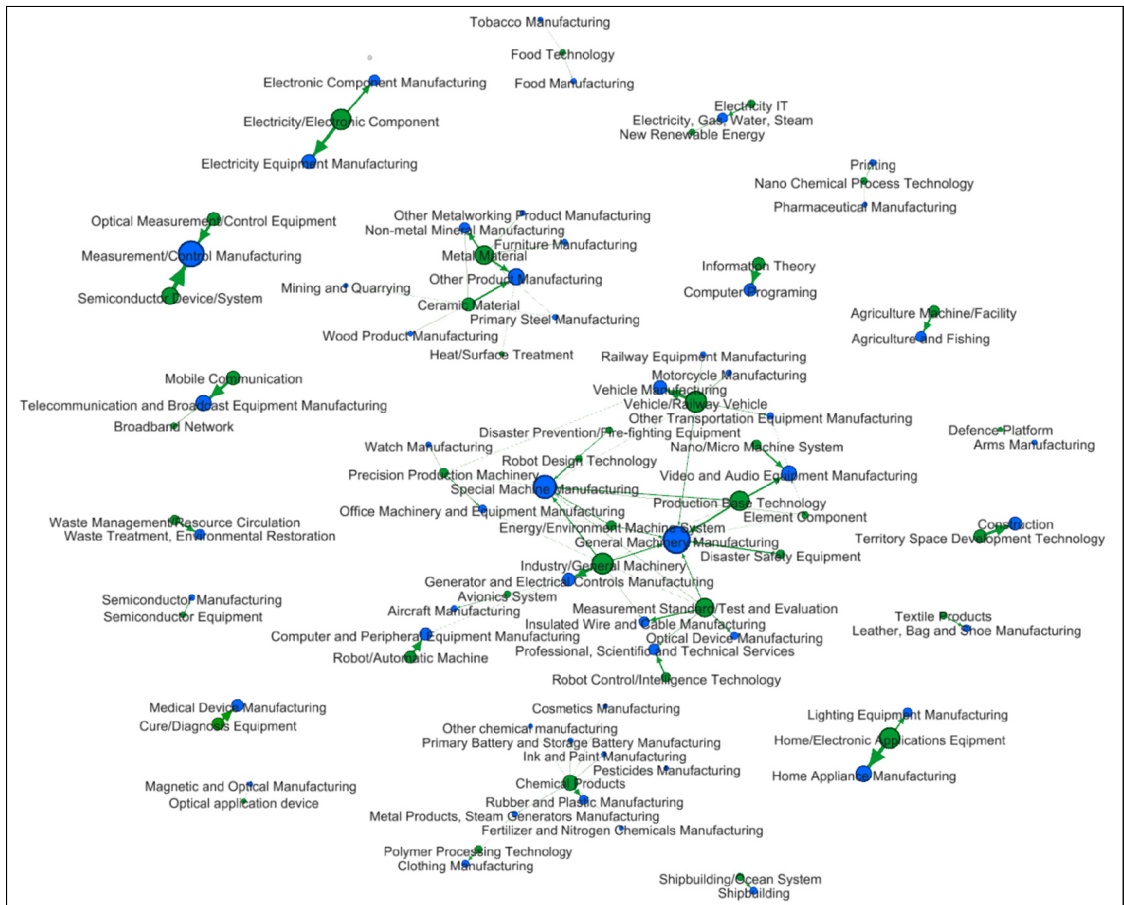


Fig. 3. Convergence between technologies and industries from smart city perspectives

Table 6. Technology with a wide range of interaction

Rank	Technologies	Weighted degree
1	Industry/General Machinery	27
2	Home/Electronic Applications Equipment	27
3	Vehicle/Railway Vehicle	27
4	Electricity/Electronic Component	26
5	Production Base Technology	24
6	Measurement Standard/Test and Evaluation	23
7	Metal Material	23
8	Semiconductor Device/System	20
9	Chemical Products	18
10	Mobile Communication	15
AVG		23

전자응용기기 기술(27), 자동차/철도차량 기술(27)로 분석되었다. 평균값보다 큰 연결중심성 값을 갖는 기술은 전자/전자부품 기술(26), 생산기반기술(24), 측정표준/시험평가 기술(23), 금속재료 기술(23)로 나타났다. 연결중심성 값이 큰 스마트시티 기술 부문은 산업과 융합하기 위해 중요한 역할을 하고 있다는 것을 의미한다. 또한, 혁신의 파급효과가 큰 기술로 간주될 수 있으며, 기계, 전기/전자, 재료의 기술적 특성을 갖는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 앞서 분석한 스마트시티 기술 및 산업 특성 분석 결과와 궤를 같이하고 있다. 기술 연결중심성 결과와 Fig. 3을 함께 살펴보면, 산업/일반 기계 기술은 특수기계 제조업, 일반기계 제조업, 전동기 발전 및 전자 제어장치 제조업, 절연선 및 케이블 제조업, 컴퓨터 주변장치 제조업에 영향을 주는 것으로 분석되었다. 이는 스마트시티의 기술이 센서 및 인프라와 같은 하드웨어 생산 산업에 직접적인 영향을 주고 있으며, 다양

Table 7. Industry with high technology concentration

Rank	Industries	Weighted degree
1	General Machinery Manufacturing	36
2	Measurement/Control Manufacturing	34
3	Special Machine Manufacturing	30
4	Other Product Manufacturing	19
5	Home Appliance Manufacturing	19
6	Telecommunication and Broadcast Equipment Manufacturing	18
7	Video and Audio Equipment Manufacturing	17
8	Electricity Equipment Manufacturing	16
9	Vehicle Manufacturing	15
10	Generator and Electrical Controls Manufacturing	14
AVG		20.2

한 산업에 활용되고 있다는 의미이다.

스마트시티 산업의 연결중심성의 분석 결과는 Table 7과 같다. 분석 결과, 일반 기계 제조업(36)과 측정/시험/제어 제조업(34), 특수기계 제조업(30)이 평균보다 높게 나타났으며, 연결중심성 값이 큰 것으로 분석되었다. 산업 연결중심성과 Fig. 3에 나타난 결과를 동시에 고려하면, 측정/시험/제어 제조업은 반도체소자/시스템, 광계측/제어기기 기술과 융합되고 있었으며, 특수 기계 제조업은 정밀생산기계, 로봇설계기술, 방재/소방기계, 조선/해양시스템 외 6개 기술이 적용된 산업으로 분석되었다. 이러한 산업들은 해당 기술과의 융합을 통해 산업의 고도화가 빠르게 진행되고 있음을 의미한다.

마지막으로 스마트시티 핵심기술이 어떤 스마트시티 산업과 융합하는지를 분석하였다(Table 8). 스마트시티 핵심기술과 융합하는 산업은 특수기계제조업(1)과 일반기계 제조업(0.7)으로 분석되었다. 이 두 스마트시티 산업과 융합하는 공통적인 핵심기술은 자동차/철도차량, 생산기반기술, 요소부품, 측정표준/시험평가 기술, 산업/일반기계, 에너지환경기계 시스템으로써 센서 등 하드웨어 중심의 기술로 나타났다. 스마트시티에서 인프라 생산과 관련된 통신/방송기기 제조업은 브로드밴드 네트워크와 이동형 통신기술이 융합되고 있으며, 컴퓨터 주변기기 제조업은 로봇/자동화 기계기술과 산업/일반 기계 기술이 융합되는 것으로 분석되었다.

네트워크 융합 특성 분석 결과를 종합하면, 센서, 인프라, 반도체 등의 하드웨어 기술과 산업간 중심성이 높게 나타났으며, 이것을 중심으로 융합이 활발하게 진행되고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 8. Core smart city industries in connect with smart city related technologies

Rank	Industries	Eigenvector centrality
1	Special Machine Manufacturing	1
2	General Machinery Manufacturing	0.7
3	Other Product Manufacturing	0.3
4	Generator and Electrical Controls Manufacturing	0.3
5	Office Machinery and Equipment Manufacturing	0.3
6	Measurement/Control Manufacturing	0.2
7	Telecommunication and Broadcast Equipment Manufacturing	0.2
8	Video and Audio Equipment Manufacturing	0.2
9	Vehicle Manufacturing	0.2
10	Computer and Peripheral Equipment Manufacturing	0.2
AVG		0.36

Table 9. Result of convergence between technologies and industries in terms of smart city

Cluster	Technologies	Industries
Cluster 1	Avionics System	Aircraft Manufacturing
	Disaster Prevention/Fire-fighting Equipment	Motorcycle Manufacturing
	Disaster Safety Equipment	Optical Device Manufacturing
	Element Component	Railway Equipment Manufacturing
	Energy/Environment Machine System	Watch Manufacturing
	Industry/General Machinery	Computer and Peripheral Equipment Manufacturing
	Measurement Standard/Test and Evaluation	Insulated Wire and Cable Manufacturing
	Nano/Micro Machine System	Other Transportation Equipment Manufacturing
	Precision Production Machinery	Professional, Scientific and Technical Services
	Production Base Technology	Vehicle Manufacturing
	Robot/Automatic Machine	Video and Audio Equipment Manufacturing
Cluster 2	Robot Control/Intelligence Technology	Generator and Electrical Controls Manufacturing
	Robot Design Technology	Office Machinery and Equipment Manufacturing
	Vehicle/Railway Vehicle	General Machinery Manufacturing
	Chemical Products	Special Machine Manufacturing
		Metal Products, Steam Generators Manufacturing
		Rubber and Plastic Manufacturing
		Other chemical manufacturing
	Polymer Processing Technology	Fertilizer and Nitrogen Chemicals Manufacturing
		Pesticides Manufacturing
		Cosmetics Manufacturing
		Clothing Manufacturing
Primary Battery and Storage Battery Manufacturing		
Ink and Paint Manufacturing		
Cluster 3	Ceramic Material	Mining and Quarrying
	Metal Material	Furniture Manufacturing
		Other Metalworking Product Manufacturing
	Heat/Surface Treatment	Wood Product Manufacturing
		Primary Steel Manufacturing
		Non-metal Mineral Manufacturing
	Cluster 4	Optical Measurement/Control Equipment
Semiconductor Device/System		
Cluster 5	Mobile Communication	Telecommunication and Broadcast Equipment Manufacturing
Cluster 6	Broadband Network	
Cluster 7	Electricity IT	Electricity, Gas, Water, Steam
	New Renewable Energy	
Cluster 8	Home/Electronic Applications Equipment	Lighting Equipment Manufacturing
Cluster 9	Electricity/Electronic Component	Home Appliance Manufacturing
		Electricity Equipment Manufacturing
Cluster 10	Food Technology	Electronic Component Manufacturing
		Tobacco Manufacturing
Cluster 11	Nano Chemical Process Technology	Food Manufacturing
		Printing
Cluster 12	Optical application device	Pharmaceutical Manufacturing
Cluster 13	Semiconductor Manufacturing	Magnetic and Optical Manufacturing
Cluster 14	Cure/Diagnosis Equipment	Semiconductor Equipment
Cluster 15	Waste Management/Resource Circulation	Medical Device Manufacturing
Cluster 16	Shipbuilding/Ocean System	Waste Treatment, Environmental Restoration
Cluster 17	Robot/Automatic Machine	Shipbuilding
Cluster 18	Agriculture Machine/Facility	Computer and Peripheral Equipment Manufacturing
Cluster 19	Information Theory	Agriculture and Fishing
Cluster 20	Defense Platform	Computer Programming
Cluster 21	Territory Space Development Technology	Arms Manufacturing
	Textile Products	Construction
		Leather, Bag and Shoe Manufacturing

### 4.3.3 클러스터 융합 특성

클러스터 융합 특성 분석은 네트워크로부터 형성된 각각의 클러스터에 어떤 기술과 어떤 산업을 포함하고 있는지 그리고 융합되고 있는지를 확인할 수 있다. 분석 결과는 Table 9와 같다. 기술과 산업의 클러스터는 총 21개로 나타났다. 가장 많은 기술과 산업이 융합된 클러스터는 1, 2, 3으로 확인되었다. 클러스터 1은 다양한 기술과 산업이 융합되는 특성을 가지고 있었으며, 나머지 19개 클러스터에서 나타난 산업은 기술에 종속성을 갖는 것으로 분석되었다.

클러스터 1은 14개의 기술과 15개의 산업으로 구성되어 있었다. 기술의 구성은 기계 기술로 나타났으며, 기계 기술은 특수기계제조업, 선박 제조업, 자동차 제조업, 일반기계 제조업 등의 전통적인 제조업과 컴퓨터 및 주변장치 제조업, 절연선 및 케이블 제조업 등의 ICT제조업, 전문과학기술서비스와 같은 지식서비스업이 포함되어 있는 것으로 분석되었다. 즉, 클러스터 1은 광범위한 스마트시티 기술의 지식이 산업에 흡수되고 있었으며, 전반적인 산업의 혁신 및 융합이 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

반면, 클러스터 2와 클러스터 3은 협소한 기술의 지식이 넓은 영역의 산업에 연계되고 있는 것으로 분석되었다. 클러스터 2는 화학 기술(2개)이 화학 제품 제조업(9개)으로의 기술 지식이 흡수되고 있었으며, 클러스터 3은 재료 기술(3개)이 금속 및 목재를 활용한 제조업(7개)에 기술 지식이 흡수되고 있었다. 이와 마찬가지로 클러스터 4부터 클러스터 21까지는 특정 기술과 특정 산업이 클러스터를 이루고 있으며, 특정 기술의 지식에 종속되어 있는 것으로 분석되었다. 예를 들어, 클러스터 4는 정보/통신 기술이 통신 및 장비 제조업, 컴퓨터 프로그래밍과 함께 클러스터로 나타났으며, 클러스터 13은 반도체 장비 기술과 반도체 제조업이 하나의 클러스터로 묶여 있는 것으로 분석되었다.

## 5. 결론

본 연구는 특허 빅데이터를 활용하여 스마트시티 산업과 기술의 융합 특성을 분석하였다. 분석 자료는 특허 IPC이다. 분석 방법은 2-mode 매트릭스를 활용한 지식 흐름 분석과 네트워크 분석을 이용한 중심성 분석, 클러스터 분석을 활용하였다.

분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 스마트시티

의 기술은 로봇과 관련된 핵심기술과 에너지/환경과 관련된 기계 기술의 특성을 갖는 것으로 분석되었으며, 기계, 전자/전기, 재료, 정보/통신 등 각각의 기술이 융합되는 특성을 나타내고 있었다. 둘째, 스마트시티 산업은 스마트시티의 기술의 영향으로 인해 기계, 교통, 기타 전자 장비 제조업 등의 전통 제조업과 ICT제조업과의 융합 특성을 갖는 것으로 분석되었다. 셋째, 지식흐름 분석 결과로써 기계, 전자/전기, 정보통신과 같은 스마트시티 기술은 ICT제조업, ICT서비스업, 지식서비스업, 기계장비제조업, 기타 전기장비 제조업에 가장 크게 기여하고 영향을 주는 것으로 분석되었다. 넷째, 스마트시티 기술 산업 융합 클러스터는 총 21개로 나타났으나 그중 가장 큰 군집을 이루고 있는 클러스터 1에서 다양한 기술이 산업에 흡수되고 있었다. 이러한 결과는 우리나라가 스마트시티 서비스를 활성화 시키기 위하여 인프라를 증설하고 첨단교통정보시스템 등 교통 서비스에 초점을 맞추어 진행한 것과 무관하지 않다. 특히 기계기술은 ICT제조업과 지식서비스업과의 융합이 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 나머지 클러스터에서는 협소한 기술의 지식이 넓은 영역의 산업과 좁은 영역의 산업에 융합되는 형태를 식별할 수 있었다. 이 결과는 기술과 산업의 융합이 초기임을 보여주며, 기술 및 산업의 융합은 ICT와 밀접한 연관관계 특성을 갖는 것을 나타내고 있다[7].

본 연구의 결과가 기여한 바는 다음과 같다. 첫째, 각각의 스마트시티 기술과 산업 특성 제시하였다는 것이다. 이것은 기존 연구에서 시도되지 않은 새로운 관점에서의 접근이며, 기존 스마트시티 산업분류에 사용된 사례 분석, 전문가 활용보다 객관적인 분류 근거를 제시해 줄 수 있다. 둘째, 동시 분류 분석과 네트워크 분석을 통해 스마트시티 기술 및 산업을 동시에 고려한 융합 특성을 살펴보았다는 것이다. 대부분의 연구는 기술과 산업의 연계 융합에 대한 분석보다 각각의 융합을 살펴보는 연구가 대부분이었다. 본 연구의 결과를 통해 스마트시티 기술 지식이 산업과 어떻게 직접적으로 연계되고 있는지에 대한 결과를 제시하여 기존 연구의 한계를 극복했다고 할 수 있다. 또한 우리나라의 스마트시티 기술과 산업의 발전에 대한 정책 방향성에 기여할 수 있을 것이다.

그러나 이러한 기여에도 불구하고 본 연구는 한계를 가지고 있다. 본 연구에서 제시한 융합은 스마트시티 산업 융합을 전체적으로 대표하기 어렵다. 스마트시티의 경우 서비스뿐 아니라, 기술, 인프라, 관리 등 관련 영역이 매우 넓기 때문이다. 또한 한국의 특허에 한정되어 있어 편향적인 결과가 도출되었다고 할 수 있다. 국제적인

개념인 스마트시티에 대한 기술과 산업을 분석하기 위해 특허의 범위를 확대하여 분석할 필요가 있다.

## References

- [1] J. B. Shim, The Nature of 4<sup>th</sup> Industrial Revolution, p.112, Daejeon Sejong Forum, 2018. No.65, pp.7-24.
- [2] J. Y. Lee, Advancement Plan of 4th Industrial Revolution in Korea Government, p.112, Daejeon Sejong Forum, 2018, No.65, pp.25-42.
- [3] N. Kim, H. Lee, W. Kim, H. Lee, J.-H. Suh, "Dynamic Patterns of Industry Convergence: Evidence from a Large Amount of Unstructured Data", *Research Policy*, Vol.44, No.9, pp.1734-1748, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/i.respol.2015.02.001>
- [4] A. Rodriguez, B. Kim, M. Turkoz, J.-M. Lee, B.-Y. Coh, M. K. Jeong, "New Multi-stage Similarity Measure for Calculation of Pairwise Patent Similarity in a Patent Citation Network", *Scientometrics*, Vol.103, No.2, pp.565-581, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1531-8>
- [5] W. S. Lee, E. J. Han, S. Y. Sohn, "Predicting the Pattern of Technology Convergence Using Big-data Technology on Large-scale Triadic Patents", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.100, pp.317-329, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.07.022>
- [6] T. S. Kim, S. Y. Sohn, "Machine-learning-based deep semantic analysis approach for forecasting new technology convergence", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.157, 120095, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120095>
- [7] Y. Geum, M.-S. Kim, S. Lee, "How Industrial Convergence Happens: A Taxonomical Approach Based on Empirical Evidences", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.107, pp.112-120, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.020>
- [8] N. Preschitschek, H. Niemann, J. Leker, M. G. Moehrle, "Anticipating industry convergence: semantic analyses vs IPC co-classification analyses of patents". *Foresight*, Vol.15, No.6, pp.446-464, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1108/FS-10-2012-0075>
- [9] H.-J. Kang, K.-K. Kim, "A Study on Impacts of Industrial Convergence Using Patent Citations", *Journal of Technology Innovation*, Vol.22, No.2, pp.31-50, 2014.  
UCI: [http://uci.kci.go.kr/resolution/result.do?res\\_cd=G704-001004.2014.22.2.008&res\\_svc\\_cd](http://uci.kci.go.kr/resolution/result.do?res_cd=G704-001004.2014.22.2.008&res_svc_cd)
- [10] H. W. Park, W. D. Yeo, C. H. Lee, "An Analysis of Linkage of Scientific and Technological Knowledge to Industry", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol.11, No.1, pp.91-117, 2008.  
UCI: [http://uci.kci.go.kr/resolution/result.do?res\\_cd=G704-001043.2008.11.1.003&res\\_svc\\_cd](http://uci.kci.go.kr/resolution/result.do?res_cd=G704-001043.2008.11.1.003&res_svc_cd)
- [11] Y. T. Park, W. Y. Lee, C. W. Choi, S. H. Lee, "Analysis of the Relationship between Technology and Industry through Patent Quotation Analysis", *2004 Fall Conference of KIIIE*, Korean Institute of Industrial Engineers, Seoul, Korea, pp.94-101, December 2004.
- [12] J. H. Lee, Smart City Leading the Digital Transformation of Cities: Report of Smart City Index 2022, Technical Report, Technical Report, Seoul, Korea, pp.26-32.
- [13] S. S. Jo, S. H. Lee, "An Analysis on the Change of Convergence in Smart City from Industrial Perspectives", *Journal of the Korean Regional Science Association*, Vol.34, No.4, pp.61-74, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.22669/krasa.2018.34.4.061>
- [14] K. Kim, J.-K. Jung, J. Y. Choi, "Impact of the smart city industry on the Korean national economy: Input-output analysis", *Sustainability*, Vol.8, No.7, 649, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/su8070649>
- [15] S. S. Jo, H. Han, Y. Leem, S. H. Lee, "Sustainable Smart Cities and Industrial Ecosystem: Structural and Relational Changes of the Smart City Industries in Korea", *Sustainability*, Vol.13, No.17, 9917, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/su13179917>
- [16] S. S. Jo, H. J. Baek, "Analyzing the Changes of Industrial Network from Smart City Perspectives", *Journal of Korea Planning Association*, Vol.57, No.4, pp.5-24, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.17208/jkpa.2022.08.57.4.5>
- [17] W. J. Kwon, J. H. Lee, N. J. Lee, "Analysis of Smart City Core Technology Using Quantitative Indicators of Patentes", *Journal of Information Technology Applications and Management*, Vol.28, No.4, pp.79-101, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.21219/jitam.2021.28.4.079>
- [18] O. Kwon, Y. An, M. Kim, C. Lee, "Anticipating Technology-driven Industry Convergence: Evidence from Large-scale Patent Analysis", *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol.32, No.4, pp.363-378, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1661374>
- [19] S. S. Jo, S. H. Lee, Y. Leem, "An Analysis on the Evolutionary Characteristics of Ubiquitous City through Evolutionary Map of Ubiquitous City". *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol.18, No.2, pp.75-91, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2015.18.2.075>
- [20] ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities, Smart sustainable cities: An analysis of definitions, Focus Group Technical Report, ITU, Geneva, Swiss, pp.1-71.
- [21] National Information Society Agency, A Smart City Development Outlook and Korea's Competitiveness, Technical Report, National Information Society Agency, Daegu, Korea p.1-47.
- [22] J. H. Lee, R. Phaal, S. H. Lee, "An Integrated Service-Device-Technology Roadmap for Smart City

- Development”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.80, No.2, pp.286-306, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.020>
- [23] S. S. Jo, S. H. Lee, “Development and Application of Smart SPIN Model: Measuring the Spectrum, Penetration, Impact and Network of Smart City Industries in South Korea”, *Buildings*, Vol.12, No.7, 973, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12070973>
- [24] S.-Y. Lim, Y. M. Lim, B. J. Hwang, J. Y. Lee, “A Study on the Characteristics of the U-CITY Industry Using the IO Tables”. *Spatial Information Research*, Vol.21, No.1, pp.37-44, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.12672/ksis.2013.21.1.037>
- [25] N. Rosenberg, *Perspectives on technology*, p.364, Cambridge University Press, 1984.
- [26] H. B. Lee, K.-B. Han, J. H. Lee, “Research on Industrial Convergence Evaluation Model Using KSIC-IPC : Focusing on the Automotive Sector”, *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.13, No.3, pp.227-237, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.15207/JKCS.2022.13.03.227>
- [27] D. Choi, L. Valikangas, “Patterns of strategy innovation”, *European Management Journal*, Vol.19, No.4, pp.424-429, 2001.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(01\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(01)00045-7)
- [28] S. Bröring, J. Leker, “Industry convergence and its implications for the front end of innovation: a problem of absorptive capacity”, *Creativity and innovation management*, Vol.16, No.2, pp.165-175, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/i.1467-8691.2007.00425.x>
- [29] Y. Cho, E. Kim, W. Kim, “Strategy transformation under technological convergence: evidence from the printed electronics industry”, *International Journal of Technology Management*, Vol.67, No.2/3, pp.106-131, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2560091>
- [30] C.-S. Curran, J. Leker, “Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.78, No.2, pp.256-273, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>
- [31] F. Hacklin, C. Marxt, F. Fahrni, “Coevolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76, No.6, pp.723-736, 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.03.003>
- [32] Y. Wind, T. S. Robertson, “Marketing Strategy: New Directions for Theory and Research”, *Journal of Marketing*, Vol.47, No.2, pp.12-25, 2001.  
DOI: <https://doi.org/10.1177/002224298304700203>
- [33] E. J. Han, S. Y. Sohn, “Technological convergence in standards for information and communication technologies”, *Technological forecasting and social change*, Vol.106, pp.1-10, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.02.003>
- [34] F. Hacklin, V. Raurich, C. Marxt, “How incremental innovation becomes disruptive: the case of technology convergence”, *2004 International Engineering Management Conference: innovation and entrepreneurship for sustainable development*, IEEE, New York, USA, Vol.1, pp.32-36, October, 2004.
- [35] C. Zhu, K. Motohashi, “Identifying the technology convergence using patent text information: A graph convolutional networks (GCN)-based approach”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.176, 121477, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121477>
- [36] J. Kim, S. Lee, “Forecasting and identifying multi-technology convergence based on patent data: The case of IT and BT industries in 2020”, *Scientometrics*, Vol.111, No.1, pp.47-65, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2275-4>
- [37] D. Lee, C. Yoo, “Predicting a promising fusion technology in geoscience and mineral resources engineering using Korean patent data”, *Geosystem Engineering*, Vol.17, No.1, pp.34-42, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/12269328.2014.889262>
- [38] M. J. Benner, R. Ranganathan, “Divergent Reactions to Convergent Strategies: Investor Beliefs and Analyst Reactions during Technological Change”, *Organization Science*, Vol.24, No.2, pp.378-394, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0755>
- [39] F. Hacklin, C. Marxt, F. Fahrni, “Coevolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76, No.6, pp.723-736, 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.03.003>
- [40] Y. Kim, J.-D. Lee, D. Koh, “Effects of consumer preferences on the convergence of mobile telecommunications devices”, *Applied Economics*, Vol.37, No.7, pp.817-826, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/0003684042000337398>
- [41] G. Duysters, J. Hagedoorn, “Technological convergence in the IT industry: the role of strategic technology alliances and technological competencies”, *International journal of the economics of business*, Vol.5, No.3, pp.355-368, 1998.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/13571519884431>
- [42] J. Kim, S. Lee, “A Methodology to Evaluate Industry Convergence Using the Patent Information - Technology Relationship analysis”, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol.39, Vol.3, pp.212-221, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.7232/JKIE.2013.39.3.212>
- [43] P. C. Lee, H.-N. Su, F.-S. Wu, “Quantitative mapping of patented technology—The case of electrical conducting polymer nanocomposite”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.77, No.3, pp.466-478, 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.08.006>
- [44] Korean Intellectual Property Office, National Science

- and Technology Standard Classification - International Patent Classification Linkage, Technical Report, Korean Intellectual Property Office, Korea, pp.1-6.
- [45] K. T. Kim, S. H. Sho, D. W. Kim, O. T. Wan, J. H. Kim, Korea Standard Industry Classification - International Patent Classification Linkage, Technical Report, Korean Intellectual Property Office, Korea, pp.77-131.
- [46] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Act on the Promotion of Smart City Development and Industry, 2017, <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=200214> (accessed Dec. 10, 2022)
- [47] Y. S. Geum, Y. J. Ko, W. Y. Kim, S. M. Cho, H. A. Jung, "Analysis on the Relationship between Technology and Industry of Institute Using Patent Information", Spring Conference of KTIS, Korea Technology Innovation Society, Seoul, Korea, pp.357-378, May 2009.
- [48] B. Ruhnau, "Eigenvector-centrality - a node-centrality?" *Social Networks*, Vol.22, No.4, pp.357-365, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(00\)00031-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(00)00031-9)
- [49] J.-H. Han, S.-H. Lee, "Morphological Evolution of World Smart City in View of Environment Technology and Information Technology", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.20, No.6, pp.201-209, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.6.201>
- [50] H. J. Ku, S. H. Lee, "Multilayered U-Eco City: Concept, Planning Elements and Application", *2008 Fall Conference of KPA*, Korea Planning Association, Daegu, Korea, pp. 627-635, December 2008.
- [51] J.-H. Han, S.-H. Lee, "A study on the Convergence Type of Smart City between Device/Technology and Artifact", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.19, No.3 pp.601-613, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.3.601>

조 성 수(Sung Su Jo)

[준회원]



- 2014년 2월 : 국립한밭대학교 대학원 도시공학과 (공학석사)
- 2021년 8월 : 국립한밭대학교 도시공학과 (공학박사)
- 2022년 4월 ~ 현재 : City Futures Research Centre, School of Built Environment, University of New South Wales, Visiting Research Fellow

<관심분야>

스마트그린시티, 빅데이터, 계량도시계획, 도시경제, 미래도시

Appendix 1. Classification of technologies and industries (unit: number of)

Technologies	Detailed technologies (427)	Industries	Detailed industries (427)	
Agriculture and Food	Agriculture Machine/Facility (10)	Agriculture and Fishing	Agriculture and Fishing (1)	
	Food Technology (3)		Cosmetics Manufacturing (1)	
Chemical	Chemical Products (18)	Chemical	Fertilizer and Nitrogen Chemicals Manufacturing (1)	
	Nano Chemical Process Technology (4)		Ink and Paint Manufacturing (2)	
	Polymer Processing Technology (1)		Other Chemical Manufacturing (1)	
	Textile Products (5)		Pesticides Manufacturing (1)	
	Waste Management/Resource Circulation (9)		Pharmaceutical Manufacturing (1)	
Construction and Transportation	Territory Space Development Technology (14)	Construction	Rubber and Plastic Manufacturing (8)	
	Electricity/Electronic Component (26)		Construction (14)	
Electricity and Electronic	Home/Electronic Applications Equipment (27)	Energy Supply	Electricity, Gas, Water, Steam (9)	
	Optical Application Device (1)		Waste Treatment, Environmental Restoration (9)	
	Optical Measurement/Control Equipment (14)	Food and Beverage Manufacturing	Food Manufacturing (2)	
	Semiconductor Device/System (20)		Computer and Peripheral Equipment Manufacturing (13)	
	Semiconductor Equipment (3)		Electricity Equipment Manufacturing (10)	
Energy and Resource	Electricity IT (6)	IT Manufacturing	Electronic Component Manufacturing (10)	
	New Renewable Energy (3)		Generator and Electrical Controls Manufacturing (14)	
Health and Medical	Cure/Diagnosis Equipment (13)	IT Manufacturing	Insulated Wire and Cable Manufacturing (9)	
Information and Communication	Broadband Network (3)		Magnetic and Optical Manufacturing (1)	
	Information Theory (12)		Measurement/Control Manufacturing (34)	
	Mobile Communication (16)		Optical Device Manufacturing (5)	
	Avionics System (4)		Semiconductor Manufacturing (3)	
Machine	Defense Platform (1)	IT Service	Telecommunication and Broadcast Equipment Manufacturing (18)	
	Disaster Prevention/Fire-fighting Equipment (4)		Video and Audio Equipment Manufacturing (17)	
	Disaster Safety Equipment (7)	Knowledge Service	Computer Programming (13)	
	Element Component (4)		Professional, Scientific and Technical Services (20)	
	Energy/Environment Machine System (9)	Machine and Equipment Manufacturing	General Machinery Manufacturing (32)	
	Industry/General Machinery (27)		Home Appliance Manufacturing (19)	
	Measurement Standard/Test and Evaluation (23)		Office Machinery and Equipment Manufacturing (6)	
	Material	Nano/Micro Machine System (8)	Metal/Non-Metal	Special Machine Manufacturing (30)
		Precision Production Machinery (8)		Metal Products, Steam Generators Manufacturing (3)
		Production Base Technology (24)		Non-metal Mineral Manufacturing (10)
Robot Control/Intelligence Technology (8)		Other Metalworking Product Manufacturing (2)		
Robot Design Technology (4)		Mining and Quarrying	Primary Steel Manufacturing (2)	
Robot/Automatic Machine (12)			Mining and Quarrying (10)	
Shipbuilding/Ocean System (6)		Other Electricity Equipment Manufacturing	Lighting Equipment Manufacturing (8)	
Vehicle/Railway Vehicle (27)			Primary Battery and Storage Battery Manufacturing (2)	
Material	Ceramic Material (14)	Other Manufacturing	Arms Manufacturing (1)	
	Heat/Surface Treatment (1)		Furniture Manufacturing (3)	
	Metal Material (23)-		Other Product Manufacturing (19)	
	Polymer Material (5)		Tobacco Manufacturing (1)	
		Precision Machine	Medical Device Manufacturing (13)	
		Textile and Leather	Watch Manufacturing (2)	
			Transportation Equipment	Clothing Manufacturing (5)
				Leather, Bag and Shoe Manufacturing (5)
		Aircraft Manufacturing (3)		
		Motorcycle Manufacturing (3)		
		Other Transportation Equipment Manufacturing (4)		
		Railway Equipment Manufacturing (2)		
		Wood and Paper	Shipbuilding (5)	
			Vehicle Manufacturing (15)	
			Printing (3)	