

특허의 정량적 지표를 활용한 스마트시티 주요기술 분석

권원진* · 이정훈** · 이남정***

Analysis of Smart City Core Technology Using Quantitative Indicators of Patentes

Won Jin Kwon* · Jung Hoon Lee** · Nam Jung Lee***

Abstract

The purpose of this research is to define detailed technologies of smart city based on excellent patents through patent analysis related to major technologies of smart city, and to use quantitative indicators to classify relatively high technology importance and identify related technologies. To achieve the purpose of the study, patent collection is conducted by reflecting literature research and expert opinions based on information related to the smart city Internet of Things/Internet of Things communication core technology. Also, DEA were used to determine the relatively high technology. The inputs and outputs used in the study used quantitative indicators to determine technical value and made up of impact assessment, performance assessment and value assessment. As a result of the analysis, various technology groups were classified into smart city-related platform technologies, information sharing technologies, and network-related technologies, and based on the results of this research, it is expected that it will be able to apply technology patents related to smart cities to research and development strategies through key detailed technologies by major technologies of Smart City.

Keywords : Smartcity Technology, Quality Indicators, Key Technology, Core Technology, Patent, Patent Information

Received : 2021. 07. 16. Revised : 2021. 09. 02. Final Acceptance : 2021. 09. 02.

※ This paper was supported by the Brain Korea 21 Plus Project in Yonsei University.

* Lead Author, Master, Graduate School of Information Yonsei University, e-mail : dnjswlsdktl@gmail.com

** Corresponding Author, Graduate School of Information Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea, Tel : +82-2-2123-4529, e-mail : jhoonlee@yonsei.ac.kr

*** Graduate School of Information Yonsei University, e-mail : a_castor@naver.com

1. 서 론

지식정보화 사회에서 기업 및 국가는 기술혁신을 통해 시장을 선도할 경쟁력과 시장 지배력을 확보하기 위해 힘쓰고 있다. 이에 핵심기술 파악은 핵심기술에 대한 객관적인 분석 및 관리를 통한 경쟁전략 설정과 기술개발 추진전략에 따른 기업의 혁신성과에 큰 영향을 끼치고 있다. 이에 많은 기업은 시장을 선도하기 위한 기술 모니터링 및 핵심기술 분석을 통해 경쟁력, 시장 지배력, 매력도가 높은 기술 확보를 위해 힘쓰고 있다. 또 기업의 제한된 환경과 연구개발 자원을 사용하여 시장에서 기술적, 경제적 성과를 얻기 위한 선도기술의 파악과 연구개발 비용대비 기술개발의 효율성을 분석하기 위해 노력하고 있다[Gerybadze and Reger, 1999]. 그러나 현재 대부분의 핵심기술 분석은 해당 산업 분야의 전문가에 의한 정성적인 평가로 이루어지고 있으며 평가 목적에 따른 주관적인 평가로 인한 문제점이 있다.

특허정보는 기술예측 기업경영의 핵심정보로써 활용되고 있으며, 특히 OECD에서는 특허정보를 연구개발 혁신 활동의 주요성과로 평가하고 있다. 특허는 무형자산의 대표적인 형태로 개인과 기업 및 국가의 기술 수준과 혁신역량을 가늠하는 데 있어 중요한 객관적인 척도로 활용되고 있다[Trajtenberg et al., 1997]. 그리고 미래시장 선점을 위해 최근 선진국에서는 이러한 특허정보를 활용하여 유망 신기술의 지식재산권 및 기술적 우위 확보, 공백기술 도출, 새로운 사업영역 발견을 위한 분석을 시행하고 있다.

한편, 초 연결 지능화 인프라인 DNA(Data, Network, AI)를 통해 4차 산업혁명 시대를 지배할 융합 신산업 발굴이 치열한 가운데 스마트시티가 대두되고 있다. AI, 빅데이터, 5G 등 ICT 기술을 활용하여 에너지, 교통, 안전 분야 중심으로 스마트시티 시장이 대두되고 있으며, 스마트유통, 스마트복지, 스마트환경, 스마트에너지 등의 형태로 나아가고 있다. 이러한 스마트시티는 다양한 융복합 기술의 집합체로써 수평적 기술 구축단계를 완성하고 도시 플랫폼화를 지향하고 있지만, 스마트시티의 상용 기술, 선도기술, 혁신기술 등이 수평적 단계를 지향하고 있으며, 전문가의 의견을 바탕으로 핵심기술을 구분하고 있어 핵심기술의 일률적 구분은 곤란한 실정이다[NIA, 2016].

따라서 현재 특정한 분류체계가 존재하지 않는 스마

트시티 관련 특허의 한계를 극복하고, 나아가 스마트시티의 주요 핵심기술을 살펴봄으로써 한국형 스마트시티를 구축하고 있는 융복합 기술 중 시장성과 경쟁력이 높은 세부기술을 도출하고, 상대적으로 중요한 세부기술의 발견을 통해 연구개발 전략 및 기술 로드맵을 수립할 수 있도록 하는 것이 중요한 실정이다.

이에 본 연구의 목적은 스마트시티를 구성하는 주요 기술 관련 특허정보를 분석하여 개별 기술요소들의 기술력과 시장에서의 경쟁력을 고려한 유효특허 분류 및 세부기술을 정의하고, 효율성 기반의 주요기술 도출 기법인 자료 포락 분석 및 정량 지표를 활용하여 주요 중점기술을 도출하고 기술 간 관련성에 대해 분석하는 것에 있다.

따라서 본 연구는 국내 스마트시티 기술 표준화 현황을 사물인터넷/사물 통신기술에 대한 주요기술 분류를 통해 파악하고, 관련 특허정보 및 기술적·경제성을 가진 우수특허를 기반으로 유효특허를 분류하고자 한다. 또한, 세부기술 간 상대적 중요기술을 확인하고 주요기술을 중심으로 관련 기술을 확인하고자 한다. 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 스마트시티 관련 우수특허와 주요 중점기술을 도출하기 위해 특허정보 및 기술평가방법에 기반을 둔 정량적인 측정 지표, 측정 방법을 도출한다.

둘째, 스마트시티를 구성하는 주요기술들에 대한 특허정보를 활용하여 기술의 기술적 우위, 시장에서 경쟁력을 확보한 우수특허를 분석하고 기술별 세부기술을 도출한다.

셋째, 정량적인 접근법을 통해 주요 중점기술을 도출하고 관련 기술을 분류한다.

이를 통해 스마트시티 관련 주요기술들의 기술력 및 시장 경쟁력을 가진 세부기술을 확인하고 국내 스마트시티 기술들의 연구개발 방향과 전략을 수립할 수 있을 것으로 기대한다. 그리고 기존의 연구들과 같이 국가, 기업, 산업 분야 단위의 분석이 아닌 세부기술 관점으로 살펴봄으로써 기술적 다양성 및 복잡성으로 인해 주로 정성평가로 이루어지던 기술평가에 대한 객관성을 확보하고자 한다. 또한, 정량적 평가방식을 활용한 상대적인 중요기술을 도출함으로써 집중 양성이 필요한 세부기술을 확인하고 기술 간 관련성을 살펴봄으로써 융합기술 가능성, 향후 창출될 융합기술 및 서비스를 예측할 수 있을 것이라 예상한다. 마지막으로 이러한 결과를 통해

국가연구소 부처별 상이한 스마트시티 기술 표준화 대응에 있어 유관기관과의 협력전략을 수립할 수 있을 것이라 기대한다.

2. 이론적 배경

2.1 스마트시티 주요기술과 특허

최근 스마트시티(Smart City)에 대한 기술적, 사회적 관심이 그 어느 때보다 고조되고 있으며 스마트시티는 과거 한국에서 탄생한 U-City의 태생적인 한계를 넘어 ICT 신기술을 활용하여 도시 문제를 해결하고자 하는 기술 트렌드이자 기술이 집약되고 실증되는 효과적인 테스트 베드이다(TTA, 2018). 그리고 최근에는 도시 건설 및 운영단계에 시민들의 직접적인 참여를 장려하는 사회적 패러다임으로도 진화하고 있다(IITP, 2019).

스마트시티는 다양한 정의가 가능하지만, 보편적으로 '시민 삶의 질 향상, 도시 관리의 효율성 향상, 지속 가능한 도시의 발전'을 도모한다는 측면에서 유사성이 있으며 도시의 형태와 성숙도에 따라 적용방식이 다르다(KRIHS, 2018). 즉 스마트시티는 전 세계적으로 선진국·개발도상국을 불문한 트렌드가 되고 있으며 스마트시티의 개념은 국가, 도시적 특징에 따라 다양하게 정의되고 있다.

스마트시티를 구현하는데 필요한 기술들은 부분적인 테스트 또는 일부 실증되고 있는 자율주행, 5G 네트워크 등의 미완성이거나 상용화되지 않은 미래기술과 드론, CCTV 및 IoT 기반으로 서비스 등 실용화된 기술을 포함한다. 이러한 스마트시티의 기술은 스마트한 도시 생활 지원과 더불어 시민들의 삶의 질 제고라는 궁극적인 목표로 공통기술, 인프라기술, 데이터기술, 서비스기술로 분류되고 있다(TTA, 2018).

공통기술은 스마트시티의 정의, 참조구조, 평가지표 등 스마트시티 건설에 필요한 기반이 되는 기술로서 통합 관제 및 상호운용이 가능한 플랫폼의 형태로 나타난다. 인프라기술은 스마트시티 서비스 제공에 필요한 다양한 도시정보를 측정하고 전송하는 기반기술로서 유·무선망, 센서망 등이 있다. 데이터기술은 수집된 정보를 서비스 목적에 맞게 활용하기 위해 변환, 관리, 처리하는 기술이며, 서비스기술은 가공된 양질의 정보를 시민,

공공기관, 서비스 이용자 등이 활용할 수 있도록 제공하는 기술이다.

스마트시티에 속한 모든 구성요소 간의 연결과 상호작용을 가능하게 하는 핵심 기능을 담당하는 것은 바로 스마트시티 플랫폼이다(LG CNS, 2018). 스마트시티 플랫폼은 다양한 영역에서 비즈니스 모델 창출 및 서비스 개발을 통해 새로운 확장을 도모한다. 그리고 다양한 융복합 기술과 목적을 바탕으로 모든 구성요소의 중앙집권적 처리를 통해 다양한 서비스 및 정보의 질적, 양적 향상을 이루게 함으로써 지속 가능한 스마트시티 생태계를 구축할 수 있도록 한다. 스마트시티 통합 플랫폼 기술은 교통, 안전, 환경, 에너지, 방재 등과 같은 다양한 정보시스템을 서로 연계·활용하며, 도시의 상황을 종합적으로 모니터링하고 관리하는 핵심기술로 분류된다(Kim, 2017).

스마트시티 구현을 위한 지능형 인프라 분야의 국제적 기술개발 현황을 특허 출원 수를 통해 살펴보면, 중국이 1위, 미국이 2위를 차지하였으며, 우리나라의 경우 4개 핵심기술 영역에서의 특허 출원 점유율은 전 세계적으로 하위권에 머물고 있다(Korea Intellectual Property Strategy Agency, 2019). 반면, 스마트시티 플랫폼, 데이터, 서비스 관련 특허의 경우는 한국의 특허 출원이 가장 많으며 서비스 관련 특허가 플랫폼 분야 특허보다 2배 이상 높은 특허 출원을 기록하고 있다(NIA, 2018).

2.2 스마트시티 사물인터넷/사물통신 기술

사물인터넷은 정보통신 기술이 전 분야로 확산되고 모든 것이 인터넷을 통해 연결되는 것을 말하며 이는 도시 내의 데이터와 더불어 일상생활에 사용되는 TV, 냉장고, 보일러 등 다양한 사물들의 정보가 네트워크를 통해 공유되는 것을 의미한다(KICI, 2018). ICT 연구개발 기술 분류에서는 스마트시티의 사물인터넷 기술을 IoT 서비스기술, IoT 플랫폼 기술, IoT 네트워크 기술, IoT 단말기술, IoT 보안기술 등으로 분류하고 있다(NIPA, 2019).

2.2.1 스마트시티 플랫폼 기술

스마트시티 플랫폼은 다양한 혁신기술을 도시의 사물, 인프라와 결합해 구현하고 융·복합할 수 있는 공간

인 '도시 플랫폼'으로 정의되며, 이는 인프라 및 수집된 정보를 중앙집권적으로 처리하는 곳을 의미한다(NIA, 2018). 스마트시티 플랫폼은 기존에 여러 기업이 개발한 스마트시티 관계 플랫폼 외에도 국가 R&D로 개발된 스마트시티 통합플랫폼, 여러 민간 기업의 주도하에 만들어진 IoT 플랫폼, 다른 플랫폼과 연결하여 관계 기능을 수행할 수 있는 플랫폼을 구축하고 있으며, 이를 기반으로 스마트시티 데이터 플랫폼 기술의 연구도 진행되고 있다.

스마트시티 플랫폼 기술은 도시 구성, 기능 가상 구현 기술, 디지털 공간정보 생성 및 처리 기술, 공공데이터 오픈 서비스 기술, 개방형 데이터 허브 구축 및 운영 기술, 도시 통합운영 및 관계기술로 분류하기도 한다. 그리고 이 중에서 공공데이터 오픈 서비스 분야에 대한 특허 출원이 전 세계 주요국들 사이에서 가장 많은 것으로 나타났으며, 이는 한국전자통신연구원이 해당 기술 분야에서 선도적인 역할을 하고 있기 때문으로 분석되었다. 하지만, 그 외의 플랫폼 관련 기술에 대한 특허실적은 매우 저조한 실정이다(KISTA, 2019).

2.2.2 스마트시티 네트워크 및 보안기술

네트워크 환경, 개인 보안기술 등에서 블록체인(Blockchain)은 이미 다양한 산업에서 활용되고 있다. 특히 이러한 블록체인을 스마트시티에 도입하면 다양한 도시문제 해결과 관리 효율성, 정책 투명성을 향상할 수 있다. 블록체인은 사용자 사이에서 발생한 특정 정보를 모두 공유하게 하는 P2P 기반의 분산원장 형태 데이터베이스 기술로, 2008년 나카모토 사토시라는 가명의 개발자가 처음으로 언급하였다(Rue, 2017). 블록체인기술은 모든 거래정보 및 개인 사용자의 정보를 중앙서버의 관리 없이도 운용할 수 있게 하며, 기능적 편리성, 효율성, 투명성을 기반으로 보안 위협을 방지할 수 있다는 장점이 있다.

이러한 블록체인기술은 스마트시티 내에서 서비스 플랫폼을 바꾸는 핵심 인프라기술로 분류된다. 사물인터넷 관련 회사인 포스트스케이프(Postscapes)는 "현재 네트워크 구조가 클라우드 방식이라면, 10년 내의 네트워크 구조는 블록체인으로 변할 것"이라고 전망하였으며 기존 네트워크 및 서비스 제공 방식은 블록체인을 접목한 서비스 플랫폼으로 대체될 것으로 예측했다.

기존 스마트시티 모델은 사물인터넷으로 수집한 정보들을 중앙 데이터 허브나 서버에서 관리하며, 이를 통해 도시 내 사용자에게 적절한 정보를 제공하는 구조이다. 하지만 앞으로 블록체인기술의 접목을 통한 스마트시티 서비스 제공 방식은 기존 클라우드 센터의 중앙집권적 정보관리·처리체계를 거치지 않고 사물인터넷 간 서비스를 직접 주고받는 모습으로 변하게 될 것이라 예측한다(KISA, 2015).

사물인터넷 관련 연구개발 및 기술 표준노력과 함께 네트워크 접속 기능과 통신 기능 단말이 보편화 되면서 관련 서비스가 다수 등장하고, 이와 동시에 사이버보안 강화문제가 새롭게 부상하고 있다(KISA, 2014). 현재 사물인터넷 기술이 접목된 단말기들은 보안 기능이 취약한 경우가 대부분이며 이에 대한 뚜렷한 대책이 없는 상황이다(KISA, 2014). 또 사물인터넷 기반의 서비스에서는 개인 사용자의 정보수집 및 데이터 이용으로 인해 개인정보 유출과 사생활 침해문제를 유발할 수 있으며, 이러한 보안 문제는 센서/디바이스, 네트워크/서버, 플랫폼/앱 등의 모든 분야에 발생하고 있다(Lee, 2017). 이에 미국, 유럽 등 스마트시티 선도국가에선 스마트시티 사물인터넷 관련 산업진흥과 더불어 제도적 지원을 마련하기 위해 검토 중이며 공공·민간 전문가의 기술적 해결방안을 강구하고 있다.

2.2.3 스마트시티 융합서비스 기술

사물인터넷(영어: Internet of Things, 약어로 IoT)은 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술이다(wikipedia). 기존 스마트시티 서비스들은 대부분 교통정보를 활용한 운전자 편의 제공이나 범죄정보를 이용한 범죄 다발지역 알림 등 단일 정보 활용 및 제공에 극히 한정되어 있었다(MOLIT, 2014). 따라서 이러한 단방향적인 정보 활용에서 벗어나 융·복합 서비스를 제공하기 위해 중앙정부 및 일부 지자체에서는 시범서비스를 추진하는 등의 노력을 하고 있다. 이렇게 다양한 정보의 융·복합적인 결합과 무선 통신기술을 통해 각종 사물을 연결하는 IoT의 개념은 네트워크 통신이 가능한 센서를 활용해 가전제품 단위에서부터 건물, 도시 단위까지 적용되며 사용자에게 편의를 주는 기술로 자리 잡았다. 특히 스마트시티에서는 홈 자동화, 고령 노인들에 대한 의학적 보조, 산업 자동

화, 모바일 헬스케어, 지능형 에너지 관리, 스마트그리드, 교통 관리, 도시 행정, 교육 등에 활용되고 있다.

한국기초과학지원연구원에서 2016년에 발간한 연구보고서 “사물인터넷 실시간 유해물질 탐지 시스템 개발”은 사물인터넷의 3대 주요기술을 센싱 기술, 유무선 통신 및 네트워크 인프라기술, 서비스 인터페이스 기술로 분류하고 있다. 센싱 기술은 사물인터넷의 센서로부터 정보를 수집, 처리, 관리하며 인터페이스 구현을 지원하고 정보를 기반으로 사용자들에게 서비스를 구현할 수 있도록 하는 기술이다. 네트워크 인프라기술은 중간간에 사물인터넷 서비스를 지원하기 위한 기술로 근거리 통신기술, 이동통신기술, 유선통신기술 등의 유무선 통신과 함께 사용되는 기술이다. 서비스 인터페이스 기술은 사용자에게 사물인터넷 서비스를 제공하는 데 필요하며, 정보의 센싱, 가공/추출/처리, 저장, 판단, 상황인식, 인지, 보안/프라이버시 보호, 인증/인가, 디스커버리, 객체 정형화, 오픈 API, 오픈 플랫폼 등의 기술을 포함한다.

스마트시티 융합서비스 개발 및 구현을 위한 필요요소는 정보기술과 법제도 그리고 정보연계를 통한 사업전략으로 구분되어 있다. 정보기술 분야에는 정보 유통 및 관리를 위한 기술, 정보연계 기술과 표준, 정보의 생산, 응용기술의 개발 등이 필요요소로 정의되어있다. 법제도 분야에서는 정보연계를 위한 다양한 법률 확보, 조항 신설, 표준화 연구 등이 필요한 것으로 나타났다. 또한, 사업전략으로는 시장의 활성화, 지역 특성 및 시민 수요를 고려한 융복합 서비스, 지속적 확보방안 마련 등이 필요요소로 나타났다(Jang, 2017).

2.3 기술평가

기술 모니터링을 위해 가장 널리 사용되는 정보는 특허이다(Trajtenberg et al., 1997). 특허 데이터는 산업별 기술개발 동향 및 경쟁 기업을 포함한 이해당사자에 관한 정보, 관련 정책기관에서 필요한 객관적 근거 자료를 제공한다(Ahn, 2010).

특허 출원 및 등록까지의 시간적 차이가 존재한다는 단점에도 불구하고 특허문서는 기술 혁신, 기술의 변화 과정 및 방향을 알 수 있는 정보를 담고 있어 경쟁자의 전략 모니터링이 가능하며, 특허 자신의 R&D 전략 수립에 활용할 수 있다는 장점이 있어 활발히 활용되고

있다(Tseng et al., 2007; Lee et al., 2011).

특허 분석방법은 크게 두 가지 방향이 존재한다. 먼저, 특허문서의 구조화된 정보를 분석하는 방법으로, 특허문서의 인용 정보와 사회연결망 이론을 접목한 네트워크 분석이 있다(Kum et al., 2010). 이는 핵심특허의 분석, 공백기술 도출, 기술의 흐름 파악, 특허 지도 작성 등에 활용되며, 공공 및 민간 기업의 연구개발 전략 수립과정에서 활용되고 있다(Ernst, 1998). 두 번째는 특허문서의 제목, 초록, 청구항 등과 같은 비구조화된 정보를 분석하는 방법으로 주제어 기반 특허 분석이 있다(Yoon et al., 2004). 주제어 기반의 특허 분석은 텍스트 형 자료에서 단어를 추출하는 텍스트마이닝을 활용한 분석방법으로 기술 동향분석, 공백기술 탐색, 기술 융합화 탐색 등의 분야에 다양하게 활용되고 있다. 최근에는 주제어 분석에서 주성분 분석, 요인분석, 군집 분석 등과 같은 통계적 기법을 적용한 연구도 활발하다.

일반적인 기술가치 평가는 기술의 기술성, 권리성 등 명확한 기술 식별에서 출발하는 반면 특허기술평가는 기술가치의 개념에서 출발해야 하고, 기술 분석에는 다양한 이론과 실무적 이해를 바탕으로 기술을 구성하는 다양한 개념을 반영해야 한다. 특허청은 특허기술에 대해서 공업, 농업 또는 상업 분야에 대해 체계화된 지식으로 정의하며, 우리나라의 기술이전촉진법에서는 등록된 특허, 실용신안, 의장, 주요 설계도면 등의 기술자료 묶음(technology data package), 논리로 정리된 새로운 아이디어, 컴퓨터 소프트웨어, 기술 노하우 등 지식재산권을 포함하는 것으로 정의하고 있다.

기술가치 평가에 대한 방법론은 크게 정성적 방법과 정량적 방법으로 양분할 수 있다. 먼저 정성적 방법은 전문가들의 판단(judgment), 직관(intuition), 조사(surveys), 비교(comparison) 등을 이용하는 목표 집단인터뷰(focused group interview method)와 델파이(Delphi method) 등으로 구분된다.

1950년대 과학적 기술 분석기법이 사용되기 시작함 이래로 다양한 기술 분석방법론 및 모형들이 개발되고 사용됐다. 그러나 대부분의 방법론 분류는 전문가에 따른 주관적 평가가 주로 이루어졌으며 이러한 분석기법은 크게 규범적 기법, 탐구적 기법 및 복합모형 세 가지로 나눌 수 있다(Kim et al., 2008).

정량적 방법은 논문, 특허 등 비정형 데이터의 분석

을 통해 도출되는 특징에 대한 정량적 수치 정보를 통해 이루어지며 비정형 데이터 정보 간 연결 정도를 활용한 중심성 분석, 클러스터링 분석 등 다양한 수학적·통계적 기법이 적용된다. Yoon et al.[2002]는 특허문서의 텍스트마이닝을 통해 기술 공백을 파악하여 기술예측 연구를 진행하였고, Lee et al.[2009]은 텍스트마이닝을 통해 구성된 키워드 기반 특허맵의 공백을 파악하여 신규 유망기술을 도출하는 방법론을 제시하였다. 마지막으로 Tseng et al.[2011]은 실리콘 태양전지 산업의 특허 분석을 통해 기술트렌드를 도출하여 기술예측을 시행하였다.

2.4 특허 지표 및 특허 분석

특허는 새로운 기술을 발명한 자가 그 기술을 공개함으로써, 출원 후 20년 동안 독점권을 국가에서 법적으로 부여하는 한편 제 3자에게는 독점권이 끝난 이후 그 기술을 사용할 수 있도록 하는 제도이다. 따라서 특허정보란 새로운 기술에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 산업 전반적인 기술 트렌드를 파악하기 좋은 자료이다.

특허정보는 공지된 기술로 해결되지 않는 문제점을 해결하기 위하여 일정한 형식의 연구논문 형태로 새로운 아이디어를 실험을 통해 증명하는 과정을 포함하며, 신규성, 진보성, 산업상 이용 가능성을 동시에 만족하는 객관적인 자료이다[Jeong, 1999]. 특허정보는 새로운 기술에 대해 구체적이고 자세한 내용이 기재되고, 기술분야 전반을 다루기 때문에 다른 기술 문헌에서 얻을 수 없는 정보를 얻을 수 있다. 따라서 특허정보는 기술동향, 기술 수준, 핵심기술, 새로운 기술예측이 가능하며, 새로운 연구개발에 앞서 선행조사 해야 하는 필수적인 중요한 정보로써, 전 세계적으로 활용되고 있다.

지표란 측정대상의 상태 또는 수준 등을 나타내는 개념이자 측정 도구를 의미하며, 일반적으로 측정대상을 명확히 규정하고, 상태, 수준, 변화를 정확한 통계 수치로 파악하는 것을 목적으로 한다[KOSIS, 2019]. 그리고 특허는 과학 활동 중에서도 연구개발과 가장 밀접한 관련이 있고, 연구개발 산출에 대한 지표로 간주되고 있다[KULR, 2004].

정량적 특허 지표를 사용한 선행연구는 다음과 같다. Park et al.[2009]은 오일 처리기술에 대하여 특허활동지수(AI), 인용도지수(CPP), 영향력지수(PII), 기

술력지수(TS) 등으로 대상 기술 특허분석을 실시하고 기술경쟁력을 평가하였다. Joo[2007]는 지열에너지 기술에 대하여 특허 출원수, 특허활동지수(AI), 인용도지수(CPP), 시장확보지수(PFS), 영향력지수(PII), 기술력지수(TS) 등을 활용해 주요국의 기술 수준을 평가하였다. Yoon[2018]는 블록체인기술에 대하여 인용도지수(CPP), PCT 비율, 기술영향력지수(CII), 출원성장률 등을 활용해 주요국의 기술수준을 평가하였다.

You et al.[2013]은 스마트 의류 기술에 대하여 시장확보지수(PFS), 특허활동지수(AI) 등 활용하여 핵심기술에 대한 발전 방향 파악하기 위한 프로세스를 확립하였다.

Moon et al.[2012]는 석탄가스화 기술에 대한 특허분석을 위하여 인용도지수(CPP), 영향력지수(PII), 기술력지수(TS), 시장확보지수(PFS)를 이용해 핵심 특허 도출 및 기술동향을 파악하였다. Jung and Whang[2008]은 항공기반 산업 대하여 특허 출원수, 인용도지수(CPP), 현시기술우위지수(RTA), 기술력지수(TS), 기술순환주기(TCT), 과학기술연계지수(SL) 등을 활용하여 주요국의 기술경쟁력을 평가하였다. Banerjee et al.[2000]은 바이오 기술 분야에서 경쟁자, 시장매력도 등을 파악할 수 있는 지표들을 연구하였으며, Huang et al.[2003]은 개별국가별, 기업 또는 기관별, 기술영역별로 특허 지표를 활용하여 연구하였다.

<Table 1> Research on Technology Analysis Using Patent Indicators

Author	Name of thesis	Patent Indicators
Park et al. [2009]	A Study on the Trend of Technology for the Treatment of Oil from Oilsands by Patent Analysis	Activity Index(AI), Cites per Patent(CPP), Patent Impact Index(PII), Technology Strength(TS), etc.
Joo [2007]	Trends in Patent Statistics and Analysis for Geothermal Energy	Number of Patent Applications, Activity Index(AI), Cites per Patent(CPP), Patent Family Size(PFS), Patent Impact Index(PII), Technology Strength(TS), etc.
Yoon [2019]	Prediction of development strategy through	Cites per Patent(CPP), PCT Ratio, Current Impact(CII),

Author	Name of thesis	Patent Indicators
	patent analysis of blockchain technology	Application growth rate, etc.
You et al. [2013]	Technology Trend of Smart Clothing: Based on Patent Information Analysis	Activity Index(AI), Patent Family Size(PFS)
Moon et al. [2012]	A Patent Analysis on Coal Gasification Technology	Cites per Patent(CPP), Patent Impact Index(PII), Technology Strength(TS), Patent Family Size(PFS) etc.
Jung et al. [2008]	The Technological Competitiveness Analysis of Aircraft-based Industries using Patent Information	Number of Patent Applications, Cites per Patent(CPP), Revealed Technological Advantage(RTA), Technology Strength(TS), Technology Cycle Time(TCT), Science Linkage(SL), etc.
Song et al. [2010]	Analysis of Patents regarding Stabilization Technology for Steep Slope Hazards	Activity Index(AI), Portfolio analysis (patent share, patent growth)
Banerjee et al. [2000]	Patent statistics as indicators of competition an analysis of patenting in biotechnology	Competitiveness index, number of overseas patent applications, market attractiveness index, etc.
Huang et al. [2003]	Longitudinal Patent Analysis for Nanoscale Science and Engineering: Country, Institution and Technology Field	Patent citation index, technology independence, technology maturity, relevance, impact index, etc.

2.5 DEA(Data Envelopment Analysis)

다수의 투입물과 산출물을 가진 의사결정 단위(Decision Making Unit, DMU)들의 상대적인 효율성을 평가하는 방법으로 DEA가 유용하게 활용된다. DEA 모형의 종류는 크게 다음과 같이 3가지로 정리할 수 있다.

먼저 규모수익에 대한 가정에 따라 불변규모수익

(CRS: Constant Return to Scale)을 가정하는 Charnes et al.[1978]의 CCR 모형과 가변규모수익(VRS: Variable Return to Scale)을 가정하는 Banker et al.[1984]의 BCC 모형으로 나눌 수 있다.

DEA 기법의 주요 특징으로는 ① 다수의 투입과 산출이 복합적으로 존재할 경우 이 기법을 이용하면 단일한 상대 효율성 값을 계산할 수 있으며, 요소별 단위가 상이할 경우에도 관계없이 적용 가능하다. ② 일반적인 회귀분석(Regression Analysis)에서는 생산함수를 추정하기 위하여 잔차의 분포에 대한 통계적 가정을 도입한다. 그러나 DEA는 통계적 가정 없이 주어진 자료만으로 생산 관계를 추정할 수 있는 비 통계적 특성을 갖는다. ③ 투입과 산출의 관계에 대해 일반적인 경제분석 방법(콥-더글라스 생산함수 등)은 특정한 형태의 생산함수를 가정하고 관측된 자료에 기초하여 이 생산함수의 모수(parameter)를 추정하지만, DEA 기법은 생산함수의 형태에 대한 가정 없이 주어진 자료만으로 투입 및 산출의 생산 관계를 비모수적으로 추정 가능하다는 점 등이 있다.

2.5.1 CCR 모형.

CCR모형은 1978년에 Charnes, Cooper and Rhodes가 최초로 주장하였으며 DEA 기법에서 일반적으로 사용되는 기본적인 모델로 다수 투입물과 다수 산출물에 관한 효율성을 평가하기 위해 사용하는 모형이다. CCR 모형은 산출을 고정할 동시에 모든 투입요소를 증가시키는 규모에 대한 수익 불변(Constant Return to Scale: CRS)을 가정으로 산출량을 비례하여 증가하는 효율성을 평가하는 방법이다. CCR 모형은 비율모델(ratio model), 승수모델(multiplier model) 및 포락모델(envelopment model)로 나타낼 수 있는데 비율모델은 어떤 의사결정 단위의 효율성 측정은 모든 의사결정 단위에 대한 유사비율(similar ratios)이 '1' 이하여야 한다는 조건에 따라 가중투입에 대한 가중산출 비율의 최대치로 구해진다.

2.5.2 BCC 모형

1984년 Banker, Charnes and Cooper가 발표한 BCC 모형은 CCR 모형과 같이 가장 일반적으로 사용되는 기본적인 DEA 모형 중 하나이다. CCR 비율모형

은 투입물과 산출물간 관계의 가중치 또는 가정된 함수 형식의 명백한 기술(delineation)이 연역적인 설명을 필요로 하지 않고 데이터로부터 직접 얻은 비율모형의 최적치에 의하여 기술 및 규모의 비효율성(technical and scale inefficiencies)을 내포하는 반면, BCC 모형은 기술 효율성과 규모 효율성을 구분한다.

3. 연구절차 및 방법

3.1 연구절차

본 연구는 특허의 정량적 정보 및 기술평가항목을 활용하여 스마트시티 기술 분야의 상대적인 중요기술 도출 및 중점기술을 선정하고 이를 관련성 있는 기술군으로 분류하고자 한다. 스마트시티 관련 주요기술의 키워드를 정리하고 검색식을 통하여 특허를 수집, 수집된 특허에 대한 우수특허 선별을 위해 특허 포트폴리오 분석을 실시한다. 이는 특허가 가지고 있는 기술적 우위, 시장에서의 경쟁력을 판단기준을 토대로 평가 가능한 정량적 지표를 사용하여 분류한다. 그리고 분류된 우수 특허에 관해서 선행연구와 전문가 검토를 통한 기술 분류를 실시한다. 마지막으로, 세부기술별 정량적 지표를 사용하여 DEA 분석을 실시해 주요 중점기술 및 연관기술을 분류한다.

스마트시티 주요기술 관련 특허 수집을 위해 온라인

특허 검색 및 데이터베이스인 Wipson을 활용하였으며 검색된 데이터를 모두 수집하여 분석에 사용하였다. DEA 분석을 실시하기 위하여 통계패키지인 R 내의 Benchmarking패키지와 B-box를 사용하였다.

3.2 연구방법

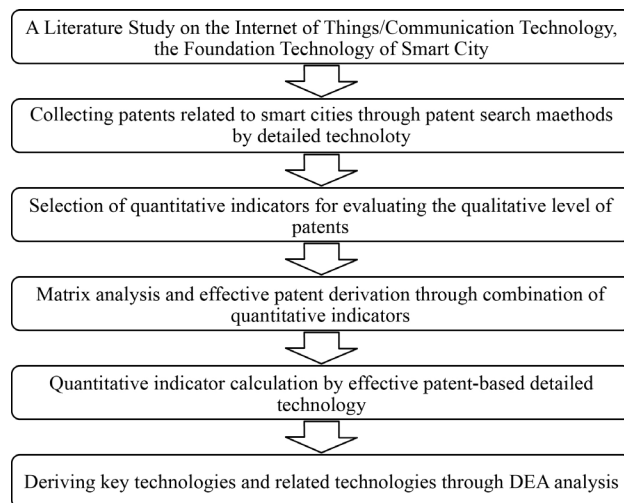
3.2.1 정량적 특허 지표 선정 및 유효특허 분석

본 연구에서는 스마트시티 주요기술인 스마트시티 플랫폼, 네트워크, 융합서비스, 정보보호 및 보안에 관련된 특허정보를 기반으로 유효특허 분류를 통한 주요 중점기술 분류 및 연관성 기술을 분류하기 위해 정량적 특허 지표를 사용한다. 수집된 스마트시티 주요기술 특허 중 유효특허를 분류하기 위해 정량적 특허 지표를 선정하여 특허 포트폴리오 분석을 실시한다.

본 연구의 목적에 알맞은 정량적 특허 지표를 선정하기 위해 정량적 특허 지표에 대한 선행연구를 실시하였고, 기술의 기술력 및 시장 경쟁력에 대한 분석이 가능한 포트폴리오 분석을 실시하였다.

1) 특허활동지수(AI: Patent Activity Index)

특허활동지수(Patent Activity Index)는 상대적 집중도를 살펴보기 위한 지표로써 기술 활성성을 의미한다. 특허 활동지수의 수치 값이 1보다 큰 경우에는 상대 특허 활동이 활발함을 나타낸다.



〈Figure 1〉 Research Procedures

2) 피인용도 지수(CPP: Cites Per Patent)

CPP는 연구결과에 대한 출판물(논문, 특허) 인용 정보를 분석하는 데 가장 많이 이용되는 지수로서 개별 출판물 당 피인용 수를 평균적으로 계산한 값이다. 이 값은 분석대상의 연구 출판물이 이후 기술 혁신 활동에 어느 정도의 영향을 미쳤는가를 보여주는 지표이며, 인용 정보와 관련된 다른 지표와 연계된다.

3) 영향력 지수(PII : Patent Impact Index)

한 시점을 기준으로 삼아 과거의 기술적 활동을 반영하는 지표로서, 특정 출원인(특허권자)이 소유한 기술의 질적 수준을 측정하는 지수이다. PII가 1이면 평균 인용 빈도임을 나타내고, 2이면 평균보다 2배 많은 빈도로 인용됨을 나타낸다.

4) 기술력 지수(TS: Technology Strength)

기술력 지수가 클수록 해당 국가(또는 연구주체)의 기술력이 높음을 의미한다. 기술력 지수는 기술 영향력 지수에 특허 건수를 곱한 값으로 특허의 질에 특허활동력의 크기가 가중된 지수이다.

5) 시장확보성 지수(PFS: Patent Family Size)

특허 패밀리는 산업재산권 보호 정도를 나타내며 이는 특정 발명에 대한 권리 보호를 위해 여러 국가에 동시에 출원함으로써 특허를 통한 시장 확보 의지 및 시장에서의 경쟁력을 나타낸다. Family Patent 수가 많을 때는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되며, 이를 시장 확보력의 지표로 사용한다.

6) 표준화된 피인용 지수

표준화된 피인용 특허 지수는 피인용 수를 통해 후속 기술개발에 대한 영향력을 측정하여 특허의 기술적·경제적 가치를 나타낸다. 피인용은 특허의 기술적 중요도와 발명의 경제적 가치를 반영할 수 있기 때문이다 [Squicciarini et al., 2013].

7) 표준화된 패밀리 지수

표준화된 패밀리 지수는 패밀리 특허 수를 통해 특허 보호의 지역적 범위를 측정하는 지표로, 특허의 경제적 가치와 관련 있다. 패밀리 특허 수(Patent Family

Size)는 하나의 발명을 여러 국가에서 보호받기 위해 특허를 출원한 국가 수를 의미하며 상업적 이윤을 추구하거나 경쟁 관계에서 우위를 판단하는 기준이 된다 [Squicciarini, 2012]. 이는 특허 보호의 지역적 범위와 관련되어 있으며 패밀리 특허 수를 통해 특허는 경제적 우위에 대한 설명력을 가지게 된다.

8) 표준화된 청구항 지수

표준화된 청구항 지수는 청구항을 통해 발명의 법적 보호 범위가 결정된다는 함축적 의미를 가지며, 특허의 기술적·경제적 가치를 판단하는 지표이다(KISTA, 2014). 청구항 수는 특허 발명의 수를 의미하며 청구항 수는 시장에서의 기대 가치를 반영한다.

9) 표준화된 다양성 지수

표준화된 패밀리 지수는 특허에 포함된 IPC 수를 활용하여 특허가 적용되는 기술 범위의 다양성을 측정하는 지표로써 기술적·경제적 가치와 관련 있다. 개별 특허가 아닌 특허군 관점에서 해당 사업의 평균 IPC 수를 분석함으로써 기술적인 확장성, 특허의 다양성 및 집중 기술 분야를 판단할 수 있다(KIIP, 2012). 표준화된 다양성 지수의 산출 값이 높을수록 해당 특허가 적용될 수 있는 기술 범위가 다양하다는 해석이 가능하다.

과학기술계 혹은 기술 연구개발에 있어 중요성을 반영할 수 있는 결과의 측정과 시장성에 초점을 결합한 중요성 평가를 통해 연구·기술개발 결과에 대한 중요성과 시장성을 확인할 수 있다(KISTEP, 2018). 즉 논문, 서적, 특허 등에 대한 피인용 지수 측정을 통해 중요성을 반영하고 패밀리 지수 측정을 통해 연구결과와 시장성에 대한 정보를 모두 반영한 객관적인 평가가 가능하다(Korea Intellectual Property Strategy Agency, 2014).

이러한 특허 데이터를 활용하여 특허 출원의 증가율, 특허 해외 출원도 등의 지표를 통해 특허 활동 추이를 분석하거나 기술개발의 활동성을 분석하기도 하며, 특허의 청구항 수, 상대적 점유율 비교를 통해 기술적 가치를 분석하기도 한다. 또 앞서 언급한 여러 특허 정량 지표를 활용한 포트폴리오 분석을 통해 기술의 상대적 비중 및 기술별 연구 활동의 위치도 파악할 수 있다(KISTEP, 2018). 특허 인용도지수와 패밀리 지수를 결합한 분석을 통해 특허를 보유한 국가 및 기업의 보유기술의 경쟁력을

확인할 수 있다(Son, 2009).

	CPP	HIGH
Technology Leading Countries		Technology/Market Leading Countries
LOW		PFS HIGH
Technology/Market Dependent Countries		Market Leading Countries
	LOW	

〈Figure 2〉 Analysis of Patent Portfolio Consisting of Citation and Family Indices

본 연구에서 수집한 스마트시티 주요기술 특허 중 기술력 및 시장에서의 경쟁력을 함의한 유효특허 분류를 위해 표준화된 피인용 지수와 표준화된 패밀리 지수를 활용한 특허 포트폴리오 분석 절차는 다음과 같다.

- (1) 선행연구를 기반으로 스마트시티 주요기술들에 관련된 키워드 기반 특허 검색 식을 통해 특허 데이터를 추출한다.
- (2) 스마트시티 주요기술별 우수한 기술력 및 시장에서의 경쟁력을 가진 기술들을 살펴보기 위하여 유효특허를 분류할 정량적 특허 지표를 선정한다.
- (3) 특정 기술의 기술력, 연구개발의 활발성, 시장에서의 경쟁력을 나타내는 정량적 지표인 ① 표준화된 피인용 지수와 ② 표준화된 패밀리 지수를 사용한 특허 포트폴리오 분석을 수행한다.

3.2.2 정량적 기술평가 변수 선정과 산출방법

기술평가는 기술의 평가와 관련한 다양한 평가개념과 활동을 포함하는 개념이다(Park et al., 2001). 기술평가의 정의를 살펴보면 광의의 기술평가에 대하여 Roessner and Frey(1974)는 기술과 관련된 정책 결정에 중립적이고 사실적인 일련의 대안 결과들을 제공하기 위해 신기술의 실제 적용 시 예상되는 결과 및 이들 결과가 사회에 미치는 영향을 분석하는 과정으로

정의하였다. 기술평가는 특허정보를 활용한 기술 수준 분석을 통해 이루어지기도 하며 기술에 대한 기술력, 기술 역량, 기술개발력 등을 평가하는 개념으로써 기술 뿐만 아니라 지식까지 포함한다(Moon, 2000).

기술평가는 연구자나 기관의 목적과 성격에 따라 다양한 측면에서 접근 가능하며 그 범위가 결정된다. 즉 평가자가 어떤 관점을 가지느냐에 따라 평가하고자 하는 내용이 다양하게 적용될 수 있다(Moon, 2000). 기술평가는 일반적으로 영향평가, 성능평가, 가치평가로 분류되며 그 외에 기술능력평가, 기술체계평가, 기술수요평가, 기술성과평가로 구분된다(Park et al., 2001).

본 연구에서는 Park et al.(2001)가 제안한 기술평가 분류인 영향평가, 성능평가, 가치평가분류체계와 Park(2007)이 제시한 특허기술 평가요인을 참고하여 정량적 특허지표 및 정량적 기술평가지표를 선정하여 분석하였다.

1) 영향평가

기술은 경제, 윤리, 사회, 문화, 환경 등 다방면에 영향을 미친다. 본 연구에서는 특허기술의 기술력에 대한 인용 정보를 통해 해당 기술의 타 기술에 대한 영향력을 평가한다. 또한, 해당 기술의 기술적 보호 범위, 국가적 행사력을 나타내는 패밀리 지수를 활용하여 국내외 기술적 영향력을 평가한다. 이는 기술평가요인 중 기술의 권리성과 사업성을 측정하는 것이다.

특허기술의 권리성이란 기술의 권리에 대한 범위, 행사범위, 기술적 효과를 의미한다(Park, 2007). 특허기술의 사업성이란 기술의 경제적 가치를 나타내며 해당 산업의 특징, 경쟁자의 특성 등에 대한 효과를 의미한다.

2) 성능평가 및 가치평가

기술 성능평가는 기술개발의 목적에 부합하는 정도를 나타내는 것으로 기술개발로 인한 이익, 비용, 목표 성능 등을 비교하여 최초 기술개발 목표에 부합하는 기능을 얼마나 잘 수행하였는지 나타내는 기술 수준 점수 지표를 사용해 평가한다.

본 연구에서는 이러한 기술 수준 점수의 대체가능 한 특허 정량적 지표로 다양성 지수를 선정하였다. 다양성 지수는 특허가 적용되는 범위의 다양성을 측정하는 특허의 기술적, 경제적 가치를 의미[출처 : 특허성과 가이

드라인, 특허청)하고 특허에 포함된 IPC 수를 활용하여 특허가 적용되는 기술 범위의 다양성을 측정해 해당 특허의 영향력 및 상대적인 기술의 성능을 평가 할 수 있다.

본 연구에서의 기술가치 평가방법은 다음과 같다. 먼저 스마트시티 관련 사업에 종사하는 전문가를 대상으로 설문 조사를 시행하였다. 스마트시티 관련 사업 종사자는 기존 스마트시티 국가연구개발과제 등 실제 스마트시티 기술 관련 연구개발 과제에 참여하고 있으면서, 스마트시티를 구성하는 기반기술에 대한 이해도와 전문적인 지식을 보유한 전문가로서 본 연구에서 정리한 세부기술에 대한 이해와 상대적인 평가를 위한 전반적인 기술 트렌드를 살펴보는 데 적합하다 판단하였다. 설문 문항으로는 국토교통과학기술진흥원에서 실시한 첨단 건설 자동화 핵심과제 우선순위 도출에 사용된 설문 문항을 토대로 기술의 기술성, 산업성, 정책성 범주를 차

용하여 <Table 2>으로 구성하였다(KAIA, 2020). 기술평가항목에 속한 기술의 우위성, 실용화 가능성, 기술 활용성은 해당 기술의 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 정도로 해석할 수 있으며 본 설문에서는 '기술의 활발성'으로 정의하였다. 산업성 평가항목에 속한 직접 경제효과, 산업과급 효과에 대해서는 실제 전문가 설문을 통해 산출할 수 없다고 판단하여 제외하였고 신시장 창출 가능성 항목을 차용하여 '융합 가능성'으로 정의하였다. 정책성 평가에 속한 정책 연계성, 전략 중요성, 기술개발의 시급성은 설문대상의 주관적 평가가 이루어질 것으로 예상하였다. 따라서 본 설문 문항에서는 현재 스마트시티 연구개발과제에 관한 선행연구 및 전문가 의견을 통해 새롭게 구성하였으며, 설문 문항으로는 '기술적 상호관련성', '기술적 중요성'으로 정의하였다. 각 문항에 대해 세부기술별 평가점수의 평균을 사용하여 전문가 평가점수에 반영하였다.

<Table 2> Detail Evaluation Variable Classification Table

Sortation		Variable	Definition
Input Element	Impact Assessment Elements	Standardized citation index	- Technological and economic value of patents by measuring their influence on current and subsequent technological development (Source: Patent Performance Guidelines, Patent Office). - Technical and economic value measured against the impact of the patent
		Standardized Family Index	- The economic influence of technology carried patents measured by the regional scope of patent protection through the number of patent-registered countries (Source: Patent Performance Guidelines, Patent Office). - The economic value of a patent measured by the geographical scope of patent protection
		Standardized Billing Exponential	- Using the technical and economic value of the patent to determining the legal protection scope of an invention(Source: Patent Performance Guidelines, Patent Office). - The number of claims means the number of patent inventions (the patent is generated for each claim), and the number of claims reflects the expected value of the market because a patent fee is charged per claim.. - Able to measure the degree of acquisition, maintenance, and exercise of rights
Output Element	Performance Assessment Elements	Diversity Index	- The technical and economic value of a patent (Source: Patent Performance Guidelines, Patent Office) is measured by the scope to which the patent is applied. - Evaluating the influence of the patent by measuring the technological diversity to which the patent is applied through the number of IPCs included in the patent.
	Valuation Factors	Expert Evaluation Score	- Evaluation of comprehensive technology value through quality evaluation by experts using detailed technology

3.2.3 DEA 분석

스마트시티의 기술은 데이터 공유 기반 수평적 구축 단계의 지능형 도시 플랫폼을 지향하고 있기에 핵심기술의 일률적 구분은 곤란한 실정이다[NIA, 2018]. 스마트시티 기술은 기반구축단계에 속하는 도시 인프라, ICT 인프라, 공간정보 인프라를 토대로 IoT, 빅데이터, 데이터 기반 도시운영을 위한 수평 구축단계를 뛰어넘어 시민 체감 서비스 구현과 신기술 융복합을 이루는 도시 플랫폼을 지향한다.

국내 스마트시티는 이러한 기술적 다양성을 고려하여 국가연구소 부처별 기준으로 유관기관과의 협력을 통해 표준화 현황을 추진, 대응하고 있다. 그러나 스마트시티 핵심기술 도출의 어려움과 기술적으로 복잡한 구조로 인해 유사기술 파악의 어려움이 있어 관련 부처 및 유관기관 선정의 어려움이 있다. 따라서 다양한 융복합 기술들에 대한 핵심기술 도출과 연관기술 분류를 보다 객관적으로 실시할 필요성이 있다.

DEA는 다수의 투입요소와 산출요소를 갖는 의사결정 단위(DMU: Decision Making Unit)에 대해 효율성을 계산한 후 다른 의사결정 단위와 상대적 효율성을 평가하는 방법이다. 최근에는 신사업 영역 파악(Seol et al., 2011)이나 기술 전략 효율성 평가(Lee, 2010) 등 다양한 목적을 위해 DEA를 활용한 특허 분석이 이루어지고 있다.

본 연구는 DEA를 통한 핵심기술 도출 관련 선행연구를 참고하여 세부기술 간 상대적으로 중요한 의미가 있는 주요 중점기술을 도출하는 것을 목적으로 한다. 이에 DEA의 여러 모형 중 규모수익 불변 모형의 CCR 모형과 규모수익 가변 모형의 BCC 모형을 적용하였으며 의사결정단위는 스마트시티 세부기술 19개로 선정하였다.

스마트시티 세부기술별 상대적 중요도를 평가하고, 주요 중점기술을 분류하기 위해 사용한 투입/산출변수는 앞서 실시한 기술평가, 특허 평가, 기술가치 평가 등의 선행연구를 바탕으로 도출된 영향평가(표준화된 피인용 지수, 표준화된 패밀리 지수, 표준화된 청구항 지수), 성능평가(다양성 지수), 가치평가(전문가 점수)로 선정하였다. 투입변수로는 특허정보에서 파악할 수 있는 기술적 특성을 고려하여 기술의 성능, 경제적 효과, 기술의 보호 범위 등을 반영하여 선정하였다.

4. 분석 결과

4.1 스마트시티 사물인터넷/사물통신 세부기술 분류

본 연구에서는 스마트시티 사물인터넷/사물통신 기술 분류 관련 선행연구와 전문가 의견을 통해 세부기술을 정리하였다. 한국정보화진흥원의 ICT 연구개발 기술 분류체계에서 제시한 우리나라 스마트시티 사물인터넷/사물통신 기술 분류표를 참고하였고 스마트시티 국가사업에 참여하고 있는 전문가의 의견을 반영하여 대부분류를 재구성하였다[MOLIT, 2013]. 본 연구에서는 기존의 사물인터넷/사물통신 분류체계와 현재 스마트시티 국가 연구개발과제에 대한 전문가 의견을 바탕으로 4개의 대부분류로 재정리하였으며 이는 플랫폼기술, 네트워크 기술, 융합서비스, 정보보호 및 보안기술이다. 다음으로 기술 중분류 및 소분류는 우리나라 정부 정책, 국내 스마트시티 표준화 현황, 세계 스마트시티 표준화 현황 등의 보고서와 관련 문헌연구를 참고하였고 국내 스마트시티 연구개발 과제 및 전문가 의견 등을 고려하여 9개의 중분류 및 세부기술 19개로 분류하여 <Table 3>로 작성하였다.

<Table 3> Detailed Technology Classification Table and Definition of Smart City Major Technologies

[Telecommunications Technology Association, 2019; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2013]

Large Category	Medium Category	Small Category	Explanation	Code
Smart City Platform	-	Smart City Control Platform	Relating to the structure, function and interface of smart city platforms for integrated city control.	AA
		Smart City Data Platform	A middleware platform related to platform structure, function, API protocol linkage adapter, test specification, and utilization model that can store/manage smart city data collected from IoT non-IoT systems.	AB

Large Category	Medium Category	Small Category	Explanation	Code
		Smart City Information Processing	Related to meta-information model definitions, domain-specific information models, data models, and ontology technologies commonly applicable to various domains.	AC
		Smart City Public Data Management System	A management system that uses and shares public data (data or information that is being created or managed) in a smart city.	AD
Network Technology	Blockchain-based data processing technology	Technology for processing and processing smart city urban data	Processing user-based large data using machine learning, deep learning.	BA
		Database Technology	Building large databases through user-based data creation and collection	BB
		Large Data Management Technology	Management and maintenance of large, user-based databases	BC
	Blockchain-based application services technology	Blockchain-based application services technology	Sharing and processing smart city data using blockchain technology	CA
	Collect Spatial Information (Sensor)	Technology for acquiring and constructing location and spatial information	Platform technology to support the collection and mapping of smart city spatial information (GIS)	DA
		Map and service using spatial data	Supports mapping and real-time navigation using real-time spatial information data	DB
		Space and location data construction technology	Supports sensor-based real-time data collection	DC
	Data Processing	Technology for smart city information to handle or process	Standardized technology for use in platforms, convergence services, etc. utilizing large-scale urban data	EA
	Data distribution and management techniques	Information standardization technology	The common term referring to the standardization status of smart cities include all technological status related to standardization	FA
		Smart City Urban Information Large Capacity Data Management Technology	Data management technology to efficiently manage large urban data	FB
	Communication Infrastructure (Network)	Network Virtualization Technology	Cloud, which implements virtualization of all city-related information, supports network virtualization, including network technology VPNs, open switches, and cloud computing	GA
		Technology for building wired and wireless network systems	Supports wired and wireless fusion networks, wired access, wireless access, etc.	GB

Large Category	Medium Category	Small Category	Explanation	Code
Convergence Service Technology	Convergence and combined service technology for citizen experience	Digital Twin Technology Standard for Urban Administration	Urban administration digital twin technology standard to support scientific policy decision making through modeling/simulation on a city	HA
		Smart Port Service Requirements Standard	Smart port service requirements to provide logistics management services within ports and increase efficiency	
		Smart Streetlight Service Reference Structures Standard	Services related to smart street lamps for the efficient management of street lamps in cities	
		Smart Parking Service Reference Structures	Services related to smart parking lots and management	
		Smart Healthcare Service Reference Structure	Services related to sharing, transactions, and remote medical examinations using personal medical data	
		Smart Administration and Welfare Service Reference Structure	Services that can be supported remotely, such as sharing personal information and ensuring the safety of senior citizens living alone using smart technology.	
Information Protection and Security	-	Information Sharing Technology	Represents network infrastructure protection, digital copyright management technologies, etc. to protect public information	IA
		Network Security	Encryption technology, filtering technology, anonymization technology, etc. for privacy protection	IB

스마트시티 플랫폼기술은 한국정보통신기술협회에서 발간한 ICT 융합-스마트시티 보고서[TTA, 2019]를 참고하여 스마트시티 관계 플랫폼, 스마트시티 데이터 플랫폼, 스마트시티 정보 처리 기술, 스마트시티 공공 데이터 처리체계로 분류하였다.

스마트시티 네트워크 기술은 선행연구와 전문가 의견을 토대로 블록체인기술과 공간정보 대용량 데이터 처리 기술, 블록체인 기반 응용서비스 기술로 분류하였다. 블록체인 기반 데이터 처리 기술은 블록체인기술을 활용한 대용량 데이터 처리 기술을 의미하며 스마트시티 도시 데이터 처리 및 가공하는 기술, 데이터베이스 기술, 대용량 데이터 관리 기술로 분류하였다.

블록체인 기반 응용서비스 기술은 신기술인 블록체인을 활용하여 서비스 제공 및 보안 등의 스마트시티 서비스 구현에 사용되는 기술을 의미하며 전문가 의견을 통해 데이터 공유 및 처리활용 기술 등의 응용서비스 기술로 분류하였다.

다음으로 공간정보 대용량 데이터 처리 기술에 대한 중분류는 공간정보 수집, 데이터 처리 및 가공, 데이터

분산 및 관리 기술, 통신 인프라기술로 정리하였다. 공간 정보 수집 기술은 전문가 의견 및 유비쿼터스 도시기술 가이드라인[MOLIT 2013]을 참고하여 각각 위치·공간 정보 취득 및 구축기술, 공간정보 활용 지도제작 및 서비스, 공간·위치 데이터구축 기술로 분류하였다. 데이터 처리 및 가공 기술은 전문가 의견 및 유비쿼터스 도시기술 가이드라인을 참고하여 스마트시티 도시정보를 처리하거나 가공하는 기술로 정리하였으며 데이터 분산 및 관리 기술은 정보 표준화 기술과 스마트시티 도시 정보 대용량 데이터 관리 기술로 분류하였다.

융합서비스 기술은 가공된 도시정보를 시민, 공공기관, 서비스 이용자 등이 활용할 수 있는 기술로써 시민 체감을 위한 융·복합 서비스기술로 분류하였다. 세부기술로는 한국정보통신기술협회의 ICT 융합-스마트시티 보고서를 참고하여 도시 행정을 위한 디지털 트윈 기술, 스마트 항구 서비스 요구사항 수집 기술, 스마트 가로등 서비스 참조구조, 스마트 주차장 서비스 참조구조, 스마트 헬스케어 서비스 참조구조, 스마트 행정 및 복지 서비스 참조구조로 분류하였다. 그러나 융복합 서비스에 관

련된 특허 수집의 어려움과 개별 기술 정의의 복잡성으로 인해 본 연구에서는 세부기술별 특징을 도대로 한 특허 검색을 통하여 기술 분류 코드를 하나로 통일하여 실시하였다.

정보보호 및 보안기술은 스마트시티 기술구현을 위한 플랫폼, 네트워크를 통해 발생하는 정보를 보호하는 기술을 의미하며 정보 공유기술과 네트워크 보안기술로 분류하였다.

4.2 특허 데이터 수집 및 유효특허 선정

특허 데이터는 Wipson에서 추출하였으며 선행연구 및 스마트시티 관련 주요기술 키워드를 기반으로 검색식을 작성하여 활용하였다. 그리고 검색식을 통해 최근 5년간의 한국 특허를 대상으로 검색을 진행하여 데이터를 추출하였다. 검색식 설정은 스마트시티 관련 주요기술에 적합한 데이터를 수집하기 위한 목적이 있는 주요 핵심어 'Smart City', 'Smart', 'City' 등을 설정하였다. 이후 수집된 특허 데이터에서 유효특허를 도출하기 위한 전처리 작업을 시행하여, 수집된 특허 데이터 중 기술 분류의 정의와 특징에 맞지 않는 특허, 중복 특허 등을 제거하였으며, 노이즈 제거를 통해 본 연구에서 정리한 기술 분류별 대표성을 가질 수 있다. 노이즈 제거를 실시한 후 스마트시티 사물인터넷/사물통신 대분류별 특허 출원 수는 <Table 4>과 같다. 다음으로 특허 포트폴리오 분석을 통한 유효특허의 수를 <Table 5>에 정리하였다.

<Table 4> Number of Patent Applications by Smart City Technology

Platform technology	Network	Convergence Services	Information Protection and Security	Total
57	807	107	108	1079

<Table 5> Number of Effective Patents by Smart City Technology

Platform technology	Network	Convergence Services	Information Protection and Security	Total
12	103	34	26	163

4.3 투입 및 산출변수 산출

4.3.1 영향평가, 성능평가, 가치평가 변수 계산

스마트시티 세부기술에 대한 상대적인 주요 중점기술을 도출하기 위해서 앞서 정의한 영향평가 변수들은 다음과 같이 산출되었다. 영향평가 요인으로는 표준화된 피인용 지수, 표준화된 패밀리 지수, 표준화된 청구항 지수를 사용하였으며 세부기술에 포함된 특허들에 대한 평균값을 산출하여 측정하였다.

스마트시티 세부기술에 대한 상대적 주요 중점기술을 도출하기 위해 앞서 정의한 성능평가 및 가치평가 변수들은 다음과 같이 산출되었다. 성능평가 변수로는 표준화된 다양성 지수를 사용하였으며 가치평가 변수로는 전문가 평가 점수를 사용하였다. 전문가 평가 점수는 스마트시티 관련 연구개발 과제 참여자를 대상으로 진행하였다. 각 변수의 값은 <Table 6>에 정리하였다.

4.4 DEA 분석결과

4.4.1 투입지향 CCR 및 BCC 분석결과

규모수익 불변을 가정한 투입지향 모형의 CCR(CRS) 모형의 경우 총 19개의 분석대상 중에서 5개의 세부기술(스마트시티 관제 플랫폼, 스마트시티 데이터 플랫폼, 스마트시티 공공데이터 관리체계, 정보공유기술, 네트워크 보안기술)의 효율성이 1로 나타나 상대적으로 중요한 기술로 판별된 반면 14개의 세부기술(스마트시티 정보처리, 스마트시티 도시데이터처리 및 가공하는 기술, 데이터베이스 기술, 대용량 데이터 관리 기술, 블록체인 기반 응용서비스 기술, 위치·공간정보 취득 및 구축기술, 공간정보 활용 제도제작 및 서비스, 공간·위치 데이터구축 기술, 스마트시티 도시 정보를 처리하거나 가공하는 기술, 네트워크 가상화 기술, 유/무선 네트워크 시스템 구축 기술, 시민 체감형 융·복합서비스 기술)들은 상대적으로 중요하지 않은 기술인 것으로 판단되었다. CCR 모형에서 세부기술들의 효율성 평균은 0.89이고 74%의 비중점 기술이 존재하여 개선의 여지가 필요한 기술들로 확인 되었다.

규모에 대한 수확 가변을 가정한 산출지향 모형의 BCC(VRS)모형의 경우 총 29개의 분석대상 중에서 10개의 세부기술(스마트시티 관제 플랫폼, 스마트시티

〈Table 6〉 Variables of Impact Assessment, Performance Assessment, Valuation Assessment

Code	Impact Factor	Family Size	Number of Claims	Diversity Index	Expert Review
AA	0.70704225	2.2	1	1.02758621	3.6875
AB	1	1	1	1	4.03125
AC	1.18954248	2.33333333	1.85714286	0.29411765	4.21875
AD	1.22727273	1.22727273	1	1.125	3.96875
BA	1.41666667	1.5	1	1.1	3.84375
BB	0.95	1.05714286	1	0.96363636	3.6875
BC	1.50779221	1.4	1.55	0.97833333	3.84375
CA	1.09267315	1.86713287	1.06060606	1.13971029	3.8125
DA	1.16206347	2.43472222	1.71506345	0.89491389	3.78125
DB	1.11428047	3.21135531	1.23213743	0.88820957	3.9375
DC	1.25212975	1.7	1	1.03365385	4.0625
EA	1.16937445	2.56410413	1.36382486	1.07211925	4.25
FA	1.25544693	5.9625	1.59552728	1.13632653	4.125
FB	1.26119755	1.2	1.1375	0.95192308	3.90625
GA	1.09592079	2.9625	1	1.09848485	3.6875
GB	1.07264706	2.76	1.16	0.96315789	3.84375
HA	0.97881766	1.27771852	1.10638665	1.01325052	3.90625
IA	1.5992144	2.33333333	1	1.53333333	4.125
IB	0.96305062	1.92307692	1	1.03974359	4.1875

데이터 플랫폼, 스마트시티 공공데이터관리체계, 스마트시티 도시 데이터 처리 및 가공하는 기술, 데이터베이스 기술, 공간·위치 데이터 구축 기술, 스마트시티 도시정보를 처리하거나 가공하는 기술, 네트워크 가상화 기술, 정보공유 기술, 네트워크 보안기술)의 효율성이 1로 나타나 상대적으로 중요한 기술로 판별된 반면 9개의 세부기술(스마트시티 정보처리, 대용량 데이터 관리 기술, 블록체인기반 응용서비스 기술, 위치·공간정보 취득 및 구축기술, 공간정보 활용 지도제작 및 서비스, 정보 표준화 기술, 스마트시티 도시정보대용량 데이터 관리 기술, 유/무선 네트워크 시스템 구축 기술, 시민체감을 위한 융·복합 서비스 기술)들은 상대적으로 중요하지 않은 기술인 것으로 판단되었다. BCC 모형에서

세부기술들의 효율성 평균은 0.93이고 50%의 비중점 기술이 다수 존재하여 개선의 여지가 많은 것으로 확인되었다.

다음으로 실시한 초효율성 분석은 앞서 실시한 효율성 분석에서 도출된 결과에 대하여 상대적인 중요도를 확인하는 절차이다. 실시한 결과 정보공유기술의 초효율성 값이 가장 높았으며 스마트시티 관제 플랫폼, 스마트시티 데이터 플랫폼, 네트워크 보안, 스마트시티 공공데이터 관리체계 순으로 확인되었다. 이밖에도 데이터베이스 기술, 공간·위치 데이터 구축기술, 시민체감형 융·복합 서비스, 데이터 공유 및 처리활용 기술 등의 세부기술이 높은 값을 가진 것으로 확인하였다. 각 변수의 값은 〈Table 7〉에 정리하였다.

〈Table 7〉 Variables of Impact Assessment, Performance Assessment, Valuation Assessment

Code	CRS	BCC	efficiency
AA	1	1	1.36 (1/19)
AB	1	1	1.35 (2/19)
AC	0.78	0.96	1.16 (3/19)
AD	1	1	1.05 (4/19)
BA	0.94	1	1.03 (5/19)
BB	0.99	1	0.99 (6/19)
BC	0.7	0.71	0.98 (7/19)
CA	0.95	0.95	0.97 (8/19)
DA	0.7	0.71	0.95 (9/19)
DB	0.78	0.81	0.94 (10/19)
DC	0.98	1	0.92 (11/19)
EA	0.79	1	0.85 (12/19)
FA	0.68	0.85	0.81 (13/19)
FB	0.85	0.88	0.79 (14/19)
GA	0.92	1	0.78 (16/19)
GB	0.81	0.86	0.78 (15/19)
HA	0.97	0.97	0.7 (18/19)
IA	1	1	0.7 (17/19)
IB	1	1	0.68 (19/19)

4.4.2 관련 기술 분류

본 연구에서 정의하는 관련 기술은 상대적으로 중요도가 낮은 스마트시티 세부기술 중 향후 중요기술로 발전 가능성을 시사하고 현재의 중요도가 높은 주요 중점기술과 함께 개선 및 살펴보아야 하는 기술이다. DEA의 벤치마킹 분석을 통해 주요기술 중심으로 관련 기술을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 스마트시티 관제 플랫폼기술과 관련 있는 기술로 데이터 공유 및 처리활용 기술 등의 응용서비스 기술, 위치·공간정보 취득 및 구축기술, 네트워크 가상화 기술이 확인되었다. 각각의 결과 살펴보면 데이터 공유 및 처리활용 기술 등의 응용서비스 기술(CA)과의 관련 정도는 0.372, 위치·공간정보 취득 및 구축기술(DA)과의 관련 정도는 0.591 그리고 네트워크 가상화 기술(GA)과의 관련 정도는 0.564로 확인되었다.

다음으로 스마트시티 데이터 플랫폼기술과 관련 있는 기술로 스마트시티 도시 데이터 처리 및 가공하는 기술, 데이터 공유 및 처리활용 기술 등의 응용서비스 기술, 스마트시티 도시정보 대용량 데이터 관리 기술, 시민체감형 융복합 서비스기술이 확인되었다. 각각의 결과를

살펴보면 스마트시티 도시 데이터 처리 및 가공하는 기술(BA)과의 관련 정도는 0.625, 데이터 공유 및 처리활용 기술 등의 응용서비스 기술(CA)과의 관련 정도는 0.8358, 공간·정보 활용 지도제작 및 서비스(DB)와의 관련 정도는 0.384, 스마트시티 도시정보 대용량 데이터 관리 기술(FB)과의 관련 정도는 0.958 그리고 시민체감형 융복합 서비스 기술(HA)과의 관련 정도는 0.797로 확인되었다.

정보공유기술과 관련 있는 기술로 스마트시티 도시 데이터 처리 및 가공 기술, 네트워크 가상화 기술이 확인되었으며, 각각의 관련 정도는 0.375, 0.435인 것으로 나타났다. 마지막으로 네트워크 보안기술과 관련 있는 기술로 스마트시티 정보 처리 기술, 공간정보 활용 지도제작 및 서비스, 공간 위치 데이터 구축기술, 정보 표준화 기술 그리고 네트워크 가상화 기술이 나타났으며, 가장 많은 관련 기술을 가진 것으로 확인되었다. 각각의 관련 정도를 살펴보면 스마트시티 정보 처리 기술(AC)과의 관련 정도는 0.5, 공간정보 활용 지도제작 및 서비스(DB)와의 관련 정도는 0.5, 공간 위치 데이터 구축기술(DC)과의 관련 정도는 0.747, 정보 표준화 기술(FA)과 관련 정도는 0.701 그리고 네트워크 가상화 기술(GB)과의 관련 정도는 0.850인 것으로 확인되었다.

〈Table 8〉 Result of related technologies Analysis

	AA	AB	IA	IB
AA	1	0	0	0
AB	0	1	0	0
AC	0	0	0	0.5
AD	0	0	0	0
BA	0	0.625	0.375	0
BB	0	0	0	0
BC	0	1	0	0
CA	0.372	0.384	0.242	0
DA	0.591	0.272	0	0
DB	0.214	0	0	0.5
DC	0	0.244	0.007	0.747
EA	0	0	0	0
FA	0.100	0	0.198	0.701
FB	0	0.958	0.041	0
GA	0.564	0	0.435	0
GB	0.149	0	0	0.850
HA	0.187	0.797	0.015	0
IA	0	0	1	0
IB	0	0	0	1

〈Table 9〉 Classification of key and related technologies

Core Technology	Focus Technology	Related Technologies (Key)
Platform	Smart City Control Platform (AA)	Applied Service Technology (CA), Location and Spatial Information Acquisition and Construction Technology (DA), Network Virtualization Technology (GA)
	Smart City Data Platform (AB)	Application service technology (BA) such as smart city urban data processing and processing technology, data sharing and processing technology (CA), smart city urban information large data management technology (FB), and citizen experience-type convergence application service technology (HA)
Information Protection and Security	Information sharing technology (IA)	Smart City Urban Data Processing Technology (BA) and Network Virtualization Technology (GA)
	Network Security (IB)	Mart City Information Processing Technology (AC), Mapping and Service (DB), Spatial Location Data Construction Technology (DC), Information Standardization Technology (FA), Network Virtualization Technology (GB)

5. 결 론

5.1 연구결과

본 연구는 국내 스마트시티의 표준화 현황과 주요기술들에 대한 기술력, 시장에서의 경쟁력을 바탕으로 세부기술을 정의하고 다양한 세부기술 중 상대적으로 주요한 기술을 분류하여 향후 전략적인 기술개발 로드맵 수립에 유용하게 활용 가능할 것으로 기대된다. 특히 스마트시티 관련 주요기술에 대한 정량적 특허지표를 활용해 주요 중점기술을 분류하기 위하여 효율성 분석을 하였으며 결과는 다음과 같다.

첫 번째로 스마트시티의 핵심 기술인 사물인터넷/사물통신 기술에 관한 문헌연구, 전문가 의견 등을 반영하여 9개의 중분류와 19개의 기술 소분류를 정의하였다. 그 내용으로는 각종 정보를 처리하는 중앙 집중 처리 기술(플랫폼), 블록체인 기반 데이터 처리 기술, 블록체인 기반 응용서비스 기술, 공간정보 수집(센서), 데이터 처리 및 가공 기술, 데이터 분산 및 관리 기술, 정보보호기술, 시민 체감형 융복합 서비스 등으로 정리되었다.

두 번째로 앞서 정리한 스마트시티 주요 세부기술에 대한 상대적 중요도 및 관련성 분석을 시행하기 위하여 주요 중점기술 도출에 사용되는 DEA 방법을 적용하였다. 그 결과 스마트시티 관계 플랫폼, 스마트시티 데이터 플랫폼, 스마트시티 공공데이터 관리체계, 정보공유

기술, 네트워크 보안기술 등 5개의 세부기술이 상대적으로 중요한 것으로 확인되었다. 각 세부기술에 해당하는 대분류로 플랫폼, 정보보호 및 보안의 시민 체감형 융복합 서비스기술과 네트워크 기술에 속한 세부기술 중 주요기술로 도출된 사항은 없었다. 따라서 현재 국내 스마트시티 사물인터넷/사물통신 관련 주요기술들에 대한 해석은 시민 체감형 융복합 서비스, 네트워크 기술의 상대적 중요도가 낮으며 플랫폼, 정보보호 및 보안에 관한 기술 중요도가 높다는 것을 알 수 있다.

또한, 정보보호 및 보안에 해당하는 세부기술들도 모두 주요 중점기술로 분류되었다. 이는 현재 다양한 분야에서 적용되고 있는 사물인터넷/사물통신 특징에 따라 규제 및 법제도 개선이 강력하게 요구되고 있는 실정과 더불어 이에 대한 중요성이 반영된 것으로 판단된다. 네트워크 기술에 해당하는 세부기술 중 주요 중점기술은 없었지만 초효율성 분석결과를 보았을 때 모두 상당히 높은 값을 나타내고 있었다. 이는 스마트시티의 기반이 되는 인프라인 네트워크 기술의 발전과 보급이 상당히 이루어져 있으며, 이러한 인프라를 활용한 융복합 기술들의 발전에 초점이 맞춰지고 있다는 실정이 반영된 것으로 확인된다.

세 번째로 효율성 분석을 통한 주요 중점세부기술들에 대한 관련성 분석을 실시하였다. 그 결과 스마트시티 관계 플랫폼기술과 관련 있는 기술로 데이터 공유 및 처리 활용 기술 등의 응용서비스 기술, 위치·공간정보 취득 및

구축기술, 네트워크 가상화 기술이 관련 있었다. 스마트 시티 데이터 플랫폼기술과 관련 있는 기술로 스마트시티 도시 데이터 처리 및 가공 기술, 데이터 공유 및 처리활용 기술 등의 응용서비스 기술, 스마트시티 도시정보 대용량 데이터 관리 기술, 시민 체감형 융복합 서비스기술이 확인되었다. 또한, 정보공유기술과 관련 있는 기술로 스마트시티 도시 데이터 처리 및 가공 기술, 네트워크 가상화 기술이 관련 있는 것으로 확인되었으며, 마지막으로 네트워크 보안기술과 관련 있는 기술로 스마트시티 정보 처리 기술, 공간정보 활용 지도제작 및 서비스, 공간 위치 데이터 구축 기술, 정보 표준화 기술 그리고 네트워크 가상화 기술이 관련 있는 것으로 확인되었다.

앞서 실시한 주요 중점기술 결과와 종합적으로 비교해 보았을 때 현재 국내 스마트시티 사물인터넷/사물통신에 대한 기술 중요성은 네트워크 보안기술이 가장 주요한 것으로 확인되었다. 이는 네트워크 보안은 플랫폼, 네트워크 환경, 서비스 환경 등에 모두 사용되는 기술이며 그 활용도가 광범위하다는 것을 반영한 것으로 보인다.

본 연구의 이론적 함의는 다음과 같다.

첫째, 중요기술 도출이 어려운 다양한 융복합 기술로 이루어진 구조에서 정성적 방법론이 아닌 정량적 방법론을 활용하여 기술평가 연구를 진행하였다. 스마트시티의 경우 현재 초기·발전단계이며 다양한 융복합 기술의 결합으로 인해 객관적 중요도 평가가 어려운 실정이지만, 본 연구에서는 정량적 평가방법을 통해 객관성과 신뢰성을 확보하였다.

둘째, 특허에 포함된 기술에 대해 정량적인 지표를 활용하여 스마트시티 세부기술을 평가하였다. 특허를 활용한 대부분의 연구대상이 특허를 포함한 기업, 국가 단위인 점을 고려하였을 때, 본 연구는 그 대상을 스마트시티 세부기술단위로 설정하여 구체적으로 살펴보았다는 것에 차별점이 있다. 그리고 스마트시티 세부기술 관련 특허를 대상으로 연구가 부족한 실정에 대해 특허를 활용한 주요 중점기술을 정리하였다는 것 또한 기존연구와 차별화될 수 있다.

셋째, 상대적 기술 중요도를 평가하기 위해 기술평가 요소 및 특허기술 평가요소에 해당하는 영향평가요인, 성능평가요인을 투입요소로, 가치평가요인을 산출요소로 적용하였다. 이는 정성적 평가로 이루어진 기술평가 요소와 본 연구의 목적에 부합하는 정량적 평가요소의 결합으로 기존 정성적 평가로만 이루어졌던 중요기술 분

석 및 핵심기술 분석과 차별화될 수 있다.

주요 중점기술 및 관련성 분석을 통해 도출된 결과의 실무적 함의는 다음과 같다.

첫 째, 국내의 스마트시티 기술과 우수한 해외 스마트 시티 기술사례에 대한 상대적인 비교를 바탕으로 향후 전략적인 연구개발 전략을 취할 수 있을 것이라 예상된다. 또 매우 복잡한 구조를 가진 스마트시티 산업구조에서 산발적인 기술개발로 인한 질적 수준의 미흡한 실적에 대해 상대적으로 중요한 기술의 새로운 연구개발 방향과 한국형 스마트시티의 기술적 강점에 대한 확인·활용이 가능할 것으로 예상된다. 즉, 국내 스마트시티 기술의 경쟁우위 확보 및 기술 중요도에 따른 연구개발의 우선순위확인을 위하여 스마트시티 사업을 추진하는 기업 및 정부기관에서 전략적인 활용이 가능할 것으로 판단된다.

둘 째, 현재 스마트시티의 기술적 다양성을 고려하여 국내 표준화 연구가 국가연구소 각 부처를 기준으로 유관기관과의 협력을 통해 추진·대응되고 있는 실정에 대해 연관성 있는 기술군을 통한 협력 지원이 가능할 것으로 예상된다. 또 기술 로드맵, 연구개발과제 내 연관과제 분류, 연구개발 평가 시 연관성 확인, 기술 간 상관성 등 기준에 정성적인 전문가 평가에 국한된 것을 정량적인 방법으로 확인할 수 있을 것이라 예상된다.

5.2 연구 한계점

첫째, 정량적 데이터 분석의 한계점이 있다. 본 연구에서는 스마트시티 주요기술들의 세부기술을 확인하고 상대적인 주요 중점기술을 도출하는 데 있어 정량적인 지표들을 사용함과 동시에 세부기술에 해당하는 개별 특허에 대한 가치 측면을 충분히 고려하지 못하였다. 따라서 향후 개별 특허의 가치를 투영할 방법을 제고할 필요가 있다.

둘째, 검색식의 한계가 있다. 정보수집 단계에서 알맞은 정보를 검색하기 위해서는 적합한 검색식이 필요하다. 본 연구에서는 스마트시티 주요기술인 스마트시티 플랫폼, 블록체인, IoT 그리고 융합서비스에 관련된 국내의 보고서들에 등장하는 용어들을 통해 검색식을 작성하였지만, 다양한 기술이 하나의 분야에만 국한된 것이 아닌 융합기술들이 여러 분야에 걸쳐 등장하는 융·복합 산업의 경우 검색식 작성에 어려움이 존재한다. 따라서 추후 타 산업으로의 적용을 위해서는 보다 정교한 검색

식 작성이 요구되며, 이러한 과정을 통해 더욱 적합한 데이터 수집이 이루어져 연구의 질이 향상될 수 있다.

셋째, DEA 분석에 사용되는 투입 및 산출요소는 연구자의 선택에 따라 그 결과가 달라질 수 있다. 본 연구에서 사용한 투입 및 산출요소는 연구목적인 기술적 시장에서의 경쟁력을 평가할 수 있는 기술평가 및 특허기술 평가요소에 기반을 둔 효율성 점수를 사용하여 상대적 중요 중점기술을 도출하였다. 따라서 기술평가 목적에 따라 그 결과가 상이할 것으로 예상되며, 본 연구의 방법 및 결과를 실제로 활용 시 이를 고려할 필요가 있다.

References

- [1] Ahn, Y., "An Empirical Analysis Related on the Patent's Characteristics Difference depending on the Firm's Size and Management Performance in Korea", *Global Business Administration Review*, Vol. 7, No. 1, 2010, pp. 167-184.
- [2] Banerjee, P., Gupta, B. M., and Garg, K. C., "Patent statistics as indicators of competition an analysis of patenting in biotechnology", *Scientometrics*, Vol. 47, No. 1, 2000, pp. 95-116.
- [3] Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol. 39, No. 9, 1984, pp. 1078-1092.
- [4] Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, Vol. 6, No. 2, 1978, pp. 429-444.
- [5] Ernst, H., "Patent Portfolios for Strategic R&D Planning", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 15, No. 4, 1998, pp. 279-308.
- [6] Gerybadze, A. and Reger, G., "Globalization of R&D: recent changes in the management of innovation in transnational corporations", *Research Policy*, Vol. 28, No. 2-3, 1999, pp. 251-274.
- [7] Huang, Z., Chen, H., Yip, A., Ng, G., Guo, F., Chen, Z. K., and Roco, M. C., "Longitudinal patent analysis for nanoscale science and engineering: Country, institution and technology field", *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 5, 2003, pp. 333-363.
- [8] Institute for Information & communication Technology Planning & evaluation, "Weekly Technology Trends- Smart City International Standardization Trends", 2019.
- [9] Jang, H., "A Study on Priority Analysis for Activating the Convergence Smart City Service", *The Korea Contents Association*, Vol. 17, No. 8, 2017, pp. 152-161.
- [10] Jeong, G., "Data maps and research assessments - ignorance prevails when reason falls asleep", *Science & Technology Policy Institute*, Vol. 9, No. 118, 1999, pp. 45-51.
- [11] Joo, E., "Trends in Patent Statistics and Analysis for Geothermal Energy", *The Korean Society for New and Renewable Energy*, 2007, pp. 525-528.
- [12] Jung, H., and Whang, K., "The Technological Competitiveness Analysis of Aircraft-based Industries using Patent Information", *The Korean Operations Research and Management Science Society*, Vol. 25, No. 2, 2008, pp. 111-127.
- [13] KICI, "Telecommunications Industry Trends", 2018.
- [14] Kim, C. and Lee, J., "Technology management for innovation", *VisionPM*, 2008.
- [15] Kim, T., "Smart City, Smart City", *KB Financial Group Management Institute*, 2017.

- [16] Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, "Development of AI-based building design automation technology", 2020.
- [17] Korea Intellectual Property Strategy Institute, "Guidelines for Utilizing Patent Performance Indicators", 2014.
- [18] Korea Intellectual Property Strategy Agency, "Smart City Intelligent Infrastructure/Future Platform Patent Analysis Report", 2019.
- [19] Korea Internet & Security Agency, "Measures to Improve the Legal System for the Promotion of the Internet of Things", 2014.
- [20] Korea Internet & Security Agency, "In-depth Analysis Internet of Things Security Threat Trends", 2014.
- [21] Korea Internet & Security Agency, "Smart City Promotion Status by City", 2015.
- [22] Korea Institute of Intellectual Property, "Development of Intellectual Property Competitiveness and Characteristic Indicators - Development of Characteristic Analysis Indicators of Intellectual Property Portfolio", Infrastructure Basic Research Task Report, 2012.
- [23] Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning, "2018 Technology Level Evaluation for 120 Critical Science and Technology", 2018.
- [24] Kum, Y., Jeon, J., and Seol, H., "A Study on Technological Opportunity Monitoring Using Patents", Korean Institute of Industrial Engineers, 2010, pp. 192-199.
- [25] Lee, H., "Analysis of Security Technology for Internet of things", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 17, No. 4, 2017, pp. 43-48.
- [26] Lee, H., Seol, H., Sung, N., Hong, Y. S., and Park, Y., "An analytic network process approach to measuring design change impacts in modular products", Journal of Engineering Design, Vol. 21, No. 1, 2010, pp. 75-91.
- [27] LG CNS, "Evolution of Smart Platforms for the Advancement of Smart Cities", 2018.
- [28] Mariagrazia Squicciarini, "Measuring patent quality and radicalness: New indicators", OECD Expert Workshop, 2012.
- [29] Mariagrazia Squicciarini, Helene Dernis and Chiara Criscuolo, "Measuring Patent Quality: Indicators of technological and economic value", OECD, 2013.
- [30] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "U-city Activation Support Plan", 2014.
- [31] Ministry of Future Creation and Science, "Standard Performance Indicators for National R&D Projects - Guidelines for Establishing Performance Goals and Indicators", 2013.
- [32] Moon, Y., "How do I value technology?", Industrial Technology Information Service, 2000.
- [33] NIA, "Smart City Development Outlook and Korea's Competitiveness", IT&Future Strategy 2016.
- [34] Park, K., Han, S., Han, H., Kyung, S., Bae, W., and Rhee, Y., "A Study on the Trend of Technology for the Treatment of Oil from Oilsands by Patent Analysis", Clean technology, Vol. 15, No. 3, 2009, pp. 210-223.
- [35] Park, S., "Development of a Categorized Checklist for Valuation of Patent Technology", Korea Institute of Intellectual Property, Vol. 2, No. 1, 2007, pp. 30-56.
- [36] Park, Y., Park, G., Yun, B., Lee, Y., and Jung, S., "A Study on the Methodology

- of Valuation of High-Technology”, *Asian Journal of Technology Innovation*, pp. 175-194, 2001.
- [37] Rue, S., “Industry Forecast-IoT Service based on Blockchain”, *Korean Institute of Information Technology*, Vol. 15, No. 1, 2017, pp. 15-20.
- [38] Statistics Korea, “Indicator Creation Methodology Policy Indicator Design and Utilization”, 2019.
- [39] Seol, H., Lee, S., and Kim, C., “Identifying new business areas using patent information: A DEA and text mining approach”, *Expert Systems with Applications*, 2011, pp. 2933-2941.
- [40] Son, S., “Strengthening competitiveness of basic source technology and patent policy”, *Science and Technology Policy Institute*, Vol. 19, No. 3, 2009, pp. 41-48.
- [41] Telecommunications Technology Association, “Smart City Concept and Standardization Status of Key Convergence Cases in the Fourth Industrial Revolution”, 2018.
- [42] Telecommunications Technology Association, “ICT Standardization Strategy Map-Smart City”, 2019.
- [43] Tseng, Y. H., Lin, C. J., and Lin, Y. I., “Text Mining Techniques for Patent Analysis”, *Information Processing Management*, Vol. 43, No. 5, 2007, pp. 1216-1247.
- [44] Trajtenberg, M., Henderson, R., and Jaffe, A., “University Versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention”, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 5, No. 1, 1997, pp. 19-50.
- [45] Yoon, B. and Park, Y., “A Text-mining-based Patent Network: Analytical Tool for High-technology Trend”, *The Journal of High Technology Management Research*, Vol. 15, No. 1, 2004, pp. 37-50.
- [46] Yoon, N., “Prediction of development strategy through patent analysis of blockchain technology”, *Korea University Graduate School of Engineering & Technology*, 2018
- [47] You, Y., Choi, K., and Jeong, E., “Technology Trend of Smart Clothing: Based on Patent Information Analysis”, *The Korea Contents Society*, Vol. 13, No. 4, 2013, pp. 440-451.

■ 저자소개



Won Jin Kwon

The author obtained a master's degree in information systems from Yonsei University's Graduate School of Information. Major areas of interest include Internet information services and content projects, smart city performance indicators, and civic participation.



Jung Hoon Lee

The author holds a bachelor's degree in electrical engineering from the University of Manchester, a master's degree in information systems engineering, a master's degree in business in London School of Economics, and a Ph.D. in industrial engineering. He is currently a professor at Yonsei University's Graduate School of Information. It participated in a number of projects related to smart cities, IT performance management and governance, and interests include smart city, IT performance management and governance, IoT, big data services, and civic participation.



Nam Jung Lee

The author is a researcher from Yonsei University's Graduate School of Information and Convergence of IoT Services. Areas of interest are IoT, Smart City, IT Security, Smart City Performance Management, and Big Data Services.