



ISSUE PAPER

서울시, 스마트시티 플랫폼 역할 강화로 데이터·SW 포함 관련산업 발전 지원해야



서울연구원
The Seoul Institute

주재욱 윤종진

CONTENTS

01 스마트시티, 신기술 활용해 도시혁신·진화 추구

- 1_스마트시티, 기술중심주의·지속가능성 둘러싼 논쟁
 - 2_중앙정부·서울시, 스마트시티 정책 단계적 시행
 - 3_전세계 스마트시티 70%, 3대 도시문제에 집중
-

02 스마트시티, 인공지능 등 신기술 발현될 플랫폼

- 1_스마트시티 기술, 인프라·데이터·서비스로 구분 가능
 - 2_빅데이터·AI·자율주행 등이 스마트시티 '핵심 기술'
-

03 서울시, 스마트시티의 공간 플랫폼 역할 강화해야

- 1_스마트시티 산업, 도시혁신 유발산업으로 정의 넓혀야
- 2_서울시, 스마트시티 관련 산업의 약 20%가 몰려 '강점'
- 3_플랫폼 역할 강화로 데이터·소프트웨어산업 지원 필요

요약

스마트시티, 빅데이터 등 신기술 활용해 도시혁신 추구

스마트시티는 넓은 의미로 “신기술을 이용해 도시를 개선하고자 하는 모든 작업의 성과”를 말하며, 좁은 의미로 “최근 발달된 디지털 기술(빅데이터, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 스마트그리드, 스마트모빌리티 등)을 활용하여 도시 문제를 해결하고, 환경, 도시재생, 참여 이슈를 다루는 도시혁신작업”을 가리킨다. 스마트시티는 U-시티의 한계를 극복하고 변화한 기술 및 도시 환경에 대응하기 위해 창안되었다. 정부는 ‘제3차 스마트시티 종합계획’을 수립해, 서울시는 ‘스마트시티 서울 추진계획’을 수립해 각각 다양한 스마트시티 정책 프로그램을 추진하고 있다.

스마트시티 관련 산업 약 20%가 서울시에 몰려 ‘유리’

이 연구는 스마트시티 기술을 기반시설기술, 범용기술, 활용기술 그리고 이 중 둘 이상의 산업에 포함되는 공통기술로 구분하고 이를 기반으로 스마트시티 산업을 분류했다. 서울의 스마트시티 산업 규모는 전국 사업체의 20.9%, 고용의 23.4%를 차지해 5분의 1 수준이다. 기반시설에서 소프트웨어(전국 고용의 67.4%)가 가장 크고, 범용 기술에서는 데이터(62.5%) 산업이 가장 크며, 활용기술에서는 자율주행차(21.4%)가 가장 큰 비중을 차지한다. 소프트웨어와 데이터의 비중이 큰 것은 서울시 산업구조의 특성을 반영하고 있다.

서울시, 스마트시티 플랫폼 역할 강화로 관련산업 지원

서울시는 소프트웨어와 데이터를 중심으로 한 스마트시티 산업의 경쟁력을 높이기 위해 노력하면서 인프라 투자와 지역 간 협력으로 취약한 부분을 보완해 나가는 것이 필요하다. 소프트웨어 산업을 위해서는 스마트시티 소프트웨어 사업 정보를 기업들과 공유하고 스마트시티 사업시행자와 개발자들의 접촉을 늘리며, 개발자 양성과정에서 스마트시티 교육을 시행해 개발자들의 스마트시티 이해와 관심을 높이는 것이 필요하다. 또한 스마트시티 사업에서 소프트웨어 활용을 촉진할 수 있도록 공공사업 발주 시 기술적 권고를 포함하는 방법도 고려할 수 있다. 현재 추진되고 있는 서울의 S-Net(스마트 서울 네트워크) 계획과 IoT망 계획은 상대적으로 취약한 제조업에 기회가 됨으로써 서울 산업구조에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

01 스마트시티, 신기술 활용해 도시혁신·진화 추구

1_스마트시티, 기술중심주의·지속가능성 둘러싼 논쟁

인류, 유사 이래 신기술 활용한 도시혁신 노력… 스마트시티는 그중 하나

이 연구의 목적은 스마트시티¹ 사업이 서울 경제에 미칠 영향을 서울의 산업 구조를 중심으로 살펴보는 것이다. 사업에 참여할 수 있는 기업이 속한 산업군을 한국표준산업분류 10차 개정안을 기준으로 추출해 해당 산업에 속한 사업체들이 서울 지역경제에서 얼마만큼의 비중을 차지하고 있는지를 파악할 것이다. 본격적인 연구에 앞서 이 장에서는 우리가 일반적으로 사용하고 있는 스마트시티의 의미와 이를 둘러싼 학계의 이슈를 살펴보고, 현재 중앙정부와 서울시가 추진하고 있는 스마트시티 정책을 소개하고자 한다.

먼저 법에 명시된 스마트도시의 의미는 다음과 같다. 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률(스마트도시법)」은 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」을 2017년 3월에 개정해 만들어졌다. 스마트도시법에 따르면 스마트도시는 “도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시 서비스를 제공하는 지속 가능한 도시”로 정의하고 있다. 또한 스마트도시법은 스마트도시서비스를 “행정·교통·복지·환경·방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스로서 대통령령으로 정하는 서비스”라고 정의하고 있다. 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설에는 지능화된 기반시설이나 공공시설, 정보통신망, 스마트도시 통합 운영센터를 포함한다. 법에 명시된 스마트시티의 정의는 매우 광범위하고 모호하여 도시의 특정한 형태나 속성을 지칭하기가 어렵다. 오늘날 정보통신기술의 활용범위는 매우 넓어져서 거의 모든 기반시설이나 공공시설, 도시 서비스에 널리 활용되고 있기 때문이다.

인류는 유사 이래로 지금까지 꾸준히 그 시대에 새롭게 등장한 기술을 이용해 도시를 개선하려고 노력해 왔다. 국가 도로는 고대 로마 제국이나 페르시아까지 거슬러 올라가며 이후 교통, 통신, 지식, 문화 등 여러 도시 활동에 새로운 기술이 도입될 때마다 도시 규모는 확장되고 기능도 고도화되었다. 스마트시티는 과거부터 계속된, 신기술을 도입해 도시를 혁신하려는 지속적인 시도를 통칭한다. 특히 오늘날은 정보통신이나 디지털 기술이 급격히 발전하여 기술의 성과를 다양한 도시 기능에 도입하려는 시도가 이루어지고 있다. 센서를 이용해 온도, 습도, 방문자 수,

1 ‘스마트시티’와 ‘스마트도시’는 동의어이지만, 일반적으로 정책연구에서는 ‘스마트시티’를 사용하고 법령에서는 ‘스마트도시’를 사용하고 있다. 이 연구는 용어를 ‘스마트시티’로 통일하되, 법 조항을 인용할 때에는 원문을 살려 ‘스마트도시’를 사용한다.

교통량, 위치 정보 등 다양한 정보를 수집한 뒤 이를 디지털 데이터로 변환하고 통계적 방법을 이용해 행동을 예측해 도시 효율을 높이고 삶의 질을 개선할 수 있는 솔루션을 개발하는 일련의 과정은 모두 디지털 기술이다. “스마트”라는 표현은 정확한 기술적 의미를 갖고 있는 것이 아니지만 주로 2010년대 이후에 주목받고 있는 분산처리 방식의 빅데이터 솔루션, 딥러닝 기반의 인공지능, 재생가능 에너지 활용에 적합한 양방향 전력망인 스마트 그리드, 각종 센서와 액츄에이터(Actuator)를 네트워크로 연결한 사물인터넷, 그리고 스마트모빌리티 등 기술적 트렌드를 대변하는 말로 널리 쓰이고 있다. 이에 스마트시티 개념을 창안하면서 스마트 기술의 도시 활용과 더불어 환경문제, 도시재생, 시민과 민간 기업의 참여를 강조하는 최근의 도시계획 흐름을 반영해 스마트도시법이 개정되었다. 요약하면 스마트시티는 넓은 의미로 “신기술을 이용해 도시를 개선하고자 하는 모든 작업의 성과”를 가리키며, 좁은 의미로, “최근 발달된 디지털 기술(빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 스마트그리드, 스마트모빌리티 등)을 활용하여 도시 문제를 해결하고, 환경, 도시재생, 참여 이슈를 다루는 도시혁신작업”을 가리킨다.

그렇다면 오늘날 도시정책으로서의 스마트시티는 어떤 의미를 갖는가. 도시 활동에서 민간의 참여와 자율적 생태계가 점차 강조되고 있는 오늘날에도 신기술을 도시에 적용하는 데에는 많은 난관이 있다. 일반적인 재화나 서비스의 경우 신기술이 도입된 상품은 소비자 개인의 판단에 따라 구매 여부를 결정할 수 있다. 반면, 도시 서비스는 다른 도시로 이사 가지 않는 한은 대체가 불가능하기 때문에 도입되면 개인 의사와 관계없이 전체 시민에게 적용된다. 따라서 검증된 기술이라고 하더라도 이를 새로운 도시 기능으로 도입하기 위해서는 모든 시민이 이해하고 납득할 수 있는 규약(protocol)이 설정되어야 하고 이를 위해 충분한 논의와 합의를 거칠 필요가 있다. 반면, 이런 시민 참여와 민주적 합의에 기초한 스마트시티 기술과 서비스의 도입과정은 눈부신 속도로 발전하고 있는 정보통신 신기술에 비해 지나치게 느리다는 문제점이 있다. 따라서 스마트시티는 신기술에 대한 깊은 이해와 전문성을 바탕으로 강력하고 효율적인 정부 차원의 정책 프레임과 거버넌스를 갖추는 것이 필요하고, 기술의 혁신과 민주적 절차 사이에 절충점을 찾는 것이 중요하다. 이 과정에서 정부는 핵심적인 역할을 하며, 스마트시티 정책은 이런 목표에 따라 도시의 기술적·사회경제적 환경을 고려하여 수립된다.

스마트시티는 기술중심주의, 지속가능성, U-시티와 차이 등 의문 풀어야

스마트시티를 둘러싼 다양한 논쟁 중 먼저 유비쿼터스도시(U-시티)와 스마트시티의 차이점을 알아보기로 한다. U-시티와 스마트시티는 건설기술과 정보통신기술(ICT)의 융합이란 점에서 공통점이 있다. 다만 정보통신기술의 발전과 시대적 요구가 변화한 만큼 그 세부적인 의미는 차이가 있다. 먼저 U-시티는 건설과 ICT를 융합하여 지능화된 인프라를 구축하는 것이 핵심인 반면, 스마트시티는 기존 인프라를 지능화하는 것에 더해 ICT를 활용한 도시문제의 해결과 신산업의 육성을 포함하고 있다. 플랫폼의 형태도 차이가 있다. U-시티 단계에서는 플랫폼에 대한 논의가 지금처럼 진전되지 않았기 때문에 개별 서비스 단위의 폐쇄형 플랫폼의 형태를 띠고 있었다. 반면, 스마트시티는 민간, 공공, 시민 간 공유와 활용을 위한 개방형 플랫폼을 추구한다. 대상

범위도 확대되었다. U-시티가 다루는 대상은 교통, 방법/방재 등 도시관리기능에 집중되어 있었지만 스마트시티는 환경, 고용, 교육, 행정 등 더 다양한 분야에 적용하는 것을 목표로 한다. 재원조달방법에도 차이가 있다. U-시티는 택지개발 사업비와 중앙정부·지자체 예산을 재원으로 하지만, 스마트시티는 여기에 민간기업의 예산도 활용할 수 있는 길을 열었다. 대상 공간도 U-시티는 신도시를 중심으로 하고 있지만 스마트시티는 신도시, 기존도시, 쇠퇴도시에 모두 적용한다는 방침을 명시하고 있다. U-시티법이 제정된 뒤 시간이 지나 ICT가 더욱 발달하면서 기술적 성능과 적용 범위가 한층 높아진 결과, ICT를 활용해 더 다양한 도시 문제를 해결하는 것이 가능해졌고, 서비스와 도시재생에 관심이 커짐에 따라 스마트시티는 U-시티와 차별화된 특성을 부여받게 되었다.

[표 1] U-City와 스마트시티

구분	U-City	스마트시티
핵심차이	건설-ICT 융합인프라 투자 (지능화된 인프라의 구축)	ICT기술을 활용한 도시문제 해결 (기존 인프라의 지능화와 신산업육성)
플랫폼	개별 서비스 단위의 폐쇄형 플랫폼 (첨단 ICT기술을 각각 활용)	민간-공공-시민 간 공유 및 활용을 위한 개방형 플랫폼(플랫폼의 연계와 지능화)
대상	교통, 방법/방재 등 도시관리기능	환경, 고용, 교육, 행정 등 확대
제도	유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률(~'17)	스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률('17~)
재원	택지개발 사업비, 중앙정부 + 지자체 예산	중앙 + 지방 + 민간기업 예산
대상공간	신도시, 기존 도시(일부)	신도시 구축지역, 기존 도시, 쇠퇴 도시

주: 백남철(2017)과 이재용 외(2018)의 연구를 참고하여 저자 재구성

다음으로, 스마트시티의 기술중심주의를 둘러싼 논쟁이 있다. 스마트시티 논의 자체가 ICT의 발전으로 시작된 만큼 스마트시티는 ICT에 많이 의존하고 있다. 여기서 “스마트시티에 도시는 없고 기술만 있다”는 비판이 있다. 스마트시티 논의가 수면 위로 떠오르면서, 발달된 기술만 있으면 마치 모든 도시 문제가 해결될 수 있는 것처럼 이야기하고 정작 도시의 본질은 외면하고 있다는 지적이다. 스마트시티와 관련된 최근의 논의들을 보면 이런 비판이 어느 정도 타당성을 갖는다. 실제로 스마트시티 정책과 사업들은 새로운 기술을 도입하거나 서비스를 제공할겠다는 구상이 많지만 도시 자체가 생명력을 가지고 성장하고 진화한다는 사실은 간과하고 있는 것으로 보인다. 스마트시티가 성공하려면 과거 U-시티가 한계를 노출했던 배경에 도시를 물리적 관점으로만 보려고 했다는 비판이 있었음을 기억해야 한다. 스마트시티 서비스에 인공지능이 도입될 때는 기술 자체가 도입되는 것에만 집착할 것이 아니라 축적된 데이터로 도시의 사회적 지능이 제고되고 이것이 도시의 진화 방향과 밀접한 연관을 갖는다는 사실을 아는 것이 중요하다. 스마트시티 솔루션을 통합하는 과정에서 톱다운(Top-down)과 보텀업(Bottom-up) 중 어떤 방식을

사용할 것인가도 중요한 쟁점 중 하나이다. 기본적으로, 도시정책은 시민 참여의 중요성이 갈수록 강조되면서 일관되게 톱다운에서 보텀업으로 이행하는 방향성을 갖고 있었다. 그러나 스마트시티에서는 톱다운 방식의 솔루션 개발도 여전히 유효하다. 톱다운 방식은 기술 패러다임이 현재 불확실한 상황에서 도시 인프라의 공공성을 확보하면서 도시 전략을 어떻게 기획할 것인가의 문제에 관심을 갖고 있다. 스마트시티에는 기본적으로 매우 큰 규모의 예산이 소요되는 사업이 많기 때문에 큰 예산을 효율적으로 집행해 사업을 성공시킬 수 있는 종합적인 기획이 중요하다. 다만 오늘날의 스마트시티는 필요한 예산을 모두 공공이 조달할 수는 없기 때문에 혁신적인 제도 개선으로 민간의 참여를 유도하고 공공재 성격의 통합 플랫폼을 구축하는 것이 필요하다. 이와 대조적으로 보텀업 방식은 현재 안고 있는 문제를 어떤 적정 기술로 해결할 수 있는지 방법을 찾아 나가는 것으로, 데이터 수집가, 민주적 참여자·문제해결사를 포함한 시민 참여와 거버넌스 문제가 중요하다. 결국 시민 참여 기반의 개방형 혁신생태계를 구성하는 것이 방향이고, 실제로 리빙랩과 스타트업들이 여기에 해당한다고 할 수 있다. 톱다운 방식과 보텀업 방식은 개별 솔루션을 어떻게 하나로 묶을 것인가의 관점에서 최종 목표가 비슷하다.

스마트시티의 지속가능성을 둘러싼 논쟁은 공공성과 경제성 중 어디에 우선순위를 둘 것인가의 논쟁이기도 하다. 도시가 공공성을 갖는 것은 필수이지만 많은 사람은 스마트시티가 지속가능하기 위해 경제성도 갖추기를 바랐다. 그리고 스마트시티에서 파생된 각종 서비스들이 생산성 향상에 기여하고 온-오프라인에서의 경제활동을 활성화시키는 데 이바지할 수 있으니 경제성을 갖춘 스마트시티가 가능하리라는 기대가 있었다. 그래서 사업에 참여한 민간사업자들이 수익을 얻을 수 있는 기회를 제공함으로써 경제성을 갖는 스마트도시를 마련해 보고자 했다. 그러나 스마트시티는 투자규모가 크지만 사업기간은 길어 기본적으로 경제성이 낮은 사업이다. 이에 따라 중앙정부는 기술을 표준화하고 수출모델을 개발하기 위해 노력하고 있지만 초기 시장형성은 여전히 어렵고 비즈니스 모델의 개발도 성과가 미진하다. 이는 앞으로 스마트시티 사업을 추진하면서 계속 논의해야 할 문제이다.

2_중앙정부·서울시, 스마트시티 정책 단계적 시행

중앙정부, 2019년 U-시티 단점 보완한 '제3차 스마트시티 종합계획' 발표

국내 스마트시티 정책은 2003년부터 2016년까지 있었던 U-시티와 그 이후 지금까지 기간에 해당하는 스마트시티로 단계적 구분이 가능하다. U-시티는 신도시 등 택지개발사업 때 인프라 구축 중심으로 추진되며 기반시설의 효율적 운영과 고도화를 목적으로 진행되었다. 기반시설 조성비와 개발이익을 활용해 도시통합운영센터, 자가통신망, 지능화된 시설 등 첨단 인프라를 구축하는 형태였다. 따라서, 택지개발사업의 성패에 따라 U-시티 사업의 성과가 결정되었다.

U-시티는 2010년 이후 택시개발사업을 지양하는 국가도시정책의 변화와 함께 쇠퇴하였다. U-시티는 공공의 한 방향 접근으로 시민의 체감이 낮고, 민간의 참여가 저조했다. 신시가지 개발에 지능화된 인프라를 구축하는 것이 주된 목적이다 보니 기존 도시의 서비스 발굴과 확산이 부족했다. 건설 인프라 구축 중심으로 추진되어 민간의 참여가 영세할 수밖에 없었고 산업의 확장에도 어려움이 있었다.

이런 과거의 경험을 바탕으로 정부는 2019년 6월 1차와 2차 유비쿼터스도시 종합계획을 계승하면서 U-시티에서 지적되었던 문제점을 보완하고 새로운 기술 트렌드와 정책 환경을 반영한 '제3차 스마트시티 종합계획'을 발표하였다. 3차 계획의 주요 전략은 ① 도시성장 단계별 접근, ② 스마트시티 확산 기반 구축, ③ 스마트시티 혁신 생태계 조성, ④ 글로벌 이니셔티브 강화 등이다. 이 계획에 따르면 서울은 주로 테마형 특화단지, 스마트시티 챌린지, R&D 및 규제완화 부문에서 적용이 가능하다. 테마형 특화단지는 지역 특화 서비스를 발굴하고 접목하는 것을 지원하는 것으로, 매년 4개소의 마스터플랜 수립을 지원하고, 우수한 지자체는 차년도 조성사업비를 지원한다. 2019년에는 서울 성동구의 종합교통정보서비스가 선정되어 120만 제곱미터 규모의 사업에 총 40억 원을 지원받았다. 스마트시티 챌린지는 민간기업과 지자체·시민이 함께 솔루션을 발굴하는 방식으로, 기업의 적극적 참여와 투자 유도를 위해 '지자체+기업'단위로 공모하는 방식을 도입했다. 또한 스마트시티 챌린지는 신기술·서비스 접목을 위해 '규제 샌드박스'를 활용할 수 있는데, 규제 샌드박스는 현재 법 개정을 추진 중이다. 그밖에 2019년 스마트시티 챌린지에 선정된 지자체는 [표 2]와 같다.

[표 2] 2019년 스마트시티 챌린지

지자체	참여기업	주요내용
광주광역시	클로스퍼 등 9개사	블록체인 기반 데이터·리워드 플랫폼
대전광역시	LG CNS·KT 등 10개사	주차 공유 및 연계 서비스 사업
인천광역시	현대자동차 등 3개사	수요응답형 교통시스템 실증
경기도 부천시	한전KDN 등 10개사	e-모빌리티 서비스를 통한 주차난 해소
경기도 수원시	삼성전자 등 11개사	5G 기반 모바일 디지털 트윈 구축
경상남도 창원시	LG CNS 등 3개사	산업단지 연계 스마트시티 조성

주: 국토교통부, 2019

스마트시티 챌린지는 향후 민간 또는 지자체 제안 사업으로 구분되고 도시-단지-솔루션 단위로 재편될 예정이다. 특화도시(대)와 특화도시(중)은 민간제안으로 하고, 지자체는 스마트 놀이터 및 스마트 건물목 등 특화솔루션(소)을 지원한다. R&D는 2018년부터 2022년까지 5년간 1,287억 원 규모의 1개 기술개발과 2개 실증과제로 구성되어 있다. 실증과제는 대구와 시흥이며 서울시는 추후 R&D 결과를 반영해 플랫폼 고도화 기술 개발을 추진한다. 스마트도시법이 개정됨에 따라 도시 규제가 일부 완화되었는데 특히 서울은 자가망 구축계획과 연계가 가능하다. 규제완화의 주요 내용을 살펴보면, 사업은 사업면적의 제한 규정이 폐지되었고 민간제안 사업이나

민·관이 합동으로 추진하는 사업이 가능해졌다. 서비스 부문에서는 비영리·공익 목적으로 자가망을 확대하고자 할 때 지자체 간 연계가 허용이 된다. 진입규제와 관련한 개선도 있다. 공공 소프트웨어 사업에는 대기업의 진입이 허용되고, 사물인터넷 사업에도 스타트업의 참여가 가능해진다. 또한 민관합동법인(SPC: special purpose company) 시행자도 범위를 확대하기로 했다.

서울시, 2019년 6대 분야 18개 전략과제 담은 ‘스마트시티 추진계획’ 발표

서울시는 2018년 3월 ‘스마트시티 서울 전략계획 수립계획’을 발표하고 이어 2019년 3월 ‘시민의 삶을 바꾸는 스마트시티 서울 추진계획’을 발표해 서울의 스마트시티 개발을 위한 로드맵을 확정했다. 추진계획은 행정·교통·안전·환경·복지·경제 등 6대 분야 18개 전략과제로 구성되어 있으며, 구체적인 내용은 [표 3]과 같다.

[표 3] 스마트시티 서울 추진목표와 정책과제

분야	추진 목표	정책과제
교통	·교통사고 사망자 167명(17) → 21명(21) ·IoT기반 공유주차 3,000면 (22)	·미래교통 혁신 ·스마트 주차 ·스마트 대중교통
안전	·강력범죄 건수 311건(17) → 200건(21) ·노후 공공인프라 상시 모니터링 42개(17) → 102개(21)	·안전 사각지대 해소 ·스마트 화재 예방 ·스마트 인프라 관리
환경	·탄소배출량 49,445톤(05) → 37,100톤(20) → 29,600톤(30) ·태양광 미니발전소 96천 가구(17) → 1,004천 가구(22)	·스마트 도시관리 ·대기질 및 수질 개선 ·지역특화 스마트도시 조성
복지	·홀몸어르신 돌봄 서비스 2,800가구(18) → 12,500가구(22) ·대중교통 공공 와이파이 설치율 4,137대(18) → 12,771대(20)	·사회적 약자 지원 ·스마트 헬스케어 ·와이파이 소외 없는 서울
경제	·스마트시티 펀드 5백억 원(18) → 2천5백억 원(22) ·스마트시티 스타트업 지원 연간 300개	·스마트시티 기업 지원 ·스마트시티 산업 생태계 지원 ·스마트산업 육성
행정	·IoT 도시데이터 센서 5만 개(22) ·공공빅데이터 저장소 3Peta Byte(21)	·데이터 기반 스마트시티 ·지능형 정부 혁신 ·스마트서울 거버넌스

주: 서울특별시, 2019

서울시는 스마트시티 정책의 주요 사업으로 IoT 도시데이터 센서 5만 개를 설치하고, 스마트서울 네트워크(S-Net) 추진 계획에 따라 공공 와이파이 및 IoT망을 구축하며, 지역특화 스마트도시를 조성하고 데이터 거버넌스 기반의 빅데이터 통합저장소를 구축하는 사업을 추진하기로 했다. S-Net은 자가통신망 구축, 공공 와이파이 조성, 사물인터넷망 구축으로 스마트시티를 지원하기 위한 인프라 사업이다. 자가통신망 구축은 서울시에 산발적으로 구축된 기존 자가망(2,883 km)을 통합·연계하고 신규 통신망(1,354km)을 설치하는 것이다. 기관별로 구축된 자가망을 이용해 효율성을 높이고 따릉이, 노후경유차량, 버스도착정보 등 이동통신사망을 이용한 서비스도

자가망으로 전환한다. 자가망은 기존 4개 분야에서 스마트도시 19개 분야로 활용 범위가 확대됨에 따라 미래 스마트시티 서비스에 공공재로 활용될 가능성이 더욱 커지고 있다.

서울 도시데이터 센서(S-DoT)는 S-Net의 IoT망을 활용해 서울 전역에 센서 기반의 도시데이터를 수집·유통·활용하는 체계를 구축하는 인프라 사업으로 공공 와이파이와 병행해 추진된다. 미세먼지, 기온, 습도, 풍향, 풍속, 조도, 자외선, 소음, 진동, 방문자 수 등 각종 도시현상 데이터를 수집하고 수집된 데이터는 열린데이터광장 및 디지털 시민시장실 등을 통해 제공된다. S-DoT는 향후 서울의 도시인프라로 관리·운영하고, 민간 기업도 규격에 맞는 센서를 제작해 필요한 데이터를 수집하고 활용할 수 있도록 제작·센서·접속 규격을 공개해 민간·공공 누구나 이용할 수 있는 IoT 공용망으로 발전시킬 계획이다. 또한 2022년까지 2,500개의 센서를 설치할 예정이다. 센서는 2~4m 사이 높이의 CCTV 지지대나 가로등을 활용하며, 데이터 수집의 정책적 효과가 높은 대중교통 차고지, 방문객 집적지, 대형공사장 등에 추가로 설치하고자 한다. 공공빅데이터 통합저장소는 2019년부터 2021년까지 3년간 약 289억 원의 예산을 투입해 공공데이터를 통합 관리하는 거버넌스 체계이다. 이에 따라 서울시는 빅데이터통합저장소(데이터레이크2)를 구축하고 서울시 모든 공공데이터의 접근과 수집으로 데이터를 통합적으로 제공한다. 1차연도는 빅데이터통합저장소 설계 및 구축과 교통·시설/안전·환경·스마트도시 분야의 정형 및 반정형 데이터 수집 통합을 수행한다.

실증 사업은 ICT기술로 도시문제를 해결하는 ‘스마트시티 특구’를 지정해 신기술과 서비스를 실증·상용화할 수 있도록 지역을 지정하는 것이다. 스마트시티 특구는 2019년에 성동구·양천구를 최초로 지정하고 3년간 36억 원의 예산을 투입한다. 서울시는 통신망과 데이터 관리 시스템을 지원하고 자치구는 주민·전문가 의견을 바탕으로 사업을 추진·관리하는 것으로 역할을 분담한다. 성동구는 보행사고 방지를 목적으로 빨간불에 보행자가 움직일 경우 센서가 작동해 경고를 하는 스마트 횡단보도를, 양천구는 고독사 방지를 목적으로 실내 전력사용량을 감지해 전력사용량 변동이 없을 경우 사회복지사에게 내용이 전송되는 스마트 플러그를 각각 제안했다.

그밖에 마곡을 ‘스마트시티 시범단지’로 지정하고 5개 리빙랩 프로젝트를 진행하기로 한다. 이는 기업이 신기술을 개발하고 사용자와 시민·전문가가 프로젝트에 참여해 기술을 실증하는 것이며, 1) 시각장애인의 편리한 보행과 물건 구매를 돕는 앱, 2) 지역의 냄새 데이터를 지도로 구축, 3) 아파트 화재감지 앱, 4) 자율주행로봇 배송 서비스, 5) 전동킥보드 전용 스테이션으로 구성되어 있다.

3_전세계 스마트시티 70%, 3대 도시문제에 집중

해외 스마트시티는 주요 도시문제, 경제·사회·문화·환경에 따라 다양한 접근

2014년 기준 전 대륙에서 600여 개의 스마트시티 프로젝트가 진행 중이며, 최근에는 5G의 등장과 중국·인도 등의 대규모 투자를 동반한 프로젝트가 발표됨에 따라 선진국 및 글로벌 기업의 관심이 늘어나고 있다(이재용 외, 2015). 특히, 전 세계 프로젝트 가운데 중국·미국·일본·유럽·한국의 비중이 84%에 달하며, 전체 프로젝트의 약 70%가 에너지·교통·안전 등 3대 도시문제에 집중되어 있다(조영태 외, 2018).

스마트시티에 접근하는 방식은 도시가 직면한 문제가 무엇인지, 그리고 도시화가 얼마나 진행되었는지에 따라 다른 양상이다. 선진국은 에너지 등 기후변화의 대응을 위해, 개발도상국은 급격한 도시화에 따른 폭발적인 인구증가에 따른 도시문제 해결과 신산업 육성을 위해 각각 스마트시티 개념을 활용한다. 대륙별 차이를 보면, 아시아는 국가경쟁력 강화를 위한 공공 주도의 톱다운 방식이 선호된다. 반면, 유럽은 시민 참여의 중요도가 더 높아 보텀업 방식으로 인간 중심의 관점이 우선된다. ICT를 활용해 사회·문화·환경 분야에서 시민이 도시문제를 인지해 해결할 필요성을 제기하면 시민·공공·민간이 함께 솔루션을 개발하는 리빙랩³이 대표적이다. 미국은 스마트시티 관련 기술개발 경로를 토대로 스타트업을 중심으로 민간이 주도한다.

암스테르담: 시민참여 기반 리빙랩 프로젝트로 열린 스마트시티 생태계 구성

네덜란드 암스테르담은 1993년 디지털시티를 거쳐 2006년 '지속가능한 발전을 위한 환경도시 계획'을 기초로 유럽연합(EU) 가운데 가장 먼저 암스테르담 스마트시티(Amsterdam Smart City)를 추진하였다. 암스테르담 스마트시티를 한마디로 말하면 리빙랩으로 대표되는 시민참여다. 시민·민간(스타트업)이 주도적으로 도시문제 해결에 관한 아이디어, 제품, 서비스를 제안하고, 프로젝트로 추진되는 방식이다. 암스테르담 스마트시티 오픈플랫폼에서는 인프라·기술, 에너지·물·쓰레기, 교통, 순환도시, 거버넌스·교육, 시민과 생활 등 6개 주제의 프로젝트 200여 개가 진행 중이다. 특히, 정부(14.2%)·기업(40.1%)·스타트업(14.9%)·연구기관(13.9%)·재단(4.6%)으로 구성된 민간주도형 리빙랩을 진행하여 프로젝트가 시민과 사회가 자연스럽게 받아들이기 때문에 실험 장벽이 낮은 수준이다. 프로젝트의 대부분은 해커톤을 통해 만들어진다. 또한 시민이 온라인에 아이디어를 제시하고 추천 수가 높을 경우 지자체가 이행할지 여부를 공식적으로 논의하게 된다. 그밖에 시티 데이터 포털을 이용해 암스테르담의 공간, 교통, 환경 등 가능한 모든 데이터를 수집해 오픈데이터 소스로 제공하고 있으며, 매주 데이터 랩(Data Lab)을 활용해 데이터 전문가와 관심 있는 시민이 모여 지속적인 모임을 갖고 있다. 시민참여를 위한 다양한 접근 방법이 스마트시티 추진의 동력이 되고 있다. 대표적인 리빙랩 프로젝트로 시티젠, 비콘마일,

3 사용자의 참여와 현장지향성을 강조하며 '살아있는 실험실'로 일컬어지고 있다.

스마트루프 2.0, 솔라로드, 디엣지 등이 소개되고 있다.

[표 4] 대표적인 암스테르담 스마트시티 프로젝트

리빙랩	주요 내용
시티젠 (City-Zen)	각 주택 지붕에 태양광 패널을 설치해 자체적으로 전기를 생산하고 소비, 잉여전력은 집에 설치된 배터리나 지역 저장소에 보관
비콘마일	암스테르담 중앙역에서 시작해 마리네테레인(marineterrein)까지 약 3.4킬로미터 구역에서 시민이 스마트폰을 이용해 각종 비콘기술을 체험하는 실험실
스마트루프 2.0	건물 옥상에 빗물을 저장한 후 센서를 이용해 자동으로 식물에 물을 주는 프로젝트 → 한여름 수증기를 통해 건물 온도를 낮추는 역할과 어떤 식물이 기후변화에 따른 홍수·폭염에 적합한지 실험
솔라로드	길이 70m 및 폭 3.5m의 자전거도로에 태양광패널을 설치 → 친환경에너지 생성
디엣지	친환경에너지로 자금자족하기 위한 스마트빌딩 건립

주: 대한무역투자진흥공사(2019)와 고영태(2019.05) 재구성

뉴욕: 민간기업의 적극 참여 유도해 협업관계 형성하고 데이터 기반도 구축

미국은 2015년 스마트시티 이니셔티브(백악관)를 발표해 연방정부 차원의 스마트시티 논의가 비교적 최근에 이뤄졌지만, 뉴욕은 과거부터 도시계획 및 과학기술 전문가들에게 스마트시티로 인식된 도시다(장지인 외, 2017). 뉴욕은 특히 데이터의 수집, 공유, 분석 등 서비스와 인프라를 통해 시민이 체감할 수 있도록 디지털 혁신을 위한 기반을 다지고 있다.

대표적 스마트시티 사업은 2014년 모든 시민에게 보편적인 인터넷 접근을 목표로 시작한 LinkNYC다. LinkNYC는 민간 사업자가 공중전화 부스에 키오스크와 와이파이를 설치하고, 뉴욕시로부터 광고 허가를 받는 민간사업자 중심의 공공서비스다. 55인치 대형 스크린을 활용해 인터넷에 접속할 수 있는 무료 서비스를 제공하는 것이다. 민원과 긴급전화도 가능해 다방면으로 활용된다. 특히, 광고와 함께 뉴스, 날씨, 각종 행사 등 도시의 여러 정보를 제공해 도시 내 게시판으로 활용되기도 한다. 뉴욕 5개 자치구에 1,800여 개가 설치됐으며, 500만 명 이상의 사용자와 한달 평균 10억 건 이상의 접속이 이뤄진다.

뉴욕은 도시 데이터의 생성 및 수집, 그리고 공유에도 적극적이다. 뉴욕은 2003년부터 비응급 민원을 처리하기 위해 311 서비스를 제공하고 있었지만, 40개 이상의 콜센터가 분산되며 통합적으로 운영되고 있지 않았다. NYC311은 민원을 한 부서로 통합·관리하고 문자 서비스, 웹사이트, 모바일 앱 등 다양한 정보통신기술을 활용해 뉴욕시민이 접근하기 쉽게 만들었다. 하루 약 26만 건의 민원이 접수되는데 이를 데이터베이스로 만들어 대학이나 기업에 제공하고 있다. NYC311은 직접 데이터를 분석하기보다 개인정보보호와 관련된 정보를 지우고, 각 전문기관에 맡겨 민간과의 효율적인 협업체계를 구축하고 있다.

2012년 블룸버그 시장은 뉴욕시의 데이터를 공개하는 Open Data Law에 서명하며 데이터의 공유와 관리에도 힘쓰고 있다. 시장 직속으로 데이터 공유를 담당하는 MODA(Mayor's Office

of Data Analytics)는 NYC311 등 100개 기관으로부터 수집한 개인정보를 제외한 데이터를 가공해 NYC Open Data에 제공하고 있다. 수집되는 데이터는 보행자 및 교통량, 에너지 생산 및 소비, 주민 건강 상태 등 다양하다. 도시 데이터의 분석은 뉴욕시 자체뿐만 아니라 뉴욕대, 구글, 시멘스 등 대학 및 민간기업과 협력으로 이뤄진다. 대표적인 커뮤니티의 프로젝트는 2012년부터 시작된 Urban Informatics의 계량화 커뮤니티다. 도시환경의 역동성을 파악하고자 빅 데이터 분석을 위한 다양한 센서 기술을 이용한 연구가 진행 중이다.

뉴욕은 스마트시티의 기반인 데이터를 중심으로 민간의 적극적인 참여와 협력을 유도해 지역 기반의 혁신생태계를 구성하고 있다. 뉴욕시 자체도 다양한 정보를 전문성 있고 쉽게 시민에게 전달하지만, 민간단체·학교·기업 등 민간도 비즈니스를 넘어 뉴욕시민을 위해 도시문제를 해결할 수 있는 생태계에 참여하는 특징이 있다.

토론토: 구글과 파트너십 맺어 민간 중심 스마트시티 테스트베드 조성 예정

토론토는 구글 사이드워크 랩스(Sidewalk Labs)와 파트너십을 구축해 방치된 수변공간에 IT기반의 스마트시티를 추진 중이다. 해당 지역은 1990년대 초 주택 개발사업이 좌초되고, 2008년 올림픽 인프라로 활용하려 했지만 백지화돼 산업쓰레기 폐기장으로 사용되며 방치된 지역이다. 토론토시와 구글은 기존 시가지가 아닌 새로운 공간에 IT기술을 접목한 도시공간을 새롭게 조성하여 스마트시티 기술의 테스트베드를 구축할 예정이다. 특히, 프로젝트의 초기 자금 약 560억 원을 구글에서 투입해 자율주행, 쓰레기 수거, 에너지 및 교통시스템 등 여러 첨단기술을 테스트할 예정이다. 다만 2018년 스마트시티를 건설해 새롭게 생산되는 데이터의 소유권과 개인정보 보호 문제를 둘러싼 논란이 발생하고 있어 앞으로 여러 난관이 남아있다.

후지사와시: 파나소닉 등 19개 기업과 민관합동법인 설립해 거버넌스 구성

일본 후지사와시는 100년간 지속가능한 스마트타운 조성을 목표로 파나소닉 등 민간기업과 사업의 기본 계획을 협력적으로 수립해 '저탄소 사회 구축을 위한 환경공생형 도시 만들기 추진 지구'를 설정하고 제도 근거를 마련했다. 스마트타운은 과거 파나소닉의 TV공장이었지만 '파나소닉이 생활 속에서 에너지를 가져온다'는 슬로건 아래 재개발 프로젝트가 진행된다. 기존 주거단지와 비교해 탄소배출 70% 저감, 물 사용량 30% 감축, 신재생에너지 30% 이상 등 스마트타운의 각 지표를 설정하고 일본 국토교통성·환경성 등 중앙정부로부터 각종 사업에 선정된다. 이때 민관합동법인 파나소닉을 중심으로 한 19개 민간기업과 후지사와시가 함께 'Fujisawa SST Management와 Committee'를 설립해 시민들의 스마트시티 서비스의 건설과 운영을 위한 거버넌스를 구성했다.

항저우: 알리바바와 협력관계 구축해 교통·모바일결제 등 인공지능 적극 활용

항저우는 중국 335개 도시 중 인터넷+사회서비스 지수가 가장 높은 도시일 만큼 첨단 스마트도시로 인식되며, 그 배경엔 중국 최대 전자상거래 기업인 알리바바(Alibaba)가 있다. 인구 9백만 명에 달하는 항저우시는 알리바바 본사가 있으며 교통 체증 문제를 해결하기 위해 알리바바와 2016년 협력관계를 구축했다. 그리고 2017년 알리바바 클라우드 기반의 '시티브레인(City Brain)'을 발표했는데 IT기술과 시스템을 도시관리에 추가하는 것을 넘어 도시 발전의 근본적 문제를 해결하는 하나의 인프라로 도입하는 것이 주요 내용이다. 그리고 2018년 '시티브레인 2.0' 계획을 발표해 데이터 기반의 도시 공공자원을 최적화하는 구조(도시정부 모델, 도시 서비스 모델, 도시산업 개발)로 나아가고 있다. 항저우시의 스마트시티는 공기업이 주도하지만 민간 기업의 참여가 절대적이다. 항저우 택시 가운데 98%가 모바일 결제가 가능하고 95%의 슈퍼 및 편의점에서는 알리페이를 사용할 수 있다. 데이터가 핵심자산인 이상 알리바바와의 협력관계는 불가피하다. 시티브레인은 5개 분야(차량 경로, 센서, 카메라, 지도, 통신사)에서 13개 데이터를 수집한다. 첫 도입 당시 항저우시의 도로 평균 통행시간은 15.3%, 고속도로 평균 통행시간은 4.6분, 구급차 출동시간은 절반 이상 감소 등 성능을 보였다.

교통은 시티브레인의 대표적인 서비스다. 교통 상황 파악과 교통 사건 신고처리, 신호등 통제 등을 수행하며 단순히 교통흐름을 원활히 하는 것을 넘어 교통정책 수립에 활용할 여지가 있다. 항저우 구급센터와 연결되어 구급차가 출동하면 최적경로를 산정해주고 신호등을 제어해 현장에 도착하는 시간을 절반 수준으로 단축하는 것이 대표적인 서비스다. 그뿐만 아니라 모바일 앱을 개발해 민원·정책홍보·교통정보 조회 등 시민이 쉽게 접근해 체감할 수 있으며, 모바일 결제 서비스인 알리페이는 정부업무, 차량, 의료 등 60여 종에 달하는 서비스를 이용할 수 있다. 항저우시의 스마트시티 원동력은 알리바바라는 저력 있는 기업과 국가 및 지역정부의 적극적인 참여이다.

기술 넘어 리빙랩·데이터 생태계·민간협력 포함 다양한 이해관계 고려할 필요

스마트시티는 기술로 발현되었지만, 해외사례에서 보았듯 도시에 적용하기 위해선 시민참여 기반의 리빙랩, 데이터 생태계, 민간협력 등 다양한 이해관계가 고려돼야 한다. 암스테르담과 같이 시민의 적극적 참여 과정보도 필요하며, 뉴욕처럼 데이터를 바라보는 행정의 인식 전환도 필요하다. 기성시가지를 대상으로 한 스마트시티와 새로운 스마트시티를 건설하는 것은 다른 일이다. 그리고 민간과 어떻게 협력할지에 관한 거버넌스 문제는 효율적인 추진을 위해 반드시 고려되어야 한다. 인구 천만 도시인 서울은 그 규모만큼이나 교통·환경·사회 등 도시문제도 다양하고, 스마트기술이 적용될 공간은 쪽방촌부터 아파트까지 공간의 스펙트럼이 넓다. 서울시는 스마트시티에 접근할 때 공간, 도시문제, 이해당사자 등 여러 요인을 고려해 다양성을 지녀야 한다.

02 스마트시티, 인공지능 등 신기술 발현될 플랫폼

1_스마트시티 기술, 인프라·데이터·서비스로 구분 가능

스마트시티 기술은 드론 등 도시 플랫폼 속에서 활용 가능한 기술의 총칭

4차 산업혁명 위원회는 스마트시티가 도시 플랫폼으로서 가져야 할 기술을 인프라, 데이터, 서비스로 구분하고 있다. 먼저 인프라는 스마트시티 서비스 제공에 필요한 다양한 도시정보를 측정하고 전송하는 기술을, 데이터는 수집된 정보를 서비스 목적에 맞게 활용할 수 있도록 최적의 형태로 변경 또는 처리하는 기술을, 서비스는 가공된 정보를 도시민이 활용할 수 있도록 제공하는 기술을 의미한다. 세 가지 기술을 종합해보면 도시에서의 물리적·사회적 활동을 감지하고(센싱) 데이터화하여(디지털화) 공유하고(정보유통) 의사결정(활용)하는, 즉 도시를 최적화하는 과정이라고 볼 수 있다. 4차 산업혁명 위원회는 지능형 인프라뿐만 아니라 자율주행, 드론, AR/VR, 지능형로봇 등 미래 기술을 활용한 서비스가 비용효율성뿐만 아니라 생활편의성/도시경쟁력/안전·포용성/지속가능성의 도시가치를 추구한다는 점에서 스마트시티 기술을 도시라는 플랫폼 속에서 활용할 수 있는 모든 기술로 바라보고 있다.

【표 5】 스마트시티 기술의 구분

구분	설명		ICT 기술
공통기술	지속가능한 스마트시티 정의, 운영모델, 실행지침, 참조구조 스마트시티에서 제공하는 서비스와 삶의 질에 대한 성숙도 수준 및 평가지표 스마트시티 통합 관제 및 상호운용이 가능한 플랫폼의 구조, 데이터 및 정보모델		
인프라	스마트시티 서비스 제공에 필요한 다양한 도시정보를 측정하고 전송하는 기술	유·무선망, 센서망 등 통신인프라, GIS/LBS 등 공간정보 인프라 기술	5G, IoT, WLAN/WPAN, SDN/NFV, 미래네트워크
데이터	수집된 정보를 서비스 목적에 맞게 활용하기 위해 최적의 형태로 변경 또는 처리하는 기술	IoT·빅데이터 등 데이터 기반 도시 운영 기술	인공지능, 블록체인, 차세대보안, 빅데이터
서비스	가공된 정보를 시민, 공공기관, 서비스 이용자 등이 활용할 수 있도록 제공하는 기술	교통·에너지·환경·생활/복지·안전/행정·경제·주거 등 시민 체감을 위한 융·복합서비스 기술	자율주행차, 스마트헬스, 실감방송/ 미디어, 무인기, 실감형콘텐츠, 지능형로봇

출처: 한국정보통신기술협회, 2018

도시라는 공간적인 틀 속에서 일어나는 모든 경제적·사회적·물리적 활동이 IT와 융합해 새로운 부가가치를 창출할 수 있다면 스마트시티 기술이라고 볼 수 있다. 그럼에도 스마트시티에 활용되는 기술 개념이 손에 잡히지 않는 이유는 아직까지 시민체감이 어렵고, 스마트시티 개념에서 플랫폼 성격이 강조되고 있기 때문이다. 예를 들어 핀테크, AR/VR, 커넥티드 홈은 스마트시티 기술로 볼 수 있는가? 도시라는 플랫폼 속에서 데이터를 생성하고 활용해 도시생활에 도움이 된다면 스마트시티 기술이다. 하지만 [표 6]과 같이 인프라를 지능화해 저비용도시를 구현하는 측면만 고려해 스마트시티 기술을 정의한다면 이는 스마트시티 기술이 아닐 수도 있다.

[표 6] 저비용도시 구현을 위한 스마트시티

적용대상	적용방법	기대효과	해외사례
상하수도	도시 상하수도 시스템에 누수탐지 센서 부착	40~50% 누수 예방	카타르 도하, 브라질 상파울루, 중국 베이징
고속도로	카메라와 센서로 고속도로 지능화	통행소요시간 25%, 교통사고 50%, 대기오염 10% 감소	영국 M42 고속도로
쓰레기	가정용 쓰레기통에 무선 RFID 태그를 부착해 배출량 모니터링	쓰레기 배출량 17% 감소, 재활용쓰레기 49% 증가	미국 신시내티
가로등	가로등에 센서를 부착해 인구 밀집도에 따라 밝기 자동조절	연간 30% 에너지 절감	스페인 바르셀로나

출처: 국가건축정책위원회, 2016

2_빅데이터·AI·자율주행 등이 스마트시티 ‘핵심 기술’

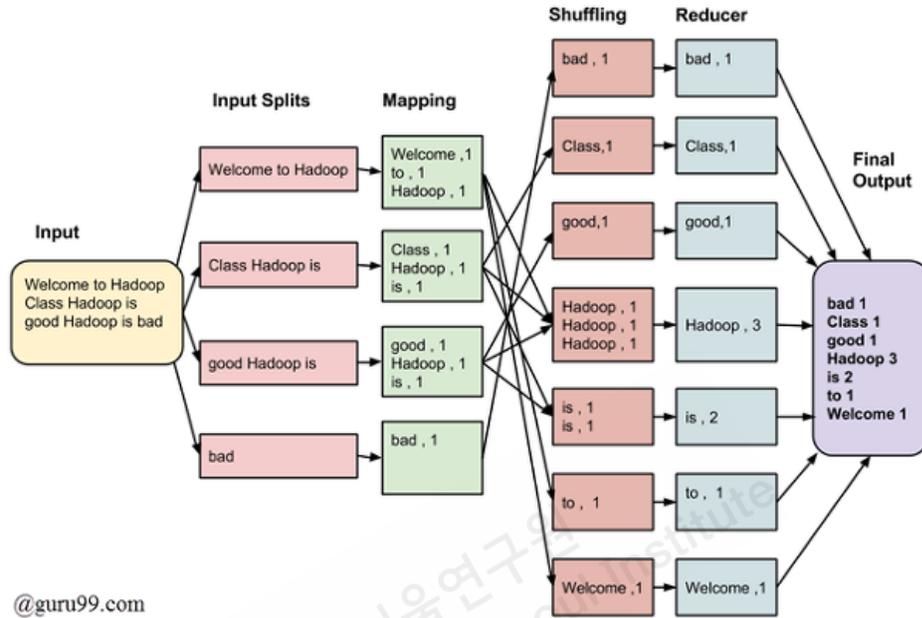
빅데이터는 하드웨어의 분산처리 기술로 발전 ... 방대한 데이터 빠르게 처리

빅데이터는 말 그대로 ‘대용량 데이터’를, 인공지능은 인간과 유사한 지적 사고와 활동을 하는 소프트웨어와 시스템이라고 볼 수 있다(양희태 외, 2018). 빅데이터는 데이터뿐만 아니라 데이터를 처리하고 분석하는 인재·조직 등 생태계 내 구성요소까지 확장되며, 최근에는 플랫폼으로도 인식되고 있다(최봉 외, 2018).

빅데이터의 출발점은 분산처리다. 과거 데이터 처리는 하나의 컴퓨터에서 메모리에 데이터를 올리고 알고리즘을 적용해 처리하는 과정으로, 메모리 확대와 프로세서의 연산능력이 향상되는 것이 기술의 발전을 의미했다(주재욱, 2015). 하지만 실시간으로 저장되는 대용량의 데이터가 증가함에 따라 더 빠른 시간 내 효율적으로 데이터를 처리할 필요가 생겼고, 그 해답으로 제시된 것이 분산처리다. 분산처리는 방대한 데이터를 빠르게 처리하는 것이 중요하다⁴. 따라서 하나의

4 네이버 지식백과 빅데이터 플랫폼 전략(황순구 외, 2013), 2020.01.02. 검색

서버에서 처리하지 않고 여러 서버에 나눠서 처리한 후 결과를 모은다. 즉, 일의 분산과 병렬인 셈이다. 빅데이터 기술은 분석과 인프라로 나눌 수 있는데(최봉 외, 2018), 빅데이터 분석 기술은 사실상 인공지능으로 보아도 무방하고 앞서 살펴본 분산처리가 인프라에 해당한다.



[그림 1] 맵리듀스 개념도(출처: guru99.com)

빅데이터 인프라는 대용량의 다양한 정형 및 비정형의 데이터를 수집, 저장, 처리, 분석, 표현하는 일련의 규격화된 기술과 서비스로 아파치 재단의 하둡(Hadoop)이 대표적이다. 빅데이터 생태계는 하둡 생태계라고 일컬어질 만큼 빅데이터 인프라에서 하둡의 영향력이 절대적이다. 자바(java) 기반의 오픈소스 프레임워크인 하둡⁵은 파일을 저장하는 분산 파일 시스템(HDFS)과 저장된 파일을 처리하는 맵리듀스로 구성된다. 하둡파일시스템은 파일을 특정 크기로 나누어 분산된 서버에 저장하는 블록 구조의 파일시스템이다. 그리고 맵리듀스는 값싼 하드웨어를 활용해 대용량 데이터의 파일 손실을 대응하면서 고성능으로 처리할 수 있는 시스템으로 구글 파일시스템을 활용해 구현되었다. 맵리듀스는 맵(map)과 리듀스(reducer) 함수로 구성되는데 복잡한 문제를 단순화하여 데이터의 배치처리를 한다. 먼저 각 원소에 대하여 키(key) 값을 부여하고 각 집합의 원소들을 섞기 및 정렬(shuffle&sort) 과정을 거쳐 동일한 키를 갖는 값들을 하나로 묶는다. 그리고 묶인 값들에 리듀서 함수가 시행된다. 이때 맵 리듀스의 잡(Job)은 잡트래커(JobTracker)가 제어한다. 빅데이터 처리에 대한 예를 들어보면, [그림 1]과 같이 단어 수를 세는 것이다. 먼저 전체 문장을 나누어 각 모듈에 할당한다. 그리고 개별 모듈에선 단어에 번호를 붙인다. 이후 각 단어는 같은 성격을 기준으로 섞이게 되고, 숫자를 세는 함수인 리듀서가 결과물인 단어별 빈도수를 제시한다.

2013년 공개된 하둡 2.0이 1.0과 가장 크게 다른 점은 리소스 관리 플랫폼인 YARN이다.

YARN은 잡트래커의 리소스 매니저와 애플리케이션 매니저를 분리해 클러스터 전체의 효율적인 리소스 관리를 할 수 있어, 최대 동작 노드 수가 4,000개에서 1만 개로 확대되었다(양희태 외, 2018). 최근에는 하둡 3.0이 공개되는 등 성능 개선이 이뤄지고 있다.

빅데이터의 활용은 분야를 막론한다. 하드웨어의 기술적 발전으로 데이터의 생성이 폭발적으로 늘고 있고, 신기술을 이용한 혁신을 위해 데이터가 생산요소로 주목받고 있기 때문이다. 특히, 빅데이터가 AI·자율주행 등 최근 주목받고 있는 신기술의 기반 기술이기 때문에 어느 산업이든 데이터 활용은 곧 빅데이터 활용으로 보아도 무방하다.

국내 빅데이터 시장은 ① 신기술을 중심으로 한 솔루션 벤더, ② 기존 데이터 분석시장을 중심으로 한 솔루션 벤더, ③ 오픈소스를 중심으로 한 기술중심의 회사, ④ SI업체로 구분될 수 있는데 ①과 ③을 중심으로 빅데이터 시장이 형성되고, ④는 기존의 '솔루션'을 하둡 기반으로 옮기거나, 특정 서비스 구현을 위해 기술을 개발하는 움직임을 보인다(데이터산업진흥원, 2012). 국내 빅데이터 시장 조사는 한국데이터산업진흥원에서 2018년부터 시행 중이다. 2018년 국내 빅데이터 시장규모는 5,843억 원으로 2017년과 비교해 28.5% 성장하였다. 국내 빅데이터 시장의 연평균 성장률은 30.5%(2014~2018년)로 매우 높다. 특히 2018년 공공부문의 투자가 2,014억 원으로 정부의 데이터 관련 산업 활성화로 크게 늘었다. 민간 시장도 2018년 3,829억 원에 달하는 등 연평균 25.8% 성장하고 있고 2019년 이후에도 20% 이상 성장할 것으로 전망된다(한국데이터산업진흥원, 2018).

인공지능은 인간의 정보처리법 모방... 빅데이터에서 최적화된 해결법 모색

1955년 다투머스 회의에서 최초로 등장한 '인공지능'은 '지능적인 기계를 만드는 과학 및 엔지니어링(McCarthy, J., 2007)', '인간의 사고와 의사결정, 문제해결, 학습과 같은 활동의 자동화(Bellman, 1978)', '인공적으로 만든 지적인 활동을 하는 물건이나 시스템(마쓰오 유카타, 2015)' 등 아직까지 학계에선 다양하게 정의되고 있다. 그리고 국내에서 인공지능은 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」에서 '인간의 인지능력(언어·음성·시각·감성 등)과 학습, 추론 등 지능을 구현하는 기술로 SW/HW, 기초기술(뇌과학·산업수학 등)을 포괄하는 것'으로 정의한다.

인공지능은 1950년대 등장한 이후 세 번의 봄이 있었다. 1차 봄은 계산주의(Computationalism)와 연결주의(connectionism)가 함께 발전하는데, 계산주의는 제한된 조건을 가진 문제(예를 들어 체스나 오셀로 게임에서의 승률을 높이는 문제)를 해결하는 과정을, 연결주의는 인간의 신경구조를 모방해 입력, 가중치, 활성화함수, 출력 등으로 구성된 네트워크로 표현하는 것을 의미한다. 그러나 두 논의는 인자 2개 중 오직 1개만이 참을 가질 때 참을 도출하는 'XOR' 문제를 해결할 수 없다는 점이 지적되었으며, 복잡한 문제를 해결할 수 없을 것으로 예상돼 1차 봄은 사그라졌다. 1980년대 2차 봄은 전문 지식을 끊임없이 데이터베이스에 저장해 문제 해결능력을 향상시키는 전문가 시스템을 말한다. 이는 명시된 관계에 따라 지식이 연결되는 시멘틱 네트워크와 지식의 개념을 체계화하는 온톨로지 연구로 구성된다. 하지만 실제 문제를 접했을

때 어떤 지식이 연관되어 있는지 판단하지 못하는 ‘프레임 문제’와 기호와 의미를 결부시키지 못하는 ‘심볼 그라운드링 문제’에 직면하게 되었다. 그리고 1980년 후반부터 정보 업데이트의 어려움과 개인용 고성능 컴퓨터가 보급되며 수요가 줄어 두 번째 인공지능의 겨울이 찾아왔다. 최근 주목받는 인공지능은 2000년대 3차 봄에 해당하는데, 인터넷의 확산을 통한 방대한 데이터 기반의 기계학습과 딥러닝이다. 인공지능은 빅데이터와 고속 병렬처리가 가능한 컴퓨팅, 그리고 알고리즘 기술로 구성되는데, 일반적으로 말하는 기계학습과 딥러닝은 알고리즘 기술에 해당한다. 기계학습은 인간의 학습 과정을 모방해 데이터를 이용한 수학적 모델로 문제의 해결방법을 찾는다. 그간 수학적 모형 기반의 기계학습은 데이터가 복잡하거나 수리적으로 표현이 어려우면 성능이 현저히 떨어졌지만 2000년대 중반 인공신경망을 활용한 학습방법인 딥러닝(deep learning)이 등장해 한계를 극복했다. 신경망 또는 인공신경망으로도 불리는 딥러닝은 인간이나 동물이 정보를 처리하는 원리를 모방해 입력층·은닉층·출력층으로 구성되며, 노드별로 정보를 받아 임계값을 넘는지에 따라 출력값이 계산돼 다음 노드로 전달된다. 그리고 노드 간의 가중치를 변화하는 과정에서 정확성이 높아진다. 따라서 방대한 양의 데이터를 연산하는 과정이 필요하기 때문에, 하드웨어와 병렬 분산처리 기술의 발전이 딥러닝을 가능케 했다. 앞서 살펴본 빅데이터가 바로 촉매제인 것이다.

기계학습과 딥러닝 알고리즘은 이미지·영상, 신호, 텍스트·언어 등 각 비정형데이터를 분석하기 위해 고안되었지만, 점차 적용분야의 경계가 모호해지며 적용분야가 넓어지고 있다. 예를 들어, 이미지 분류를 위해 고안된 CNN(Convolutional Neural Network)은 텍스트 분류에도 활용되고 있다. 인공지능은 가전·자동차 등 제조업, 금융·의료 등 지식서비스, 유통/물류 등 전 산업을 망라해 확산되고 있다. 빅데이터를 활용하려는 시도는 다시 인공지능의 활용으로 이어진다. 빅데이터 분석 기술에 인공지능이 포함되기 때문이다.

국내 인공지능 시장은 2015년 4.7조 원에서 2020년 11.1조 원으로 규모가 2.4배 커질 것으로 예상되며, 2020년 기준 S/W 및 알고리즘 시장이 3.4조 원, 영상처리 및 영상인식 시장이 3.5조 원, 음성인식 및 통번역 시장이 4.2조 원으로 구성된다(미래창조과학부). 특히, 국내 인공지능 기술이 포털, 통신, 전자, 게임, 유통 등 기존 대기업을 중심으로 추진되는 경향을 보인다.

사물인터넷은 데이터 생성·수집해 공유 ... 빅데이터·AI 활용 위한 준비단계

1999년 최초로 사물인터넷(IoT: Internet of Things)의 개념을 제시한 케빈 애쉬튼(Kevin Ashtonin)은 개별 객체에 ID를 부여하는 RFID와 센서를 활용해 세상 모든 사물을 식별하고 연결하면, 인터넷을 통한 일상생활이 크게 변화할 것으로 보았다. 그리고 이런 전망은 현실세계의 모든 것을 인터넷과 연결한다는 점에서 최근 제시되는 여러 기관이 정의한 IoT의 개념과 크게 다르지 않다.

사물인터넷은 무엇을 서로 네트워크를 구축해 연결하는지에 따라 P2P(People-to-People), P2M(People-to-Machine), M2M(Machine-to-Machine) 방식으로 나뉘며, 최근에는 사물통신(M2M)이 사물인터넷의 개념에 가장 가깝게 사용되고 있다. 사물인터넷의 핵심 기술은 센싱,

인터페이스, 네트워킹이다. 센싱은 온도, 습도, 열 등 물리량 등을 측정해 데이터를 수집하고, 인터넷을 이용해 공유하기 위한 신호 처리 및 알고리즘 수행이 가능한 모듈인 스마트센서를 의미한다. 이렇게 측정된 데이터를 응용서비스와 연동하기 위해 인터페이스 기술이 적용되어야 한다. 대표적으로 ① 데이터의 검출, 가공, 정형화, 추출, 처리 등 검출정보 기반 기술, ② 위치 판단 및 확인, 상황 인식 및 인지기능 등 위치정보 기반 기술, ③ 정보보안 및 인증 등 보안기능, ④ 수집된 정보를 컴퓨터에서 처리할 수 있는 형태로 표현하는 온톨로지(Ontology) 기능 등 소프트웨어 기능이 해당한다. 마지막으로 처리된 데이터를 인터넷과 연결하기 위해 여러 디바이스 간 물리적인 연결을 수행하는 네트워킹 기술이 적용된다. 블루투스, 와이파이 등 유·무선 통신 기술이 대표적이다. 사물인터넷 생태계는 세 가지 핵심기술을 구현하는 방법에 따라 디바이스-네트워크-플랫폼-서비스로 구분되기도 한다. 그리고 각 분야에 해당하는 빅데이터, 인공지능, 5G의 기술발전 정도에 따라 사물인터넷도 발전하게 된다.

사물인터넷의 발전단계는 세 단계를 거친다. 첫째는 인터넷에 사물을 연결하는 기술이 중심이 되는 디바이스 연결 단계(IoT 1.0), 둘째는 주변 환경을 센싱하는 능력을 갖추고 디바이스 간 연결이 가능한 인프라 구축 단계(IoT 2.0), 셋째는 사물의 자동수행 능력과 상호 연결성을 통해 솔루션을 만들어내는 산업별 혁신 솔루션 개발 단계(IoT 3.0)로 구분될 수 있다. 사물인터넷은 결국 빅데이터와 인공지능의 기반인 데이터 그 자체를 수집하는 기술이다. 예를 들어, IoT 1.0에서 디바이스를 인터넷에 연결하고, IoT 2.0에서 빅데이터를 생성하고, IoT 3.0에서 최적화를 위한 알고리즘이 적용되는 것이다.

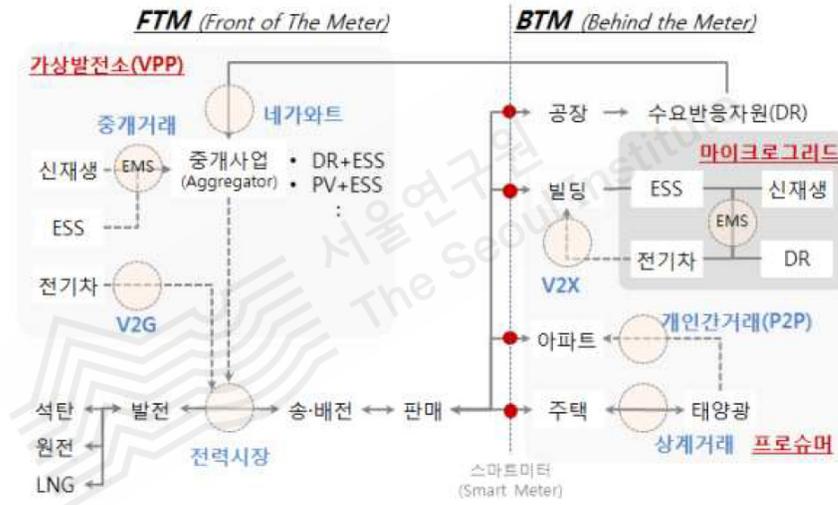
사물인터넷은 데이터를 수집하고 생성하는 기술이기 때문에 데이터를 활용하기 위한 모든 산업의 기반이다. 대표적으로 자율주행차는 실시간으로 도로 상황을 감지하고 데이터를 처리해 경로를 설정하는 판단을 내려야 하는 일련의 과정을 거친다. 또한 도시의 데이터화 및 지능화와 관련된 스마트시티의 기반도 도시데이터를 수집하고 활용하기 위한 센서다.

2018년 사물인터넷 산업 실태조사에 따르면 국내 시장규모는 8.6조 원으로 2017년과 비교해 18.6% 성장하였다. 사업 분야별 매출액 비중은 디바이스가 42.7%로 가장 많고, 그다음은 서비스 21.6%, 네트워크 17.9%, 플랫폼 17.8% 순으로 많다. 국내에서는 건설·시설물관리/안전/환경 분야가 매출액 가운데 18.8%를 차지해 가장 높다. 그리고 자동차/교통/항공/우주/조선 분야가 13.6%로 그다음이다.

스마트그리드는 수요·공급·가격 공유 토대로 에너지 효율 최적화하고 다변화

스마트그리드는 전력망에 IT기술을 융·복합하여 에너지 효율을 최적화하는 지능형 차세대 전력 인프라를 뜻한다. 즉, 공급자와 수요자 간 양방향 통신을 통해 실시간으로 전력 소비량만큼의 전력 공급과 가격정보 교환이 가능하기 때문에 스마트그리드는 변화하는 시장정보에 따라 계속해서 전력체계가 대응하는 지능화된 시스템이다. 따라서 스마트그리드를 이용해 전력 소비패턴 변화를 반영한 전력공급으로 잉여발전을 최소화할 수 있다. 또한 자연환경 변화에 따라 전력공급의 변동성이 높은 신재생에너지 발전과 특정 시간대 수요가 몰리는 전기차 등 새로운 에너지

인프라 및 수요가 등장하였기에 지금은 전력사용의 소비·공급의 고효율 달성이 필요한 시점이다. 스마트그리드의 대표적인 기술인 지능형검침인프라(AMI: Advanced Metering Infra-structure)는 수요자와 공급자 간 실시간 정보를 가능하게 하는 시스템으로 실시간 요금부과를 위한 전자식 전력계와 네트워크시스템, 그리고 소프트웨어 기술을 의미한다. 그리고 수요 반응은 전력 피크시의 전력사용을 축소하는 시스템이다. 두 기술은 기존 전력망의 효율성을 높이는 방법이다. 그리고 소비지 근처에서의 소규모 발전을 뜻하는 마이크로그리드, 태양광·풍력 등 자연환경을 이용해 발전하는 신재생에너지, 효율적인 에너지 공급·소비를 운영하게 만드는 에너지관리시스템(EMS), 생산된 잉여전력을 저장하고 필요시 사용하는 시스템인 에너지저장시스템(ESS), 전기 에너지를 사용하는 전기자동차로 구성된다. 스마트그리드 기술을 이용해 공급자와 소비자가 이원화된 전통적인 전력시장은 공급자와 소비자 간 경계가 모호해지고 다양한 전력거래 방식(중개 거래, P2P)이 등장하는 등 수평적·개방적 구조로 변화하게 된다.



[그림 2] 미래 전력시장 모습(제2차 지능형 전력망 기본계획)

스마트그리드는 전력산업을 넘어 통신, 가전, 건설, 자동차 등 다양한 분야에 영향을 미친다. 전기자동차와 관련해 배터리, 충전소 등 관련 시장이 형성되며, 효율적인 전력이용이 가능하도록 스마트건물이 확대될 것이다. 전기를 사용하거나 활용하는 산업은 스마트그리드에 직간접적으로 영향을 받을 수밖에 없다.

한국에너지기술평가원이 2013년 스마트그리드의 2020년 국내 시장 규모를 2.5조 원으로 추정 한 사례가 있지만, 정부의 재생에너지인 ESS 특례 요금제 및 공공기관 ESS 설치 의무화 제도 정책에 따라 2020년 국내 ESS 시장규모는 약 17.5조 원에 달할 것으로 예상된다.

자율주행차는 스스로 운행 가능 ... 항공 등 다양한 모빌리티에 적용도 가능

자율주행차는 운전자나 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차(자동차관리법 제2조)를 뜻한다. 과거 자동차와 스마트폰을 연결하는 커넥티드카에서 자율주행, 스마트파크 등

진보된 자동차기술이 도입되며 최근에는 자율주행차가 자동차와 IT 융합의 대표적인 기술로 자리 잡았다. 최근에는 자동차 제조사와 ICT기술 기업이 협력관계를 맺는 등 복잡한 시장구조를 형성하는 특징도 보인다. 자율주행차를 구성하는 주요 기술은 환경인식 센서, 위치인식 및 맵핑, 판단, 제어, HCI⁶로 구성된다. 자동차가 스스로 주변환경을 인식하고 판단해 자동으로 운전하기 위한 기술인 셈이다. 환경인식센서는 레이더와 카메라 등 센서가 장애물(신호등 또는 차량 등)을 인식하고, 위치인식 및 맵핑은 GPS 등을 통해 자동차의 절대/상대 위치를 추정하며, 목적지까지의 경로계획과 차선유지 등 행동을 판단하여, 조향·속도변경·기어 등 작동장치를 제어하게 된다. 이 가운데 운전자에게 경고와 정보를 전달하고 운전자로부터 명령을 입력받는 인터페이스가 활용된다. 미국도로교통안전청(NHTSA)은 운전자가 자율주행에 개입하는 수준에 따라 0~4단계로 구분하였는데, 3단계까지의 운전주체는 운전자이지만, 4단계부터는 시스템 스스로 운영을 할 수 있게 된다. 현재 2단계까지 상용화가 일부 이뤄졌으며, 최근 테슬라 등 일부 기업은 3단계까지 적용 중이다⁷.

[표 7] 자율주행자동차의 발전단계 구분

자동화 단계	정의	내용	운전 주체
Level0	비자동	· 운전자가 항상 수동으로 조작 · 현재 생산되는 대다수의 자동차가 이 단계에 해당	운전자
Level1	기능제한 자동화	· 자동 브레이크와 같이 운전자를 돕는 특정한 자동제어기술이 적용	운전자
Level2	복합기능 자동화	· 두 가지 이상의 자동제어 기술 적용 · 차선유지시스템이 결합된 크루즈 기능이 이에 해당	운전자
Level3	제한된 자동화	· 고속도로와 같은 일정조건하에서 운전자 조작없이 스스로 주행 가능 · 돌발 상황에서 운전자의 개입이 필요	시스템/ 운전자
Level4	완전 자동화	· 운전자가 목적지와 주행경로만 입력하면 모든 기능을 스스로 제어해서 주행 · 운전자의 개입 불필요	시스템

출처: 융합연구정책센터, 2017

스마트시티는 ‘서로 유기적으로 선순환되는’ 신기술 담은 공간적 플랫폼

자율주행차는 아직 초기 시장이 형성되진 않았지만 2020년 3단계가 본격적으로 상용화 단계에 돌입하게 된다. 본격적인 자율주행으로 여겨지는 3단계 및 4단계 국내 시장규모는 2020년 1,509억 원에서 연평균 41% 성장해 2035년 1.1조 원에 이를 것으로 전망된다. 또한 자동차를 넘어 드론·항공·철도 등 다양한 모빌리티에 자율주행이 적용될 것으로 예상된다. CES 2020에서 현대자동차는 미래 모빌리티 솔루션의 한 가지로 도심항공모빌리티(UAM)를 제안했고, 미국 아마존·페덱스는 드론을 이용한 택배 배달을 연구 및 실증 중이다.

6 HCI(Human Vehicle Interface)는 사람과 컴퓨터 간 상호작용을 돕는 작동 시스템의 설계 기술 및 학문을 의미한다.

7 ‘테슬라 이어 GV80도 ‘레벨3’...자율주행 사고 땀 운전자 책임’(중앙일보, 2020.01)

빅데이터·인공지능·IoT는 스마트시티뿐만 아니라 4차 산업혁명을 촉발한 범용기술(general purpose technology)⁸이다. 이들 기술은 데이터를 어떻게 수집·생성하고(IoT), 빠르고 효율적으로 처리하여(빅데이터), 의사결정(최적화 등)을 위한 새로운 통찰력을 도출(인공지능)할 것인지에 관한 일련의 과정이다. 따라서 어느 한 기술만 독립적으로 성장하는 것이 아니며, 서로 유기적으로 선순환되는 과정에서 발전하게 된다. 이 가운데 스마트시티는 범용기술이 발현될 공간적 플랫폼이다. 데이터를 이용해 해결하고자 하는 문제는 결국 도시문제이다. 스마트시티는 교통체증·대기환경·사회갈등·에너지 등 그간 인지하고 있었지만 효율적으로 해결하지 못했던 도시문제를 혁신적으로 해결할 방법인 것이다. 과거 이산화탄소 배출감소, 자동차이용 감소 등 당면한 문제를 해결하고자, 도시들은 교통·도시계획 중심의 물리적 정책수단에 의존했다. 하지만 앞으로는 도시민의 활동 그 자체를 어떻게 변화시킬 것인지를 관심이 바뀔 것이다(이승일, 2019). 그리고 도시민의 활동을 변화시키기 위한 기술로 범용기술들이 주목받는 것이다. 스마트그리드·자율주행차는 도시에너지 효율 최적화와 교통사고·환경오염의 감소 등 도시문제를 해결하기 위해 범용기술이 적용된 구체적 사례다. 예를 들어 스마트그리드는 소비자들의 전력소비량을 계측하고(IoT), 실시간으로 공유해(빅데이터) 잉여전력을 최소화(빅데이터)하는 과정이다.



8 범용기술은 다른 분야로 급속히 확산될 수 있고 지속적인 성능개선이 가능하며, 혁신을 유발해 경제·사회에 큰 파급효과를 미치는 기술을 말한다.

03 서울시, 스마트시티의 공간 플랫폼 역할 강화해야

1_스마트시티 산업, 도시혁신 유발산업으로 정의 넓혀야

스마트시티 제공서비스가 도시의 전 분야와 연관돼 관련 산업 분류 어려워

스마트시티 제공서비스가 기반시설뿐만 아니라 방법·방재, 교육, 문화·관광·스포츠, 고용, 주거 등 도시서비스의 모든 분야와 연관되어 있어 국내 산업 및 직업분류로 스마트시티와 관련된 산업·직업을 분류하는 것은 어려운 일이다(김태희 외, 2018).

스마트도시법은 스마트도시산업을 스마트도시기술과 스마트도시기반시설, 스마트도시서비스 등을 활용해 경제적 또는 사회적 부가가치를 창출하는 산업으로 정의하고 있지만⁹, 포괄적이어서 제도적으로도 구분하기 어렵다. 따라서 법률상의 스마트시티 산업은 스마트시티건설사업에 참여할 수 있는 사업시행자를 토대로 유추할 수밖에 없는데, 사업시행자가 스마트도시기반시설을 설치하거나 기능을 고도화하는 사업에 참여하기 위해서는 공공과 민간이 공동으로 출자하여 설립한 법인이어야 한다(스마트도시법 시행령 제12조). 여기에서 민간 사업시행자는 건설업자, 전기공사업자, 전기통신사업자, 정보통신공사업자, 소프트웨어사업자이고, 법률의 시행령까지 고려하면 여기에 정보통신서비스 제공자, 공간정보사업자, 위치정보사업자까지 포함된다. 마찬가지로 스마트도시기술도 「건설기술 진흥법」의 건설기술과 「전력기술관리법」을 말하기 때문에 앞서 언급된 사업자가 제도적으로 인정된 산업으로 볼 수 있다.

【표 8】 「스마트도시법」에서의 스마트시티 기술 및 산업

법령에 따른 스마트시티 융합기술	법령에 따른 스마트시티 사업시행자
「건설기술진흥법」의 건설기술 「전력기술관리법」의 전력기술	「건설산업기본법」의 건설업자 「전기공사법」의 전기공사업자 「전기통신사업법」의 전기통신사업자 「정보통신공사법」의 정보통신공사업자 「소프트웨어산업 진흥법」의 소프트웨어사업자 「공간정보산업 진흥법」의 공간정보사업자 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」의 정보통신서비스 제공자 「위치정보법」의 위치정보사업자

9 스마트도시기술은 스마트도시기반시설을 건설하여 스마트도시서비스를 제공하기 위한 건설·정보통신 융합기술과 정보통신기술을, 스마트도시기반시설은 공공시설에 건설·정보통신 융합기술을 적용하여 지능화된 시설을, 스마트도시서비스는 스마트도시기반시설을 통해 행정·교통·복지·환경·방재 등 도시의 주요 기능별 주요 서비스를 수집하고 서로 연계하는 서비스를 말한다(스마트도시법 제2조 정의).

이전에도 스마트시티산업을 정의하려는 시도는 지속되어 왔다. 김태희 외(2018)는 스마트시티 산업의 전문인력 규모를 추정하기 위해 일부 산업분야로 한정하고, 전문가 그룹의 브레인스토밍을 거쳐 정의를 시도하였다. 스마트시티와 관련성이 낮거나 핵심서비스로서 기능이 낮은 산업을 제외하며 중분류 기준 22개 산업이 선정되었다.

[표 9] 김태희 외(2018)의 스마트시티 산업 분류

구분	스마트시티 산업
스마트도시기술 및 기반시설	F. 건설업(종합건설업, 전문직별공사업) J. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업(통신업, 정보서비스업)
스마트도시 서비스	C. 제조업(전자부품·통신장비제조업, 전기장비 제조업, 기타제품 제조업) D. 전기, 가스, 증기 및 수도사업 E. 하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원(폐기물수집운반, 처리원료재생업) H. 운수업(창고, 운송관련 서비스업) K. 금융 및 보험업(금융업, 금융·보험관련 서비스업) L. 부동산업 및 임대업(부동산업) M. 전문, 과학 및 기술 서비스업 (연구개발업, 전문서비스업, 건축기술·엔지니어링·기타 과학기술 서비스업, 기타 전문·과학·기술 서비스업) N. 사업시설관리 및 사업지원 서비스업(사업지원서비스업) O. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 P. 교육서비스업 Q. 보건업 및 사회복지 서비스업

주: 괄호는 중분류상 산업분야를 의미함

스마트시티 주요기술 분류엔 정보통신기술 신산업의 산업분류와 거의 같아

스마트시티의 주요 기술인 빅데이터·AI·IoT·스마트그리드·자율주행 등 핵심 기술은 일각에서 언급하는 4차 산업혁명 기술과 거의 같다. 그러나 아직까지 이들 산업을 기존의 틀로 분류할 수 있는 상품이나 서비스가 등장하고 있지 않다. 새로운 기술이 등장함에도 기존 산업 분류체계(KSIC 등)를 적용하기 어려운 이유이다.

박승빈(2017)은 4차 산업혁명 주요 기술의 관련 산업분류를 도출하기 위해 한국표준산업분류(KSIC)에서 직접적으로 관련된 분류를 우선 선정하고, 관련 기관 및 문헌에서 언급된 사업체들의 업종 및 산업분류를 직접 확인하였다. 이를 기반으로 기기(완제품)·부품·기술·연구 등 4개 분야로 분류하고 자율주행차·로봇·인공지능 등 11개 분야 세세분류에 적용하였다.

산업연구원(2016·2018)은 4차 산업혁명 관련 산업별 개념과 핵심기술, 그리고 제품·서비스 정도에 따라 후방산업, 본산업, 핵심수요산업으로 구분하여 세세분류에 연계하였다¹⁰. 이때 본산업과 핵심산업을 협의의 4차 산업혁명 산업으로 정의하였는데, 통계청의 세세분류가 새로 등장한 제품과 서비스 전체를 반영하고 있지 못함을 고려해 분야별 전문가의 의견을 수렴하여 세세분류별 가중치를 반영하는 정성분석이 추가되었다. 산업연구원은 주요 기술을 자율주행차·드론·지능형 로봇 등 제조혁신산업, 실감형콘텐츠(VR/AR)·핀테크 등 서비스혁신산업, 5G·지능형반도체·

10 본산업은 해당 기술분야 제품·서비스의 생산 비중 및 산업적 연관성이 매우 높은 산업을, 후방산업은 제품의 생산을 위해 부품·소재 등이 투입되어 간접적으로 연관된 산업을, 핵심 수요산업은 제품·서비스를 구매하는 수요(고객) 또는 보완적 관계의 산업으로 정의하였다(산업연구원, 2018).

빅데이터 등 인프라 산업으로 구분해 12개 산업을 분류하였다. 두 연구는 4차 산업혁명 기술을 어떻게 분류할 것인지는 다를지라도 자율주행·로봇 등 일부 분야에선 일치된 의견을 보이고 있다.

[표 10] 4차 산업혁명 기술에 대한 세세분류

선행연구	자율주행	로봇	인공지능	빅데이터	IoT	지능형반도체	모바일	5G	AR/VR	블록체인	핀테크	드론	3D프린팅	스마트그리드	정밀의료	스마트홈
박승빈(2017)	13	7	4	9	8	·	6	·	7	4	5	11	4	·	·	·
산업연구원(2018)	19	13	14	·	8	·	13	11	·	6	8	11	17	15	18	

주: 스마트그리드는 산업연구원(2016)의 분류 가운데 일부를 포함

‘스마트시티 산업은 지능화된 기반시설·신기술의 융합산업’으로 선정할 필요

그러면 어느 산업까지 스마트시티 산업으로 볼 것인가? 제도 기준으로 살펴보면 스마트시티 산업은 기반시설과 관련된 산업에 집중되며 협소해진다. 반면, 스마트시티 서비스가 가능한 산업범위까지 포함한다면 2016년 기준 전체 취업자 수 가운데 37%가 스마트시티에 포함되는(김태희 외, 2018) 등 광범위해지는 단점이 있다.

아직까지 스마트시티 산업의 정체는 불분명하다. 그리고 우리는 건설업 중심의 산업분류가 스마트시티에서 추구하는 ICT 융합을 통한 도시혁신에 성공적이지 못할 것임을 과거 U-시티의 경험으로 알고 있다. 따라서 스마트시티 산업은 지능화된 인프라의 건설 및 유지관리와 더불어 ICT 융합을 통한 도시혁신의 출발점이 될 수 있는 산업으로 확장될 필요가 있다.

이 연구는 스마트시티 산업을 ‘지능화된 기반시설과 신기술을 융합하여 새로운 부가가치를 창출해 낼 수 있는 산업’으로 정의한다. 물론 앞서 스마트시티 주요 기술로 살펴본 빅데이터·AI·IoT·스마트그리드·자율주행과 연관된 산업을 모두 스마트시티 산업으로 볼 수는 없다. 하지만 이들 산업은 정밀의료 또는 핀테크와 비교해 잠재적으로 기반시설과 ICT를 융합하여 도시혁신을 유발할 수 있는 산업이다.

따라서 이 연구는 스마트시티 산업을 스마트기반시설과 스마트시티 신기술로 구분한다. 스마트기반시설은 「스마트도시법」을 바탕으로 기반시설 사업시행이 가능한 산업으로 세세분류 30개를 선정하였다. 건설업은 종합건설업(F41)과 전기 및 통신공사업(F423)을, 소프트웨어산업은 게임을 제외한 시스템·응용 소프트웨어 개발 및 공급업(J5822), 컴퓨터 프로그래밍·시스템 통합 및 관리업(J62), 정보서비스업(J63)으로 구분된다. 공간정보산업과 위치정보산업은 각 기관의 실태조사 결과를 활용한다. 공간정보산업은 2012년 통계산업분류에 등록된 이후 표준산업분류 간 연계표도 제공되지만, 공간정보산업 특수분류에 해당하는 전국사업체조사 사업체 가운데 8.9%만이 공간정보산업으로 분류된다. 위치정보산업도 방송통신위원회의 허가 대상인 개인위치정보사업과 신고 대상인 사물위치정보사업으로 구분되는데¹¹, 별도의 산업분류 체계가 없고 2017년

전국 기준 사업체가 930개로 매우 작다. 두 산업 모두 사업체의 절대규모가 작고 표준산업분류 활용이 어렵기 때문에 실태조사 결과를 활용한다.

스마트시티 신기술은 잠재적으로 스마트도시서비스가 가능한 산업으로 범용기술과 활용기술로 나뉜다. 신기술의 산업분류는 산업연구원(2016·2018)의 연구를 인용하여 세세분류 55개¹²를 선정하였다(부록 참고).

범용기술은 빅데이터·AI·IoT 등 스마트기반시설 데이터의 생성·유통·활용과 관련된 기술이다. 먼저 데이터산업은 ‘데이터의 생산, 수집, 처리, 분석, 유통, 활용 등을 통해 가치를 창출하는 상품과 서비스를 생산·제공하는 산업’(한국데이터산업진흥원, 2018)으로 빅데이터와 AI가 해당한다. 또한 AI와 IoT는 IT융합제품의 연산, 제어, 전송, 변환 기능 등 지능형 서비스를 수행하는 소프트웨어와 SoC¹³인 지능형반도체도 해당한다. 그리고 생성된 데이터의 유통 기반이 되는 기술이 5G이다.

활용기술은 자율주행, 드론, 스마트그리드 등 지능화된 인프라 속에서 도시민의 도시생활에 도움이 되는 기술을 의미한다. 이 가운데 스마트그리드는 에너지저장장치(ESS)와 마이크로그리드¹⁴, 그리고 태양광 등 신재생에너지만을 포함한다. 공간정보 및 위치정보 산업을 제외하고 2개 이상 산업 간 중복되는 공통산업을 살펴보면 소프트웨어와 데이터산업은 거의 일치한다. 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업이 가장 많이 중복되고, 그다음에 기타 무선 통신장비 제조업이다. 공통기술 산업은 대체로 소프트웨어 개발과 IT제조업에 해당한다.

[표 11] 이 연구에서의 스마트시티 산업 분류

<p>스마트기반시설 산업</p> <p>범용기술 산업</p> <p>활용기술 산업</p> <p>공통기술 산업</p> <p>스마트시티 신기술</p>	<p>스마트시티 기반시설 산업</p> <ul style="list-style-type: none"> · 종합건설업 · 전기 및 통신공사업 · 소프트웨어(게임 제외) · 공간정보산업 · 위치정보산업
	<p>스마트시티 신기술 산업</p> <ul style="list-style-type: none"> · 범용기술: 데이터산업, 지능형반도체, 5G · 활용기술: 자율주행차, 드론, 스마트그리드
	<p>스마트시티 공통기술 산업</p> <ul style="list-style-type: none"> · 스마트기반시설, 범용기술, 활용기술 가운데 2개 이상 중첩되는 산업

주: 스마트시티 신기술의 산업분류는 산업연구원(2016·2018)의 연구를 인용함

11 위치정보는 ‘이동성이 있는 물건 또는 개인의 특정한 시간에 존재하거나 존재하였던 장소에 관한 정보’를 말한다. 이때 특정 개인위치정보를 대상으로 한다면 개인위치정보사업으로, 그렇지 않다면 사물위치정보사업으로 구분된다(위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률 제2조 및 제5조).

12 중복(범용기술 및 활용기술)을 제외한 세세분류의 수를 뜻한다.

13 시스템온칩(SoC)은 완전 구동이 가능하도록 한 개의 칩에 제품과 서비스가 함께 들어가 있는 것을 말한다(손에 잡히는 IT 시사용어, 2020.01.02. 검색).

14 마이크로그리드는 지능형 전력망 구축, 신재생 에너지 발전 등을 통해 소규모 지역에서 전력을 자체적으로 생산하여 공급하는 시스템을 의미한다(산업연구원, 2016).

[표 12] 스마트시티 공통기술 산업

세세분류	스마트기반시설 산업				스마트시티 신기술				해당 영역 (개)
	종합 건설	전기 및 통신 공사	공간 정보	소프트 웨어	범용기술 산업		활용기술 산업		
					데이터 산업	지능형 반도체	5G	드론	
58221 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업			○	○	○	○		○	6
26429 기타 무선 통신장비 제조업			○		○		○	○	5
58222 응용 소프트웨어 개발 및 공급업			○	○				○	4
26112 비메모리용 및 기타 전자집적회로 제조업					○	○		○	3
26295 전자 감지장치 제조업					○	○		○	3
27211 레이더, 항행용 무선 기기 및 측량 기구 제조업			○				○	○	3
28202 축전기 제조업							○	○	3
62010 컴퓨터 프로그래밍 서비스업			○	○					3
62021 컴퓨터 시스템 통합 자문 및 구축 서비스업			○	○					3
63120 호텔 및 기타 인터넷 정보 매개 서비스업			○	○					3
63991 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업			○	○					3
26129 기타 반도체 소자 제조업						○		○	2
26299 그 외 기타 전자 부품 제조업							○	○	2
26410 유선 통신장비 제조업					○				2
62090 기타 정보 기술 및 컴퓨터 운영 관련 서비스업				○	○				2
63111 자료 처리업				○	○				2
63112 호스팅 및 관련 서비스업				○					2
63999 그 외 기타 정보 서비스업				○					2
72924 지도 제작업			○					○	2

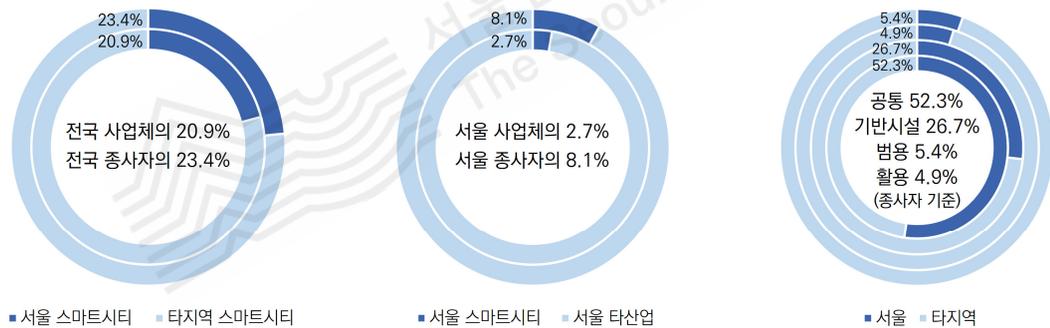
주1: 위치정보산업을 제외하고 세세분류가 2개 이상 스마트시티 산업에 중복되는 경우에 해당함

주2: 공간정보산업은 2018년 실태조사에서 응답한 사업체들의 세세분류임

2_서울시, 스마트시티 관련 산업의 약 20%가 몰려 ‘강점’¹⁵

서울시 잠재적 스마트시티 산업 규모는 전국의 20% 수준 ... 공통기술에 이점

서울의 잠재적인 스마트시티 산업을 보면 21,947개 사업체가 414,950명을 고용하고 있다. 산업 유형 가운데선 공통기술이 사업체 13,434개, 고용 209,297명으로 가장 많은 반면, 범용기술은 사업체 768개, 고용 14,745명으로 가장 적다. 전국 스마트시티 산업 가운데 서울이 차지하는 비중은 사업체의 20.9%, 고용의 23.4%로 5분의 1 수준이다. 산업유형별로는 공통기술 산업이 전국 고용의 52.3%로 절반을 넘어서고 기반시설은 26.7%로 4분의 1 수준이다. 반면, 공통기술을 제외한 순수 범용기술과 활용기술은 각각 5.4% 및 4.9%에 불과해 서울의 비중이 작다. 범용기술과 활용기술 모두 공통기술과 중복되는 세세분류가 많아 서울은 스마트시티 가운데서도 공통기술에서 상대적 강점을 지닌 특성을 보인다. 서울 산업 가운데 스마트시티 산업은 사업체의 2.7% 및 고용의 8.1%로 서울의 경제에서 차지하는 비중이 크지 않다. 하지만 전국 산업 가운데 스마트시티 산업이 차지하는 비중(사업체 2.6%, 고용 8.2%)도 서울의 비중과 다르지 않기 때문에 서울이 스마트시티에 특화되어 있다고 보긴 어렵다¹⁶.



[그림 3] 서울 스마트시티 산업의 비중

[표 13] 스마트시티 산업 규모

(단위: 개, 명)

구분		스마트기반시설	범용기술	활용기술	공통기술	계
서울	사업체	5,748 (18,628)	768 (14,202)	1,997 (9,899)	13,434	21,947
	고용	168,058 (372,652)	14,745 (224,042)	22,850 (132,105)	209,297	414,950
전국	사업체	44,126 (66,292)	9,751 (36,323)	24,649 (40,740)	26,572	105,098
	고용	628,835 (930,424)	271,497 (671,910)	469,421 (719,139)	400,413	1,770,166

주: 공통기술을 제외한 값이며, 융합기술을 포함한 산업별 값은 괄호에 해당함

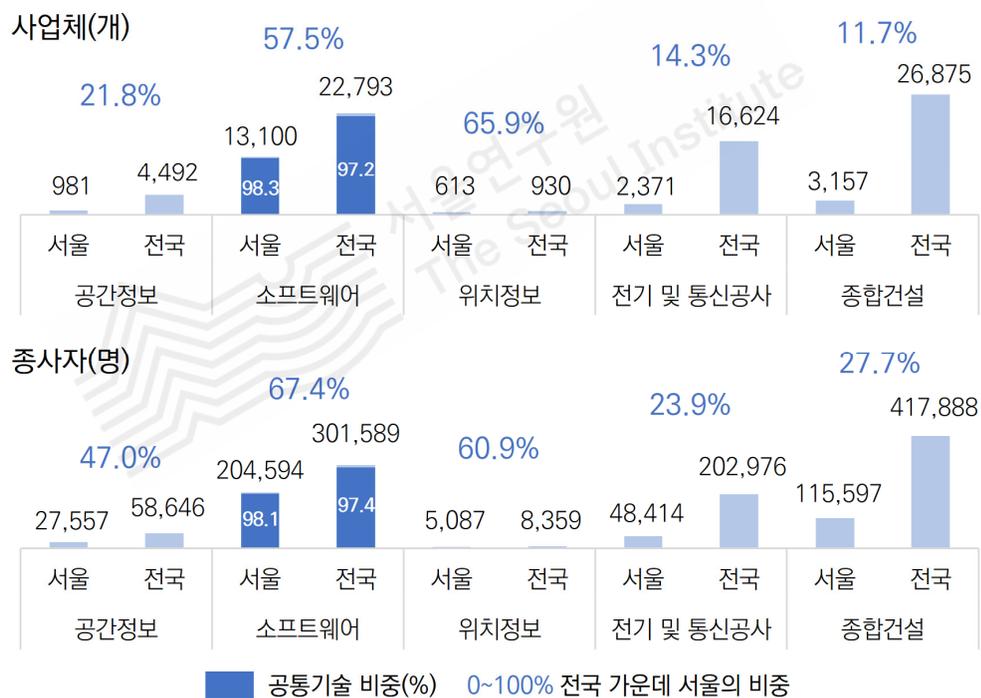
15 전국사업체조사(2017)를 활용하였으며 일부 세세분류는 비밀보호로 자료가 누락되었음(KOSOS, 2020.01.02. 검색)

16 특화를 나타내는 LQ는 서울시 산업 가운데 서울 스마트시티 산업이 차지하는 비중을 전국 산업 가운데 전국 스마트시티 산업이 차지하는 비중을 나눈 값을 의미한다. 각 비중이 거의 비슷하기 때문에 서울이 특화되어있다고 보기 어렵다.

소프트웨어는 스마트기반시설의 중추이자 범용·활용기술과 연계되는 구심점

전국 스마트기반시설 가운데 고용 비중이 가장 높은(67.4%) 서울의 산업은 소프트웨어이며, 그 다음은 위치정보 60.9%, 공간정보 47.0%, 종합건설 27.7%, 전기 및 통신공사 23.9% 순이다. 규모 측면에서도 소프트웨어가 13,100개 사업체에서 204,594명을 고용하고 있어 가장 크다. 또한 스마트기반시설 가운데 소프트웨어만이 유일한 공통산업이며, 서울과 전국 모두 소프트웨어 고용의 97% 이상이 공통기술에 속한다. 소프트웨어 산업이 스마트기반시설 가운데 범용기술 또는 활용기술 간 연계를 위한 유일한 구심점인 셈이다.

서울의 비중이 낮은 스마트기반시설 산업은 건설업에 속하는 종합건설이다. 종합건설 사업체의 11.7%, 고용의 27.7%가 서울에 입지해있다. 상대적으로 규모가 큰 기업이 서울에 입지하고 있기 때문에 고용의 서울 비중이 사업체와 비교해 2배 이상 크다. 이런 경향은 공간정보와 전기 및 통신공사에서도 나타난다.



[그림 4] 스마트기반시설의 서울 및 전국 현황

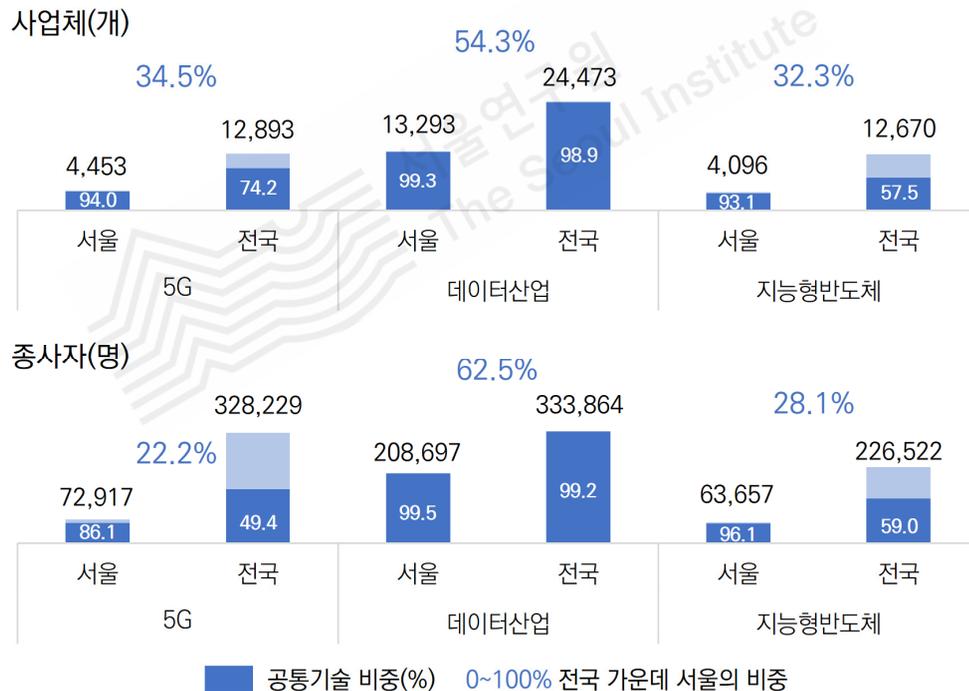
범용기술은 공통기술 비중이 높고 서울시 범용기술은 주로 데이터산업 의미

전국 범용기술 가운데 고용 비중이 가장 높은(62.5%) 서울의 산업은 데이터산업이며, 그 다음은 지능형반도체 28.1%, 5G 22.2% 순이다. 규모 측면에서도 데이터산업이 13,293개 사업체와 208,697명의 고용 인원을 갖고 있어 가장 크며, 5G 및 지능형반도체는 데이터산업 규모의 약 3분의 1에 해당한다.

범용기술은 스마트기반시설과 다르게 모든 산업에서 공통기술의 비중이 높은 특징을 보인다.

서울의 고용만 보더라도 5G의 86.1%, 데이터산업의 99.5%, 지능형반도체의 96.1%가 공통기술에 포함된다. 그럼에도 전국 현황에서는 5G와 지능형반도체의 공통기술 비중이 낮아 전국 고용 가운데 5G는 49.4%, 지능형반도체는 59.0%에 불과하다. 5G와 지능형반도체가 서울과 차이는 나는 이유는 제조업이 원인이다. 예를 들어 5G의 반도체(C261)·전자부품(C262)·이동전화(C26422) 모두 서울의 고용 비중이 전국의 1% 미만이다¹⁷. 지능형반도체도 이런 경향과 다르지 않다¹⁸.

서울만 살펴보면 범용기술은 공통기술에 포함되며, 데이터 산업이라고 보아도 무방하다. 격차를 유발한 제조업이 주로 서울에 입지할 수 없는 반도체 및 화학공업 등 장치산업이고, 서울이 강점을 가지는 5G와 지능형반도체가 데이터산업과 거의 일치하기 때문이다. 서울 지능형반도체 고용의 94.0%를 차지하는 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업(J58221)과 전자감지장치 제조업(C26295)이 데이터산업에 포함된다. 또한 서울 5G 고용의 83.3%인 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업과 유선 및 기타 무선 통신장비 제조업도 데이터산업에 속한다. 즉, 5G와 지능형반도체의 대다수가 사실상 데이터산업인 것이다.



[그림 5] 범용기술의 서울 및 전국 현황

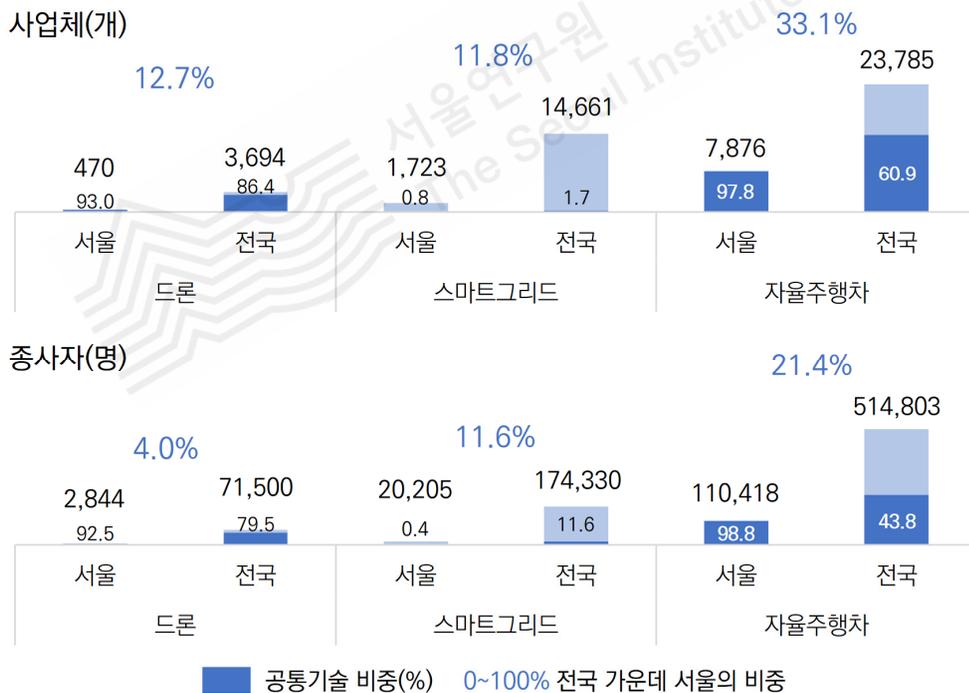
17 공통기술이 아닌 5G 가운데 서울 고용 비중이 높은 세세분류는 무선 및 위성통신업(J61220)이 59.2%, 그 외 기타 전기 통신업(J61299)이 65.7%이다.

18 공통기술이 아닌 지능형반도체 세세분류의 서울 고용 비중은 기타 기초 무기 화학물질 제조업(C20129)이 0.22%, 그 외 기타 분류 안된 화학제품 제조업(C20499)이 1.96%, 물질 검사·측정·분석기구 제조업(C27213)이 8.11%, 반도체 제조용 기계 제조업(C29271)이 1.29%이다.

자율주행차·드론 등 활용기술에서 서울시 고용 비중은 전국의 4~21% 수준

전국 활용기술 가운데 고용 비중이 높은(21.4%) 서울의 산업은 자율주행차로 전국의 5분의 1 수준이며, 스마트그리드는 11.6%, 드론은 4%로 매우 적다. 규모 측면에서는 자율주행차가 7,876개 사업체에서 110,418명을, 스마트그리드는 1,723개 사업체에서 20,205명을, 그리고 드론은 470개 사업체에서 2,844명을 고용하고 있다.

활용기술 가운데 스마트그리드는 공통기술의 비중이 1% 미만으로 스마트기반시설 또는 범용기술과 거의 중복되지 않는다. 반면, 드론과 자율주행차는 공통기술의 비중이 90%를 웃돈다. 전국의 활용기술에 대한 고용 비중을 서울과 비교하면 드론은 13%p, 자율주행차는 55%p가 낮다. 자율주행차도 범용기술과 마찬가지로 데이터산업의 고용 비중이 95.6%로 매우 높으며¹⁹, 자동차 등 제조업이 전국보다 비중이 낮은 점이 원인이다. 반면, 드론의 공통기술은 데이터산업을 제외한 5G·공간정보·자율주행차 등에 속한다. 스마트그리드는 기타 엔지니어링 서비스업(M72129)이 고용의 75.9%를 차지하고 제조업 및 발전업의 규모와 비중은 적다. 엔지니어링이 R&D와 기술서비스임을 고려한다면, 실제 스마트그리드의 규모는 더 작을 것으로 예상된다.

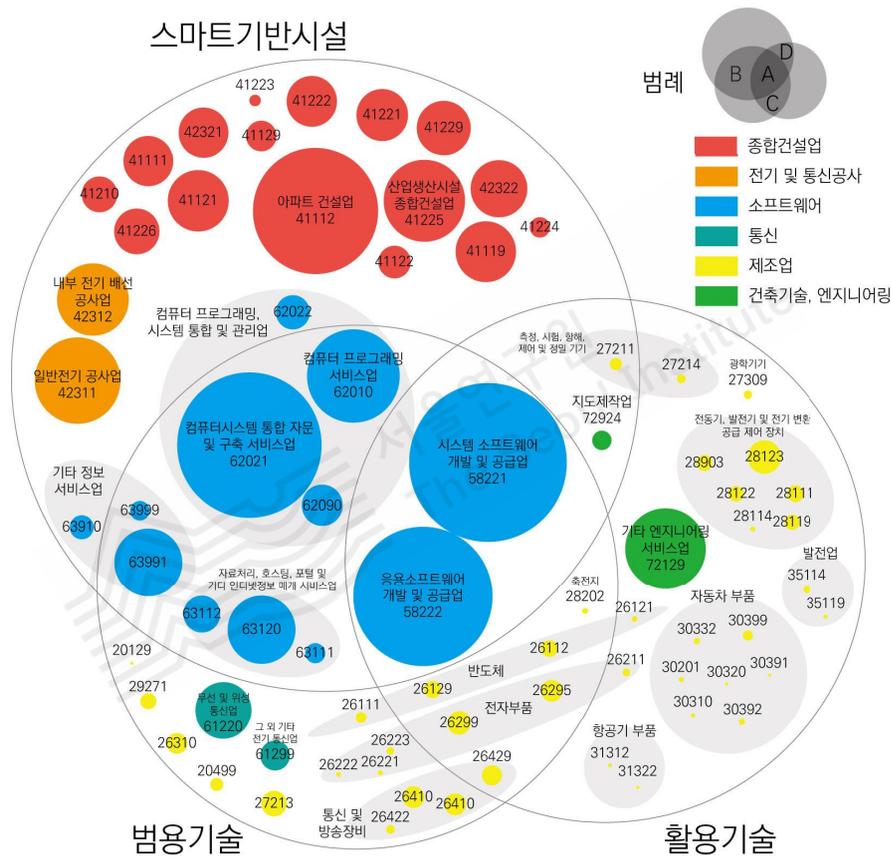


[그림 6] 활용기술의 서울 및 전국 현황

¹⁹ 자율주행차와 데이터산업이 중복되는 세세분류의 서울 고용 비중은 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업(J58221)이 70.9%, 응용 소프트웨어 개발 및 공급업(J58222)이 67.3%, 전자감지장치 제조업(C26295)이 16.8% 순이다.

서울시 공통기술의 98%는 소프트웨어 ... 범용·활용기술 위한 제조업기반 취약

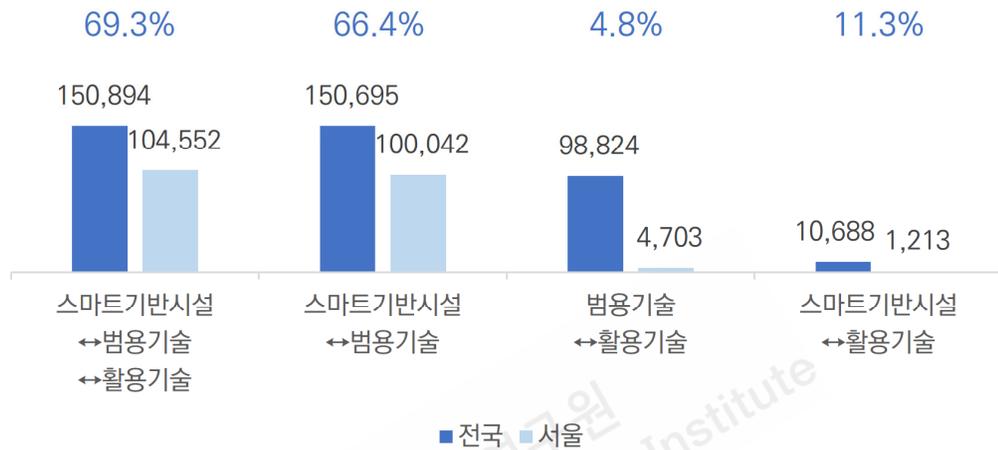
스마트기반시설·범용기술·공통기술의 구분에 따라 세세분류를 고용 기준의 다이어그램으로 살펴보면 다음과 같다. 모든 유형에 중복되는 공통기술 산업(A)은 소프트웨어 개발 및 공급업(J582)으로 서울 스마트시티 고용의 약 4분의 1(25.2%)을 차지한다. 스마트기반시설과 범용기술 간 공통기술(B)인 컴퓨터프로그래밍, 정보서비스업 등도 서울 스마트시티 고용의 4분의 1(24.1%)에 해당한다.



[그림 기] 서울의 스마트시티 산업(세세분류 및 고용 기준)

결국 소프트웨어 산업이 스마트시티 산업의 절반일 뿐만 아니라 공통기술의 약 98%의 비율을 보인다는 점에서 각 산업의 융합을 위한 핵심 산업임을 알 수 있다. 공통기술을 제외한 범용·활용기술의 세세분류를 살펴보면 범용기술에서는 통신, 활용기술에서는 건축기술 및 엔지니어링을 제외하고 모두 제조업이다. 범용기술과 활용기술 간 공통기술(C)은 반도체, 전자부품, 통신 및 방송장비 등 데이터의 생성과 유통과 관련된다. 반면, 스마트기반시설과 활용기술 간 공통기술(D)은 지도제작업과 레이더·항행용 무선 기기 및 측량기구 제조업(C27211) 등 공간정보의 생성과 관련된다. 하지만 서울에서 이들 산업의 규모는 소프트웨어와 비교해 매우 작은 편이다. 공통 유형별(A·B·C·D)로 서울과 전국의 고용을 살펴보면, 서울 고용이 '스마트기반시설↔범용

기술↔활용기술(A)의 69.3%, ‘스마트기반시설↔범용기술(B)’의 66.4%로 절반 이상을 차지해 경쟁력이 높은 편이다. 다만 활용기술의 융합을 위한 산업은 전국과 비교해 적다. ‘범용기술↔활용기술(C)’의 서울 고용은 4.8%, ‘스마트기반시설↔활용기술(D)’은 11.3%에 불과하다. 서울의 경쟁력이 낮은 이유는 이들 산업이 주로 제조업이기 때문이다. 일례로 C·D 가운데 유일한 서비스업인 지도제작업은 서울 고용이 전국의 48.9%로 절반에 달한다. 산업 간 융합을 위해 일부 제조업이 필요하지만 서울은 제조업이 입지하기 힘든 대도시의 한계로 경쟁력이 낮은 상황이다.



[그림 8] 공통기술의 서울 및 전국 현황(고용 기준)

3_플랫폼 역할 강화로 데이터·소프트웨어산업 지원 필요

스마트시티 산업의 핵심인 소프트웨어는 서울시 성장 동력으로 활용 바람직

스마트시티 사업은 기반기술, 범용기술 및 활용기술과 관련된 다양한 산업의 수요를 창출할 것이고 특히 서울은 기반시설에서 소프트웨어 산업과 범용기술에서 데이터 산업이 스마트시티로 성장기회를 얻게 될 것이다. 특히 서울 소프트웨어 산업 고용의 97%, 서울 데이터 산업 고용의 99.5%가 공통기술이며 공통기술 전체 고용 중 98%가 소프트웨어 산업이라는 사실은 소프트웨어가 스마트시티의 서로 다른 산업들을 연결할 수 있는 핵심 산업이라는 것을 뜻한다. 산업 측면에서 봤을 때 서울이 이런 핵심 산업에서 전국 대비 압도적인 비율을 차지하고 있어 향후 서울은 스마트시티 사업의 최대 수혜 지역이 될 것이고 거의 모든 스마트시티 사업에서 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

서울의 주력 소프트웨어 산업이 스마트시티 사업으로부터 얼마나 기회를 얻게 될 것인가는 앞으로 전국의 지자체들이 스마트시티 사업을 얼마나 지속해서 추진하느냐에 달려 있다. 서울은 이를 잘 활용해 스마트시티를 서울 소프트웨어 산업의 경쟁력을 제고할 수 있는 기회로 활용해야 한다. 축적된 데이터를 활용하여 다양한 스마트시티 솔루션을 개발하는 과정에서 소프트웨어 산업은

기술력을 고도화하고 개발 노하우를 얻을 수도 있다. 서울의 소프트웨어 산업은 지난 10년간 약 4%²⁰의 평균 고용성장률을 유지한 효자 산업이며, 특히 최근의 높은 성장률을 보이고 있는 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 정보통신 신기술과도 밀접한 관련이 있어 앞으로의 성장도 기대된다. 서울시는 스마트시티와 소프트웨어 산업의 관계를 인식하고 향후 스마트시티 사업을 추진할 때 핵심 공통기술로서 소프트웨어의 중요성을 강조하고 “소프트웨어 중심”의 방향성을 갖는 것이 필요하다. 이를 위해 중소기업을 위한 공간지원이나 세제 혜택 등 소프트웨어 산업 전반을 위한 지원 외에, 스마트시티와 관련해 소프트웨어·데이터 산업을 서울시 차원에서 지원할 수 있는 정책을 마련할 필요가 있다. 향후 추진될 스마트시티 사업에 서울의 소프트웨어 기업들이 참여할 수 있게 스마트시티 소프트웨어 수요를 소프트웨어 기업들과 공유하고 스마트시티 사업시행자와 소프트웨어 기업과의 협업 기회를 제공하는 방안이 도움이 될 수 있다. 또한 서울시는 소프트웨어 인재 육성을 지원할 수 있는데 개발자 교육과정에 스마트시티 영역을 선택적으로 포함시킨다면 스마트시티에 대한 개발자의 이해를 제고해 사업 추진을 원활하게 하고 기업들에게도 더 많은 참여 기회를 줄 수 있을 것이다. 더불어 좋은 품질의 소프트웨어 기술이 스마트시티 사업에 활용될 수 있도록 공공사업 발주 시 소프트웨어 신기술의 채택을 권고하는 방안도 고려할 수 있다.

‘데이터 흐름 원활하게’ 플랫폼 역할 강화 시 데이터산업은 동반 성장 가능

지금까지의 연구를 통해 우리가 알아본 스마트시티의 개념과 작동원리, 그리고 여기에 동원되는 기술과 산업들을 살펴보면 결국 스마트시티 서비스는 데이터의 흐름에 따라 이루어진다는 것을 알 수 있다. 각종 센서를 이용해 수집된 데이터는 디지털화되어 네트워크를 통해 전송, 축적되고 소프트웨어 기술을 이용해 가공되어 의사 결정 및 솔루션 개발에 사용되며 최종적으로 시민들에게 서비스가 제공되고 이용 데이터가 다시 센서나 다른 인터페이스를 통해 피드백되는 과정이 반복된다. 이런 데이터의 이동 과정에서 다양한 기술이 접목되고 관련된 다양한 산업이 경제적 파급효과를 받는다. 데이터의 이동경로는 순환고리의 형태를 띠고 있기 때문에 어느 한 부분에서 문제가 생긴다면 시스템 전체의 문제로 이어진다. 즉 스마트시티 서비스를 구성하고 있는 기술요소들은 서로 강한 보완관계를 가진다. 스마트시티 서비스가 원활히 이루어지기 위해서는 데이터 흐름에 관여하는 모든 구성요소가 기술적으로 우수해야 한다. 문제는 서울이 가진 산업구조가 이 모든 기술 요소와 이에 해당하는 산업을 다 갖추지 못하고 있다는 데 있다.

제조업이 취약한 서울 산업 구조의 특성상 활용기술이나 기반기술 특히 공통기술을 제외한 나머지 기술 분야에서의 산업 비중이 상대적으로 취약한 것은 불가피하다. 스마트시티가 산업 간 연계가 중요하다는 점을 고려하면 이들 산업이 균형있게 발전하는 것이 이상적이지만 이미 산업의 서비스화가 성숙단계에 이른 서울에서는 제조업을 다시 유치하는 방식의 접근은 바람직하지 않다. 다만 경기, 인천, 충북 등 지리적으로 인접한 지역은 제조업의 비중이 크고 서울의 스마트시티에게 필요한 산업 요소를 갖추고 있어 지역 간 협력으로 보완하는 것이 가능하다. 따라서

20 주재욱 외(2019) “수도권 디지털경제의 현황과 서울시 소프트웨어 산업 발전 방향”

스마트시티를 이용한 서울의 산업 전략은 서비스 수요에 맞는 데이터 중심의 공통기술을 기반으로 그밖에 필요한 기반시설, 활용기술과의 연계를 위해 다른 지역과 협력하는 방식을 추구하는 것이 바람직하다.

이런 관점에서 서울시가 2019년 발표한 「스마트시티 서울 추진계획」은 산업 측면에서 서울시에게 의미 있는 시도가 될 것이다. IoT 도시데이터 센서 5만 개 설치, 공공 와이파이 및 IoT망 구축을 포함한 스마트서울 네트워크(S-Net) 추진계획은 기반기술 및 공통기술 산업 분야에서 막대한 투자 계획을 포함하고 있다. 이 사업은 지역 간 협력을 토대로 스마트시티를 기술적으로 보완하고, 동시에 상대적으로 서울이 취약한 기반기술과 활용기술 산업이 성장기회를 맞게 된다는 점에서 서울 산업 구조에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. 서울시는 이미 계획한 스마트시티 서울 추진계획의 세부 사업들을 착실히 이행함으로써 상대적으로 취약한 제조업의 성장을 유도할 수 있을 것이다.

분석에 사용할 데이터 제한이 연구한계 ... 추가 데이터 활용한 후속연구 필요

이 연구는 제한된 데이터에 따른 한계를 가지고 있다. 전국사업체조사 2017년 통계를 활용해 가능한 최신의 자료를 이용했지만 시계열 자료를 이용하지 않아 동태적 분석을 할 수 없었다. 또한 스마트시티 산업 분류 작업을 통해 스마트시티와 관련된 산업을 세세분류까지 도출해냈지만, 별도의 실태조사가 이루어지지 않은 상황에서 각각의 산업에서 스마트시티가 차지하는 비중을 고려할 수 없었다. 따라서 더 정확한 스마트시티 산업 분석을 위해서는 앞으로 추가적인 통계 데이터를 활용한 실증 분석을 수행할 필요가 있다.

참고문헌

- 공만식 외, 2016, “사물인터넷(IoT) 기술동향과 전망”, 「기계저널」, 56권 2호, pp.32~36.
- 과학기술정보통신부, 2017, 「2017년 국가정보화에 관한 연차보고서」.
- 국토교통부, 2019, 제3차 스마트도시 종합계획(2019~2023).
- 김태희 외, 2018, 「스마트시티 산업활성화 및 해외진출을 위한 인력양성 방안 연구」, 흥익대학교 산학협력단.
- 김상운 외, 2018, 「2018년 공간정보산업 조사」, 공간정보산업진흥원.
- 김상국, 2015, 「자율주행 기능 시스템 : 2020년부터 자율주행차 시장 확산 기대」, 한국과학기술정보연구원.
- 김수현, 2018, 「데이터 기술(Data Technology) 시대를 대비한 주요기술 동향 및 시사점」, 정보통신산업진흥원.
- 김익희, 2018, “[해외리포트] 뉴욕, 데이터 중심 스마트시티”, 「국토」, pp.98~105.
- 날리지리서치그룹, 2019, 「2018 데이터산업 현황 조사」, 한국데이터산업진흥원.
- 대한무역투자진흥공사, 2019, 「스마트그리드 시장동향 및 해외시장 진출전략」.
- 대통령직속4차산업혁명위원회, 2019, 「4차 산업혁명 대정부 권고안」.
- 대통령직속4차산업혁명위원회·관계부처합동, 2018, 「도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략」.
- 박승빈, 2017, 「4차 산업혁명 주요 테마 분석 - 관련 산업을 중심으로」, 통계개발원.
- 박정혁 외, 2013, “하둡과 맵리듀스”, 「한국데이터정보과학회지」, 24권 5호, pp.1013~1027.
- 박찬국·용태석, 2011, 「스마트그리드 기술 및 시장 동향」, 한국과학기술기획평가원.
- 백남철, 2017, 「스마트시티 인프라 건설 전략-투자확대를 위한 성과지표를 중심으로」, 월간교통.
- 산업통상자원부, 2018, 「제2차 지능형전력망 기본계획(2018~2022)」.
- 서동혁 외, 2018, 「4차 산업혁명 관련 산업분류체계 개선 및 지수 개발」, 산업연구원.
- 서영희, 2017, 「자율주행자동차 시장 및 정책 동향」, 월간SW중심사회 2017년 6월호.
- 서울특별시, 2019, 시민의 삶을 바꾸는 스마트시티 서울 추진계획.
- 신윤미 외, 2018, 「자율주행자동차」, 과학기술일자리진흥원.
- 양희태 외, 2018, 「인공지능 기술 전망과 혁신정책 방향 -국가 인공지능 R&D 정책 개선방안을 중심으로-」, 과학기술정책연구원.
- 오유진, 2019, 「국내 에너지저장장치(ESS) 현황 및 전망」, 하나금융경영연구소.
- 옥진아, 2018, 「스마트시티 신서비스 발굴 및 특화단지 조성방안」, 경기연구원.
- 이승일, 2019, 「대도시의 당면과제와 스마트 도시계획의 역할」, 도시정보.
- 이승하, 2018, 「서울시 스마트시티 기업참여 활성화를 위한 민관협력 유형 및 사례연구」, 서울디지털재단.
- 이재용 외, 2015, 「스마트도시 해외동향 및 시사점」, 국토연구원 Brief.
- 이재용 외, 2016, 「Smart City 경쟁력 강화를 위한 정책 방안 연구」, 대통령소속 국가건축정책위원회.
- 이재용 외, 2018, 「스마트시티 유형에 따른 전략적 대응방안 연구」, 국토연구원.
- 이현숙, 2017, 「자율주행자동차 기술개발의 특징 및 정책 동향」, 융합연구정책센터.
- 장두석, 2010, 「스마트그리드 산업의 동향 및 산업화 방안」, 한국산업은행.
- 장지인 외, 2017, 「스마트시티의 국내외 사례 및 법·제도 개선방안 연구」, 국회입법조사처.

- 정보통신산업진흥원, 2018, 「2018년도 사물인터넷 산업 실태조사」.
- 정은미 외, 2016, 「5대 신산업 산업분류 연계 및 활용도 제고를 위한 연구」, 산업연구원.
- 조달호 외, 2017, 「서울시 사물인터넷 산업 잠재력과 육성방안」, 서울연구원.
- 조문래 외, 2018, 「2018 국내위치정보산업 동향조사 보고서」, 한국인터넷진흥원.
- 조영태 외, 2018, 「LH 스마트시티 미래비전 및 추진전략」, 한국토지주택공사 토지주택연구원.
- 주재욱 외, 2017, 「4차 산업혁명과 서울시 산업정책」, 서울연구원.
- 주재욱, 2015, 「빅데이터 이해하기 1·2·3」, 미래정책포커스 여름·가을·겨울호.
- 최봉 외, 2018, 「서울시 공공빅데이터 활성화 방안」, 서울연구원.
- 한국정보통신기술협회, 2018, 「4차 산업혁명 핵심 융합사례 스마트시티 개념과 표준화 현황」.
- 한국정보화진흥원, 2019, 「AI·데이터가 만드는 도시 데이터 기반 스마트도시 - 해외사례를 중심으로」.
- 한국과학기술단체총연합회, 2018, 「지능사회와 스마트시티 발전방안 I -스마트시티 현황과 전망」, KOFST ISSUE PAPER.
- 한국과학기술단체총연합회, 2018, 「지능사회와 스마트시티 발전방안II-국가 시범도시의 비전과 과제」, KOFST ISSUE PAPER.
- 한국과학기술단체총연합회, 2018, 「지능사회와 스마트시티 발전방안III-한국·네덜란드 스마트시티 공동포럼」, KOFST ISSUE PAPER.
- 황종성, 2016, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, 한국정보화진흥원 IT&Future Strategy.
- 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률(2020.5.27. 시행).
- 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 시행령(2019.10.24. 시행).
- 한국데이터산업진흥원(<https://www.kdata.or.kr>)
- 이동현, 2020.01, “테슬라 이어 GV80도 ‘레벨3’…자율주행 사고 뎀 운전자 책임”, 중앙일보.
- 고영태, 2019.04, “[스마트시티③] 뉴욕, 무료 와이파이에 충전까지…빅데이터의 도시”, KBS NEWS.
- 고영태, 2019.05, “[스마트시티②] 암스테르담, 시민참여 방식의 개방적 스마트시티”, KBS NEWS.
- 고영태, 2019.05, “[스마트시티④] 항저우, 알리바바와 인공지능의 도시”, KBS NEWS.
- 이소정, 2019.10, “네덜란드 스마트시티산업”, KOTRA 해외시장뉴스.
- 허지윤, 2019.11, “[다시 쓰다, 도시 3.0] ⑦구글 입는 토론토... 이제까지 없던 스마트시티가 온다”, 조선비즈.

부록

[부록 표 1] 스마트시티 산업 분류

산업	유형	한국표준산업분류(10차)	출처	
스 마 트 기 반 시 설	종합건설	41111 단독 주택 건설업	자체 선정	
	종합건설	41112 아파트 건설업		
	종합건설	41119 기타 공동 주택 건설업		
	종합건설	41121 사무·상업용 및 공공기관용 건물 건설업		
	종합건설	41122 제조업 및 유사 산업용 건물 건설업		
	종합건설	41129 기타 비주거용 건물 건설업		
	종합건설	41210 지반조성 건설업		
	종합건설	41221 도로 건설업		
	종합건설	41222 교량, 터널 및 철도 건설업		
	종합건설	41223 항만, 수로, 댐 및 유사 구조물 건설업		
	종합건설	41224 환경설비 건설업		
	종합건설	41225 산업 생산시설 종합 건설업		
	종합건설	41226 조경 건설업		
	종합건설	41229 기타 토목 시설물 건설업		
	전기 및 통신공사	42311 일반 전기 공사업		
	전기 및 통신공사	42312 내부 전기배선 공사업		
	전기 및 통신공사	42321 일반 통신 공사업		
	전기 및 통신공사	42322 내부 통신배선 공사업		
	소프트웨어	58221 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업		
	소프트웨어	58222 응용 소프트웨어 개발 및 공급업		
	소프트웨어	62010 컴퓨터 프로그래밍 서비스업		
	소프트웨어	62021 컴퓨터 시스템 통합 자문 및 구축 서비스업		
	소프트웨어	62022 컴퓨터시설 관리업		
	소프트웨어	62090 기타 정보 기술 및 컴퓨터 운영 관련 서비스업		
	소프트웨어	63111 자료 처리업		
	소프트웨어	63112 호스팅 및 관련 서비스업		
	소프트웨어	63120 포털 및 기타 인터넷 정보 매개 서비스업		
	소프트웨어	63910 뉴스 제공업		
	소프트웨어	63991 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업		
	소프트웨어	63999 그 외 기타 정보 서비스업		
	공간정보산업	공간정보산업 조사		
	위치정보산업	국내 위치정보산업 동향조사		

산업	유형	한국표준산업분류(10차)	출처
범용 기술	데이터산업	26295 전자 감지장치 제조업	산업연구원 (2018)
		26310 컴퓨터 제조업	
		26410 유선 통신장비 제조업	
		26429 기타 무선 통신장비 제조업	
		58221 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업	
		58222 응용 소프트웨어 개발 및 공급업	
		62010 컴퓨터 프로그래밍 서비스업	
		62021 컴퓨터 시스템 통합 자문 및 구축 서비스업	
		62090 기타 정보 기술 및 컴퓨터 운영 관련 서비스업	
		63111 자료 처리업	
		63112 호스팅 및 관련 서비스업	
		63120 포털 및 기타 인터넷 정보 매개 서비스업	
		63991 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업	
		63999 그 외 기타 정보 서비스업	
	지능형반도체	20129 기타 기초 무기화학 물질 제조업	
		20499 그 외 기타 분류 안된 화학제품 제조업	
		26112 비메모리용 및 기타 전자집적회로 제조업	
		26129 기타 반도체 소자 제조업	
		26295 전자 감지장치 제조업	
		27213 물질 검사, 측정 및 분석 기구 제조업	
		29271 반도체 제조용 기계 제조업	
		58221 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업	
	5G	26111 메모리용 전자집적회로 제조업	
		26112 비메모리용 및 기타 전자집적회로 제조업	
		26221 인쇄회로기판용 적층판 제조업	
		26222 경성 인쇄회로기판 제조업	
		26223 연성 및 기타 인쇄회로기판 제조업	
		26299 그 외 기타 전자 부품 제조업	
		26410 유선 통신장비 제조업	
		26422 이동 전화기 제조업	
		26429 기타 무선 통신장비 제조업	
		28202 축전지 제조업	
		58221 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업	
		61220 무선 및 위성 통신업	
		61299 그 외 기타 전기 통신업	

산업	유형	한국표준산업분류(10차)	출처	
활용기술	드론	26299 그 외 기타 전자 부품 제조업	산업연구원 (2018)	
		26429 기타 무선 통신장비 제조업		
		27211 레이더, 항행용 무선 기기 및 측량 기구 제조업		
		27309 기타 광학 기기 제조업		
		28202 축전지 제조업		
		31312 무인 항공기 및 무인 비행장치 제조업		
		31321 항공기용 엔진 제조업		
		31322 항공기용 부품 제조업		
	자율주행차	26112 비메모리용 및 기타 전자집적회로 제조업		
		26129 기타 반도체 소자 제조업		
		26211 액정 표시장치 제조업		
		26212 유기 발광 표시장치 제조업		
		26295 전자 감지장치 제조업		
		26429 기타 무선 통신장비 제조업		
		27211 레이더, 항행용 무선 기기 및 측량 기구 제조업		
		28903 교통 신호장치 제조업		
		30201 차체 및 특장차 제조업		
		30310 자동차 엔진용 부품 제조업		
		30320 자동차 차체용 부품 제조업		
		30332 자동차용 부품 전기장치 제조업		
		30391 자동차용 부품 조향장치 및 현가장치 제조업		
		30392 자동차용 부품 제동장치 제조업		
		30399 그 외 자동차용 부품 제조업		
		58221 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업		
	58222 응용 소프트웨어 개발 및 공급업			
	72924 지도 제작업			
	스마트그리드	27214 속도계 및 적산계기 제조업		산업연구원 (2016)
		28114 에너지 저장장치 제조업		
		28119 기타 전기 변환장치 제조업		
		28122 전기회로 접속장치 제조업		
		28123 배전반 및 전기 자동제어반 제조업		
		28202 축전지 제조업		
		72129 기타 엔지니어링 서비스업		
26121 발광 다이오드 제조업				
28111 전동기 및 발전기 제조업				
35114 태양력 발전업				
35119 기타 발전업				

[부록 표 2] 공간정보산업 세세분류별 현황(2017년)

	한국표준산업분류(10차)	서울	
		사업체	고용
스 마 트 기 반 시 설 (공 간 정 보)	26429 기타 무선 통신장비 제조업	10개	103명
	27211 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업	34개	262명
	46453 서적, 잡지 및 신문 도매업	4개	7명
	46493 사진장비 및 광학용품 도매업	11개	94명
	46510 컴퓨터 및 주변장치, 소프트웨어 도매업	27개	454명
	46592 의료, 정밀 및 과학기기 도매업	103개	1,030명
	58119 기타 서적 출판업	15개	84명
	58221 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업	102개	4,134명
	58222 응용 소프트웨어 개발 및 공급업	175개	3,690명
	62010 컴퓨터 프로그래밍 서비스업	61개	917명
	62021 컴퓨터시스템 통합 자문 및 구축 서비스업	59개	4,641명
	63120 포털 및 기타 인터넷 정보 매개 서비스업	21개	475명
	63991 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업	22개	333명
	70129 기타 공학 연구개발업	6개	99명
	72121 건물 및 토목 엔지니어링 서비스업	217개	9,071명
	72921 측량업	77개	1,075명
	72924 지도제작업	35개	976명
94120 전문가 단체	2개	111명	

출처: 통계청 마이크로데이터(MDIS)

주: 전체가중치를 부여한 값이며, 마이크로데이터는 KOSIS 또는 보고서의 집계자료와 차이가 발생할 수 있음

[부록 표 3] 위치정보 산업 현황(2017년)

구분	전국		서울	
	사업체	고용	사업체	고용
응답기업 기준	408개	4,055명	269개 (65.9%)	2,468명 (60.86%)
모집단 기준	930개	8,359명	613개(추정) (65.9%)	5,087명(추정) (60.86%)

출처: 2018년 국내 위치정보산업 동향조사

주1: 지역별 가중치가 설문지의 표본 설계에 반영되지 않았기 때문에 모집단 기준의 서울 값은 알 수 없음

주2: 본문에서는 응답기업 기준 전국 가운데 서울시 차지하는 비중을 모집단에 동일하게 적용하여 추정하였음



서울시, 스마트시티 플랫폼 역할 강화로
데이터·SW 포함 관련산업 발전 지원해야

서울연 2019-OR-31

발행인 서왕진

발행일 2020년 2월 9일

발행처 서울연구원

ISBN 979-11-5700-475-1 93320 비매품

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

이 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.