







































기본 | 18-24

초연결 스마트시티 구현을 위한 공가정보 전략 연구

Geospatial Information Strategies for the Hyper-connected Smart City

임시영 외





초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구

Geospatial Information Strategies for the Hyper-connected Smart City

임시영 외



■ 연구진

임시영 국토연구원 책임연구원사공호상 국토연구원 선임연구위원오창화 국토연구원 연구원

■ 외부연구진

안종욱 안양대학교 교수 **유재준** 한국전자통신연구원 책임연구원

■ 연구심의위원

유재윤 공주대학교 교수 임은선 국토연구원 국토정보연구본부장 김미정 국토연구원 선임연구위원 김대종 국토연구원 연구위원 이재용 국토연구원 연구위원

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS



본 연구보고서의 주요 내용

- 초연결 스마트시티는 '도시 전반의 데이터가 모두 촘촘히 연결되어 데이터 기반의 분석과 시뮬레이션을 통해 도시 문제 해결 솔루션을 제공하는 도시'를 의미함
- ② 스마트시티를 초연결 스마트시티로 발전시키기 위해 도시 내 공간과 사물을 가상으로 구 현한 디지털트윈과 현실 데이터를 가상환경에 연결하는 사이버물리시스템이 필요함
- 3 초연결 스마트시티를 구현하려면, 디지털 가상공간 구축 뿐 아니라, 데이터의 연결 및 운용을 위한 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼 운영, 공간정보 분야의 장기적 발전을 위한 활용기반 강화 전략 등이 필요함

본 연구보고서의 정책제안

- 1 (초연결 스마트시티의 新프레임워크 설정) 현실도시와 가상도시를 연결하는 초연결 스마트시티 동기화를 위한 디지털트윈공간(DTS) 프레임워크의 표준화 및 확대 추진
- ② (초연결 스마트시티 공간정보 전략1 디지털 가상공간 구축) 객체기반의 3D 공간정보 구축, 3D 공간정보의 모듈화를 중심으로 가상공간을 구현
- ③ (초연결 스마트시티 공간정보 전략2 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼) 스마트시티 데이 터들을 연결하고 동기화, 스마트서비스를 위한 공간분석을 강화하여 공간정보 기반 스마 트시티 플랫폼 운영
- 4 (초연결 스마트시티 공간정보 전략3 공간기반 활용기반 강화) 3D 구축에 대한 비용 산 정 체계 구축, 공간데이터 및 서비스 거래시장형성 등의 활용기반 강화와 지방정부 중심의 협력적 거버넌스 조성

i



1. 연구의 개요

□ 연구의 배경 및 필요성

- 국토교통부는 2017년 '공간정보 R&D 혁신로드맵'을 수립하는 등 장기적 관점 에서 초연결 사회에 대응하기 위한 공간정보의 발전방향을 모색 중임
- 공간정보 분야는 자율주행차, 실내 내비게이션, 드론 등에서 필요로 하는 정밀 도로지도, 실내공간정보, 3차원 격자지도를 개발하는 등 구축 중심에서 활용중 심으로 변화 중임
- 4차 산업혁명으로 초연결 사회와 스마트시티가 부각되면서 공간정보 분야 역시 이에 대응할 수 있도록 기존과 다른 역할을 할 수 있어야 함
- 스마트시티는 모니터링, 공급자 중심에서 참여형, 데이터 중심으로 발전하고 있으며 공간정보는 이렇게 변하는 스마트시티의 핵심 인프라로 떠오르고 있음
- IoT와 Big data로 일컬어지는 초연결 기술을 바탕으로 스마트시티는 초연결 스마트시티로 발전할 것으로 예측되며, 공간정보 분야도 이에 대한 준비가 필요
- 이에 초연결 스마트시티로 발전하기 위한 공간정보의 역할을 선제적으로 정립하는 것이 필요

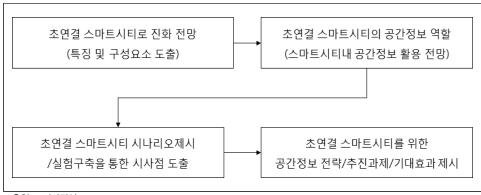
□ 연구의 목적

- 초연결 스마트시티로 도약하기 위한 공간정보의 역할을 제시하고 이를 달성하기 위한 전략을 마련하는 것이 연구의 목적임
- 초연결 스마트시티 개념과 구성요소, 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보역할, 시나리오와 실험 구축을 통한 현재 수준 진단, 초연결 스마트시티를 위한 공간정보 전략과 추진과제를 도출
- 사공호상 외(2017)에서 다루었던 지능정보사회에 대비한 공간정보 미래전략의 연장선상에서, 스마트시티의 핵심플랫폼으로서 공간정보의 발전 전략을 제시

□ 연구 범위 및 방법

- 내용적 범위는 스마트시티 발전과 그에 따른 공간정보의 역할 점검, 성공적인 역할 수행을 위한 전략 제시임
- 연구 방법으로 스마트시티에서 공간정보의 역할 변화검토를 위한 문헌연구, 초 연결 스마트시티의 공간정보 역할을 확인하기 위한 시나리오 분석, 현재 수준 을 점검하기 위한 공간데이터 실험 구축 수행
- 연구의 핵심 내용은 다음과 같음
 - 스마트시티가 초연결 스마트시티로 진화할 것으로 전망하고 초연결 스마트 시티의 특징과 구성요소를 도출
 - 스마트시티의 공간정보 활용 현황을 확인하고 초연결 스마트시티에서 공간 정보의 역할을 재조명
 - 초연결 스마트시티의 시나리오를 제시하고 해당 범주 내에서 실험 구축을 수행하여 공간정보 발전방향을 모색
 - 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략과 과제 및 기대효과를 제시

그림 1 ㅣ 연구 핵심 내용



출처: 저자작성

□ 선행연구와 차별성

- 선행연구로는 '초연결 사회의 도래와 사이버물리시스템'에 관련된 연구와 '지 능정보사회에 대응하는 공간정보 전략'에 관한 연구로 크게 구분됨
- 초연결 사회 및 사이버물리시스템에 대한 연구는 초연결 사회가 도래함에 따라 분야별 또는 사회 전반에 걸쳐 사이버물리시스템의 가치와 역할에 대해 논의함
- 지능정보사회에 대응하기 위해 미래 공간정보 전략은 현실세계를 그대로 가상 세계로 옮기는 DTS(Digital Twin Space)의 구현이 필요하다고 제안함
- 이번 연구는 스마트시티에 초점을 맞추어 초연결 시대에 기대되는 스마트시티 의 발전을 전망하고, 이를 위한 공간정보의 역할과 전략을 제시한다는 점에서 선행연구들과 차별됨

□ 연구의 기대효과

- 스마트시티 측면에서는 공간정보 기반 플랫폼을 중심으로 초연결의 개념을 스마트시티에 적용하여 스마트시티의 새로운 도약을 견인할 수 있음
- 공간정보 측면에서는 3D 공간데이터 구축 방식의 변화를 시도하고 도시의 사이 버물리시스템을 구현하기 위한 도전으로, 공간정보 분야의 장기적 발전 방향을 제시하는데 의의가 있음

2. 4차 산업혁명과 스마트시티

□ 스마트시티 정책의 발전 과정

- 스마트시티를 바라보는 관점은, 4차 산업혁명을 선도하는 공간이자 통합플랫폼으로 보는 기술혁신의 관점과 당면하고 있거나 당면하게 될 도시문제를 효과적으로 해결하는 방안으로 보는 도시문제 해결의 관점으로 구분할 수 있음
- 기술혁신의 집적공간으로서 스마트시티를 보면, 중국, 인도, 세종, 부산 국가 시범단지처럼 국가의 첨단 정보통신기술 역량을 집중하여 4차 산업혁명의 혁신 성장 동력으로 국가전략적 차원에서 스마트시티를 추진
- 도시문제 해결을 위한 관점에서 스마트시티를 보면, 지자체를 대상으로 '스마트시티 통합 플랫폼 사업', '스마트시티 실증사업' 등을 통해 심화되고 있는 도

시문제를 해결하고 양질의 서비스를 제공하는 방안으로서 추진 중임

- 전 세계의 도시들은 앞 다투어 스마트시티 사업을 추진하고 있으며, 정부는 스마트시티 사업을 통해서 국가의 경쟁력을 높이고자 노력하고, 민간기업은 스마트시티에서 새로운 사업 기회를 만들고 이를 통해 일자리를 창출하고자 함
- 도시의 사이버물리시스템을 구현하기 위해서는 도시환경을 그대로 재현하는 3 차원 공간정보 기반의 디지털 트윈이 필요하므로 스마트시티 구현이 가속화될 수록 공간정보에 대한 수요도 크게 늘어날 것으로 전망

□ 기술발전과 스마트시티의 변화

- IoT를 비롯한 초연결 기술은 4차 산업혁명의 핵심으로 스마트시티의 발전에도 큰 영향을 미치고 있음
- 데이터의 수집, 저장, 분석, 피드백의 기술발전 관점에서 보면, 향후 스마트시 티는 정보의 분석과 응용, 현실과 가상의 연계, 분석/시뮬레이션 결과를 바탕으로 현실제어가 가능한 초연결 스마트시티로 발전할 것임

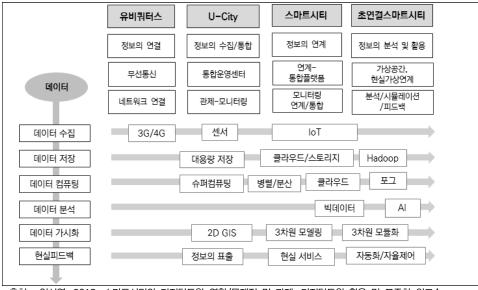


그림 2 | 기술발전에 따른 스마트시티의 진화

출처 : 임시영. 2018. 스마트시티와 디지털트윈-역할/문제점 및 과제. 디지털트윈 활용 및 표준화 워크숍.

□ 도시에서 초연결의 방향

- 데이터 간 연결: 초연결 시대에는 대부분의 객체에 센서를 부착하여 지적 능력을 극대화할 것으로 예상되므로 데이터 간 연결과 연계가 매우 중요한 과제임
- 행정 및 서비스 분야 간 연결: 도시는 행정 목적이나 서비스 단위로 구분되므로 분야 간 이종데이터의 연결이 어려운 실정임. 분야와 부문 간 데이터를 연계하고 통합·활용해야 진정한 스마트시티를 구현할 수 있음
- 현실세계와 가상세계의 연결: 도시의 사이버물리시스템 구축을 위해 현실세계 와 동일한 가상세계를 구축하고, 현실의 데이터를 가상세계로 연결하여 모니터 링, 분석, 예측, 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과를 현실세계에 반영해야 함

□ 초연결 스마트시티의 개념과 필수 요소

- 초연결 스마트시티는 '도시의 전반적인 데이터가 촘촘히 연결되어 데이터 기반 의 분석/시뮬레이션을 통해 도시 문제를 해결하는 솔루션을 제공하는 도시' 임
- 초연결 스마트시티는 실시간 또는 준실시간의 데이터 수집 및 획득, 다양한 센서를 통해 수집된 데이터의 연계 및 융복합 활용, 빅데이터에 내재된 가치 창출, 도시 내 데이터의 융합·활용을 위한 협력적 거버넌스 등이 필수임

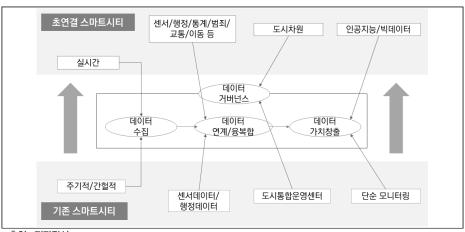


그림 3 | 초연결 스마트시티로의 발전 방향

출처: 저자작성

3. 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할

□ 스마트시티 공간정보 활용 사례와 시사점

- 기존의 통합관제센터에서는 바탕지도 위에 CCTV, 주요 지형지물, 시설물 등의 위치를 표시하거나 교통 흐름을 모니터링 하는 낮은 수준의 GIS 기능을 활용
- 싱가포르에서는 3차원으로 가상공간을 만들어서 도시 전체를 모니터링하거나 문제를 분석하고 해결방안을 모색하는 협업플랫폼으로 활용하고 있음
- 국내에서는 공간정보가 스마트시티에 적용할 수 있을 거라 기대하지만 추가로 구축해야 하는 대상이라 여기는 반면, 해외에서는 플랫폼의 역할을 하거나 공 간정보를 기반으로 서비스의 연계가 가능할 것으로 본다는 점에서 차이가 있음

□ 스마트시티의 공간정보 활용 현황과 전망

- 스마트시티를 구현하는데 있어 공간정보의 역할과 중요도는 보는 관점과 입장 에 따라 다르게 나타나고 있음
- 스마트도시협회에서 제시하는 스마트시티의 개념도를 보면 통합관제가 중심이 며 이는 곧 스마트시티 통합 플랫폼에서 GIS는 단순히 정보의 표출, 관제화면 의 바탕지도로 활용하는 수준을 의미
- 그러나 IoT 기반의 스마트시티 플랫폼의 관점에서 보면 분석과 모델링, 시각화 와 의사결정 지워 등이 중요한 레이어로 존재
- 스마트시티를 구현하는데 있어 데이터의 중요성이 점점 커지고 있는 점을 고려할 때 데이터를 효과적으로 수집, 저장, 관리, 분석할 수 있는 수단인 GIS의 활용 가능성은 매우 커질 것으로 예상

□ 초연결 스마트시티를 향한 공간정보의 역할

- 하드웨어, 소프트웨어, 데이터, 사람, 활용 등의 전통적인 GIS 구성요소와 연결 및 소통을 결합하면 스마트시티를 위한 GIS 프레임워크가 될 수 있음
- 초연결을 통한 데이터의 수집능력을 높이고, 분석결과를 시각화 한 후 이를 활용하여 이해관계자와 소통하는 스마트시티를 구현할 수 있음

- 도시의 운영과 관리 현황을 직관적으로 이해함으로써 문제가 발생하면 빠르게 대응하고 이해 관계자가 쉽게 협업하는 것이 스마트시티의 핵심 중 하나임
- 시각화를 통한 공간적 직관력을 제고하면 기존의 '칸막이식' 도시 관리를 벗어 나 이해 관계자가 참여하는 '공유된 시스템' 으로 전환할 수 있음
- GIS를 활용한 스마트시티 구현 단계로 ① 도시의 자연 및 인공적 구성요소를 모델링, ② 도시 운영에 필요한 가상공간으로 전송하는 센싱 레이어 구축, ③ 분석환경 개발, ④ 시각화, ⑤ 이력데이터와 실시간 데이터 분석에 기반한 최적화와 안전관리를 제시(Isam Shahrour, 2018, 그림 4 참고)
- 공간정보는 4차 산업혁명의 핵심으로 부상하고 있는 자율주행자동차, 드론, 로 봇 등과 함께 그 중요성과 기능이 재조명되고 있음
- 센서를 통해 공간상황을 인지하여 움직이는 자율이동체는 정확하고 정밀한 지도와 GPS가 필수이며, 도시의 사이버물리시스템을 구현하기 위해서는 도시환경을 그대로 재현하는 3차원 공간정보 기반의 디지털 트윈이 필요
- 따라서 스마트시티 구현이 가속화될수록 공간정보에 대한 수요도 크게 늘어날 것으로 전망됨

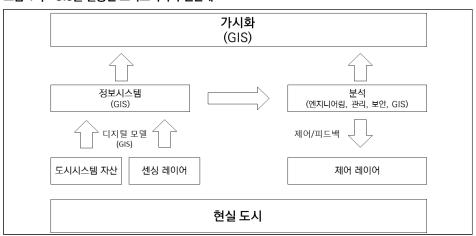


그림 4 | GIS를 활용한 스마트시티 구현단계

출처: GIM. https://www.gim-international.com/content/article/use-of-gis-in-smart-city-projects 에서 재작성 (2018년 12월 9일 검색)

4. 초연결 공간정보 활용 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축

□ 공간정보 전략 도출을 위한 시나리오

- 초연결 스마트시티에서 제공 가능한 서비스 시나리오를 통해 공간정보가 어떻게 구축되어야 하는지 필요한 것이 무엇인지를 확인하고 이를 전략 도출에 활용
- 공간정보 구축 측면에서 보면 다음사항이 필요
 - 건물 외벽을 창/벽/난간으로, 실내를 층/셀/호실로 구분하여 구축
 - 각각의 구성요소에 구별가능한 아이디(ID)를 부여
 - 구성요소를 결합하여 전체 구성 할 수 있어야 함
 - 구성하고 있는 공간은 실제 관계대로 표현 되어야 함
 - 대피 시작점, 경로 선택을 위한 교차점, 도착점 등의 구분하는 것이 필요
- 정보의 연결 측면에서 보면 다음 사항이 필요
 - 적정한 위치에 센서를 설치하고 정보를 수집
 - 수집된 정보는 실시간 또는 특정 주기로 별도 DB 저장해야함
 - 별도 DB에 저장된 값은 위치값과 연결하여 속성으로 반영되어야 함,
 - 이를 위해서는 공간정보 구축시 센서를 해당 공간과 연결해야 하며 공간과 센서정보가 동기화, 분야 간/ 유관기간 간 연결이 필요함
 - 또한 구성요소는 각각 필요한 정보를 속성으로 연결해야 함
 - 건물의 내부와 외부가 연결되어야 함
- 분석 및 활용 측면에서 보면 다음 사항이 필요
 - 거리 등을 계산하여 최적 경로를 산출(외부 제약 포함)할 수 있어야 함
 - 화재의 전파를 알기 위해서는 공간 구조, 벽체, 내장재 등의 특징에 따른 화재의 전파 속도를 예측할 수 있어야 함
 - 창에서부터 특정 지점까지 경로를 계산하고 제공할 수 있어야 함
- 시나리오별로 필요한 기능이 다르므로 공간정보를 각기 다른 형태로 구축, 연 결. 활용해야 해야 함

• 따라서 공간정보를 어떻게 구축하고 활용할 것인가를 결정하기 위한 첫 걸음은 어떤 서비스를 제공할 것인가/어떤 기능이 필요한가를 확인하는 것임

□ 실험 구축 방향과 시사점

- 시나리오와 그에 따른 공간정보의 역할을 확인하기 위하여 공간정보가 어떻게 구축 되어야 하는지 실험적으로 구현
- 2차원 CAD 도면을 활용하여 3차원 건물 모델링 수행, 3차원 지형데이터 결합
- 건물 구성요소별 데이터 구축, 활용데이터 제약, 일반화된 기술의 부재, 속도 저하 등의 구축 문제와, 센서를 통한 실시간 데이터 연결, 분석 방법, 제도 및 협력 이슈들이 부각됨

□ 시나리오 및 실험 구축의 시사점

- 초연결 스마트시티에 공간정보를 적용하기 위해서는 관련 서비스를 우선적으로 기획하는 것이 필요
- 구축 방법과 절차, 소요되는 시간과 비용, 객체화 수준 등에 대한 가이드 필요
- 객체화된 구성요소의 관리방식, 객체화된 구성요소의 결합방식, 건물모델링과 지형정보의 결합 등과 관련한 표준화 필요
- 필요한 부분만을 가시화하거나 필요한 정보에만 빠르게 접근할 수 있는 방법 등과 같이 플랫폼 운영과 관련된 기술 필요
- 어떤 정보를, 어떠한 주기로 수집하고, 어디에 연결하고, 어떻게 분석하고 시 뮬레이션함지를 결정해야 함
- 수집되는 정보들에 위치를 부여하는 등의 공간정보 관점에서 재조정이 필요
- 객체화된 구성요소가 더욱 많아지고, 센서정보 등의 수집되어야 하는 도시정 보가 많을 경우에는 AI나 Machine learning 기술의 도입도 고려되어야 함
- 우선적으로 많은 실험, 시범사업을 통해 다양한 사례를 발굴하여 객체화 수준, 구축 소요 비용, 객체화된 구성요소의 결합, 센싱정보 등의 도시정보 연결법, 위치부여, 분석방법 등을 구체화하고 이를 표준화해야 함

- 도시로 확장할 경우, 구성요소가 많아질 것이므로 이를 보다 효율적으로 구축, 운영하기 위한 현실적인 방법으로 민간을 적극적으로 참여하도록 유도해야함
- 객체화를 통한 가상공간의 구축은 BIM을 활용하는 것이 현재 시점에서 가장 유용할 것임

5. 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략

□ 전략개요

- 초연결 스마트시티를 위해서는, 어떻게 가상도시를 만들어야 하는지, 그리고 어떻게 현실데이터를 가상도시의 구성요소에 연결하는지, 그리고 그것을 통해 가상도시에서 무엇을 해야 하는지에 대한 전략이 필요
- 가상도시를 만드는 전략으로 디지털 가상공간 구축을, 현실도시의 데이터를 가상도시로 연결하고 가상도시에서 해야 하는 기능을 위한 전략으로 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼 운영을 제시
- 또한 구축과 운영 전략을 원활하게 수행되기 위해 유통, 제도, 인력, 거버넌스 등 기술 외적 환경에 대한 전략 제시

그림 5 | 전략 개요

출처 : 저자작성

□ 디지털 가상공간 구축

- 초연결 스마트시티를 구현을 위한 공간정보 전략은 가상공간을 제대로 구축하는 것으로 시작해야 하며 이를 위한 세부전략으로 객체기반의 3차원 공간정보구축, 3차원 공간정보의 모듈화를 제시
- 객체기반 3차원 공간정보 구축 추진과제로 객체기반 스마트시티 서비스 기획, 객체화 시범사업, 스마트시티 구성요소 구조화 및 관리체계 마련을 제시
- 3차원 공간정보의 모듈화 추진과제로 모듈형 공간정보 결합 표준 및 결합기술, BIM/GIS 확대 및 공간정보 갱신체계 다각화, 스마트시티를 위한 공간정보 플 랫폼의 구역중심 시범구축을 제시

□ 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼

- 구축된 가상공간을 실제로 운영할 수 있는 플랫폼을 위한 세부 전략으로 스마트 시티 데이터의 연결 및 동기화, 스마트서비스를 위한 공간분석을 제시
- 스마트시티 데이터의 연결 및 동기화 추진과제로 공간정보 통합 및 위치 중심 데이터 연결, 초연결 스마트시티 서비스별 데이터 갱신 주기 설정, 공간정보 기 반 초연결 스마트시티 플랫폼 기술 개발을 제시
- 스마트서비스를 위한 공간분석 추진과제로 도시문제 해결을 위한 분석기술, 스마트시티 빅데이터 처리를 위한 공간정보 기반의 AI/Machine Learning 기법 개발을 제시

□ 공간정보 활용기반 강화

- 시나리오와 실험 구축 결과에서 언급되었던 제도나 거버넌스의 문제 역시 중요 하게 고려해야함
- 동시에 객체화된 정보를 활용하기 위한 기반 마련이 필요하므로 스마트시티 구현을 위한 공간정보 활용기반 조성, 협력적 거버넌스 기반 조성을 세부전략으로 제시
- 스마트시티 구현을 위한 공간정보 활용 기반 조성 추진 과제로 공간정보 구축 품셈/공간정보 분석 대가 기준 마련, 공간정보 데이터/서비스 거래시장 구축을 제시

- 또한, 공간정보 기반 스마트시티 전문인력 양성, 초연결 스마트시티 공간정보 규제환경 개선을 제시
- 협력적 거버넌스 기반 조성을 위해 지방정부가 중심이 되는 초연결 스마트시티 거버넌스 체계를 그림 6과 같이 제안함

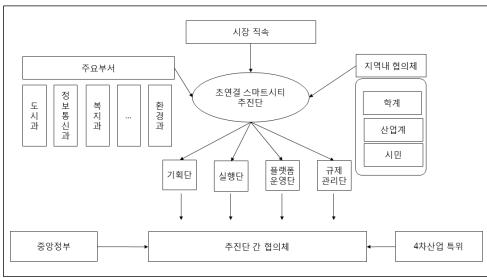


그림 6 | 초연결 스마트시티 거버넌스

출처 : 저자작성

- 또한 이해관계자의 역할정립을 위해 그림 7과 같이 제시함
 - 지자체는 시범사업을 수행하여 플랫폼과 데이터를 점진적으로 확대
 - 산업계는 명확한 품셈 하에서 플랫폼 개발, 독자적 구축기술, 데이터 공간 화 등을 통해 수익을 창출
 - 학계/연구계는 기술/기법 개발
 - 시민은 요구사항을 개진하고 시장에 참여
 - 중앙정부는 총괄관리 및 예산확보, 표준/품셈 등 제도 마련, 시범사업 등을 통한 사례의 발굴 및 확산 등의 역할에 집중하는 것이 필요

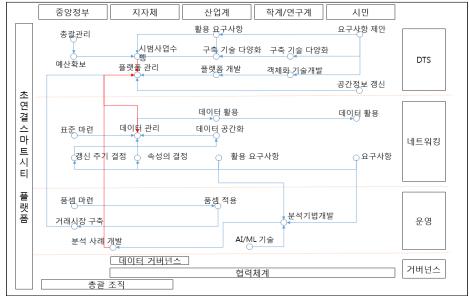


그림 7 | 초연결 스마트시티 공간정보 분야 이해관계자 역할 관계 예시

출처: 저자작성

□ 공간정보 전략 수행의 기대효과

- 시민 의견이 즉시 정책에 반영되는 참여 민주주의 기반 강화, 도시 전체의 포용 성장 기틀 마련, 스마트시티 신규 서비스 발굴을 통한 경제성장, 지속가능한 발 전 토대 마련으로 공간정보산업의 장기적 발전 견인, 실질적 초연결 스마트시 티 구현에 기여, 업무 영역간 협업 및 데이터 기반 정책/의사결정 지원 등의 효 과가 기대됨
- 시민 의견이 즉시 정책에 반영되는 참여 민주주의의 기반 강화 : 공간플랫폼을 통해 시민들의 의견이 바로 정책이 되고 그 결과를 쉽게 확인할 수 있는 진정한 의미의 참여 민주주의 달성에 기여할 수 있음
- 도시 전체의 포용성장 기틀 마련: 공간정보 플랫폼을 통해 도시 전체의 정보 가 연결되면 도시 상황을 한눈에 진단하고 이를 토대로 정책을 수립하여 결과적 으로 지역적 불평등을 해소하는데 기여할 수 있음. 공간플랫폼을 통한 자유로 운 데이터 공유 및 개방은 결과적으로 동등한 경제적 기회를 제공하는 출발점이 될 것임

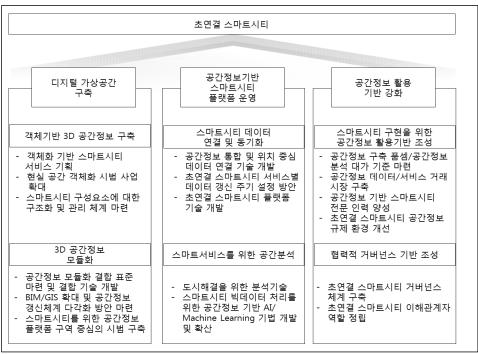
- 스마트시티 신규 서비스 발굴을 통한 경제적 성장 유도 : 공간플랫폼 하에서 도 시정보가 모이고, 이를 민간에게 개방한다면 무수한 신규서비스가 발굴되어 데 이터 공개에 의한 경제적 파급효과를 기대할 수 있음
- 지속가능한 발전 토대 마련으로 공간정보산업의 장기적 발전에 기여 : 공간정 보 산업의 활용 분야가 풍부해질 것이며 이는 곧 활용 중심의 산업구조 개편으 로 이어져 궁극적으로 공간정보 산업의 장기적 발전으로 연결될 것임
- 실질적 초연결 스마트시티 구현에 기여: IoT와 직접 관련된 데이터 실시간 또는 준실시간 수집 및 획득이라는 필수요소 외 모든 요소들은 가상공간의 구축, 플랫폼의 운용, 협력적 거버넌스 구축 등 공간정보와 직접적으로 관련이 있음
- 업무 영역간 협업 강화 및 데이터 기반 정책/의사결정 지원 : 업무 영역 간 협업 이 가능해 지며 데이터에 기반하여 보다 빠른 의사결정이 가능

6. 결론 및 향후 과제

□ 연구의 결론

- 4차 산업혁명에 따른 공간정보 전략에 변화가 필요한 시점이며, 여기에 스마트 시티의 부상은 공간정보의 역할에 대한 고민을 요구
- 현실과 가상을 연결하는 초연결 스마트시티 동기화를 위한 공간정보의 역할 점 검을 통해 초연결 스마트시티의 새로운 프레임워크를 설정
- 초연결 스마트시티 도약을 위한 공간정보 전략으로, 디지털 가상공간 구축, 공 간정보 기반 스마트시티 플랫폼 운영, 공간정보 활용기반 강화를 제시
- 초연결 스마트시티의 가상공간 구축을 위한 디지털 가상공간 구축의 세부 전략으로, 객체기반 3D 공간정보 구축과 3차원공간정보 모듈화를 제시
- 가상공간을 중심으로 초연결 스마트시티 플랫폼을 운영하기 위한 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼 전략의 세부 전략으로, 스마트시티 데이터 연결 및 동기화와 스마트서비스를 위한 공간분석을 제시
- 전략의 실효성 있는 수행과 초연결 스마트시티에서 공간정보의 장기적 발전을 위한 공간정보 활용 기반강화 전략의 세부 전략으로, 스마트시티 구현을 위한 공간정보 활용 기반 조성과 협력적 거버넌스 기반 조성을 제시

그림 8 | 전략 및 과제



출처 : 저자작성

- 초연결 스마트시티의 공간플랫폼이 운영된다면, 시민 의견이 즉시 정책에 반 영되는 참여 민주주의 기반 강화, 도시 전체의 포용성장 기틀 마련, 스마트시티 신규 서비스 발굴을 통한 경제성장이 가능함
- 또한 지속가능한 발전 토대 마련으로 공간정보산업의 장기 발전 견인, 실질적 초연결 스마트시티 구현에 기여, 업무 영역간 협업 및 데이터 기반 정책/의사결 정 지워 등이 가능함

□ 연구의 한계와 향후 과제

- 구체적 서비스를 중심으로 공간정보의 역할을 실증하지 못한 한계가 있음
- 소단위 구역을 중심으로 공간의 사이버물리시스템을 구현하는 시범사업을 추진 하고, 이를 바탕으로 구체적인 가이드라인을 만들어가는 과정이 필요함

차례

CONTENTS

	용 및 정책제안	
 제1장	서론	
	1. 연구의 배경 및 목적 ··································	6
제2장	4차 산업혁명시대의 스마트시티 발전전망	
	1. 스마트시티 정책의 발전과정 2. 초연결 스마트시티로의 진화 전망	
제3장	초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할	
	1. 스마트시티의 공간정보 활용 사례 2. 스마트시티의 공간정보 활용 현황과 전망 3. 초연결 스마트시티를 향한 공간정보의 역할	17

초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구

제4장	초연결 공간정보 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축	
	1. 초연결 공간정보 활용 시나리오 2. 객체기반 공간정보 실험 구축 3. 시나리오 및 실험 구축 시사점	72
 제5장	초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략	
	1. 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 개요 2. 디지털 가상공간 구축 3. 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼 4. 공간정보 활용기반 강화 5. 공간정보 전략 수행의 기대효과	84 95 05
 제6장	결론 및 향후 과제	
	1. 결론 ···································	
	<u>+</u> 1	
	ARY 1	

표차례

LIST OF TABLES

〈丑	1-1>	선행연구 요약 및	차별성		12
/ ∏	3-1	스마트시티 구성의	〉人	/	10

그림차례

LIST OF FIGURES

〈그림 1-1〉연구 흐름도9
〈그림 1-2〉연구 핵심 내용10
〈그림 2-1〉Use Case형 스마트시티 연구모델21
〈그림 2-2〉 스마트시티 추진전략 로드맵 22
〈그림 2-3〉 기술발전에 따른 스마트시티의 변화 25
〈그림 2-4〉 초연결을 통한 스마트시티 서비스 발전방향30
〈그림 2-5〉 초연결 스마트시티로의 발전 방향31
〈그림 3-1〉 세종시 3차원 공간정보 플랫폼 구축37
〈그림 3-2〉부산 에코델타시티 디지털트읜 추진38
〈그림 3-3〉 인천경제자유구역 3D 공간정보 서비스
〈그림 3-4〉 버추얼 싱가포르에서의 공간정보 활용 예시40
〈그림 3-5〉 버추얼 싱가포르에서의 enriched 3D model41
〈그림 3-6〉 스페인 바르셀로나 스마트시티 Sentilo 플랫폼 및 구글맵 기반 정보제공 \cdots 42
〈그림 3-7〉암스테르담 스마트시티의 공간정보 공개 및 웹 기반 활용43
〈그림 3-8〉Smart Columbus 중점 추진 분야45
〈그림 3-9〉 스마트시티 개념도48
〈그림 3-10〉 플랫폼 관점의 스마트시티 개요
〈그림 3-11〉 스마트시티 플랫폼 참조모델
〈그림 3-12〉스마트시티 구성요소52
〈그림 3-13〉LG CNS 시티허브 플랫폼53
〈그림 3-14〉 공간정보 플랫폼 기능의 개념도55
〈그림 3-14〉 공간정보 플랫폼 기능의 개념도
〈그림 3-15〉스마트시티를 위한 GIS 프레임 워크 개념도 ·······56
〈그림 3-15〉스마트시티를 위한 GIS 프레임 워크 개념도56 〈그림 3-16〉스마트시티 라이프사이클 관리를 위한 GIS활용58

그림차례

LIST OF FIGURES

〈그림	4-3〉 실험 구축 결과 3 - 3차원 모델링 성과 상세 175
〈그림	4-4〉 실험 구축 결과 4 - 3차원 모델링 성과 상세 276
	5-1〉 전략 개요84
〈그림	5-2〉UOID 구성 ······86
〈그림	5-3〉 CityGML의 표현 예시 ······87
〈그림	5-4〉 MAGO 3D 예시 ······88
〈그림	5-5〉BIM/GIS 플랫폼 예시 ······91
〈그림	5-6〉 공간정보 대량맞춤화 배경 및 필요성92
〈그림	5-7〉 3D 도시모델 저작프레임워크93
〈그림	5-8〉 공간중심 데이터의 연결97
〈그림	5-9〉데이터의 연결과 분야의 연결97
〈그림	5-10〉 세종시-ETRI의 디지털트윈 연구 개요99
〈그림	5-11〉LX-전주시의 가상전주, 사이버전주 프로젝트 개요100
〈그림	5-12〉 공간빅데이터 연구단 2세부103
〈그림	5-13〉 공간빅데이터 분석과제 중 전주시 교통현황 분석 103
〈그림	5-14〉스마트네이션 거버년스114
〈그림	5-15〉초연결 스마트시티 거버년스115
〈그림	5-16〉초연결 스마트시티 공간정보 분야 이해관계자 역할 관계 예시116
〈그림	5-17〉 공간정보 플랫폼 개념적 완성 모습117
〈그림	6-1〉 전략 및 과제

CHAPTER

서론

- 1. 연구의 배경 및 목적 | 3
- 2. 연구의 범위 및 방법 | 6
- 3 서해여구아 차별선 | 10
 - 4. 연구의 기대효과 | 13

CHAPTER 1

서론

본 장에서는 기술 환경 변화에 따른 초연결 스마트시티의 대두와 공간정보의 대응 방안 마련 필요성, 그리고 연구 목적을 제시하였다. 연구 목적에 부합하도록 연구 범위와 방법을 기술하고 연구 흐름을 제시하였다. 그 과정에서 초연결 스마트시티의 개념을 간략하게 소개하고 연구의 학술 적·정책적 기대효과를 제시하였다.

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

공간정보는 지난 20년 동안 국가의 주도하에 꾸준하게 발전해 왔다. 그러나 최근 드론, IoT, 빅데이터, 5G 등 관련 기술이 발전함에 따라 새롭게 변화해야 하는 상황을 맞이하였다. 정부는 2018년까지 6차례에 걸친 국가공간정보기본계획을 수립 및 집행하여 국가인프라로서 공간정보의 위상을 높여왔다. 그러나 공간정보를 둘러싼 기술의 발전은 기존과는 다른 유형과 접근방식의 공간정보 구축 및 갱신, 활용 방식을 요구하고 있다. 이에 국토교통부는 2017년 '공간정보 R&D 혁신 로드맵」'을 수립하여 장기적 관점에서 초연결 사회에 대응하는 공간정보 기술의 발전방향을 모색하고 있다.

또한 공간정보시장에서 기존의 공급자 중심 공간정보를 탈피하여 수요자의 활용중심

^{1) &#}x27;공간정보 R&D 혁신 로드맵(2017)'에서는 가상화(현실 같은 공간정보-정밀도/갱신/가상국토), 초연결(사람-사물-공간의 연결/센서/실시간 대용량 처리), 지능화(공간지능 인지/예측 자동화),활용 지원(공간정보 연계 및 공유)의 4대 중점분야를 제시

공간정보로 변화하려는 움직임들이 있다. 그간 공간정보 분야는 3차원으로 진화하려고 노력해왔으나 비용대비 효과 부족, 구체적 활용처 부재가 장애 요인으로 작용했다. 물론 기존 3차원 공간정보의 경우, 높이 값을 가지는 3차원 모형에 영상을 입히는 형태로 구축되어 시각화에는 좋으나 분석과 예측 수요에 대응하기 어려웠다. 이는 3차원 공간 정보의 구축이 수요를 고려하지 않고 공급자 중심으로 이루어졌기 때문이다.

그러나 최근에는 자율주행차, 실내 내비게이션, 드론 등의 수요자 요구를 만족시키기 위해 정밀도로지도, 실내공간정보, 3차원 격자지도 등이 개발되고 있다. 국토지리정보원 역시 2015년부터 '공간정보 대량맞춤화 사업'을 추진하여 수요자 요구사항에 대응할 수 있는 공간정보 구축 및 갱신 체계를 구축하려고 한다.

4차 산업혁명으로 인해 초연결 사회와 스마트시티가 부각됨에 따라 공간정보에 대한 근본적인 고민을 필요하다. 기존 모니터링 중심의 스마트시티는 다수의 센서와 빅데이터 등으로 인해 참여형 스마트시티, 데이터 중심 스마트시티로 바뀌고 있다. 바야흐로 스마트시티도 초연결의 시대로 접어들고 있다. 기존 스마트시티가 모니터링 중심, 일 방적 정보제공으로 천편일률적인 관리중심의 스마트시티였다면, 향후 스마트시티에서는 주민 참여를 기반으로 한 데이터의 활용이 중요해질 것이다.

U-City에서 공간정보는 단순한 배경지도 역할을 수행했다. 반면 초연결의 관점에서 스마트시티를 보면 사물이 연결되어 표출되는 가상공간의 구성, 사물과 가상공간의 연결이 필요한데, 이는 공간정보만의 고유한 역할이다. 초연결의 관점 없이 구축되는 공간정보는 배경지도 이상 역할을 수행하기 어렵다. 이에 근본적으로 스마트시티에서 요구하는 공간정보의 역할을 고민하는 것이 필요하다.

정부는 4차 산업혁명에 대응하기 위한 방안 중 하나로 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진을 가속화하고 있다. 2018년 4차산업혁명위원회 스마트시티 특위는 '사람중심, 혁신성장동력, 지속가능성, 체감형, 맞춤형, 개방형, 융합·연계형'의 스마트시티 혁신을 발표하고 이를 위한 국가시범도시, 거점신도시, 데이터허브, 테마형 특화단지, 스마트 도시재생전략 등을 제시하고 이에 맞는 맞춤형 기술의 도입을 주창하였다. 이 중 주목받는 요소기술 중 하나가 디지털트윈이다. 디지털트윈은 현

실과 가까운 가상공간을 구축하는 것으로 이는 공간정보만의 고유역할이다.

특히 국가 스마트시티 시범도시(세종, 부산)에서는 규제완화, 신기술 적용 등을 통해 2021년까지 종합적인 성공사례를 만들고자 하며 제안된 핵심 내용에는 데이터허브와 민간 및 시민 참여 플랫폼이 포함되어 있다. 백지상태의 계획부터 도시발전의 전체과정에서 지속적으로 시민을 참여시키고 도시를 관리운영하기 위해서는 기존처럼 3차원 공간정보를 구축해서는 불가능하다. 획일화된 3차원 공간정보보다는 다양한 방식으로 구축하고, 다양한 구조의 만들어진 3차원 공간정보가 필요하며, 민간 및 시민은 이를 필요에 따라 선택적으로 활용할 수 있어야만 한다.

따라서 공간정보 분야는 기존처럼 배경지도 적용 또는 가시화만을 수행하기 보다는 스마트시티에 적합하도록 새로운 역할을 정립하고 이를 수행할 수 있도록 변화해야 한다.

2) 연구의 목적

본 연구의 목적은 초연결 스마트시티로 도약하기 위해 필요한 공간정보의 역할을 선제적으로 정립하고 전략을 제시하는데 있다. 기존 스마트시티가 도시 현황에 대한 모니터링을 중심으로 구현되었다면 향후 스마트시티는 초연결의 개념을 반영할 수 있어 야만 한다. 초연결은 곧 현실세계와 동일한 가상공간을 구현하고 현실세계의 다양한 사물들, 정보들을 상호 연결하기 위하여 가상공간을 활용하는 것을 의미하며, 이를 위해서는 공간정보 역시 그에 걸맞게 새로운 역할을 수행해야 한다.

기존 공간정보는 3차원 공간정보 구축, 실내공간정보 구축 등을 통해 현실공간을 동일하게 가상공간으로 옮기려는 노력을 해 왔다. 그러나 기존에는 지형이나 이미지 중심으로 가상공간을 구축해온 반면 초연결을 달성하기 위해서는 시설물이나 구성 요소를 중심으로 가상공간을 구축하는 것이 필요하다. 가상공간을 기반으로 실제 현실공간에 있는 사물, 사물간의 관계를 가상공간에 연계, 표현해야 한다. 이를 통해 스마트시티에서 필요로 하는 공간기반 분석 및 예측을 수행하고, 다양한 유형의 서비스를 제공할 수 있다. 즉, 향후 스마트시티가 초연결 스마트시티로 발전하는데 공간정보가 일조

할 수 있도록 공간정보의 역할과 전략, 그리고 과제를 도출하는 것이 연구의 목적이다. 특히 본 연구는 사공호상 외(2017)에서 다루었던 지능정보사회를 대비한 공간정보 미래전략의 연장선상에 있다. 사공호상 외(2017)에서는 차세대 공간정보로 디지털트 윈스페이스를 주창했고 이는 스마트시티에서 핵심 플랫폼이 되어야한다고 언급했다. 그런 차원에서 본 연구에서는 스마트시티의 발전 과정과 그 간의 공간정보 역할을 통해 향후 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략을 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위 및 정의

(1) 내용적 범위

본 연구의 내용적 범위는 스마트시티 발전과 그에 따른 공간정보의 역할 점검, 성공적인 역할 수행을 위한 전략 제시이다. 스마트시티에서는 서비스 구현을 위해 센서, 통신시설 등의 기반시설이 필요하지만 이는 타분야의 기술로써 향후 충분하게 발전할 것이라는 가정 하에 본 연구에서는 다루지 않았다. 또한 공간정보의 발전방향에 초점을 맞추기 위하여 현재의 스마트시티가 아닌 향후 다가올 미래의 스마트시티를 중심적으로 검토하였다.

(2) 시간적 범위

연구의 시간적 범위는 현재부터 가까운 미래이다. 구체적으로는 공간정보 R&D 사업이 완료되는 2025년 또는 스마트시티 시범사업이 완료되는 2021년까지이다. 공간정보 자체기술의 발전, 공간정보를 둘러싼 기술의 발전 등은 지속적으로 이루어지고 있으나 현재 시점을 중심으로 스마트시티에서 활용 및 기대되는 공간정보의 역할을 점검하고 미래 스마트시티를 위해 필요한 역할을 점검하여 전략으로 도출하였다.

(3) 초연결 스마트시티의 정의

본 연구에서 제시하는 초연결 스마트시티는 기존 모니터링 중심의 스마트시티가 IoT와 공간정보를 기반으로 발전하여 모든 정보가 연결되어 종합적인 분석 및 예측 기능이강화된 스마트시티로 설정한다. 활용분야 측면에서는 기존의 각 분야별(방범방재, 시설물관리, 교통, 수자원, 에너지, 환경 등)로 제공되는 스마트시티 서비스를 도시 관점에서 연계 및 연결하여 제공하는 스마트시티로 설정한다.

본문에서는 '도시의 전반적인 데이터가 모두 촘촘히 연결되어 데이터 기반의 분석 및 시뮬레이션을 통해 도시 문제를 해결하는 솔루션을 제공하는 도시'로 정의하였으며 이를 위한 핵심요소로 ① 실시간 또는 준실시간의 데이터 수집 및 획득, ② 이종기기를 통해 수집된 데이터의 연계, 다분야 데이터의 연계 및 융복합, ③ 빅데이터, AI 기술 중심 데이터에 내재된 가치 창출, ④ 도시의 전반적 관리를 위한 도시 전체에 대한 데이터 거버넌스를 제시하였다.

2) 연구 방법

(1) 문헌연구

본 연구의 문헌조사는 크게 스마트시티의 발전, 스마트시티에서 공간정보의 역할 변화라는 두 가지 측면에서 수행하였다. 도시문제를 해결을 위한 스마트시티의 노력과한계, 그리고 기술발전에 따른 스마트시티의 변화와 향후 발전 방향을 검토하였다. 또한 그 과정에서 공간정보의 역할을 검토하였다.

(2) 시나리오 분석

초연결 스마트시티는 지금보다는 미래에 구현될 도시의 모습이다. 따라서 새롭게 개념을 정립하고, 해당 개념에 부합하도록 시나리오를 바탕으로 전략 도출을 수행하였다. 가까운 미래에 스마트시티가 초연결 스마트시티로 발전할 경우 가능한 시나리오를

우선 제안하였으며 해당 시나리오별로 공간정보의 역할을 검토하였다. 이 시나리오를 바탕으로 향후 초연결 스마트시티에서 필요한 공간정보의 역할을 확인하고, 그 결과를 공간정보 전략 도출에 활용하였다.

(3) 객체 기반의 공간정보 실험 구축

객체 기반의 공간정보 구축과 활용의 가능성을 모색해 보기 위해 실제 공간을 대상으로 공간데이터를 실험적으로 구축하였다. 실제 대상을 선정하여 가용한 시나리오에 부합할 수 있으며 연구에서 추구하는 방향과 맞도록 공간데이터를 구축 하였다. 실험 구축 과정에서 발생하는 문제점들을 정리하고 이를 향후 공간정보 전략 수립에서 활용하였다.

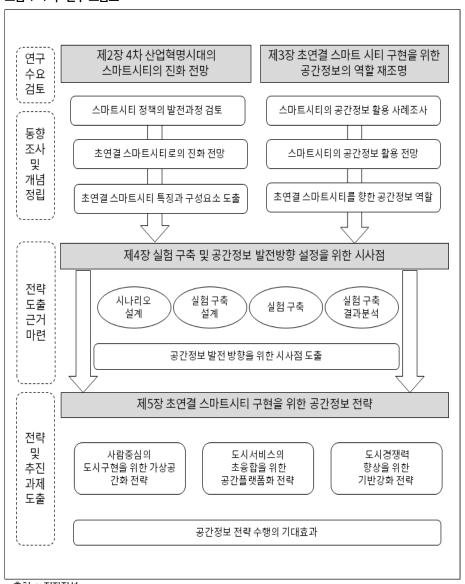
(4) 연구 흐름

본 연구는 도시문제와 스마트시티 솔루션에 대한 현황 점검으로부터 시작하였다. 이후 그림 1-1과 같이 스마트시티에서 공간정보를 활용하는 현황과 요구사항을 살펴봄으로써 스마트시티에서 공간정보의 현재 역할을 확인하고 향후 발전방향을 제시하였다.

다음으로 스마트시티의 발전과정을 살펴보고 기술발전에 따른 초연결 스마트시티의 개념을 정립함으로써, 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보의 역할을 도출하였다. 이를 초연결 스마트시티에서 가용한 시나리오를 제시하고, 실험 구축을 통한 실증을 수행하여 그 과정에서 발생되는 문제점을 정리하여 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보의 역할을 정리하였다.

위 과정에서 도출된 결과들을 토대로 가까운 미래에 초연결 스마트시티를 구현하기 위하여 공간정보가 해야 할 일들을 전략과 과제로 제안하였다.

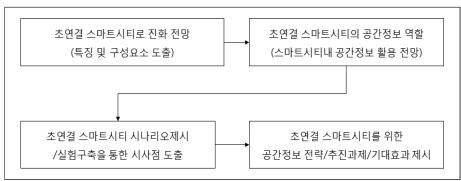
그림 1-1 | 연구 흐름도



출처 : 저자작성

연구의 핵심 내용은 ① 스마트시티가 초연결 스마트시티로 진화할 것으로 전망하고 초연결 스마트시티의 특징과 구성요소를 도출, ② 스마트시티의 공간정보 활용 현황을 확인하고 초연결 스마트시티에서 공간정보의 역할을 재조명, ③ 초연결 스마트시티의 시나리오를 제시하고 해당 범주 내에서 실험 구축을 수행하여 공간정보 발전방향을 모색, ④ 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략과 과제 및 기대효과를 제시하는 것이다(그림 1-2 참고).

그림 1-2 | 연구 핵심 내용



출처 : 저자작성

3. 선행연구와 차별성

1) 선행연구 검토

선행연구로는 초연결 사회의 도래와 사이버물리시스템에 대한 연구와 지능정보사회에 대응하는 공간정보 전략에 대한 연구의 두 부분으로 구분하여 검토하였다. 사이버물리시스템에 대한 연구로는 이정아 외(2015), 김혜경(2014), 김원태 외(2014), 은용순 외(2013), 임시영 외(2017) 등이 있으며, 지능정보 사회에 대응하는 공간정보전략 연구로는 사공호상 외(2017)가 있다.

주요 연구로 이정아 외(2015)에서는 정보사회에서 IoT, 사이버물리시스템 중심의 사회가 변화가 변화하고 있음을 주장하고 초연결의 새로운 인프라로 사이버물리시스템의 중요성을 강조하였다. 임시영 외(2017)는 이러한 사이버 물리시스템을 국토분야에 적용하기 위한 개념과, 적용 분야, 가능한 시나리오, 국토분야 적용을 위한 전략 방안 등을 제시하였다. 사공호상 외(2017)는 지능정보 사회가 도래하고 있음을 강조하며, 차세대 공간정보의 역할 설정을 위하여 인문학적 관점, ICT 관점, 공간데이터 및 관련 기술 관점 등으로 공간정보의 전망을 제시하고, 차세대 국가공간정보 전략으로 디지털트윈공간(DTS) 구축을 제안하였다.

2) 차별성

본 연구는 앞서 살펴본 두 방향의 연구를 스마트시티로 한정하여 초연결 시대에 기대되는 스마트시티의 발전을 전망하고, 이를 위한 공간정보의 역할을 전략적으로 제시한다는 점에서 기존연구와 차별된다.

최근 스마트시티에서 제기되고 있는 플랫폼에 대한 요구와 공간정보에 대한 기대를 충족시키기 위해서는 공간정보 분야의 미래 전략 뿐 아니라 공간정보 분야가 스마트시 티 발전에 기여할 수 있도록 공간정보만의 역할을 정립해야 한다. 또한 그 역할을 성공 적으로 수행할 수 있게 하는 전략과 과제가 필요하다. 본 연구에서는 이를 위하여 스마 트시티의 발전과 공간정보의 역할 변화 등을 점검하여 스마트시티가 초연결 스마트시 티로 바뀜에 따라 그에 맞는 공간정보 전략을 제시했다는 점에서 기존 연구와 다르다.

특히, 기존의 연구와 달리 미래에 다가올 초연결 스마트시티에서 발생 가능한 상황을 시나리오로 제시하고 동시에 실제 공간에 대한 공간데이터를 실험 구축하여, 스마트시티 발전을 위한 공간정보 전략을 수립하고자 한 점에서 기존 연구와 크게 차별된다. 공간정보의 역할에 대해 이론적 연구가 아닌 실증을 시도하고, 그 과정에서 도출된시사점을 중심으로 공간정보 전략을 제시한 점에서 차별성이 있다.

표 1-1 | 선행연구 요약 및 차별성

구분		선행연구와의 차별성			
		연구목적	연구방법	주요 연구내용	
요 행 구 주 선 연	1	 과제명: 사이버물리시스템(CPS)기반의 사회시스템 최적화 전략 연구자(년도): 이정아 외(2015) 연구목작: CPS 기반의 사회시스템 인프라 최적화 전략 제시 	• 귂시의 문헌 검토 • 외국 사례 분석	 정보사회에서 IoT, CPS 사회로 초연결을 위한 새로운 인프라 CPS 선진 각국의 CPS 사례와 현황 CPS 기반의 최적화 전략 	
	2	과제명: 초연결사회 도래와 사이버물 리시스템 연구자(년도): 김혜경(2014) 연구목작: 초연결사회 도약을 위한 사 이버물리시스템 구축 방안 도출	• 귂띠 문헌 검토 • 기존 자료 분석 • 외국 사례 분석	초연결사회 도래와 사이버물리시스템 부상 해외시례를 통해 본 사이버물리시스템의 필요성 및 주요 이슈 초연결시회 도약을 위한 사이버물리시스템 구축 방안	
	3	 과제명: SmartAmerica Challenge 기술 동향 연구자(년도): 김원태 외(2014) 연구목작: CPS의 태동부터 SmartAmerica Challenge에 이르 는 전반적인 CPS 기술동향을 조망 	• 귂띠 문헌 검토 • 기존 재료 분석	• SmartAmerica Challenge 동향소개 - PIF 프로그램 SmartAmerica Challenge 목표 및 접근 방법, 주요 응용분야 • Super CPS 2020 구축에 대한 제언	
	4	과제명: 사이버물리시스템 연구동향 연구자(년도): 은용순 외(2013) 연구목작 CPS 관련 연구 동향을 살 펴보고 향후 CPS 연구의 방향성을 설 정 정	•	CPS의 가치 소개 분 변별 CPS 연구 동향(의료 및 헬스케어, 국방 및 제어시스템, 지능형 교통시스템, 스마트 홈, 스마트 그리드)	
	5	과제명: 4차 산업혁명에 대응하는 현실국토와 기상국토의 연계·활용전략 연구자(년도): 임시영 외(2017) 연구목작: 4차 산업혁명 대응을 위해국토분이에 CPS를 적용 전략을 제시	• 귂시의 문헌 검토 • 전문가 면담	CPS 개념과 국토분야 적용 필요성제시 CPS 국토분야 적용 개념 및 시나리오 제시 국토분야 CPS 적용을 위한 전략 방안도출	
	6	과제명: 지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보전략 연구 연구재(년도): 사공호상 외(2017) 연구목작: 지능정보사회 대응을 위한 차세대 공간정보 전략을 제시	 구나의 문헌 검토 현장방문, 업계 인터뷰 및 면담 전문가 자문 	지능정보사회 전망 국간정보 현황 및 전망 분석(인문학적 관점/ ICT 관점/ 공간데이터 및 관련 기술 관점 등) 차세대 국가공간정보 전략 구상	
본 연구		• 연구목적: 초연결 스마트시티로의 도약을 위해 물리공간과, 3차원 공간정보 기반의 가상공간을 연계 하고, 이를 활용하는 방안을 모색	문헌 및 사례조사 담당자 인터뷰 및 전문 가 자문 실험 구축을 통한 실증	스마트시티 공간정보 활용현황/요구사항 검토 스마트시티의 물리-가상연계를 위한 문제정의/시나리오 제시 물리가상 연계를 위한 실증연구 초연결 스마트시티로의 도약을 위한 공간정보 전략 제시	

출처 : 저자작성

4. 연구의 기대효과

1) 정책적 기대효과

본 연구의 정책적 기대효과는 스마트시티에서 공간정보의 미래 역할을 강화하는 방향을 모색하여 정책지원에 기여하는 것이다. 이는 곧, 기존 모니터링 중심의 스마트시티에서 초연결을 통해 실효성 있고 실체화된 스마트시티 서비스를 시민에게 제공할 수있는 기반 마련에 기여하는 것이 된다. 현재의 스마트시티는 CCTV나 일부 센서를 통한 모니터링이 주요한 서비스이다. 반면 현실공간-가상공간의 연계를 통해 도시에서 발생하는 정보를 공간정보 기반으로 융복합하여 제공한다면 기존과 다른 서비스의 제공이 가능할 것이다. 또한 공간정보 위에서 통합되는 정보는 시민들에게 친숙하게 제공되므로 그간의 기술중심적 접근이 아닌 사람중심적 접근이 가능할 것이며 이를 통해스마트시티의 새로운 도약을 견인할 수 있을 것이다.

현재 스마트시티에서 구현되고 있는 통합플랫폼을 보다 고도화할 수 있는 기반이 될 것이다. 스마트시티 내 거버넌스 문제와 맞물려 현재 공간정보의 역할은 단순 배경지 도 이상의 역할을 할 수 없다. 그러나 공간정보가 플랫폼의 핵심으로 부각된다면 부서 간의 협업, 공유, 협력 방안을 제안할 수 있으며 이를 통해 스마트시티가 단순하게 도 시 상황을 모니터링 하는 것이 아니라 도시 전반에 걸친 플랫폼으로써 실질적으로 도시 를 운영하는 수단이 될 것이다.

본 연구의 결과는 기존의 국가 공간정보 정책이 중앙정부 중심, 공급자 중심으로 실행되었던 한계를 탈피하여 수요자 중심의, 활용 중심의 공간정보 정책으로 탈바꿈할수 있도록 방향을 제시할 수 있다. 공간정보를 둘러싼 패러다임의 변화는 궁극적으로 공간정보 자체의 변화를 필요로 하는데, 본 연구에서 제시되는 결과들은 공간정보의장기적 발전 방향을 수립하는데 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사공호상 외(2017)에서 제시된 공간정보의 미래는 디지털트윈스페이스(DTS)이다. 그러나 디지털트윈스페이스의 구현을 위해서는 아직도 많은 예산과 시간이 필요하다.

국가 차원에서 디지털트윈스페이스를 구현하고자 한다면 단계적으로 접근할 수 있는 세부 로드맵을 수립해야 한다. 그럼에도 아직 로드맵 수립을 위한 기초자료가 작성된 경우가 없다. 본 연구에서 제시되는 과제들은 디지털트윈스페이스 구현을 위해 초기 단계에서 수행해야 하며, 이는 곧 디지털트윈스페이스 구현을 위한 로드맵 수립의 기초자료로 활용될 수 있다.

2) 학술적 기대효과

본 연구의 목적은 가까운 미래에 스마트시티가 발전하여 초연결 스마트시티가 될 수 있도록 공간정보가 해야 하는 역할을 점검하고, 이를 성공적으로 수행하기 위한 전략과 과제를 제시하는 것이다. 연구 목적에 비추어 본 학술적 가치는 다음과 같다.

첫째, 스마트시티에서 공간정보의 역할을 점검하고 향후 스마트시티가 초연결 스마트시티로 발전할 수 있도록 공간정보의 역할을 제시한 점을 생각하면, 기존에는 개별적인 학술 분야로 존재하던 스마트시티와 공간정보를 하나의 틀에서 고려해야 할 필요성을 제기했다.

둘째, 본 연구에서 제시되는 공간정보 발전방향은 향후 다음과 같은 추가적인 학술 연구를 유도하는 효과가 있다. 우선적으로 기술적 관점에서 보면, 초연결 스마트시티 를 위한 현실공간-가상공간 연계 IoT 요구사항, 통신요구사항, 객체 데이터 관리 기 법, 가상공간 운영 기술 등에 대한 연구가 필요하다. 또한 정책 연구로 초연결 스마트 시티 구현을 위한 거버넌스 체계, 데이터 관리체계, 공간정보 기반 신규 서비스 발굴 등의 연구가 추가될 것으로 기대된다.

셋째, 초연결 스마트시티의 시나리오를 제시하고, 실험 구축을 시도하였다는 점에서 기존 이론 중심의 접근 방법을 탈피한 점에서 의의가 있다. 이론을 실제 현장에 적용하면 예상치 못한 많은 어려움이 발생된다. 이러한 문제들은 실제 기술 도입 및 적용 이전에 해결해야할 과제이다. 향후에는 논리적인 이론의 전개 뿐 아니라 실증을 통해 스마트시티 기술 적용에 대한 가능성을 논증할 필요가 있다.

CHAPTER

4차 산업혁명시대의 스마트시티 발전 전망

1. 스마트시티 정책의 발전 과정 | 17

2. 초연결 스마트시티로의 진화 전망 | 24

CHAPTER 2

4차 산업혁명시대의 스마트시티 발전 전망

본 장에서는 우리나라를 비롯한 전 세계가 스마트시티에 주목하고, 이를 경쟁적으로 추진하는 이유에 대해서 성찰해 보았다. 스마트시티는 4차 산업혁명과 관련한 첨단기술을 집약적으로 구현하고 실험하여 성과를 측정하는 공간으로 인식되고 있다. 또한 날이 갈수록 심각해지고 있는 도시문제를 해결하는 방안으로써 스마트시티 사업을 추진하고 있다. 즉 국가 차원에서는 기술경쟁력을 확보하는 공간, 지자체 차원에서는 도시의 문제점을 해결하고 서비스를 개선하는 방안으로 스마트시티에 모든 역량을 집중하고 있다.

1. 스마트시티 정책의 발전 과정

1) 스마트시티를 보는 관점

스마트시티를 바라보는 관점은 기술혁신과 도시문제 해결 두 가지 측면으로 구분할수 있다. 전자는 스마트시티를 4차 산업혁명을 선도하는 공간이자 통합 플랫폼으로 보는 것이고 후자는 당면하고 있거나 당면하게 될 도시문제를 효과적으로 해결하는 방안의 하나로 보는 것이다. 두 가지 모두 첨단 정보통신기술을 도시에 적용하는 것은 동일하지만 관점에 따라 정책의 방향과 추진방법에는 차이가 있다. 대통령 직속 4차 산업혁명 위원회의 스마트시티 특별위원회는 기술혁신을 통한 국가경쟁력 차원에서 스마트시티 사업을 발굴하여 추진하고 있다. 이에 비해, 국토교통부가 주도적으로 추진하는 스마트시티 사업은 도시의 개발과 관리, 도시의 재생과 연계한 사업이다. 관점별로 스마트시티를 추진하는 배경과 목적 그리고 중요내용은 다음과 같다.

2) 기술혁신을 선도하는 스마트시티

매년 초에 미국의 라스베거스에서 개최되는 국제전자제품 박람회(CES: Consumer Electrics Show)는 정보통신기술의 최신동향과 발전방향을 가늠할 수 있는 기회로, 전세계의 이목이 집중된다. 2018년도에 개최된 CES 행사의 공식 슬로건은 '스마트시티의 미래(The Future of Smart Cities)'였다. 당시 주목을 받았던 핵심기술은 자율주행과 인공지능, 스마트 홈, 로봇과 이를 구현하는 플랫폼과 5G 등이었다.

초연결과 인공지능, 5G 등 최첨단 기술을 활용하여 수 없이 많은 서비스와 상용제품을 선보인 이 행사의 슬로건을 왜 스마트시티라고 했을까? 여기에는 스마트시티를 바라보는 관점을 이해할 수 있는 단서가 들어있다. 스마트시티는 첨단 정보통신 기술을 이용하여 만든 모든 서비스가 구현되는 공간이고, 이 공간에는 서비스를 필요로 하는 수요자 즉 사람들이 있다. 그래서 스마트시티는 4차 산업혁명의 혁신이 이루어지는 공간이 되고, 아울러 4차 산업혁명을 선도하는 통합플랫폼으로 인식되고 있다. IoT, 빅데이터, 클라우드, 모바일, 인공지능, 가상현실 등 첨단기술의 융합・활용으로 인한 새로운 변화를 '4차 산업혁명'이라고 명명했듯이, 첨단 정보통신 기술이 집약적으로 구현되는 공간을 '스마트시티'라고 부르고 있다.

도시를 중심으로 기술을 혁신하고 국가의 경쟁력을 높이려는 전략이 전 세계적으로 나타나고 있다. 특히 중국과 인도는 국가의 경제발전과 국민의 생활서비스 향상을 위한 전략으로 대규모 스마트시티 프로젝트를 추진하고 있다. 중국은 2020년까지 1조위안(약 165조원)을 투입하여 500개의 스마트시티를 조성하겠다는 야심찬 계획을 발표하였다. 이 중에서도 슝안신구는 중국 시진핑 주석이 기획 단계부터 직접 관여하여 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등 첨단 기술을 집적한 최고의 스마트시티를 만들어가고 있다. 인도는 획기적인 운송수단과 에너지 효율을 높인 건물, 디지털 네트워크 구축과 저렴한 주택 등을 핵심으로 하는 스마트시티 100곳을 만들겠다고 발표했다.

같은 맥락에서 우리나라도 지능화기술을 집적하여 혁신을 촉발시키는 스마트시티 사업을 추진하고 있다. 그 예로 정부는 세종시와 부산지역에 스마트시티 국가 시범사업

을 추진하고 있다. 이 사업은 새로운 부지에 국가적인 기술역량을 한데 집적하여 세계적인 수준의 첨단 스마트시티를 조성하고, 이를 거대한 테스트베드로 활용한다는 계획이다. 이 사업은 민관이 공동으로 참여하여 도시 전체를 아우르는 빅데이터 기반 운영체계를 구현하고 신기술 테스트베드와 시민 체감형 서비스 등을 발굴하고, 이를 다른 도시지역에 반영·확산할 계획이다. 이와 같이 스마트시티는 국가의 첨단 정보통신기술역량을 집중하는 공간이 되고 있다.

정부는 4차 산업혁명이야말로 인공지능, 빅데이터 등 디지털기술로 촉발되는 초연 결 기반의 지능화 혁명으로 산업뿐만 아니라 국가시스템, 사회, 삶 전반의 혁신적 변화를 유발한다고 판단하고¹⁾, 대통령 직속으로 4차 산업혁명위원회를 구성하여 국가차원에서 대응전략을 모색하고 있다. 4차 산업혁명 위원회에서는 혁신성장 동력인 스마트시티를 국가 전략적인 차원에서 추진하기 위하여 2017년 11월에 스마트시티 특별위원회를 구성·운영하고 있다. 스마트시티는 4차 산업혁명의 신기술이 구현되고, 교통, 에너지, 안전, 복지 등 다양한 분야의 스마트 솔루션이 집적된 도시 플랫폼이다²⁾. 이에, 우리 정부도 4차 산업혁명에 선제적으로 대응하고, 혁신 성장 동력으로 활용하기 위해스마트시티를 중점 추진할 계획이다. 스마트시티 특별위원회에서는 우리나라의 스마트시티 조성·확대를 위해서 국가 시범도시 기본구상, 스마트 도시재생 뉴딜 시범사업, 기존성과 고도화 및 확산 논의, 규제 및 기업애로 발굴과 해소 등을 추진하고 있다.

¹⁾ 관계부처 합동. 2017. 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획 I-KOREA 4.0. 11월 30일. 보도자 료. p.16.

²⁾ 국토교통부 보도자료. 2017a. 4차 산업혁명위, 스마트시티 특별위원회 본격 가동. 11월 16일. 보도자료.

3) 도시문제 해결을 위한 스마트시티

전 세계적으로 도시의 인구유입이 지속되고 있으며, 이로 인한 교통, 환경, 위생 등도시문제가 점점 심각해지고 있다. UN에 따르면, 전 세계의 도시화율은 2014년 현재 54%를 기록하고 있고 2030년에는 전체 인구의 60%, 2050년에는 66%가 도심 및 도시권에 거주하게 될 것으로 내다보고 있다³⁾. 이와 같은 급격한 도시화의 진행에 따라각종 도시자원과 인프라가 부족하고 교통체증과 환경오염, 재난재해 발생 등과 같은심각한 문제가 발생되고 있다. 이와 함께 보다 편리하고 깨끗하며 안전한 도시생활을영위코자 하는 시민들의 요구도 날로 높아지고 있다. 이에 점차 심화되고 있는 도시문제를 해결하고 양질의 서비스를 제공하는 방안으로 스마트시티가 크게 주목받고 있다.

'스마트시티 통합 플랫폼 사업'은 도시의 관리와 운영에 중점을 두고 있는 대표적인 스마트시티 사업이다. 이 사업은 방법, 교통 등 단절된 각종 정보시스템을 유기적으로 연계・활용하여 도시의 안전을 도모하기 위해 국토교통부가 추진하고 있다. 또 다른 사례는 국토교통부와 과기정통부가 추진하는 데이터 기반 '스마트시티 실증' 사업이다. 이 사업은 디지털기술을 이용하여 기존도시의 문제를 해결하는데 목적을 두고 2018년부터 5년간 국비와 지방비, 민간을 포함 총 1,159억원의 예산이 투입될 예정이다⁴⁾. 실증도시로 선정된 대구시는 CCTV를 기반으로 실시간 교통제어체계와 IoT 전용망 기반 상수도 시스템 그리고 에너지 절감 스마트 팩토리 사업을 추진하고 있다. 또 다른 실증도시 시흥시는 자율주행자동차 플랫폼과 대기문제 해결방안 그리고 에너지 자립도 향상을 위한 스마트에너지에 관한 연구를 수행하고 있다.

한편, 스마트시티 국가전략프로젝트 R&D는 과학기술전략회의에서 신산업 창출과 국민 삶의 질 향상을 위하여 인공지능, 미세먼지, 가상증강현실, 스마트시티, 자율주 행 등 9개 분야와 빅데이터, 차세대통신, 자율주행차, 스마트시티, 드론, 신재생에너 지 등 13개 분야에 대해 추진키로 했다. 스마트시티 관련 주요 프로젝트는 ① 스마트시

³⁾ 중앙일보. 2018. 유엔발표 "2050년엔 세계인구 2/3가 도시거주 예상". 7월 12일. https://news.joins.com/article/22794216 (2018년 12월 2일 검색).

⁴⁾ 국토교통부. 2018. 데이터 기반 스마트시티 연구개발 본격 착수. 7월 9일. 보도자료.

티 모델 및 기반기술 개발, ② 서비스 고도화를 위한 시민중심 서비스 창출형 실증, ③ 기술혁신 및 비즈니스 창출을 위한 도시혁신형 실증이다.

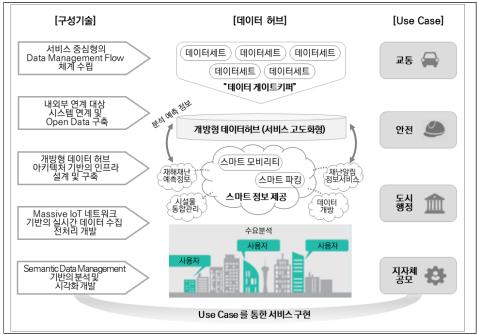


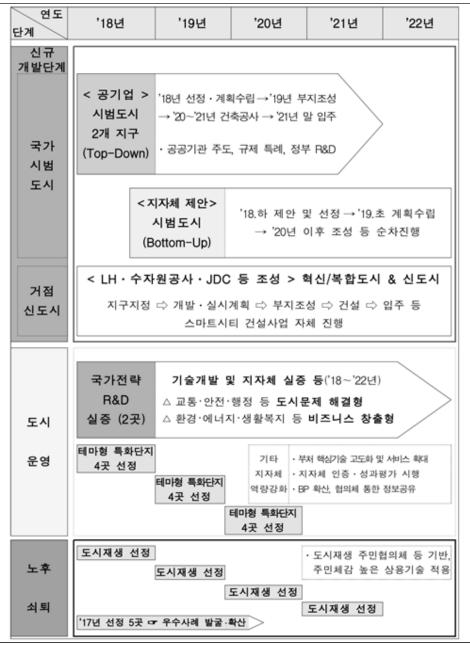
그림 2-1 | Use Case형 스마트시티 연구모델

출처: 국토교통부. 2018. 데이터 기반 스마트시티 연구개발 본격 착수. 7월 9일. 보도자료.

스마트시티 사업의 추진전략은 그림 2-2에서 보는 바와 같이, 도시의 라이프사이클에 따라 크게 개발, 운영 그리고 관리 단계로 구분된다. 개발단계는 국가시범도시와 거점 신도시 개발로 세분된다. 국가시범도시는 세종시 5-1 생활권과 부산 에코델타시티를 지정하여 사업을 추진하고 있다. 두 곳 모두 백지상태에서 추진된다. 정부는 국가시범도시를 통해서 스마트시티 구현의 기술적 가능성과 서비스 효과를 체감하고, 이를통해서 지속적으로 스마트시티를 구현해 나간다는 전략이다.

제2장 4차 산업혁명시대의 스마트시티 발전 전망 • 21

그림 2-2 | 스마트시티 추진전략 로드맵



출처: 4차산업혁명위원회, 관계부처 합동. 2018. 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략. 서울: 4차산업혁명위원회, p.31.

22

도시운영에 관한 실증사업은 대구시와 시흥시에서 추진되고 있다. 도시관리 단계는 노후 및 쇠퇴한 도시와 연계한 스마트시티형 도시재생사업이다. 2018년 스마트시티형 도시재생사업 지역은 대구 북구(중심시가지형), 울산 동구(일반근린형), 충북 제천(우리동네살리기), 경북 포항(경제기반형), 경남 김해(중심시가지형)가 선정됐다.

국토교통부는 2019년부터 스마트시티, 자율주행자동차, 드론, 건설 자동화, 제로에 너지 건축, 가상국토, 스마트 물류, 지능형 철도 등 8대 혁신과제를 집중적으로 추진할 계획이다. 저전력 초소형 센서와 광역통신망 및 보안시스템, 도시 데이터 통합플랫폼 등 초연결 도시 구현을 위한 연구개발 사업도 개시된다. 특히 스마트시티 운영체계는 정보통신기술을 근간으로 하고 있기 때문에 실세계 정보를 디지털로 전환함으로써가상의 공간에서 도시정보를 가시화하는 디지털 트랜스포메이션 작업도 병행된다5).

4) 기술혁신과 삶의 질, 두 마리 토끼를 잡는 스마트시티

앞서 살펴본 바와 같이, 스마트시티는 첨단 정보통신 기술을 집약적으로 구현하는 혁신의 공간으로써 4차 산업혁명을 선도하는 핵심사업으로 자리매김하고 있다. 동시에 날로 심각해지고 있는 도시문제를 효과적으로 해결하고 도시 서비스의 질을 개선하는 사업으로 각광받고 있다. 이와 같은 이유로, 전 세계의 도시들은 앞 다투어 스마트시티 사업을 추진하고 있으며, 국가는 스마트시티 사업을 통해서 국가의 경쟁력을 제고하고 있다.

한편, 민간기업도 스마트시티에서 새로운 사업 기회와 일자리를 창출하고 있다. 스마트시티 사업을 통해서 새로운 비즈니스 기회가 출현될 것으로 전망됨에 따라, 시장조사기관 프로스트 앤 설리번은 글로벌 스마트시티 시장의 규모가 2조 달러를 넘을 것으로 전망하고 있다⁶).

⁵⁾ 교통신문. 2019. 스마트시티 신 르네상스를 맞다. 1월 6일. http://www.gyotongn.com/news/articleView.html?idxno=217843 (2019년 1월 7일 검색).

⁶⁾ Industry News. 2018. 2025년 글로벌 스마트시티 시장, 2조달러 넘어설 것으로 전망. 4월 11일. http://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=22888 (2018년 12월 5일 검색).

4차 산업혁명이 2016년 다보스 포럼의 핵심주제였던 점을 생각하면, 4차 산업혁명은 이제 막 시작단계에 불과하다고 볼 수 있다. 초연결 기술을 기반으로 한 지능정보사회가 2030년에 본격화될 것으로 예상되는 바, 이때까지 세계 각국은 스마트시티를 중심으로 첨단기술과 시장 우위를 점하기 위한 치열한 경쟁을 벌이게 될 것이다.

국토교통부는 2019년도 R&D 투자예산을 4,812억원으로 확대하고, 이 중에서 스마트시티에 704억원, 자율주행차에 744억원, 드론에 717억원 등을 편성했다. 이 같은 정부의 스마트시티 투자가 효과를 거두기 위해서는 종합적인 계획도 중요하지만 인프라, 플랫폼, 서비스 등 각 분야별 스마트화도 매우 중요하다. 특히, 이들 분야와 요소들 간 수직적, 수평적 연계ㆍ통합을 통한 시너지 효과를 끌어내는 것이 중요한 과제다.

2. 초연결 스마트시티로의 진화 전망

1) 기술 발전과 도시 변화

도시는 인간의 정치, 경제, 사회적인 활동무대가 되는 장소로써 인구집중으로 인해 인구밀도가 높은 지역을 말한다?). 고대부터 도시는 경제활동과 군사, 문화에 따라 새로운 모습으로 발전해 왔다. 도시 발전에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있지만 기술혁신이 가장 큰 요인의 하나임에는 틀림이 없다. 기술혁신은 산업과 경제활동의 변화를 초래하고, 이로 인해 문화와 생활양식이 바뀌면서 사회전체가 변한다. 영국에서 18세기 후반에 일어난 1차 산업혁명은 이동의 혁신을 가져왔다. 열에너지를 이용한 증기기관은 교통의 발전을 초래하였고, 이로 인해서 도시는 교통기반 시설을 갖추게되었다. 약 100년 이후에 전기에너지로 시작된 2차 산업혁명은 분업과 자동화라는 생산방식을 도입하는 계기가 되었고, 이로 인해 도시에는 공장이 들어섰다. 인터넷으로 시작된 3차 산업혁명은 정보가 생산의 중심이 되었고, 언제 어디서나 정보를 활용할

⁷⁾ 위키피디아. https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%8F%84%EC%8B%9C (2019년 1월 11일 검색).

수 있는 U-City가 나타났다. 현재 부상하고 있는 스마트시티는 IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일, 인공지능 등을 핵심으로 한 도시의 모습이다. 산업도시-U-City-스마트시티는 기술의 발전으로 변해가는 도시의 개념적 모습으로 이해할 수 있다.

근래 클라우드, 하둡(Hadoop) 등 분산형 저장관리, 분산형 컴퓨팅, 빅데이터, 3D 모델링 등의 기술발전에 따라 스마트시티는 시스템이 아닌 플랫폼으로 확장과 통합 모니터링이 가능해졌다. 일부 기술은 아직 개발 중에 있지만 상용화의 가능성이 충분하기 때문에 U-City에서는 어려웠던 연계와 플랫폼화가 가능한 스마트시티로 발전하고 있다. 스마트시티 관련기술은 계속해서 발전하고 있다. 클라우드 컴퓨팅은 기기말단에서 작동이 가능한 엣지컴퓨팅으로 발전하고, 빅데이터는 AI를 활용하여 신속하고 다양한 정보를 생산하고 있다. 향후 로봇의 발전은 현실제어의 자동화가 가능한 환경을 제공할 것이다. 이러한 점을 고려하면, 향후 스마트시티는 정보의 분석과 응용, 현실과가상의 연계, 분석/시뮬레이션 결과를 바탕으로 현실제어가 가능한 초연결 스마트시티로 발전할 것이다.



그림 2-3 | 기술발전에 따른 스마트시티의 진화

출처 : 임시영. 2018. 스마트시티와 디지털트윈-역할/문제점 및 과제. 디지털트윈 활용 및 표준화 워크숍.

2) 스마트시티와 초연결

4차 산업혁명의 핵심은 첨단기술과 초연결 그리고 융합이다. 초기에는 컴퓨터와 하드웨어, 사람 등 매우 제한적인 범위 내에서 연결이 이루어졌다. 그러나 스마트폰, SNS, 빅데이터, AI 등 신기술들의 등장은 '연결'을 모든 사물과 공간으로 확장시켰다. 스마트시티에 영향을 미치는 초연결의 내용을 크게 '데이터 간 연결', '행정 및서비스 분야 간 연결', '현실세계와 가상세계의 연결'로 나누어 살펴보았다.

(1) 데이터 간 연결

현재 전국의 스마트시티에서 운용하고 있는 '도시통합운영센터'는 데이터를 수집, 통합, 연결하는 기능을 수행한다. 도시의 '전산실'과 같이 도시에서 발생하는 모든 데 이터를 통합센터로 연계·통합하는 것이 목적이다. 빅데이터를 활용하게 되면서 데이 터 자체로부터 많은 정보와 의미를 도출하고 있다. 기존의 인과적 접근, 논리적 접근 뿐 아니라 데이터가 말하고 있는 그 자체만으로도 충분히 가치를 만들 수 있게 되었다. 이러한 점을 고려할 때, 도시통합운영센터는 보다 많은 종류와 양의 데이터를 연계· 통합·활용할 것으로 예상된다.

물리적 하드웨어 성능의 발전도 데이터의 연계에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 데이터를 저장하는 비용의 저감, 처리속도 향상 비용의 저감, 통신 속도 향상 등은 데이터의 활용환경을 크게 개선할 것이다. 이에 따라 모든 데이터를 물리적으로 한 곳에 모아놓는 것도 가능하겠지만 여러 장소에 데이터를 분산해서 모아놓고 빠르게 연결하는 방식에 대한 관심이 높아지고 있다. 기술 환경의 변화는 도시통합운영센터 형태의데이터 통합에서 보다 다양한 형태로 데이터를 연결하는 방식을 가능하게 할 것이다.

데이터 간 연결의 당위성은 누구나 알고 있지만 활용목적에 맞게 이종 데이터를 연결하는 것은 그리 간단치 않다. 예를 들어 서울시에서 심야버스 노선을 개발할 때 사용한 데이터를 보면, 현행 버스의 이동경로, 심야 유동인구 수와 공간적 분포, 심야전용 버스 승객 수, 심야택시 승하차 데이터 등이 활용되었다. 이러한 서로 다른 형태의 데

이터를 통합·활용하기 위해서는 데이터 공유를 위한 거버넌스와 연계 표준 등이 필요 하다.

(2) 행정 및 서비스 분야간 연결

초연결 스마트시티는 개별 데이터뿐만 아니라 도시의 행정이나 서비스 분야가 서로 긴밀하게 연결되어야 한다. 예를 들면, 도시에는 교통, 환경, 에너지, 의료, 물류 등다양한 행정분야와 서비스가 있다. 현재는 이들 분야별로 데이터를 수집하거나 통합하여 관리하고 있지만 앞으로는 분야간 데이터가 원활하게 연결되고 통합・활용되어야한다. 클라우드 기술의 발전으로 다양한 유형의 기기, 데이터 뿐 아니라 다양한 분야에서 클라우드에 접속하는 것이 가능해졌다. 클라우드 환경은 단순이 물리적인 공간의확장이라기보다는 기존의 폐쇄적인 시스템이 개방적 시스템으로 발전하면서 다양한 이해관계자가 함께 협업하는 것을 가능하게 한다.

분야 간 연결의 예로 도로 공사와 교통 정보의 연계·활용을 들 수 있다. 어떤 구간에서 도로공사를 하는 경우 교통의 흐름에 영향을 미치게 된다. 현재도 도로점용 굴착 공사정보가 교통정보에 반영되고 있다. 그러나 갑작스런 상하수도나 냉난방열 관의 파손으로 인해 긴급하게 이루어지는 공사는 교통관리 기관이나 부서에 즉각적으로 정보를 제공하지 못하고 있다. 만약 유관부서 간에 정보가 공유되는 시스템이 마련되어 있다면 별도의 노력 없이 정보를 공유하고 협업도 가능하다. 도시에는 약 30여개의 행정부서가 있다. 이들 부서는 독립적으로 보이지만 모두 연결되어 있다. 종전에는 구두로 회의 등을 통해 협조체계를 유지했지만 이제는 데이터를 기반으로 업무를 수행하기때문에 유관부서간 데이터를 공유하는 것은 필수적이다.

(3) '현실세계와 가상세계' 연결

스마트시티는 똑똑한 도시를 의미한다. 똑똑한 도시는 사람의 감각기관처럼 정보를 수집하고 두뇌처럼 판단하며 신경처럼 행동을 제어하는 것을 말한다. 도시가 사람처럼

제2장 4차 산업혁명시대의 스마트시티 발전 전망 • 27

똑똑해지기 위해서는 사람의 몸과 같은 시스템이 필요하다. 사람은 어떤 일을 시행하기 전에 정보를 수집하고 이들을 연결해서 문제가 무엇인가, 가장 효과적인 방법은 무엇인가 등을 생각한다. 실제로 벌어질 일을 뇌에서 충분히 시뮬레이션 한 다음 실행을한다. 사람의 뇌와 같이 시뮬레이션이 가능한 가상공간을 만들어서 활용하려는 노력이 공장을 비롯하여 도시 전체에 확산되고 있다. 실세계를 디지털 가상세계에서 분석하고시뮬레이션한 후 실세계를 제어하는 체계를 '사이버물리시스템' 이라고 하고, 초연결스마트시티가 구현하고자 하는 가장 이상적인 시스템으로 주목받고 있다.

현실세계와 동일한 가상세계를 구축하고, 현실의 데이터를 가상세계로 연결하여 다양한 분석과 예측을 수행함으로써 도시문제를 해결함은 물론 사전에 예방할 수 있을뿐만 아니라 최적의 환경을 유지할 수 있다. 사이버물리시스템은 일회성으로 그치는 것이 아니라 변화하는 정보, 변화하는 현실 상황을 실시간으로 반영하여 지속적으로 연계하고 피드백 하는 것이다. 임시영 외(2017)는 현실세계와 가상세계의 연결을 위하여 도시문제를 세분화하고, 시범사업을 통해 다양한 사례를 우선적으로 발굴할 필요성을 제기했다. 현실과 가상세계의 연계는 도시 차원에서 일괄 적용하는 것이 아니라,문제별로, 작은 공간부터 차근차근 적용해 나가야만 향후 스마트시티 전반에 성공적으로 적용할 수 있을 것이라고 주장하였다.

3) 도시에서 초연결의 효과

도시에서 초연결이 이루어지면 스마트시티 서비스는 크게 두 가지 방향으로 발전할수 있다. 먼저 유동인구, 교통량 등 시간에 따라 수시로 변하는 이동체에 대한 정보의 연계가 빈번하게 일어날 것이다. 이동체는 고정형 센서에서 정보를 얻는 것처럼 시공간적 변화를 반영하며 정보를 센싱하는 기기 역할을 수행할 수 있다. 일례로 SK텔레콤은 한국야쿠르트, 위니아와 협력하여 에브리에어(everyair)서비스를 출시했다⁸⁾. 이

⁸⁾ 뉴스1. 2018. '진화하는' 아쿠르트 아줌마, 막강 판매 기본... 환경·복지까지 활약. 10월 12일. http://news1.kr/articles/?3446650 (2018년 11월 26일 검색).

서비스는 야쿠르트 아줌마의 전통카트 '코코' 500대에 공기질을 측정할 수 있는 센서를 설치하여 전국 구석구석을 돌아다니며 미세먼지를 측정하여 보다 정확한 정보를 시민들에게 제공하는 서비스이다. 이와 같이 이동체를 이용하여 데이터를 수집하면 고정된 센서보다 더 정확하고 실질적인 서비스를 만들 수 있다.

초연결의 또 다른 효과는 수요자 중심적 '맞춤형' 서비스의 제공을 가능하게 할 것이다. 많은 데이터가 연결될수록 개인의 위치와 성향에 부합하는 개인 맞춤형 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 맞춤형 서비스는 U-City 초기에는 기대에 미치지 못했지만 모바일 기기의 진화, O2O의 발전 등을 토대로, 이제는 체감할 수 있는 수준까지 발전하였다. 예를 들면, 여행을 다니는 동안 개인의 주변지역에서 취향에 맞는 식당이나카페 또는 호텔 정보를 제공하고 있다. 구글에서 비행기 표를 예약하면 여행지의 호텔이나 식당 등에 관한 정보를 제공하고 있다. 개인정보가 유출된 것 같아서 당황스럽기도 하지만 이런 서비스가 가능하다는 것이 신기하기도 하다. 앞으로 개인정보에 대한비식별화 기술, 상호 동의에 의한 개인정보 제공 등을 통해 많은 양의 개인정보를 이용하게 된다면 개인적인 서비스는 물론, 행정서비스도 가능할 것이다.

도시에서 데이터를 연결하여 서비스를 창출하는 형태는 그림 2-4에서 보는 바와 같이, 두 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째 유형은 개인들이 만들어내는 다양한 정보를 활용하여 서비스를 창출하는 것이다. 다음이나 네이버는 자사의 지도 플랫폼 이용자들이 생산해 내는 데이터를 모아서 새로운 서비스와 비즈니스를 만들어 낸다. 빅데이터를 활용하기 이전에는 만들어낼 수 없는 서비스 형태이다.

두 번째는 다양한 정보를 활용하여 개인을 중심으로 맞춤형 서비스를 제공하는 형태다. 개인의 성향과 위치를 파악하여 무슨 정보가 필요한 지를 유추해서 관련정보를 제공하는 것이다. 현재는 개인정보에 대한 규제가 워낙 강해서 맞춤형 서비스를 제공하는데 한계가 있지만 개인정보의 활용을 선별적으로 허용하는 방향으로 제도가 개선된다면 지금보다 훨씬 다양한 서비스가 제공될 것으로 전망된다.

제2장 4차 산업혁명시대의 스마트시티 발전 전망 \cdot **29**

그림 2-4 | 초연결을 통한 스마트시티 서비스 발전 방향

출처 : 저자작성

4) 초연결 스마트시티의 특징과 구성 요소

초연결은 사람, 기기, 사물, 장소 등 공간상의 모든 객체가 네트워크로 연결되어 정보를 공유하는 것을 말한다. 센서와 네트워크, 클라우드, 인공지능 등 연결과 관련된기술의 발전 속도를 감안할 때 연결의 수와 양은 상상하기 어려울 만큼 증가할 것으로예상된다. 초연결은 생산과정, 삶의 형태, 문화 등 사회 전반에 영향을 미치고 있다. 또한 초연결은 도시의 관리와 경영, 도시민의 삶에도 큰 영향을 미치고 있다. 도시의관점에서 본 초연결 스마트시티는 '도시 전반의 데이터가 촘촘히 연결되어 데이터 기반의 분석과 시뮬레이션을 통해 도시 문제를 해결하는 솔루션을 제공하는 도시'이다.

초연결 스마트시티에서는 실시간 또는 준실시간으로 도시의 각종 정보가 수집된다. 센서정보, 행정데이터 뿐 아니라 통계, 범죄, 교통, 유동인구 등 도시의 관리와 운영에 관한 모든 데이터가 연계ㆍ통합 관리되고 있다. 도시의 데이터는 인공지능이나 빅데이 터 기술 등을 활용하여 다각적인 분석과 시뮬레이션이 이루어진다. 이러한 데이터는 현재와 같이 도시통합운영센터에서 활용목적에 따라 선별적으로 취합되는 것이 아니라 도시 전체 차원에서 관리되어야 한다.

초연결 스마트시티에서는 ① 실시간 또는 준실시간의 데이터 수집 및 획득, ② 이종 기기를 통해 수집된 데이터의 연계 및 융복합, ③ 데이터에 내재된 가치 창출, ④ 도시 관리를 위한 데이터 거버넌스가 핵심요소로 부각될 것이다. 실시간 또는 준실시간 데 이터에 대한 안정적인 수집/획득과 관련된 기술(센서, 배터리 등), 수집된 정보의 안정 적 전달 기술(통신, 보안 기술 등), 개인정보, 보안문제 등 데이터 수집과 관련된 제도 검토 등이 필수적으로 요구될 것이다. 또한 데이터의 공동 활용을 위한 데이터 표준. 데이터 연계 표준 등이 필요하다. 아울러 도시가 보유하고 있는 데이터의 현황파악, 데이터 상호 연계를 위한 제도개선이 필요하며 대용량 데이터의 저장 관리를 위한 하드 웨어 기술, 대용량 데이터의 검색. 접근 등을 위한 소프트웨어 기술이 필요하다. 이와 함께 빅데이터, AI 등 데이터에 기반 하여 내재된 가치를 창출할 수 있는 분석 및 예측 기술의 개발, 융복합 데이터 및 다분야 데이터를 기반으로 한 분석과 예측, 성공사례 발굴 및 공유·확산도 중요한 요소이다.

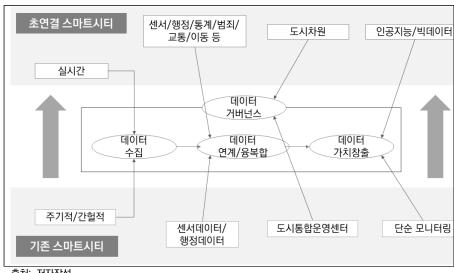


그림 2-5 | 초연결 스마트시티로의 발전 방향

출처: 저자작성

CHAPTER 3

초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할

- 1. 스마트시티의 공간정보 활용 사례 | 35
- 2. 스마트시티의 공간정보 활용 현황과 전망 | 47
- 3. 초연결 스마트시티를 향한 공간정보의 역할 | 56

CHAPTER 3

초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보의 역할

본 장에서는 스마트시티 구현을 위한 공간정보의 역할을 재조명해 보았다. 우선 국내외에서 추진하고 있는 스마트시티에서 공간정보의 활용사례를 살펴보았다. 아울러 스마트시티와 공간정보의 기능적 관계를 검토하고 미래 초연결 스마트시티의 구현을 위한 공간정보의 잠재력을 살펴보았다. 전문가들의 주장에 따르면, 공간정보는 정보를 효과적으로 전달하고 이해관계자간 원활한 소통의장을 제공할 수 있기 때문에 스마트시티의 핵심기능이 될 것으로 예상하고 있다.

1. 스마트시티의 공간정보 활용 사례

현재 우리나라의 스마트시티에서 공간정보의 역할은 매우 기본적인 수준이다. 서비스를 중심으로 발전해온 U-City에서 공간정보의 역할이 제한적이기도 했지만 비용이많이 드는 공간정보를 활용하는데 지자체가 부담을 느꼈을 가능성도 크다. 그러나 도시의 행정과 서비스가 수직적, 수평적으로 통합되고, 수많은 데이터를 효과적이고 직관적으로 수집, 분석, 표현할 필요성이 제기되면서 공간정보가 새롭게 조명을 받고 있다. 특히, 초연결 스마트시티에서 현실공간과 사이버공간을 연결하는 인터페이스와 빅데이터를 통합·활용하는 플랫폼으로써 공간정보의 유용성이 부각되고 있는 점은 매우고무적이다. 이런 점에서 앞으로는 지금까지 보다 공간정보에 대한 수요가 크게 늘어날 것으로 예상된다. 국가시범사업으로 추진하고 있는 스마트시티에는 공간정보를 중요한 인프라로 고려하고 있으며, 공간정보를 기반으로 스마트시티를 추진하는 해외사례도 나오고 있다. 국내외 해외의 스마트시티에서 공간정보의 활용사례를 정리하면 다음과 같다.

1) 국내 사례

(1) 세종 5-1 생활권

국내사례는 스마트시티 국가시범사업을 중심으로 살펴보았다. 대통령직속 4차 산업 혁명위원회는 스마트시티 국가시범도시의 하나로 세종 5-1 생활권을 선정하고 스마트 교통, 스마트 에너지 등 미래 지향형 서비스가 구현될 수 있도록 도시통합정보센터를 중심으로 주거비용 절감 및 지속 가능한 도시 건설을 추진할 계획이다1).

세종시는 행정중심복합도시건설청과 토지주택공사가 협력하여 시설물을 포함한 도시 전체를 대상으로 3차원 공간정보를 구축하고 있다. 세종시는 지상과 지하에 있는 시설물에 대해 3차원 DB와 공간정보 플랫폼을 구축하고, 이를 도시계획, 경관분석, 가상 시뮬레이션 등 다양한 분석과 자율주행사업에 활용할 계획이다. 항공사진을 이용하여 지상의 지형지물을 3차원 데이터로 구축하고 지하시설물도를 이용하여 지하의 시설물 현황을 3차원으로 구현하고 있다.

또한, 세종시는 한국전자통신연구원(ETRI)과 함께 도시 행정을 지원하기 위한 디지털 트윈 플랫폼 핵심 기술개발을 수행하고, 2022년까지 프로토타입을 구축할 예정이다²⁾. 도시행정을 지원하는 디지털 트윈 플랫폼에서는 건물, 도로 등의 3차원 공간정보 뿐 아니라 인구, 상권, 교통, 환경 등에 대한 다양한 정보를 수집하여 활용할 계획이며, 수집정보를 기반으로 대규모의 도시 사회 모델을 시뮬레이션하여 도시행정 및 정책결정을 지원할 계획이다.

^{1) 4}차산업혁명위원회, 관계부처 합동. 2018. 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략. 서울: 4차산업 혁명위원회.

²⁾ 과학기술정보통신부. 2018. 과학적 정책 수립을 위한 도시행정 디지털트윈 핵심 기술 개발 과제 수행계획서. 세종: 과학기술정보통신부.

그림 3-1 | 세종시 3차원 공간정보 플랫폼 구축



출처: 한국토지주택공사. 2018. 스마트시티 국가시범사업 추진 방향(세종 5-1 생활권). 스마트시티 컨퍼런스.

(2) 부산 에코델타시티

부산 에코델타시티는 세종시 5-1 생활권과 더불어 스마트시티 국가시범도시로 지정되었으며 에너지, 교통, 안전, 생활·문화 및 물관리 등의 분야에 특화된 스마트시티서비스를 추진할 계획이다. 지능형 교통체계, 지능형 CCTV 등에 기반을 둔 통합 관제시스템 등의 인프라를 구축하여 자율주행 및 스마트 교통을 구현하고자 한다. 통합관제센터에서는 다양한 센서정보를 수집 및 제공하고, 2D/3D 공간정보를 이용하여 모니터링을 수행할 예정이다.

부산 에코델타시티는 스마트시티의 구현을 위해 계획 단계에서부터 디지털 트윈을 구축하고, 이를 토대로 전문가 및 시민 등의 참여를 도모하고 있다. 3차원 가상공간의 구축을 통해 가상도시의 체험, 정부—기업—민간의 소통 공간으로서 활용하는 City on Experience를 운영 계획 중이며, 3차원 공간데이터는 C-ITS 적용, 스마트 방범, 도시 홍수 통합 관리 등의 서비스와도 연계할 예정이다.

제3장 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할 • 37

그림 3-2 | 부산 에코델타시티 디지털트윈 추진



출처: 부산 에코델타시티 사업단. 2018. 스마트시티 국가시범도시로서의 부산 Eco Delta City 차별화 전략. 스마트시티 컨퍼런스.

(3) 인천경제자유구역

국내 스마트시티 분야에서 앞서 나갔던 인천경제자유구역(IFEZ, Incheon Free Economic Zone)이나 국내 스마트시티 성공사례로 알려져 있는 안양시 역시 살펴볼 가치가 있다. 인천경제자유구역청에서는 "Global Leading Smart City"라는 비전을 목표로 스마트시티 사업을 추진해 왔다. 초기에는 송도, 영종, 청라의 각 지역에서 서로 다른 사업자가 시범사업형태로 추진하였으나, 근래 3S(Space, System, Service) 통합전략을 통해 운영센서, 자원 및 서비스 통합을 추진하고 있다. 또한 인천경제자유구역의 스마트시티는 교통, 방범, 방재 및 환경 분야에 집중하고 있다. 지능형 교통흐름관리, 지능형 CCTV, 다양한 형태의 환경센서 등을 설치 통합운영 및 관리하고 있으며 2D/3D 공간정보 구축을 포함하여 공간 및 위치와 관련된 다양한 센서정보들을 수집 및 처리하고 있다³).

인천경제자유구역에서는 과거 10년간 축적해온 항공사진 등 2,3 차원의 공간정보를 활용하여 현재는 물론 과거의 지형과 개발과정을 살펴볼 수 있다. 또한 부동산 정보, 경관, 건축 심의, 필지 조회 등 개발 상황을 손쉽게 알 수 있고 건물의 일조권, 가시권, 면적, 표고 등의 정보도 담고 있어 개발계획 수립이나 투자유치 업무에도 유용하게 사용되고 있다⁴⁾.

³⁾ 손혜정. 2018. 인천경제자유구역 스마트시티 추진 현황과 과제. 한국건설관리학회지 19권 2호: 41-45.

그림 3-3 | 인천경제자유구역 3D 공간정보 서비스

출처: ifez 3차원 공간정보 서비스. http://3dgis.ifez.go.kr/ (2019년 1월 11일 검색).

2) 해외 사례

(1) 버추얼 싱가포르

공간정보를 기반으로 스마트시티를 구현하는 대표적인 사례는 버추얼 싱가포르 (Virtual Singapore)에서 찾아볼 수 있다. 싱가포르는 스마트 네이션(Smart Nation) 프로젝트를 통해 스마트시티 솔루션을 구현5)하여 시민이 협업 가능한 가상 국토 플랫폼을 구축하고 있다. 이 프로젝트에는 싱가포르 국립연구재단, 국토청, 정보통신 개발청이 함께 참여하고 있으며 복잡한 서비스의 정교하고 효율적인 구현을 위해 3D 공간정보를 활용하고 있다⁶). 싱가포르는 버추얼 싱가포르를 통해 전 국토를 대상으로 3차

⁴⁾ 인천경제자유구역청. 2018. 인천경제자유구역 저널 2018 5.6 81호. 인천: 인천경제자유구역청

⁵⁾ National Research Foundation. 2014. Virtual Singapore. Media Briefing.

⁶⁾ Victor Khoo. 2017. 3D National Map for Smart Nation. Singapore Land Authority. Geospatial World

원 공간데이터를 구축하여, 이를 기반으로 도시 분석 및 정책결정을 지원할 계획이다. 이를 위해 항공사진·정사영상·3D 시설물 객체 정보·3D 자원 지도 등 다양한 형태의 3D 공간정보를 구축하고 있다.

그림 3-4 | 버추얼 싱가포르에서의 공간정보 활용 예시



출처: https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore (2018년 11월 14일 검색).

버추얼 싱가포르의 3D 도시모델은 단순한 지도수준을 넘어 공간의 모든 객체에 의미 정보(semantics)를 결합한다. 도시계획, 시뮬레이션, 재난재해 대응 등을 위해서는 건물과 시설물 각각을 객체로 구분하여 공간데이터를 구축하는 것이 필수적이다?). 이렇게 구축한 공간 객체들의 활용을 극대화하기 위해서는 공간정보 표준 포맷이 중요하다(Singapore Land Authority 2017, p. 20). 버추얼 싱가포르를 통해 구축된 3D 가상 공간은 도시의 계획과 관리 이외에도 가상 체험, 사업에 대한 테스트베드, 게임사업등 다양한 곳에 활용될 전망이다.

3차원으로 구축된 가상공간의 각 객체는 IoT 센서 네트워크 플랫폼과 연계된다. 실제공간과 가상공간이 연결된 플랫폼을 기반으로 리빙랩 개념의 13개 테스트베드를 구축하고 사업화를 지원할 예정이다. 버추얼 싱가폴은 가상공간을 구축하는데 목적이 있는 것이 아니라 가상공간과 현실공간을 연계·활용하는데 목적으로 두고 있다.

Forum.

⁷⁾ National Research Foundation. 2014. Virtual Singapore. Media Briefing.

3D Models Enriched 3D Models 2D Representation Maps & Atlases 3D Graphical Models - Cadastral Information - Visualization 3D Semantic Models - Topographic Data - Navigation Simulation - Urban Planning - Training and Simulation - Disaster Management Semantic Information Building - Real world representation BuildingPart - Hierarchical and topological **Data Capturing** relationships - Digital Photogrammetry -Thematic Properties Roof Wall Door - Remote Sensing Possible representation in CityGML

그림 3-5 | 버추얼 싱가포르에서의 enriched 3D model

출처: National Research Foundation. 2014. Virtual Singapore. Media Briefing. 및 Stadler. A. and Kolbe. T.. 2012. Spatio-semantic coherence in the integration of 3D city models.

(2) 바르셀로나

스마트시티의 주요 해외 사례로 스페인의 바르셀로나를 들 수 있다. 스페인 바르셀로나는 도시 서비스 효율성 증대와 스마트 에너지를 통한 에너지 절감을 목표로 12개분야에서 24가지의 스마트시티 솔루션을 도입하고 있다. 스마트조명, 스마트에너지, 스마트 워터, 구역 난방과 냉방, 스마트 교통, 탄소배출제로 모빌리티 및 오픈 정부서비스를 중심으로 각 서비스를 위해 IoT 기반의 인프라 및 센서를 설치, 원격제어를 수행하고 에너지 사용의 모니터링을 시범적으로 실시하고 있다. 또한 스페인 바르셀로나는 시민을 중심으로 "바르셀로나 디지털 시티 2017~2020 계획"을 마련하여 플랫폼등을 통한 데이터 공유 인프라를 구축하고자 한다. 330종 이상의 데이터를 공유하는

제3장 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할 \cdot 41

오픈 데이터 포털을 운영 중이며, 도시 운영을 위한 플랫폼인 City OS의 개발을 진행하고 있다⁸⁾. 수집되는 데이터들의 상당수는 일종의 오픈소스 기반 IoT 연계 플랫폼인 Sentilo⁹⁾에 의해 관리 및 운영되고 있으며¹⁰⁾ Sentilo 플랫폼으로의 데이터 전달 및 활용은 OGC 표준 등에 기반하여 수행하고 있다.

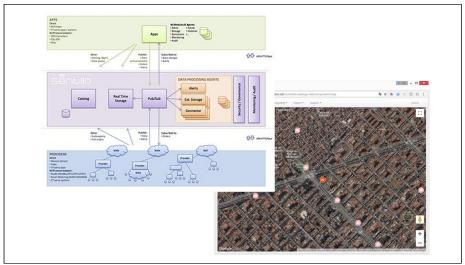


그림 3-6 | 스페인 바르셀로나 스마트시티 Sentilo 플랫폼 및 구글맵 기반 정보제공

출처: 위키피디아. https://en.wikipedia.org/wiki/Sentilo_Platform (2018년 12월 7일 검색). Sentilo. http://www.sentilo.io/wordpress/ (2018년 12월 7일 검색).

(3) 암스테르담

암스테르담은 도시 전체를 리빙랩으로 선정하여 에너지, 교통, 순환경제 및 생활 등에 대한 다양한 실험을 시도하고 있다. 스마트 그리드, 스마트미터, 스마트빌딩 및 전기자동차 기술 등을 적용하고 있으며 대표적인 사례로 카고호퍼(cargohopper), 빗물

⁸⁾ 국토교통부. 2017e. 글로벌 시장 선점을 위한 스마트시티 정책 발전방안. 세종: 국토교통부.

⁹⁾ Sentilo 오픈플랫폼, https://en.wikipedia.org/wiki/Sentilo_Platform (2018년 12월 7일 검색).

¹⁰⁾ 위키피디아. https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city#Barcelona (2018년 12월 7일 검색).

관리시스템 Smart Roof 2.0, 스마트 파킹, 비콘 마일, 자전거 전용 주차장 및 태양광 자전거도로 등이 있다¹¹⁾. 암스테르담은 공간정보를 공유 및 활용할 수 있도록 하는 오픈 페이지를 운영하고 있다¹²⁾. 항공영상, 지형, 수치지도 등의 기본적인 공간정보를 포함하며, 인구·식생 등과 같이 지도를 이용하여 가시화 될 수 있는 행정 데이터도 공유의 대상으로 하고 있으며 이를 통해 사용자로 하여금 interactive map을 저작 및 활용할 수 있도록 지원하고 있다.

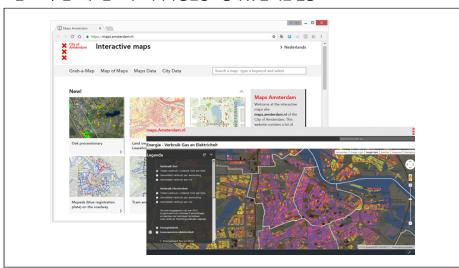


그림 3-7 | 암스테르담 스마트시티의 공간정보 공개 및 웹 기반 활용

출처: Map Amsterdam. https://maps.amsterdam.nl/ (2018년 11월 25일 검색).

(3) 미국

미국 스마트시티는 교통혼잡해소, 범죄예방, 경제성장촉진, 기후변화대응 및 공공 서비스 등과 같은 지역문제 해결에 초점을 두고 있다. IoT 같은 인프라 기술 뿐 아니라 자율주행차, 스마트빌딩, 스마트 에너지 등과 같은 주력 산업분야의 응용연구 개발에

¹¹⁾ 유럽의 스마트시티, 조영임, 가천대학교, http://blog.lgcns.com/1654

¹²⁾ https://maps.amsterdam.nl/

도 집중하고 있다¹³⁾. 이를 위해 NSF(National Science Foundation)와 NIST(National Institute of Standards and Technology)는 스마트시티 리서치에 4,000만 달러 이상 투자하고, 국토안보부, 교통부, 에너지부 등은 차세대 교통시스템, 긴급대응기술 및 스마트빌딩 기술에 1억 달러 이상 투자하고 있다.

미국은 스마트시티를 포함하여 다양한 기술개발 및 산업을 지원하기 위해 'Smart America Challenge' 프로젝트를 통해 사이버물리시스템(Cyber-physical system, CPS)의 통합구현 및 검증을 수행하고 있다¹⁴).

미국 연방교통부는 스마트시티 챌린지(Smart City Challenge) 사업을 통해 안전하고 혁신적인 미래 교통 시스템의 연구개발을 촉진하고 있다. 미래 교통 시스템을 위한 데이터 플랫폼, 탄소배출 감소, 효율적인 사람 및 물자 이동 등에 대한 연구개발 추진 중이다.

2016년 스마트시티 챌린지 사업도시로 오하이오 콜럼버스시가 최종 선정되었다. 콜럼버스의 주요 내용은 커넥티드 교통네트워크 구축, 민간 공공 데이터 융합공유, 이용자 서비스개선 및 전기차 활용 인프라 확충을 포함하고 있다¹⁵⁾. 이를 위해 기 구축되어 있는 2D/3D의 공간정보를 활용하며, 계획된 다양한 서비스와 관련된 데이터의 교환 및 활용에 초점을 맞추고 있다. 지능형 경로안내 등에 있어 차량의 크기, 과적상태등에 기반한 안내를 제공하기 위해 기 구축된 건축 및 행정기반 정보 활용하고 있다.

콜럼버스 시 외에도 미국 샌디에이고, 뉴욕, 시카고, 샌프란시스코, 디트로이트, 라스베이거스 등 다양한 도시에서도 스마트교통, 스마트에너지, 스마트 주차, 스마트 가로등, 스마트 미터링 등 다양한 서비스를 추진하고 있다¹⁶⁾. 민간 차원에서도, 구글은 사이드 워크 랩(SideWalk Labs) 프로젝트 등을 통해 교통, 에너지, 헬스케어, 건설, 수자원 등 도시운영 및 시민 삶의 질을 향상시키기 위한 스마트시티 구축 프로젝트를

¹³⁾ 한국과학기술정책평가원. 2018. 세계 선도형 스마트시티 연구개발사업 2016년도 예비타당성 조사 보고서. 세종: 한국과학기술정책평가원.

¹⁴⁾ 국토교통부. 2017b. 공간정보기반 융복합산업 발전 전략 마련 및 법제도 개선방안, 2017.12

¹⁵⁾ 김탁영, 한상욱, 강경표, 2017. 미국의 Smart City Challenge 추진현황과 시사점, 한국교통연구원

¹⁶⁾ 김규연. 2017. 미국의 스마트시티 지원정책 및 시사점. 이슈분석 제742호. 32-54.

진행하고 있다 17 . 이를 위해 구글 등이 기 소유하고 있는 다양한 형태의 2D 3D 공간 정보 활용할 예정이다.

미국은 ESRI, 구글, 애플 등의 다수 사업자들에 의해 정사영상, 수치지형도, 교통 등과 같은 정보가 원활히 수집 및 활용되고 있어, 스마트시티 추진 일환으로 개발되는 서비스들은 대부분 이와 연계가 가능하여 공간정보 활용이 원활할 것으로 예상된다.

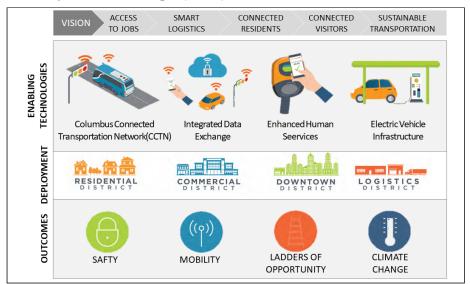


그림 3-8 | Smart Columbus 중점 추진 분야

출처: Shordo Elhami. Smart Columbus. Powered by Integrated Data Exchange (IDE). The Ohio State University.

3) 스마트시티 발전과 공간정보 활용 시사점

앞서 살펴 본 사례들을 보면 국내와 해외의 스마트시티에서 공간정보를 바라보는 관점에 미묘한 차이가 있음을 확인할 수 있다. 국내의 경우는 공간정보가 별개로 구축되

¹⁷⁾ 오현환, 주혜정, 한종민, 김이경, 정의진, 김덕형, 지선미. 2016. 과학기술 & ICT 정책·기술동향 분석. 세종: 과학기술정책평가원.

어야 하는 대상이고 이를 스마트시티에 적용할 수 있을 것이라는 기대를 엿볼 수 있는 반면, 해외의 경우 공간정보가 플랫폼의 역할을 하거나 공간정보를 기반으로 서비스들 의 연계가 가능할 것으로 본다는 점에서 차이가 있다.

이러한 차이는 국내외 스마트시티의 발전과정에서 발생한 차이로 기인한다고 볼 수 있다. 2장에서 언급한대로 국내의 스마트시티는 도시통합운영센터 중심으로 데이터를 통합 연계하는데 초점이 있었던 반면 해외 스마트시티는 문제 해결을 위한 단일 서비스의 개발에 초점을 맞추었기 때문이다.

앞서 언급되었던 사례를 상세하게 살펴보면 스마트시티에서의 공간정보 활용은 다음과 같은 특징이 있음을 확인할 수 있다. 우선 스마트시티에서 활용되는 공간정보의 유형은 서비스의 유형 및 요구사항에 따라 의존적이다. 예를 들어, 스마트 교통의 경우교통 상황을 모니터링, 관리 및 제어하기 위해 기본적으로 도로 및 유관 시설물 등에 대한 공간정보를 요구하는 반면 스마트 도시계획, 분석, 검증은 정교하게 구성된 3D도시모델이 핵심이다. 또한 스마트시티 서비스의 적용 범위에 따라 활용되는 공간정보의 범위가 결정됨을 알 수 있다. 일례로 실내를 대상으로 제공되는 서비스의 경우, 실내공간정보 활용이 필요하다. 특정 시설물 관리 등과 같은 서비스에서는 대상 공간에 대한 국지적인 공간정보가 필요하지만, 버추얼 싱가포르 같은 서비스는 국가 전체에 대한 공간정보가 요구된다. 마지막으로 최근 스마트시티에서 활용되는 공간정보는 개방성에 기반 한 공유가 급격하게 요구되고 있다. 스마트시티의 핵심 구성 중 하나인 오픈 데이터를 위해서는 공간정보의 표준화된 제공 및 활용이 필수적이며, 시민 참여와 협업이라는 스마트시티의 목적달성을 위해서는 공간정보의 유통 및 배포가 개방되고 확장될 수 있는 명세로 제공되는 것이 필수적으로 요구된다.

2. 스마트시티의 공간정보 활용 현황과 전망

1) 스마트시티의 공간정보(GIS)의 활용현황

스마트시티를 구현하는데 있어서 공간정보의 역할과 중요도는 보는 관점과 입장에 따라 다르게 나타나고 있다. 공간정보가 스마트시티에 없어서는 안 될 필수적인 요소 임에는 분명하지만 쓰임새의 정도는 사람에 따라 다르게 평가되고 있다. 분명한 것은 공간정보가 현재보다는 중요하게 사용될 가능성이 매우 높고, 중요하게 사용될수록 스마트시티가 발전한다는 것이다. 그렇다면 현재 우리나라의 스마트시티에서 공간정보는 어느 정도의 역할을 하고 있을까?

우리나라 스마트도시협회에서 제시하고 있는 스마트시티의 개념도를 보면 통합관제가 중심인 것을 알 수 있다. U-City 초기부터 도시통합운영센터를 지원할 수 있는 통합플랫폼 연구가 지속적으로 이루어져 왔다. 특히 연구개발사업의 성과를 바탕으로 스마트시티를 추진하는 각 지자체에 통합플랫폼을 보급하고 있으며, 지자체로부터 좋은호응을 얻고 있다. 현재 통합플랫폼의 표준화 연구가 완료됨에 따라 민간참여 기회를확대할 예정이다. 국내 스마트시티 통합플랫폼의 구조를 살펴보면, 공간정보는 단순히GIS 모듈로 연계하는 수준이다. 즉, 스마트시티 통합 플랫폼에서 GIS는 단순히 정보의 표출, 관제화면의 바탕지도로 활용하고 있다.

그림 3-9에서 보는 바와 같이, 공간정보(GIS)¹⁸⁾는 통합관제센터의 바탕지도로 활용되어 CCTV의 위치를 나타내거나 상황추적 또는 대시보드(Dash Board)의 역할을하고 있다. 예를 들면, 대부분 도시에서는 스마트시티 통합관제센터의 중앙에 대형 스크린을 설치하고, 이를 통해서 도시의 운영상황을 모니터링한다. 스크린에는 주로 지도가 표시되고, 이를 바탕으로 교통의 흐름이나 CCTV 등 중요 센서나 시설물의 위치를 표시하고 있다. 사용자는 필요에 따라서 지도를 움직이거나 확대 또는 축소를 하여

¹⁸⁾ 스마트시티에서 공간정보는 지리정보시스템(GIS)의 개념으로 보아야 한다. 스마트시티의 구현을 위해서는 공간 데이터를 수집, 저장, 가공, 분석하고 분석결과를 시각화하는데 필요한 하드웨어, 소프트웨어, 정보화정책, 사용자 등의 내용을 포함하고 있기 때문이다.

상황을 추적하거나 자세하게 살펴보기도 한다. 이와 같은 바탕지도는 GIS의 기능 중에서 가장 기본에 해당한다.

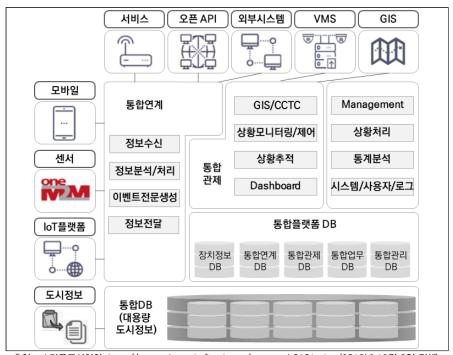


그림 3-9 | 스마트시티 개념도

출처: 스마트도시협회. http://smartcity.or.kr/business/ueco_sub0101.php (2018년 12월 3일 검색).

한국정보화진흥원은 스마트시티 구성요소를 인프라와 데이터 그리고 서비스로 크게 구분·제시하고 있다. 공간정보는 도시 인프라, ICT 인프라와 함께 인프라의 한 축을 담당하고 있다. 공간정보는 위성영상, 항공사진, 수치지형도, GPS 등 다양한 자원으로부터 수집되어 활용되고 있으며, IoT 관련기술의 발전과 더불어 스마트폰이나 모바일 기기를 통해서 위치정보가 생산되고 있어 규모와 범위가 확장되고 있는 추세다. 최근 들어 공간정보는 현실공간과 사이버 공간을 융합하는 플랫폼으로 각광을 받고 있다.

표 3-1 | 스마트시티 구성요소

		TOURO	
구분		주요내용	추진체계
인 프 라	도시 인프라	스마트 시티는 소프트웨어 중심의 사업이지만 도시 하드웨어 발전 도 필요	도시개발사업자 등
	ICT 인프라	스마트시티에서는 사물간 연결이 핵심 도시 전체를 연결할 수 있는 유·무선 통신 인프라	ICT산업
	공간 정보 인프라	 현실공간과 사이버공간 융합을 위해 공간정보가 핵심플랫폼으로 등장 공간정보 이용자가 사람에서 사물로 변화 지리정보, 3D지도, GPS 등 위치측정 인프라, 인공위성, Geotagging(디지털 컨텐츠의 공간정보화) 등 	공공주도 GIS (지 리정보시스템)에 서 민간주도로 변 경
데 이 터	loT	 도시내 각종 인프라와 사물을 센서기반으로 네트워크 연결 스마트시티 구축 사업에서 가장 시장규모가 크고 많은 투자가 필요한 영역 특정부분에 대해 개별적으로 사업을 추진할 수 있어 점진적 투자확대 가능 	교통, 에너지, 안 전 등 각종 도시운 영주체가 주도
	데이터 공유		초기 공공주도에 서 데이터 시장 형 성 후 민간 주도
서 비 스	알고리즘 &서비스	실제활용 가능한 품질 및 신뢰도의 지능서비스 개발 계층 데이터의 처리분석 등 활용능력 중요 유럽 Living Lab 등에서 다양한 시범사업 전개	공공 및 민간의 다 양한 주체 등장 도 시의 역할은 신뢰 성 관리
	도시 혁신	 도시문제 해결을 위한 아이디어 및 서비스가 가능한 환경조성 정치적 리더쉽 및 사회 신뢰 등의 사회적 자본이 작용하는 영역 중앙정부의 법제도 혁신 기능 필요 	시민이 주도하고 정치권 지원

자료: 장준희. 2016. 스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력. IT & Future Strategy 6호. 대구: 한국정보화진흥원. 김태환. 2017. 똑똑한 도시, 스마트시티(Smart City). KB지식비타민. 17-87호. 재정리¹⁹⁾

2) 스마트시티 플랫폼의 공간정보의 역할

(1) 도시통합운영센터의 공간정보 활용 현황

스마트시티 통합플랫폼은 교통, 안전, 환경, 에너지, 방재 등과 같은 다양한 정보시스템을 서로 연계·활용하고, 아울러 도시의 상황을 종합적으로 모니터링하고 관리하는 핵심기술이다. 도시 내 모든 서비스가 도시통합운영센터의 플랫폼을 통해서 제공되고 관리·운영되는 것은 아니다. 그렇지만 플랫폼 관점에서 스마트시티는 그림 3-10과 같

¹⁹⁾ 김태환. 2017. 똑똑한 도시, 스마트시티(Smart City). KB지식비타민. 17-87호. p.3.

이 지능화된 도시기반시설, 관련기관, 도시서비스 시스템으로부터 정보를 수집하고, 수집된 정보는 플랫폼에서 처리·가공 되어 공간정보시스템을 통해 표출되고 관리되며, 플랫폼을 통해 운영자에 전달되고 타 시스템과 상호연계 되는 흐름을 가진 도시라 할 수 있다²⁰⁾. 그래서 국토교통부는 스마트시티의 핵심기술을 국산화하기 위해서 국가 R&D 사업을 통해서 스마트시티 플랫폼을 개발하였다.

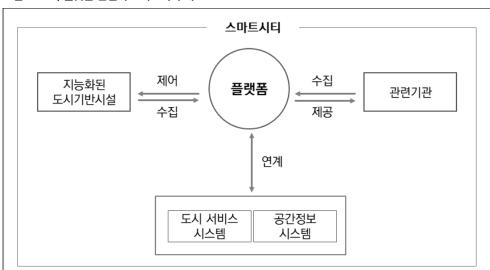


그림 3-10 | 플랫폼 관점의 스마트시티 개요

출처: 한국정보통신기술협회. 2017. "스마트시티 정보의 통합 관리 및 운영을 위한 플랫폼 소프트웨어 요구사항". 10월 20일 제정.

한국정보통신협회가 정의한 스마트시티 참조모델은 그림 3-11에서 보는 바와 같이 모두 5개의 레이어로 구성되어 있다. 연결계층은 다양한 매체로부터 데이터를 수집하 고 데이터 계층은 수집된 정보를 저장한다. 감시 및 제어 계층은 수집된 데이터를 기반 으로 상황을 모니터링하고 지원계층은 여러 가지 도시상황을 제어하기 위한 기능을 제 공하다. 여기에서 공간정보(GIS)의 기능은 연결계층을 제외한 나머지 4개 계층을 연

²⁰⁾ 한국정보통신기술협회. 2017. "스마트시티 정보의 통합 관리 및 운영을 위한 플랫폼 소프트웨어 요구사항". 10월 20일 제정. p.1.

계하여 지원하는 역할을 한다. 즉 GIS와 연계한 도시시설물과 같은 객체의 표출, CCTV 정보화면, 시설물 상세정보 화면 등 관제대상을 화면에 표출한다. GIS 기능을 이용하여 화면을 확대, 축소, 이동하고 속성정보와 위치 등의 정보를 조회한다. GIS 기능은 OGC 표준을 만족하는 GIS 서버 기능이나 연동기능 중 하나를 제공해야 한다. 이와 같이 현재 우리나라의 스마트시티에서 공간정보는 바탕지도 위에서 필요한 정보를 표출하거나 위치와 속성 등을 조회하는 매우 단순한 기능을 수행하고 있는 수준이다.

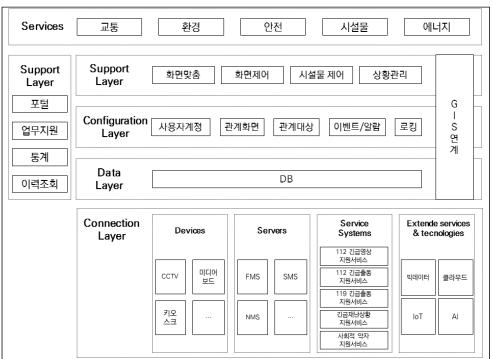


그림 3-11 | 스마트시티 플랫폼 참조모델

출처: 한국정보통신기술협회. 2017. "스마트시티 정보의 통합 관리 및 운영을 위한 플랫폼 소프트웨어 요구사항". 10월 20일 제정.

제3장 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할 \cdot 51

(2) 스마트시티 통합플랫폼의 공간정보 활용

OGC에서 제시한 스마트시티는 상호운용성이 있는 정보시스템들로 구성된다. 그림 3-12는 높은 수준의 스마트시티 구성요소로, 전형적인 정보시스템 레이어로 이루어져 있다. 국제표준화 기구에서 제시한 스마트시티 플랫폼과 우리나라 한국정보통신협회에서 제시한 플랫폼 참조모델을 비교하면 서로 다른 부분을 발견할 수 있다. 우리나라는 단순히 상황을 모니터링하고 관제하는데 비해 선진형 플랫폼은 분석과 모델링, 시각화와 의사결정 지원 등의 비즈니스 레이어를 포함하고 있다. 이 부분은 수집한 데이터를 이용하여 도시의 운영상황을 모니터링 하는 것은 물론 문제점을 진단하고 해결방안을 모색하고, 이를 시각적으로 표현함으로써 올바른 의사결정을 지원할 수 있는 기능들이다.

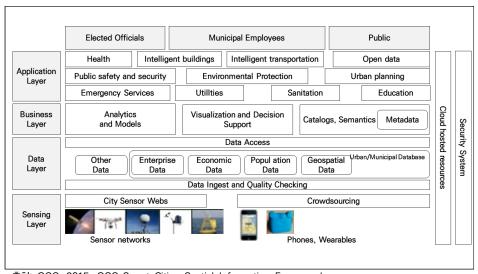


그림 3-12 | 스마트시티 구성요소

출처: OGC. 2015. OGC Smart Cities Spatial Information Framework.

공간정보를 활용한 분석기능은 국내 민간기업의 사례에서도 찾아볼 수 있다. 국내 IT기업 중 LG CNS는 교통, 안전, 에너지, 환경 등 도시운영에 필요한 서비스를 한곳

에서 통합 관제하는 IoT결합형 스마트시티 통합플랫폼을 2018년도에 출시하였다. 그림 3-13에서 보는 바와 같이, 이 플랫폼은 빌딩, 가로등, 자동차 등으로부터 수집한데이터를 관제하는 플랫폼이며, 데이터를 분석할 수 있는 인공지능 빅데이터 기술을 갖추어, CCTV 및 드론의 정보 분석을 통한 교통량 예측도 가능하다²¹⁾.

LG CNS에서 출시한 스마트시티 플랫폼의 구조를 보면 현재 우리나라 스마트시티의 구조보다는 OGC의 스마트시티 구성요소와 유사한 점을 발견할 수 있다. 센서가 장착된 모든 기기로부터 데이터를 수집하여 플랫폼에 저장하고, 경찰청, 소방서 등 외부기관이나 시스템과 연계하여 데이터의 활용성을 높인다. 이렇게 수집된 데이터는 활용분야와 목적에 맞게 분석하여 결과를 도출하고, 이를 활용하여 교통, 안전, 에너지, 환경등 도시의 각 분야 문제를 해결하고 상황을 관리한다. 마찬가지로 각종 시설물에 부착된 센서를 이용하여 동작을 제어하거나 최적 환경을 조성한다.

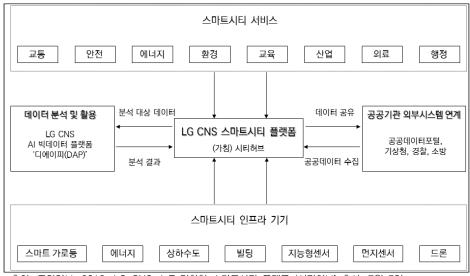


그림 3-13 | LG CNS 시티허브 플랫폼

출처: 중앙일보. 2018. LG CNS, IoT 결합형 스마트시티 플랫폼 '시티허브' 출시. 7월 5일. https://news.joins.com/article/22774860 (2018년 12월 2일 검색).

²¹⁾ 한상욱. 2018. 4차 산업혁명의 종합 플랫폼, 스마트시티. Weekly KDB Report.

스마트시티는 정보통신기술의 발전과 함께 도시문제를 효과적으로 해결하고 운영을 최적화하려는 의도에서 출발되었다. 기존 도시와 스마트시티의 가장 큰 차이점은 데이터의 활용에 있다. 스마트시티는 데이터를 수집하고 분석한 후 그 결과를 이용한다. 센서와 네트워크, 모바일 등으로 구성되는 사물인터넷 기술이 데이터 생산을 획기적으로 바꾸고 있다. 클라우드 기술은 엄청나게 쏟아져 들어오는 데이터를 효과적으로 저장하고 언제 어디서든 접근을 가능케 하는 기술이다. 또한 엄청난 데이터를 자동으로 분류하고 의미를 찾아내는 인공지능 기술이 있어, 빅데이터의 활용이 가능하다. 이와 같이 정보통신기술의 발전과 스마트시티의 발전은 그 괘를 같이 하고 있다.

도시의 행정부서는 각 분야의 지리적 맥락(Geographical Context)을 활용하여 더 나은 프레임워크와 자산 및 자원 관리, 시민 서비스를 제공 할 수 있는 의사결정을 할 수 있다. 공간정보기술은 역동적으로 변화하는 세계를 이해하는 능력을 향상시킴으로 써 스마트시티의 운영능력을 제고하는데 기여한다.

공간정보 플랫폼은 그림 3-14에서 표현한 바와 같이, 공간적 상황에 관한 모든 유형의 데이터를 수집, 저장, 조작, 분석, 관리하고 강력한 시각화 기능을 제공하며, 스마트 시티의 구성요소를 하나로 통합할 수 있는 핵심기능을 수행한다. 또한 공간정보기술은 도시의 인프라, 도시화, 교통, 시설물, 도시자원, 재난대응 등에 유용하게 활용된다. 상호 의존적이면서 통합된 형태의 공간정보 플랫폼은 도시의 일상적인 운영을도와주고 모니터링, 시각화, 자산관리, 대응력을 향상시켜 준다. 또한 중복업무를 제거하고 기술투자를 최적화하는데 도움을 준다²²).

²²⁾ Aswani Kumar Akella, "Geospatial(GIS) Technology Applocation for Smart Cities", (https://www.linkedin.com/pulse/geospatial-technology-applications-smart-cities-aswani-kumar-akella/)

그림 3-14 공간정보 플랫폼 기능의 개념도



출처: : Geospatial(GIS) Technology Application for Smart Cities.

https://www.linkedin.com/pulse/geospatial-technology-applications-smart-cities-aswani-kumar -akella/ (2019년 1월 3일 검색).

통합센터와 같은 윈도우(Window)는 도시의 운영상황을 종합적으로 모니터링하고 관리하는데 반드시 필요한 요소이다. 드론이나 무인비행체로부터 실시간으로 들어오는 비디오와 다른 시스템으로부터 들어오는 데이터 등을 서로 연계하여 보면, 상황을 좀더 종합적으로 판단할 수 있어 올바른 결정을 내릴 수 있다. 공간정보를 기반으로 운영되는 "스마트시티 운영센터"는 일상적인 도시운영에 필요하지만 고도의 상황인식 능력과 실행 가능한 정보, 소통능력을 가진 분석 등을 통해 효율적이고 효과적인 협력과 상황대응 능력을 제공한다.

스마트시티의 수많은 과제를 해결하는 솔루션을 제공할 수 있는 단일 플랫폼이나 기술은 없다. 다만 이 부분에서 공간정보는 다른 기술에 비해 유리한 위치를 점하고 있다. 공간플랫폼은 지금까지 테이블에서 숫자를 보는 방식을 시각화 형태로 바꾸고 지능형 맵을 통해서 공간적 인지능력과 통찰력을 향상시킬 수 있다. 따라서 복잡한 도시환경을 상당히 완화할 수 있게 해준다. 지도를 통해서 상호 의존적이거나 상관성의관계를 이해하게 되면 도시는 더 빠르게 의사결정을 할 수 있고, 시민들에게 더 나은서비스를 제공할 수 있다.

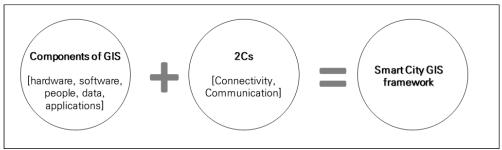
제3장 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할 • 55

3. 초연결 스마트시티를 향한 공간정보의 역할

1) 스마트시티 계획과 관리를 위한 공간정보 활용

Sangeeta Deocawanka(2018)는 그가 기고한 "스마트시티 개발과 계획을 위한 GIS의 활용"이라는 글에서 전통적인 GIS 구성요소와 연결 및 소통(Connectivity, Communication)을 결합한 것을 스마트 시티를 위한 GIS 프레임워크라고 정의했다²³⁾. 즉하드웨어, 소프트웨어, 데이터, 사람, 활용 등으로 구성되는 전통적인 GIS구성요소와 연결 및 소통을 결합하면 스마트시티를 위한 GIS 프레임워크가 된다는 것이다. 초연결을 통한 데이터의 수집능력을 높이고, 분석결과를 시각화 한 후 이를 활용하여 이해관계자와 소통하는 스마트시티를 구현할 수 있다는 의미다.

그림 3-15 | 스마트시티를 위한 GIS 프레임워크 개념도



출처: How GIS Supports the Planning and Development of Smart Cities.

https://www.gislounge.com/how-gis-supports-the-planning-and-development-of-smart-cities/ (2018년 11월 30일 검색).

GIS는 스마트 도시계획, 스마트 솔루션, 스마트 서비스, 스마트 관리, 지속가능한 실행, 스마트한 성과관리 및 정책수립 등을 효과적으로 지원할 수 있기 때문에 가히

²³⁾ How GIS Supports the Planning and Development of Smart Cities. https://www.gislounge.com/how-gis-supports-the-planning-and-development-of-smart-cities/ (2018년 11월 30일 검색).

스마트시티의 플랫폼이라 할 수 있다. 특히 GIS는 지속가능한 도시계획과 개발 그리고 관리를 위해서 데이터를 효과적으로 수집·관리·저장·분석·시각화가 가능하기 때문에 모든 분야를 아우르는 통합 플랫폼의 역할을 한다. 또한 도시를 개발하고 관리하는 거의 모든 단계와 과정 즉 '라이프 사이클'을 효과적으로 지원한다.

스마트시티의 공간계획은 그림 3-16에서 보는 바와 같이 7단계로 구분할 수 있다. 먼저, 도시 전체이든 하나의 영역이든 계획을 수립하게 되면 데이터나 정보를 이해관계 부서와 관계자들에게 지속적으로 전달하고 소통해야 한다. 다음으로 정형데이터와 비정형데이터를 포함하는 다양한 공간데이터를 수집한다. 처리과정에서는 실시간으로 데이터를 관리하고 개방형 데이터 프로토콜을 유지하며 서비스지향 아키텍처(SOA)와 데이터 서비스 아키텍처를 통합하는 등의 기능을 수행한다. 다음으로 계획에 참여하는 다양한 이해관계자와 시민들 간 양방향 정보의 흐름을 제공한다. 분석과정은 디지털데이터를 활용한 구조화된 분석과 설문조사, 면담조사 등 구조화되지 않은 분석과정을 모두 포함한다. 이러한 과정을 거쳐서 도출한 분석결과는 의사결정을 지원하게 된다.

GIS는 합리적 계획과정을 만들어 가고 이해관계 간 이견을 좁힐 수 있는 또 다른 언어이자 표현방법이다. GIS는 인공과 자연 훼손의 회복성을 높이고 스마트한 서비스를 가능케 하며 시간과 비용을 절감하고 문제의 해결방안 모색할 수 있다. 또한 자원활용의 최적화를 도모하고 커뮤니티의 참여를 제고하며 효율성을 개선하고 자산 활용과 인간의 능력을 높여준다.

제3장 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할 • 57

Data-driven Decision making

GIS-ICT

Collecting

Communicating

Processing

그림 3-16 | 스마트시티 라이프사이클 관리를 위한 GIS활용

출처: How GIS Supports the Planning and Development of Smart Cities. https://www.gislounge.com/how-gis-supports-the-planning-and-development -of-smart-cities/ (2018년 11월 30일 검색).

2) 초연결 스마트시티의 구현을 위한 공간정보의 활용

스마트시티는 도시의 운영과 관리 현황을 직관적으로 이해할 수 있어야 한다. 그래 야 문제가 발생하면 빠르게 대응하고 이해 관계자가 쉽게 협업할 수 있다. 이를 위해서 는 데이터 그 자체나 분석을 통해서 얻은 정보를 공간적으로 표출하는 것이 매우 유용하다. GIS는 이와 같은 기능을 제공함으로써 스마트시티를 성공적으로 구현할 수 있는 강력한 수단과 도구로 평가받고 있다.

도시의 각부서는 업무를 수행하는 과정에서 많은 양의 데이터를 생산하고 있다. 그러나 모든 데이터가 공간적 통찰력을 제공하기에 적합한 상태는 아니다. 일반적인 행정데이터로는 공간적 연결성이나 어디에서 무슨 일이 발생한 지에 대해서 알 수 없다.

공간정보 기술은 데이터를 실제 공간과 연결하여 도시의 운영 상태를 측정하고 모니터 링 할 수 있는 방법을 제공한다.

스마트시티를 성공적으로 구현하려면 사용자 친화적인 환경에서 공간데이터를 관리하고 시각화 할 수 있는 시스템을 개발할 필요가 있다. 시각화를 통한 공간적 직관력을 제고하면 기존의 '칸막이식'도시 관리를 벗어나 이해 관계자가 참여하는 '공유된 시스템'으로 전환할 수 있다.

Isam Shahrour(2018)는 그림 3-17과 같은 스마트시티 구현단계를 제시하였다²⁴⁾. 그는 도시의 물리적 시스템을 디지털 모델링으로 구현하고 센싱데이터를 통합한 후 공간분석을 실시하고 그 결과를 시각화하는 한편, 물리적 도시환경을 제어하는 단계를 제시하였다.

첫 번째는 도시의 자연 및 인공적인 구성요소를 디지털 모델링화 하는 단계다. 도시의 구성요소를 디지털 모델링하면 객체의 특성과 지리적 위치 그리고 속성을 이해할수 있다. 지리정보시스템(GIS)은 도시의 지형과 하천, 자연환경과 같은 '수평적 구성요소'를 모델링하는데 활용되며, 이에 비해 빌딩정보모델링(BIM)은 건물, 시설물 등과 같은 '수직적 구성요소'를 모델링하는데 활용된다. 따라서 GIS와 BIM을 결합하면도시의 다양한 공간객체를 모델링할수 있고, 사용자는 이러한 환경에서 데이터를 효과적으로 시각화할수 있다.

두 번째는 도시의 운영에 관한 각종 정보를 정보시스템으로 전송하는 센싱 레이어를 구축하는 단계다. 이 단계는 데이터를 수집하는 각종 센서와 네트워크를 포함한다. 수집되는 데이터는 디지털 신호 뿐 아니라 이미지, 비디오, 오디오 등으로 매우 다양하다. GIS는 다양한 센서의 특성과 상태뿐만 아니라 모니터링 시스템 전체를 시각화 할수 있다. 또한 지도를 기반으로 현재와 과거의 데이터를 시계열적으로 시각화하는데 활용된다.

세 번째는 도시의 운영에 필요한 정보를 도출하는 분석환경을 개발하는 단계다. 분

²⁴⁾ GIM. https://www.gim-international.com/content/article/use-of-gis-in-smart-city-projects (2018년 12월 9일 검색).

석환경에는 인공지능과 같은 첨단도구 뿐 아니라 도시운영 시스템에 필요한 엔지니어 링 및 소프트웨어를 포함한다. GIS는 스마트시티에 필요한 지형공간 분석, 시공간 분석, 공간통계 분석, 지표면의 형태 및 흐름 분석, 위치분석 등을 실시한다.

네 번째는 시각화 단계다. 웹 응용프로그램을 이용한 대화형 데이터 시각화는 도시의 구성요소를 쉽게 이해할 수 있어, 이해 관계자와 상호 소통에 활용된다. 대화형 GIS 그래픽 환경에서는 도시의 구성요소와 센서의 위치 등을 효과적으로 시각화 할수 있다. 이 맵을 활용하면 사용자와 관리자는 도시운영에 관한 정적인 데이터와 동적인 데이터에 접근할 수 있을 뿐만 아니라 데이터를 업데이트 할 수 있다.

마지막 단계는 이력 데이터와 실시간 데이터를 이용하여 분석한 결과를 활용하여 도시의 최적화와 안전관리를 위한 조치를 시행하는 과정이다. 예를 들면, 수도나 가스의 밸브를 차단하고, 그로 인한 영향지역을 시각화하는 등이다. 이상에서 보는 바와 같이 GIS는 데이터를 효과적으로 수집·저장·관리·갱신·분석하고 시각화하는 강력한 수단으로써 스마트시티 구현을 위한 핵심역량이 되고 있다.

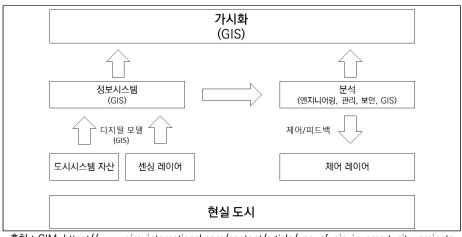


그림 3-17 | GIS를 활용한 스마트시티 구현단계

출처: GIM. https://www.gim-international.com/content/article/use-of-gis-in-smart-city-projects (2018년 12월 9일 검색). 재구성

공간정보기술25)은 스마트시티 구현을 위한 용복합 응용기술26)의 하나로 주목받고 있다. 스마트시티를 효과적으로 모니터링하고 문제점을 분석하거나 사전 예측 등의 기능을 수행하기 위해서는 복잡한 데이터를 쉽고 직관적으로 인식할 수 있는 인터페이스가 필요하다. 실제 환경과 동일한 가상환경을 디지털 트윈(Digital Twin)이라고 하고, 양자를 데이터로 긴밀하게 연결한 것을 사이버물리시스템(Cyber-physical System)이라고 한다. 스마트한 도시는 모든 분야가 디지털 트윈 기반에서 모니터링, 분석, 제어되어야한다. 예를 들어, 도시 내 교통의 흐름을 최적화하기 위해서는 교통상황을 실시간으로 모니터링하고 교통체증을 유발하는 사고나 행사 등에 신속하게 대응하는 방법을찾아 제어해야한다. 현재는 CCTV 등을 통해서 교통상황을 모니터링 하는 수준이지만 앞으로는 3차원 공간정보를 기반으로 디지털 트윈을 만들고 시뮬레이션을 통해서 재난대응이나 시설물 등을 관리할 계획이다²⁷⁾.

공간정보는 4차 산업혁명의 핵심으로 부상하고 있는 자율주행자동차, 드론, 로봇 등과 함께 중요성과 기능이 재조명되고 있다. 센서를 통해 공간상황을 인지하여 움직이는 자율이동체는 정확하고 정밀한 지도와 GPS가 필수적이다. 또한 도시의 사이버물리시스템을 구현하기 위해서는 도시환경을 그대로 재현하는 3차원 공간정보 기반의 디지털 트윈이 필요하다. 따라서 스마트시티 구현이 가속화될수록 공간정보에 대한 수요도 크게 늘어날 것으로 전망된다. 이와 같은 공간정보의 미래 수요에 대응하기 위하여 국토교통부는 2018년 말에 초연결 시대에 대응한 공간정보 R&D 사업을 추진하기로 결정하고, 타당성 검토를 신청한 상태다.

²⁵⁾ 공간정보기술이란 공간데이터를 수집하거나 제작하는 기술, 공간데이터를 저장, 가공, 갱신하는 기술, 공간데이터 를 분석하고 시각화하는 기술 등을 말함

²⁶⁾ 스마트시티 융복합 응용기술은 4차 산업혁명위원회 산하 스마트시티 특별위원회에서 지속적으로 발굴하고 있으며, 스마트 도로 및 이동체, 스마트 에너지, 디지털 트윈/가상현실 등이다.

^{27) 4}차 산업혁명위원회・관계부처합동, 2018, 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략. p.16.

CHAPTER -

초연결 공간정보 활용 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축

- 1. 초연결 공간정보 활용 시나리오 | 65
 - 2. 객체기반 공간정보 실험 구축 | 72
- 3. 시나리오 및 실험 구축 시사점 | 79

CHAPTER 4

초연결 공간정보 활용 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축

본 장에서는 실효성 있는 전략 도출을 위하여 초연결 스마트시티에서 가능한 서비스 시나리오를 구성하고, 시나리오 상에서 공간정보의 역할을 검토하였다. 또한 실행가능성을 검토하기 위해 건물을 대상으로 객체기반의 3차원 공간데이터를 실험적으로 구축하고, 이를 기반으로 공간데이터 구축의 과제와 한계를 파악하였다.

1. 초연결 공간정보 활용 시나리오

실효성 있는 전략을 도출하기 위하여 초연결 스마트시티에서 활용이 가능한 서비스 시나리오를 구성하였다. 현실적으로 일어날 수 있는 일에 효과적으로 대응하기 위해서 공간정보가 어떻게 구축되어야 하는지, 서비스 제공을 위해 필요한 것이 무엇인지를 검토하고, 이를 전략으로 제안하였다.

1) 시나리오 1_화재 대피 경로 안내

(1) 시나리오의 배경과 목적

2017년 12월 21일 J 스포츠센터에서 큰 화재가 발생했다. 부상자 37명과 사망자 29

명의 인명피해를 초래한 대형 사고였다. 1층 주차장에서 시작된 화재는 순식간에 8층까지 번졌고, 그로 인한 정전으로 2층의 자동문이 닫힌 채로 동작하지 않았다. 또한 페인트와 장식재 때문에 불이 더욱 빠르게 번진 것으로 알려지고 있다. 이런 상황에서도 1층과 2층사이의 창문을 깨고 탈출한 직원이 있었다!).

만약 화재로 정전이 되면 자동으로 문이 열리도록 셋팅이 되었다든가, 빠르게 깨고 접근할 수 있는 창문에 대한 정보가 있었거나, 페인트 등으로 인해 화재가 빠르게 진행될 것을 예측할 수 있었으면 피해는 훨씬 줄었을 것이다. 이와 같은 화재의 피해를 줄일 수 있는 서비스를 제공하기 위한 공간정보의 역할이 무엇인지를 검토하였다.

(2) 시나리오 구성

▶ 김과장의 특별한 하루

대형 유통업체 K사에 다니는 김과장은 오늘도 야근이다. 최근 김과장은 회사건물을 스마트하게 관리하기 위한 플랫폼을 설치했다. 이 플랫폼은 각 층과 셀 그리고 호실 별로 직원이 있는지를 확인하는 기능이 있다. 물론 개인정보보호를 위해서 누가 있는 지는 나타나지 않는다. 단순 숫자가 아니라 건물의 모습이 그대로 보이면서 각 층, 어디에 몇 명이 있는지 알 수 있다. 게임을 좋아하는 큰아들은 그걸 보고 새로운 게임 아이템을 만들지도 모르겠다고 김과장은 생각했다. 어쨌든 본사에 사람이 가득 차 있다. 매번 그렇지만 오늘도 역시 다들 왜 그리 일을 열심히 일하는지 이해할 수 없다고 생각하며 김과장은 다시 일에 집중한다.

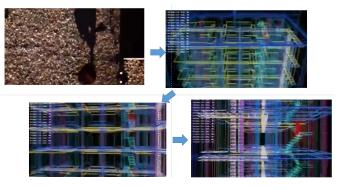
바로 그때였다. 뭔가 타는 냄새가 나기 시작하더니 매캐한 연기가 사무실로 들어왔

¹⁾ 나무위키, 제천 스포츠센터 화재사고,

https://namu.wiki/w/%EC%A0%9C%EC%B2%9C%20%EC%8A%A4%ED%8F%AC%EC%B8%A0%EC%84%BC%ED%84%B0%20%ED%99%94%EC%9E%AC%20%EC%82%AC%EA%B3%A0, (2019년 1월 4일 검색).

다. 순간 화재가 있어났다는 직감과 함께 어떻게 해야 할지를 몰랐다. 김과장이 있는 6층에는 아무도 없었다. 김과장은 6B셀과 6C셀 사이의 복도로 나갔다. 어디서부터 시작된 지 모를 불길이 벌써 복도에 이글거리고 있다. 김과장은 갑자기 생각했다. 불이 2층부터 올라온 것이라면 계단으로 내려가 봤자 거기는 벌써 불지옥일 텐데. 어벤저스처럼 창을 뚫고 뛰어나가면 다리만 부러지고 말려나. 6A셀로 돌아가면 나가는 길이 나올까. 시급한 상황에도 이런저런 잡다한 생각이 드는 것을 보며 김과장은 씁쓸했다.

그 와중에 번뜩 김과장은 최근 설치한 모바일 플랫폼이 생각났다. 이 플랫폼은 공간 정보를 기반으로 구축되어, 층과 셀 등 위치별로 사람 숫자를 파악할 수 있을 뿐만 아니라 화재 시 각 층의 상황을 토대로 대피로를 알려주는 기능을 탑재하고 있었다. 앱이 구동되자 바로 김과장의 현재 위치와 층별/셀별/호실별 현재 온도가 나타났다. 불은 2층에서 시작해서 벌써 엘리베이터와 동쪽 계단을 통해 7층 근처까지 올라가고 있었다. 서쪽 계단 역시 만만치 않은 속도로 불이 번지고 있었다. 앱은 현 시점에서 유일한 대피로인 중앙 계단을 가리키고 있었다. 그것도 1분 안에는 화마에 휩쓸릴 것이라고. 지금 중앙계단으로 내려가서 3층 베란다로 나가는 것만이 살 수 있는 유일한 길이라는 것을 알려주었다. 3층 베란다에서 2층으로 뛰어내린다면, 캡틴아메리카가 아니라도 생존의 가능성은 무척이나 높아질 것이다. 김과장은 다시 한번 공간정보플랫폼을 만들기 잘했다 생각하며 급히 계단을 내려갔다.



출처: 에너미 오브 스테이트(1998), 터치스톤 픽처스

(3) 공간정보 역할

이 시나리오에 나오는 공간정보 기반의 플랫폼을 구축·활용하기 위해서는 플랫폼을 구성하는 공간정보의 구축 방법, 공간정보 플랫폼에 들어가는 정보의 종류, 그 정보들을 분석하는 방법 등이 필요하다.

① 공간정보 구축

건물의 각 층과 셀 그리고 호실별 현황을 파악하려면 공간데이터를 층, 셀, 호실로 각각 분리하여 구축하고 각 객체마다 고유 아이디(ID)를 부여한다. 쉽게 말하면, 1층을 모델링한 실내지도에는 1층에 있는 셀과, 호실이 분리되어 공간정보 DB에 구축되어야한다. 각각의 객체를 합치면 하나의 층이 되고, 분리하면 각각의 객체가 되어야한다. 마찬가지로 계단, 베란다, 창문 등 해당 층을 구성해야 완성된 공간이 된다.

대피 경로를 알려주기 위해서는 시작점, 경로 선택을 위한 교차점(예-계단으로 갈지 복도로 갈지 선택해야 할 경우 계단과 복도의 만나는 위치), 도착점 등을 구분할 수 있도록 데이터를 구축해야 한다. 예를 들어 6A셀에서 1층 입구까지 가는 길을 안내할 수 있으려면, 시작점, 교차점, 도착점이 각 층마다 생기기 때문에 6층에서 1층까지 각 층별로 구분해서 보여줄 수 있어야 한다. 즉, 6층에서 출발한 경우 6층에서의 도착점은 5층에서의 시작점이 된다.

② 정보의 연결

건물의 위치별로 인원을 확인하거나 온도를 파악하기 위해서는 적정한 위치에 센서를 설치하여 관련 정보를 얻어야 한다. 각 센서별로 수집된 정보(인원수나 온/습도 등)는 실시간 또는 일정한 주기로 DB에 저장한다. 또한 DB에 저장된 데이터는 위치 값과 연결하여 해당되는 공간에 속성에 반영한다. 예를 들어, 6A의 출입구에 센서를 설치하고, 매 5초마다 또는 사람이 들고 날 때 마다 시간과 함께 DB에 그 값을 저장한다. 사용자가 6A셀을 클릭하면 동시에 DB에 기록된 최신 값을 6A셀 속성으로 표출한다. 또한 1분전의 값을 알고자 하면, 1분전에 DB에 저장된 데이터를 확인할 수 있어야

한다. 이러한 기능을 갖기 위해서는 공관련 센서를 해당 공간과 연결해야 하며 최신 데이터가 DB에 반영될 수 있도록 공간과 센서정보를 동기화해야 한다.

③ 공간분석

화재 시 긴급 대피로를 알려주기 위해서는 각 층의 시작점, 교차점, 도착점을 바탕으로 거리 등(해당 위치의 온도 값을 통해 이용 불가능 지역을 제약사항으로 제시하는 것 포함)을 계산하여 최적 경로를 산출해야 한다. 또한 화재상황을 정확하게 전달하기 위해서는 공간의 구조와 화염의 방향, 벽체, 내장재 등의 특징에 따른 화재의 확산 속도 등을 예측할 수 있어야 한다. 이 외에도 경로설정 알고리듬, 센서 계측의 정확도, 화재시 센서의 강건성, 통신 안정성, 계산/처리 속도 향상, 모바일 앱 성능 등이 필요하지만 공간정보에 한정된 내용만 제시하였다.

2) 시나리오 2_ 화재 진압을 위한 의사결정

(1) 시나리오의 배경과 목적

J 스포츠센터 화재는 소방점검 미비, 굴뚝 모양 건물구조, 가연성 내/외장재, 불법 주차로 인한 소방차의 진입 어려움, 소방서의 초기대응 미비 등 복합적 원인으로 인해 발생하였다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 예상 가능한 모든 원인을 제거하는 것은 현실적으로 어렵다. 그렇지만 공간정보가 특정한 역할을 수행하여 위의 원인 중 몇 가지를 제거할 수 있다면 피해를 줄일 수 있을 것이다. 따라서 소방관 입장에서 화재 발생 시 대응하는 시나리오를 제시하고, 그 시나리오대로 서비스가 제공될 수 있도록 공간정보가 해야 하는 역할을 검토하였다.

제4장 초연결 공간정보 활용 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축 • 69

(2) 시나리오 구성

☑ (최국장(김과장의 친구이며 S시 소방국장)의 특별한 하루)

갑자기 사이렌이 울린다. 어딘가에 화재가 난 모양이다. 최국장은 급히 출동준비를 하며 핸드폰을 켰다. 핸드폰에는 야근밖에 모르는 친구인 김과장이 근무하는 K사에 불이 났다고 알려주고 있었다. 월드컵 열기로 시내가 복잡할 텐데, 특히 K사까지 가는 길은 교통체증으로 유명한 길인데, 혹시나 모를 김과장이 아직 회사에 있을지도 모른다는 걱정에 최국장은 급히 소방차에 올랐다. 이 도시는 다행히도 스마트시티 플랫폼이 잘 작동한다. 소방차 내비게이션은 벌써 현재 교통상황을 고려하여 K사까지 최적 경로를 보여주고 있다. 사건사고와 소방차 이동경로는 경찰서와 공유되기 때문에 근처의 경찰들이 교통상황을 통제할 것이라 믿고 최대한 빨리 화재현장으로 달려갔다.

교통관제 덕분에 골든타임에 한참 앞서 도착한 최국장은 K사 앞에 도착하여 큰 고민에 빠졌다. 벌써 주 출입구는 불에 휩싸였다. 저기를 뚫고 가는 것은 쉽지 않아 보였다. 결국 3~7층 중 어딘가로 진입을 해야 한다. 어느 층으로 어떻게 진입할지에 따라 화재진압의 성공여부가 크게 좌우된다. 특히 야근으로 유명한 K사가 아닌가. 분명 저 안에는 수많은 직장인들이 밤을 지새우며 일을 하고 있었을 것이다. 어느 층으로 가야만 보다 많은 사람들을 화마로부터 지켜낼 수 있을까. 고민스럽기만 하다. 이런 고민의 시간에 불은 걷잡을 수없이 커질 거라는 걱정 또한 든다.

바로 그때, 김과장에게 전해 들었던 K사 공간정보플랫폼 기억이 떠올랐다. 최국장은 주위를 둘러보다 K사 신분증을 패용하고 있는 사람을 발견했다. 최국장은 재빨리 그 사람에게 공간정보플랫폼에 접속하라고 했다. 역시 내 친구다. 해당 플랫폼은 현재 각 위치에 생존자가 얼마나 있는지, 불이 어느 쪽에서 어느 쪽으로 퍼져가고 있는지를 보여주고 있다. 최국장은 피해자 상황, 화재상황을 볼 때 4층으로 진입하는 것이 가장 효율적이라는 판단을 바로 내렸다. 그런데 최국장은 다시 고민에 빠졌다. K사

의 외벽은 어디가 콘크리트고 어디가 창인지 모르게 전체가 유리처럼 보인다. 설마보안을 중요시하는 K사가 쉽게 깨질 유리창을 만들었을 턱이 없다는 생각이 들자 최국장은 다시 한 번 절망에 빠진다. 바로 그때 플랫폼에 접속했던 직원이 최국장에게 전화기를 보여준다. K사 공간정보 플랫폼에는 긴급시 진입할 수 있는 창의 위치/재질/모양이 자세하게 나타나 있는 것이 아닌가. 해당 창의 강도까지 있기 때문에 어떤 도구를 들고 진입을 시도해야 할지도 고민할 필요가 없다. 또한 진입 후 각 생존자들에게 다가갈 수 있는 최적의 내부경로까지 제공해주고 있다. 최국장은 안도하며 투입작전을 시작했다.

(3) 공가정보의 역할

앞서 제안한 시나리오를 구현하기 위해 공간데이터 구축 방법, 정보 연결 방법, 분석/활용 방법 등을 검토하였다. 다만 시나리오1과 공통된 부분은 제외하였다.

① 공간정보 구축

건물을 구성하는 객체는 단위에 따라서 다르다. 크게는 바닥, 벽, 지붕(천장)으로 구분할 수 있지만 벽돌이나 타일단위까지 구분할 수도 있다. 데이터를 구축하는 단위는 용도에 따라 결정되지만 비용도 매우 중요한 고려요소가 된다. 건물을 구성하는 단위를 세분할수록 데이터를 구축하는 비용이 많이 든다. 따라서 활용목적에 부합하면서 가장 경제적인 구축방법을 찾는 것이 일반적이다. 시나리오2도 이전의 시나리오1과 마찬가지로 건물의 원단위를 별체와 창문, 난간 등으로 구분하여 구축하고, 이들의 결합과 분리가 자유로워야 한다.

② 정보의 연결

스마트시티 플랫폼은 유관기관간 정보가 공유되어야 한다. 화재 신고가 접수되면 해

당 소방서에 사이렌이 울림과 동시에 소방관들에게 모바일로 정보(화재 위치, 시간 등)를 알려주고, 동시에 경찰서에도 정보를 제공하여 교통상황을 통제하도록 지원을 요청한다. 이러한 상황은 현재 스마트시티 플랫폼의 발전과 기관 간 정보공유 제도/방안 마련 등을 통해 이루어질 예정이다.

공간정보의 측면에서 건물 외벽을 구성하고 있는 객체들은 각각 필요한 정보를 속성으로 지녀야 한다. 벽의 두께, 난간의 넓이, 창의 재질/구성물/위치 등은 해당 공간의 속성정보로 연결되어 있어야 한다. 외부의 창은 건물 내부로 연결되어야 한다. 예를 들면 6층의 북쪽 창문을 클릭하면 창의 재질 뿐 아니라 6B셀과 연결될 수 있음을 표현해야 한다.

③ 공간정보 분석

창의 재질/강도에 따라 사용해야 하는 도구에 대한 제안, 창(앞서 시나리오1에서 제시된 시작점을 창으로 지정할 수 있어야 함)에서부터 특정 지점까지 최적 경로를 계산/제공할 수 있어야 한다.

2. 객체기반 공간정보 실험 구축

앞선 시나리오에서 언급된 초연결 스마트시티의 공간정보 역할을 확인하기 위해 공 간데이터를 실험 구축하였다. 그 과정에서 발생한 문제점을 확인하고 시사점을 도출하 여 공간정보 전략 도출에 활용하였다.

1) 실험 구축 목적

① 실험 구축 목적

앞 절에서 제시된 시나리오와 그에 따른 공간정보의 역할을 확인하기 위하여 공간정

보가 어떻게 구축 되어야 하는지 실험적으로 구현하였다. 그러나 아직 시나리오에서 제시된 역할을 수행하기에는 기술, 제도 등 외부 환경이 충분하게 만들어지지 않았기 때문에 단순하게 구축 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 살펴보고 이를 향후 전략 도출에 활용하고자 한다.

② 실험 구축 방향

특정 건물을 대상으로 내부 구조를 포함하여 공간데이터로 만들고 지자체에서 만든 해당 구역의 3차원 지형데이터와 결합하여 주변 지형과 건물에 대한 공간데이터를 구성하였다. 이렇게 함으로써 외부에서 볼 때는 기존의 공간정보 분야에서 구축한 3차원 공간정보와 같이 표현되고, 내부로 들어오면 BIM과 같이 활용 목적에 따라 필요한 사항들을 확인할 수 있도록 하였다.

2) 실험 구축 내용

① 데이터의 구성

실험 구축한 공간데이터는 건물의 외부, 건물 내부를 각각 구별하여 표현하고, 건물 내부에서 발생하는 현상과 관련된 센싱 데이터는 가상으로 표현하도록 하였다. 현실적 으로 예산이나 제도적 한계, 타 분야(통신 등) 기술적용 문제 등으로 인해 건물 내에 센서를 설치하여 측정하고 이를 객체와 연계하는 부분은 향후 과제로 남겨두었다.

건물의 외벽, 건물 외관상 출입구와 창문, 건물의 각 층, 각 층의 셀과 호실, 각 층별 엘리베이터 및 계단, 복도 등을 분리하여 구축하고 이를 결합 또는 분해 가능토록 구현하였다. 또한 외부에서 출입구 및 창문을 통해 접근할 경우 해당 층의 실내로 들어갈 수 있도록 표현하였다.

② 구현 결과

아래 그림 4-1과 같이 건물의 2차원 CAD 도면을 활용하여 3차원 건물 모델링을

하였다. CAD 도면에 표시된 각 공간과 층별 높이를 활용하여 수작업으로 모델링하였다.

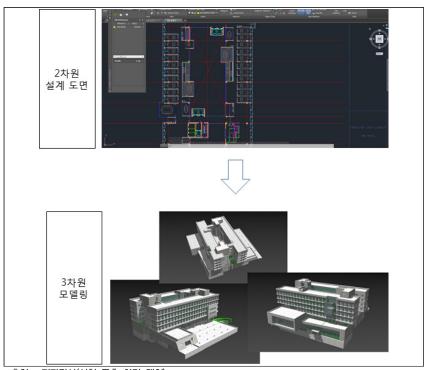


그림 4-1 | 실험 구축 결과 1 - 3차원 건물 모델링

출처 : 저자작성(실험 구축 화면 캡처)

다음으로 아래 그림 4-2와 같이 3차원 모델링 결과를 3차원 지형정보와 결합하였다. 해당 3차원 지형정보는 지방자치단체에서 구축한 것으로, 그 건물이 위치한 부분을 따로 떼어 제공받았으며, 이를 실험 구축한 건물과 결합하여 하나의 공간데이터로 표현하였다.

그림 4-2 | 실험 구축 결과 2 - 3차원 건물 모델링과 기구축 3차원 지형정보 결합

출처 : 저자작성(실험 구축 화면 캡처)

아래 그림 4-3은 본 연구에서 실험적으로 구축한 3차원 건물이 일반적인 3차원 건물 모델링과 다른 점을 보여주고 있다. 지금까지 3차원 공간정보 사업을 통해 구축한 3차원 건물 모델링은 층을 구별하지 않는다. 그나마 층을 구분해서 특정 서비스를 제공하고자 하는 경우(예를 들면 아파트 층별 가격 검색)에도 층별 높이 값을 가진 새로운 상자 모양을 추가하여 가상적으로 표현한다. 그러나 이번 실험 구축에서는 각 층을 실제로 구성하고 있는 셀, 호실, 복도, 계단 등을 각각 표현하도록 구축하였다.

그림 4-3 | 실험 구축 결과 3 - 3차원 모델링 성과 상세 1

출처: 저자작성(실험 구축 화면 캡처)

아래 그림 4-4는 단순하게 층을 구분한 것이 아니라 활용성을 높이기 위해 건물의 구성요소를 계층화하여 트리(Tree)구조로 구성한 것dl다. 계층화하였다는 의미는 수 평적으로 보면 사용자가 필요한 정보만을 선택적으로 확인할 수 있다는 의미이며, 수 직적으로 보면 해당 요소를 구성하고 있는 하위요소를 확인할 수 있다는 의미이다.

왼쪽 그림은 표현해야 하는 층을 지정함으로써 다른 층들의 정보는 감추고, 그 층의 정보만을 표출하는 것을 보여준다. 앞선 그림에서 확인 가능한 옥상 및 7층을 제거할 경우 6층부터 건물이 나타난다. 오른쪽 그림은 해당 층을 구성하고 있는 구성요소를 선택하여 해당 요소의 속성정보를 확인하는 것이다. 6층을 구성하고 있는 다수의 문들에 대한 속성정보를 해당 문에 연결해 놓았다. 이렇게 구성하면 건물을 구성하는 특정 장소(6층)의 특성 객체(문)에 쉽게 접근할 수 있다.

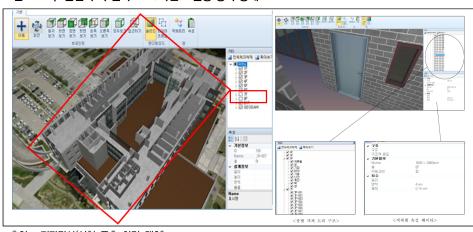


그림 4-4 | 실험 구축 결과 4 - 3차원 모델링 성과 상세 2

출처: 저자작성(실험 구축 화면 캡처)

3) 실험 구축의 한계점

① 공간정보 구축

실험구축 과정에서 나타난 한계점은 크게 4가지 정도로 구별하여 제시할 수 있다. 먼저, 각 구성요소별로 데이터를 구축하는 것이 아직은 어려웠다. 건물 구성요소의 관계를 명확히 하고, 최종 하위 단계의 구성요소를 만들어 이를 결합하여 상위 요소를 만들어야 한다. 쉽게 말하면 방, 방문 계단 등을 미리 만들고, 이를 조합하여 층을 만드는 것이다. 실험 구축 과정에서도 공통적으로 사용되는 방, 문, 엘리베이터 등을 라이브러리로 우선 구축하고 이를 적절한 위치에 배치하는 방식이 필요하다. 따라서 건물의 3차원 모델링을 위해서는 공간객체의 구성요소별 라이브러리와 표준이 만들어져야 할 것이다.

두 번째로는 구축에 활용할 수 있는 데이터가 매우 제한적이었다. 이번 실험 구축에서는 활용가능한 데이터는 건축 설계시의 CAD 도면뿐이었다. 최근 몇몇 건물은 BIM을 통해 설계 및 관리가 되므로 BIM을 활용할 수 있으면 보다 쉽고 빠르게 구축할 수 있었을 것으로 예상된다. 현재는 일정금액 이상의 건물을 신축할 때 의무적으로 BIM설계를 적용하도록 하고 있으나 모든 건물 설계에 BIM이 적용된다면 3차원 건물 모델링이 위확해질 것이다.

세 번째로는 구축하는 과정에 충분한 기술이 개발 또는 일반화되지 않았다. 도면으로부터 3차원 모델링을 만드는 과정에서 벽체, 복도, 방 등을 각각 수작업으로 만들었다.

마지막으로는 3차원 지형정보와 실험 구축에서 만든 건물을 결합하여 활용할 때 속도가 저하되는 문제를 확인하였다. 실험 구축에서는 지형데이터와 건물 모델링 데이터를 분리하여 로딩(loading)할 수 있도록 구성하였으며, 건물만을 로딩하여 건물을 확인할 때에 비해, 지형을 포함한 상태에서 건물을 로딩하였을 때 현저하게 로딩 속도가저하되었다.

제4장 초연결 공간정보 활용 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축 • 77

② 정보의 연결

실험 구축만을 위한 센서를 별도로 설치하지 않았으나 해당 건물에는 이미 온도, 습도, 조도, 출입자 관리 센서가 달려 있어 정보를 수집하고 관리하고 있었다. 그러나수집된 데이터들을 확인한 결과 수집시점, 수집형태, 보유기간 등이 각각 달라 실험 구축에 적용하기에는 한계가 있었다. 예를 들어 매 시간에 따라 변하는 각 층별/셀별 온도를 비교하여 외부기온에 따른 적절한 냉난방 운영방안을 검토하고자 하였으나 실제로 수집하는 데이터는 현재의 온도가 아니라 1시간 단위의 온도이며 이 역시 하루치만을 보관하고 있었다.

또한 온도, 습도, 냉난방 운영 시스템은 각각이 폐쇄 시스템으로 운영되고 있어 이번 실험 구축에서 해당 데이터를 활용하려면 데이터를 저장매체에 복사해서 사용해야하는 상황이었다. 그 뿐 아니라 센서가 설치된 위치 정보도 명확하지 않아 가장 단순한알고리듬을 적용한다고 하더라도 거리에 따른 온도의 변화 등을 예측하기 어려웠다.

③ 분석 활용

이번 실험 구축에서 고려한 목표는 층별 온도변화, 화재 발생시 최적 탈출 경로 등을 확인할 수 있는지 검토하는 것이었다. 그러나 수집되는 센싱 정보의 한계로 적용이 가능한 분석 방법을 확인하기가 어려웠다. 더불어 공간의 구조가 복잡해서 가시화 외에 분석방법을 적용하는 것이 쉽지 않았다.

④ 기타

제도 및 협력 부분에서 다양한 이슈들이 발생하였다. 해당 건물을 대상으로 선정한 이유는 BIM이 있기 때문에 빠른 시간 내에 구축할 수 있을 것이라는 기대 때문이었으나, BIM이 아닌 건축 설계 시 제공된 가상 이미지였다. 이 역시 보안문제로 제공이쉽지 않았다. 출입자 정보의 경우는 탈출 경로 또는 현재 건물에 존재하는 인원 수 등을 파악하는 데 활용할 수 있을 것으로 예상했으나 개인정보 문제로 제공이 불가능하였다. 심지어 개인을 식별할 수 있는 부분을 삭제하고 받는 것 역시 불가능하였다. 실험

구축만을 위해 센서 설치가 가능한지 판단하는 것도 관련 부서의 협조가 필요하였다. 보안과 개인정보 보호 등을 이유로 CAD나 BIM 데이터를 구할 수 없는 경우, 스마트시 티를 위해 건물객체를 3차원으로 모델링하는데 상당한 어려움이 따를 것으로 예상된 다. 건물 데이터의 원활한 활용을 위해서는 개인정보보호법과 같이, 개인정보나 보안 관련 내용을 파악할 수 없도록 조치를 한 후 건물데이터는 공유할 수 있는 제도적 개선 이 이루어져야 할 것이다.

3. 시나리오 및 실험 구축 시사점

어떠한 시나리오가 제시되는지에 따라 실험 구축의 방향이 설정될 수 있었다. 즉, 초연결 스마트시티에 공간정보를 적용하기 위해서는 관련된 서비스를 우선적으로 기획 하는 것이 필요하다.

CAD 데이터를 기반으로 한 3차원 건물모델링을 통해 다음과 같은 시사점을 도출하였다. 우선 구축 방법과 절차, 소요되는 시간과 비용, 객체화 수준 등에 대한 가이드가 필요하다. 또한 객체화된 구성요소의 관리방식, 객체화된 구성요소의 결합 방식, 건물모델링과 지형정보의 결합 등이 표준화될 필요가 있다. 또한 필요한 부분만을 가시화하거나 필요한 정보에만 빠르게 접근할 수 있는 방법 등 플랫폼 운영과 관련된 기술이 있어야 한다.

건물 모델링에 센서정보를 연결하기 위한 시도에서는 다음과 같은 것이 필요하였다. 어떤 정보를, 어떠한 주기로 수집하고, 어디에 연결하고, 어떻게 분석하고 시뮬레이션 할지를 결정해야 한다. 특히 기존에 수집되는 정보들은 위치를 부여하는 등의 공간정 보 관점에서 재조정이 필요했다. 또한 객체화된 구성요소가 더욱 많아지고, 센서정보 등 수집되어야 하는 도시정보가 많을 경우에는 AI나 Machine learning 기술의 도입도 고려해야 한다.

기존 데이터의 획득 과정에서는 공간정보나 스마트시티 분야에서 지속적으로 제기되

제4장 초연결 공간정보 활용 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축 • 79

던 문제를 확인할 수 있었다. 관련 부서와 협력 방안 마련, 스마트시티 관점과 공간정보 관점의 차이, 개인정보나 정보제공 관련 제도적 이슈 우선 해결 등이 부각되었다.

이러한 점을 해결하기 위해서는 우선적으로 많은 실험, 시범사업을 통해 다양한 사례를 발굴해야 한다. 객체화 수준, 구축에 소요되는 비용, 객체화된 구성요소의 결합, 센싱정보 등의 도시정보 연결 방법, 위치부여 방법, 분석방법 등을 구체화하고 이를 표준화하거나 가이드라인으로 제공해야 한다.

또한 건물이 아니라 도시로 확장할 경우, 구성요소가 많아질 것이므로 이를 보다 효율적으로 구축, 운영할 수 있는 방법에 대한 고민 역시 중요하다. 현실적인 방법은 기존과 달리 민간의 참여를 적극적으로 유도하는 것이다. 건축 설계, 경관 심사, 게임배경 등을 위해 민간에서도 3차원 모델링을 하고 있으므로 이들을 플랫폼에 받아들이면 보다 빠르고 쉽게 구축, 운영할 수 있다. 또한 도시의 구성요소는 공공 뿐 아니라민간이 소유 및 관리하고 있는 것이 많으므로 충분하게 인센티브를 제공할 수 있다면 구축 및 관리 주체로 민간을 활용할 수 있을 것이다.

객체화를 통한 가상공간의 구축은 BIM을 활용하는 것이 현재 시점에서 가장 유용할 것이다. 건물은 도시의 많은 부분을 차지하고 있으므로 향후 건물들에 대한 객체화는 필수적인데, 건설 분야에서 구축해 온 BIM을 활용한다면 보다 손쉽게 가상공간의 객체화를 이룰 수 있을 것이다. CAD 데이터를 통해 건물을 모델링하기 위해서는 추가적인 모델링 기술을 적용하거나 수작업으로 높이 값을 표현한 후 각각을 분리해야 하지만, BIM을 활용한다면 BIM 데이터 구조에서 건물 모델링에 필요한 요소만을 선택적으로 구성하면 보다 쉽게 모델링할 수 있다.

CHAPTER 5

초연결 스마트시티 구현을 위한 공가정보 전략

- 1. 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 개요 | 83
 - 2. 디지털 가상공간 구축 | 84
 - 3. 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼 | 95
 - 4. 공간정보 활용기반 강화 | 105
 - 5. 공간정보 전략 수행의 기대효과 | 117

CHAPTER 5

초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략

본 장에서는 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략을 제시하였다. 앞서 제시된 시나리오 와 실험구축 결과를 토대로 전략을 도출하였다. 이를 통해, 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략의 방향, 세부 전략, 현재의 추진현황, 추진 과제를 제안하였다. 아울러 제안된 전략 수행을 통한 기대효과를 제시하였다.

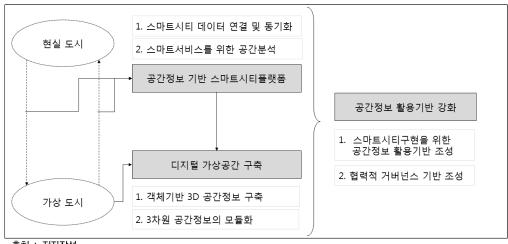
1. 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 개요

앞서 시나리오에서 살펴본 바와 같이, 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략은 가상공간을 제대로 구축하는 것으로 시작하여 이를 기반으로 도시정보를 연결, 동기화하고 분석 기능을 강화한 스마트시티 플랫폼을 구현하는 것을 다루어야 하다. 그리고 이를 위해 전반적으로 필요한 활용기반을 강화하는 것 또한 필요하다.

그림 5-1과 같이, 가상공간에 현실도시와 같은 가상도시를 만들고 현실도시의 데이터를 가상도시로 연결하는 초연결 스마트시티를 위해서는, 어떻게 가상도시를 만들어야 하는지, 그리고 어떻게 현실데이터를 가상도시의 구성요소에 연결하는지, 그리고 그것을 통해 가상도시에서 무엇을 해야 하는지에 대한 전략이 필요하다.

본 연구에서는 가상도시를 만드는 전략으로 디지털 가상공간 구축을, 현실도시의 데이터를 가상도시로 연결하고 가상도시에서 해야 하는 기능을 위한 전략으로 공간정보기반 스마트시티 플랫폼 운영을 제시하였다. 또한 구축과 운영 전략을 원활하게 수행되기 위해 유통, 제도, 인력, 거버넌스 등 기술 외적 환경에 대한 전략이 필요하다.

그림 5-1 | 전략 개요



출처 : 저자작성

2. 디지털 가상공간 구축

앞서 시나리오에서 살펴본 바와 같이, 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전 략은 가상공간을 제대로 구축하는 것으로 시작된다. 초연결 스마트시티는 다양한 자원 으로부터 얻어지는 데이터를 직관적으로 이해할 수 있어야 한다. 도시의 어느 곳에서 어떤 일이 벌어지고 있는지를 빨리 이해해야 신속하고 정확하게 대응할 수 있다. 싱가 폴은 국가 전체를 3차워 가상공간으로 구축하고 있다. 그 이유는 현실과 똑 같은 형태 의 가상공간을 만들어 놓고, 데이터를 연결하면 교통의 흐름, 하천의 수위, 미세먼지 농도, 도시의 열섬현상 등을 한 눈에 파악할 수 있다. 만약 대형 화재가 발생한다면 가상공간에서 화재상황을 모니터링하면서 소방서, 경찰서, 병원 등 이해관계자들이 쉽 게 소통하고 대책을 마련하게 될 것이다. 그래서 실제 공간과 동일한 모습의 디지털 가상공간이 필요하다.

1) 객체기반의 3차원 공간정보 구축

(1) 주요내용

객체화란 공간에 있는 인공과 자연 지물에 대하여 목적에 맞도록 구성요소의 위계를 정하고 각 구성요소별로 아이디를 부여하여 구축·관리하는 것을 말한다. 예를 들어 건물은 외벽과 내부로 구성할 수 있으며, 내부는 층으로, 층은 복도, 방, 계단, 전기설 비 등으로 구분할 수 있다. 각각의 객체는 위계를 가지는 아이디 체계 하에서 통합적으 로 관리된다. 건물 내 전기설비의 경우 변압기, 배전반, 전선, 콘센트, 누전차단기 등 으로 세분화 할 수 있다. 다만 객체화가 필요한 대상과 수준은 활용하는 목적에 맞게 조정되어야 한다.

초연결 스마트시티에서는 보다 정교한 서비스가 요구된다. 예를 들어 자동차 내비게 이션은 목적지 근처까지만 안내해 주는 것으로는 부족하다. 운전자는 목적지의 주차장을 알고 싶어 할 것이고, 이를 구현하기 위해서는 주차장 입구의 정보가 필요하다. 보다 더 정교한 서비스를 위해서는 각각의 주차 공간에 대한 객체화도 필요하다. 주차공간에 센서를 설치하여 주차여부를 알려주는 스마트주차 서비스의 경우에도 각 주차공간을 객체로 구축한다면 빈 주차공간까지 안내해주는 내비게이션 서비스로 확장이 용이할 것이다. 2015년 아틀란 3D는 주차장앱 '파킹박'과 제휴를 맺고 주차장 정보 제공 서비스 및 주차장 입구까지 안내하는 서비스를 제공하였다!). 또한 엠투브(MtoV)는 주차장 운영업체와 사전 협의를 통해 디지털 지도를 생성하고 운전자에게 빈자리를 안내해주는 실내내비게이션을 개발하였다?).

이렇듯 공간을 객체화하여 새로운 서비스를 창출하는 움직임은 현재진행형이다. 그러나 객체화의 성과가 부각되기 위해서는 무엇보다 객체화된 공간에서 실제로 이루어지는 서비스를 가시적으로 보여주는 것이 필요하다. 객체화는 대상에 따라 매우 다양

¹⁾ ZDNet 코리아. 2015. 아틀란 3D 내비게이션, 주차장 정보 제공. 8월 26일. http://www.zdnet.co.kr/view/?no=20150826140604 (2019년 1월 6일 검색).

²⁾ e4ds news. 2017. [중소벤처 열전] 엠투브, 주차장 빈자리 찾아주는 실내 내비 개발해. 9월 11일. http://www.e4ds.com/sub_view.asp?ch=1&t=1&idx=7333 *2019년 1월 6일 검색).

한 수준으로 가능하다. 따라서 대상 공간의 범위를 줄여 초연결 스마트시티에 필요한 서비스들을 개발하고, 이를 점진적으로 확대해 나가는 것이 필요하다. 결국 필요한 서 비스를 발굴하고 서비스를 지원할 수 있도록 공간객체화가 병행되어 공간정보에 기반 한 서비스의 실례를 제공하는 노력이 필요하다.

(2) 추진 현황 및 수준

공간정보의 객체화는 지금까지 꾸준히 추진되어 오고 있다. UFID(Unique Feature IDentifier), UOID(Urban Object Identification) 등을 개발하여 건물, 도로, 교량, 하천 등의 지형지물과 도시에 존재하는 다양한 시설물들에 대한 정보를 객체화하여 관리하고자 하였다. 단, 해당 식별자는 시설물에 보다 초점을 맞추고 있으므로 향후 초연결스마트시티 구현을 위한 공간정보에 대해서는 보다 심도 있는 ID 체계가 필요하다. 아래 그림 5-2는 UOID의 구성 체계를 나타내고 있다.

information Header Domain Manager Location Instanc Header 0(UOID버전) 0(적용 온톨로지 모델번호) 0(UOID 이력번호) Domain F081(시설) E021(부뮈) S30(센서) 01(관리기관 일련번호) 27080642(경도) 35503644(위도) +/- 000(높이) Location 01(관련 업무 서비스 일련번호) LI1202A(지역군 관리코드, 자릿수 관련없음) Instance 에시) 000 F081E021S30 01 27080642 35503644 + 001 01 LI1202A

그림 5-2 | UOID 구성

출처: 이상훈 외. 2009. 도시시설관리를 위한 도시공간객체 식별자 시스템 개발. 한국GIS 학회 학술 대회 논문집. p.297-298 객체화를 위한 데이터 표준도 지속적으로 발전하고 있다. 3D 가상 도시모델의 저장 및 교환을 위한 XML 기반 데이터 모델로 CityGML이 있다. CityGML은 OGC(Open Geospatial Consortium)와 ISO TC211에 의해 만들어진 국제표준으로 3D 도시모델의 기본개체, 특성 및 관계에 대한 공통 정의를 제시하고 있다. CityGML에는 세밀도 (LOD)별로 표현해야 하는 객체와 표현 수준을 제안하고 있다. 그림 5-3은 GItyGML에서 집을 객체화하여 표현하는 것을 나타내고 있다.

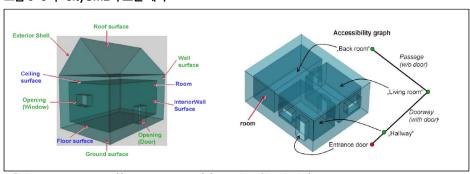


그림 5-3 | CityGML의 표현 예시

출처: CityGML. https://www.citygml.org/ (2018년 12월 8일 검색).

또한 실내 공간정보의 중요성이 증대됨에 따라 실내 공간 표현을 위한 IndoorGML 이 제안되었다. IndoorGML 역시 공간 객체화를 위한 하나의 움직임이라 볼 수 있다. 이기준 등(2015)은 IndoorGML을 통해 실내공간을 구축할 경우, 집객지점 가시도 분석, 집객경로의 가시도 분석, 두 집객지점의 경로분석, 고객 이동 경로 및 패턴 분석이 가능할 것으로 예상하였으며, 이는 곧 초연결 스마트시티의 서비스 중 하나로 적용될 수 있을 것이다.

민간 영역에서도 공간정보 객체화가 이루어지고 있다. 아래 그림 5-4는 가이아3D 사의 MAGO 3D로 AEC(Architecture, Engineering, Construction) 영역과 전통적인 3차원 공간정보(3D GIS)를 통합적으로 관리, 가시화해 주는 차세대 3차원 플랫폼이 다³⁾.

제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 • 87

실내외 이동 구성 객체의 분리/이동

그림 5-4 | MAGO 3D 예시

출처: (좌) 마고 3D. http://mago3d.com/homepage/demo.do (2019년 1월 7일 검색). (우) GAIA 3D. http://www.gaia3d.com/ko/?work=bim-on-gis (2019년 1월 7일 검색)에서 재작성

(3) 추진 과제

① 객체기반 스마트시티 서비스 기획

초연결 스마트시티의 공간정보 역할을 정립하기 위해서는 객체화된 공간정보를 활용하는 스마트시티 서비스 기획으로 시작하여 기존 스마트시티 서비스와 차별화되는 성과를 만들어야 한다. 기존 스마트시티 서비스에 공간적 요소를 강조하는 방법도 가능하다. 예를 들어 기존 스마트시티의 미세먼지 서비스는 평면적 공간에 대한 미세먼지

³⁾ GAIA 3D. http://www.gaia3d.com/ko/?work=bim-on-gis (2019년 1월 7일 검색).

전파만을 다루었다. 여기에 공간적 요소를 강조하면 공간분석을 포함하여 건물 구조, 바람길 등의 공간 특성을 고려하여 층별 미세먼지 정도를 예측하는 맞춤형 정보서비스 도 가능하다.

② 공간의 객체화 시범사업

서울시는 주요 지하철 역사 및 시설에 대한 실내공간정보를 구축하여 센서 관리, 실내위치 기반 서비스, 소방지도, 쪽방촌 안전지도 등의 서비스를 제공하고 있다⁴⁾. 이와 같은 서비스의 시작은 청년일자리 창출을 위한 실내공간정보 구축사업으로부터 시작하였다. 초연결 스마트시티를 구현하기 위해서는 이처럼 현실 공간을 객체화하는 사업이확대되어야 한다. 그러나 공간정보 구축에는 비용 문제 등이 발생하므로 적절한 범위를 설정하고 시범사업을 수행해야 한다.

③ 스마트시티 구성요소에 대한 구조화 및 관리 체계 마련

스마트 시설물 관리 분야에서는 객체화와 ID 체계에 대한 노력이 수행되어 왔다. 예를 들면 지능형 가로등을 관리하기 위하여 등, 폴대, 센서, 통신함체 등을 각각 객체화하고 이를 UOID 체계로 분류하여 이를 시스템화하여 관리하고자 하였다. 그러나 이를 스마트시티로 확장한다면 도시의 구성요소를 보는 관점, 도시에서 제공되어야 하는 서비스 등으로 인해 매우 복잡한 양상을 가질 것이다.

그럼에도 초연결 스마트시티를 구현하기 위해서는 반드시 수행되어야 하는 과제이다. 왜냐하면 초연결 스마트시티에서 현실의 데이터를 가상공간으로 연결하기 위해서는 우선 가상공간이 현실과 같이 구조화되어야 하며, 객체화의 수준에 따라 그 구조화의 복잡성이 매우 커질 것이므로 적합한 ID 체계를 개발하여 이를 관리할 수 있어야한다.

도시를 구성하는 요소를 하향식으로 분류하는 방식 뿐 아니라 객체화된 대상을 상위 객체로 연결하여 체계를 구성하는 방식이 동시에 고려되어야 한다. 예를 들어, 건물

⁴⁾ 서울특별시 실내지도서비스, http://indoormap.seoul.go.kr/ (2019년 1월 6일 검색).

모델링을 할 경우, 최상위 객체인 건물을 그 구성 요소인 창, 외벽, 층 등으로 나누어서 분류하는 것이 일반적이다. 그러나 라이브러리를 활용하는 것처럼 기존에 동일한창, 층, 외벽 등을 모델링해 놓은 것이 있다면 이를 결합하여 상위요소인 건물을 모델링하는 것이 가능하다. 도시의 경우도 마찬가지이다. 도시를 구성하고 있는 도로, 건물, 하천 등을 분류하는 방식도 가능하지만 도로, 건물, 하천 등의 모델링 결과를 결합하여 도시를 만드는 것도 필요하다. 이처럼 상향식으로 연결하는 것은 예측과 시뮬레이션을 위해 필요하다.

2) 3차원 공간정보의 모듈화

(1) 주요내용

공간 모듈화는 공간을 원단위로 모듈화 함으로써 도시를 구성하는 객체를 효과적으로 구축, 갱신, 관리하는데 목적이 있다. 모듈화란, 도시를 구성하는 객체를 객체 각각하나씩 또는 특정 범위로 나누어서 구축, 갱신, 관리하는 것이다. 도시는 도로, 건물, 시설물, 식생, 자연지형 등과 같은 다양한 모듈이 존재하며 이들을 각각 세분화할 수 있다. 스마트시티 차원에서 어디를 기본 모듈로 할지에 대한 고민과 제시가 필요하다.

모듈화의 장점은 변경된 부분만을 탐지하여 해당 부분만 갱신함으로써 전체 공간정보의 최신성을 확보할 수 있을 뿐 아니라, 공간정보의 구축과 갱신 주체를 공공 뿐 아니라 민간으로 확대할 수 있는 기반이 될 수 있다. 현재 V-World는 도시지역 전체의 공간을 이미지로 구축함으로써 개별 건물이나 시설물을 하나씩 추가, 삭제, 갱신하는 것이 불가능하다. 초연결 스마트시티는 실시간 서비스가 대부분일 것이기 때문에 공간데이터의 갱신도 실시간으로 이루어져야 한다. 공간정보의 모듈화는 이러한 데이터 갱신과 활용 수요에 대응하는 전략이다. 모듈화는 건물 구조, 건물 실내, 건축물 내부의배관 등을 객체화하는 것부터 시작할 수 있다. 공간의 객체화와 모듈화는 빌딩정보모델링(BIM) 분야에서 주로 다루어왔던 주제이다. 객체와 지형을 하나로 결합하기 위해

서는 GIS와 BIM을 결합해야 한다. 한국건설기술연구원은 2012년부터 2016년까지 'BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발'을 통해 BIM/GIS의 상호 운용 개방형 플 랫폼을 개발하였다.

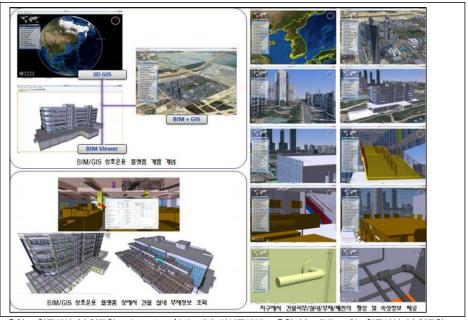


그림 5-5 | BIM/GIS 플랫폼 예시

출처 : 한국건설기술연구원. 2016. BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발. 고양: 한국건설기술연구원.

오충원(2010)은 보다 유용한 BIM/GIS의 통합을 위해 인간 활동을 모델에 반영하 고, 센서 네트워크 정보를 추가해야 하며 가상현실 및 증강현실기술을 반영할 수 있어 야 한다고 제안하였다. 이와 같이 인간 활동, 센서 정보, 가상/증강현실이 반영된다면 초연결 스마트시티에서는 기존에 볼 수 없었던 서비스의 창출이 가능할 것이다.

BIM/GIS의 통합은 초연결 스마트시티의 공간정보 역할 정립에서 매우 중요하다. 그 러나 도시 수준에서 존재하는 건물들을 모두 BIM으로 구축하고 이를 하나의 플랫폼 하에서 관리하는 것은 하드웨어적 한계를 가져올 수 있다. 따라서 도시 수준의 관리를

위해 대상을 구별하고, 대상별로 다양한 수준의 객체화를 적용해야 한다. 더불어 다양한 수준으로 객체화된 대상을 하나의 플랫폼에서 관리할 수 있는 방안 마련 역시 고려되어야만 한다.

(2) 추진 현황 및 수준

먼저, 공간정보 객체화 대상, 공간정보 객체화 수준, 객체화된 공간정보와 연결되는 데이터의 갱신 주기, 공간정보 갱신 수준, 객체화된 공간정보에 대한 ID체계 등을 종합적으로 관리할 수 있는 표준이 필요하다. 현재 공간정보 관련 국내표준은 KSDI 표준 80개와 TTA 표준 46개가 있으나 해당 표준은 지리정보에 대한 관점에서 제정되었으므로 이를 객체화의 관점에서 조금 더 확장할 필요가 있다.

현재 수치지도는 2년 단위로 갱신이 이루어진다. 국토지리정보원은 요소 중심의 갱신을 통해 갱신 주기를 당김으로써 수요자에게 필요한 정보를 적시에 제공할 수 있는 체계를 마련하기 위하여 2017년 공간정보 대량맞춤화를 추진하였다. 해당 사업은 지도를 주요 요소로 구분하고, 그 요소의 변화만을 즉시 갱신함으로써 전체 공간정보의 최신성을 유지하고자 하였다.

고객 중심의 공간정보 서비스 품질 향상 필요 공간정보 서비스 체계 구축 필요 현재, 국토지리정보원의 공간정보 생산 및 제공 다양한 공간정보, 제품의 품질, 서비스 품질의 수준을 체계는 고객의 다양한 공간정보 수요에 대응이 항상시키기 위해서 요소 중심의 공간정보 대량맞춤화 어려운 완제품을 생산-관리-제공항 세계 필요 - 수요자가 새로운 정보서비스를 개발하기 위해 기존 도엽(지도) 중심에서 요소(객체) 중심으로 국토지리정보원으로부터 제공받은 완제품 공간정보 패러다임 전환에 따라 효율적인 공간정보 공간정보의 추가편집이 필요하고, 이에 따른 시간과 생산, 관리, 제공 시스템 구축이 필요 비용의 추가 투입 필요

그림 5-6 | 공간정보 대량맞춤화 배경 및 필요성

출처: 공간정보 대량맞춤화 정보지원체계 연구 소개. https://www.slideshare.net/endofcap/ss-71405413 (2019년 1월 6일 검색).

드론의 등장은 공간정보 구축에서 새로운 가능성을 열었다고 해도 과언이 아니다. 드론을 이용하는 경우 경제적이면서 신속하게 공간데이터를 갱신할 수 있다. 공간정보 를 구축하는 절차는 기존의 항공사진과 동일하지만 보다 자주, 저비용으로 영상을 찍 을 수 있어 공간정보의 실시간 갱신을 위한 주요 방법 중 하나로 활용되고 있다.

2017년부터 수행되는 '세계최고 수준의 저비용 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증' 연구는 기존 평면도를 활용하여 누구나 쉽게 실내공간정보를 구축할 수 있는 도구를 개발하는 것을 연구 목표 중 하나로 설정하였다. OSM(Open Street Map)과 같이 사용자의 참여로 만들어지는 공간정보 역시 실시간성을 보장할 수 있는 또 하나의 수단으로 활용될 수 있다.

다부처 R&D 사업인 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술 개발에는 고정밀의 3D 모델링 성과를 기반으로 3D 도시모델을 저작 및 편집하는 기술개발이 포함되어 있다. 해당 사업은 공간정보를 타부처에 활용할 수 있도록 제공하는 것이주요한 목적이나 모델링 성과를 기반으로 도시모델을 저작, 편집한다는 관점에서 보면건물과 도로를 원단위로 하는 모듈형 구현에 관련 기술을 활용할 수 있을 것이다.



그림 5-7 | 3D 도시모델 저작프레임워크

출처 : 국토교통과학기술진흥원. 2018. 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발. 중간모니터링

(3) 추진 과제

① 모듈형 공간정보 결합 표준 및 결합 기술

공간정보를 모듈형으로 구축, 관리하기 위해서는 좌표계, 데이터 구조, 파일 포맷, 속성 구조 등과 관련한 표준이 매우 중요하다. 예를 들어 비어있던 공터에 새로운 건축물이 만들어졌다고 하면, 기존처럼 3차원 공간정보를 구축하려면 주변지역까지 포함하여 항공촬영을 한 후 3차원으로 모델링해야 한다. 그러나 요즘은 드론을 이용하여 해당 건물만을 모델링할 수 있다. 그 건물을 기존 공터의 위치에 올리기 위해서는 앞서 언급된 표준을 준수해야 한다. 만약 모듈화를 위한 원단위가 건물이 아니라 더 작은 창, 문, 간판 등이라면 표준은 더욱 중요해진다. CityGML이나 IndoorGML 등의 표준 준수를 강화하는 방안도 필요하다. 객체의 원단위가 작아질 경우 수가 많이 늘어나고, 이로 인해 공간정보 자체가 무거워지는 부분을 해결하는 기술도 개발되어야 한다.

② BIM/GIS 기술 적용의 확대 및 공간정보 갱신체계 다각화

도시의 모든 객체를 공공에서 전부 가상화한다면 비용이나 실시간 갱신에 어려움이 클 것으로 예상된다. 따라서 기존에 보유하고 있는 공간정보를 적극적으로 활용하고, 드론/MMS 등의 신기술 뿐 아니라 민간참여도 활성화해야 한다. 이를 위하여 BIM/GIS를 확대하여 BIM을 공간데이터로 변환하는 방안을 적극적으로 검토해야 한다.

더불어 민간에서 구축한 공간정보를 접목함으로써 갱신하는 방안도 마련되어야 한다. 준공 후 BIM을 제출하는 건물주에 대하여 인센티브를 마련하는 것도 고려할 수있다. 시민이 참여하는 갱신체계 역시 구체화해야 한다. 상가가 밀집한 지역 또는 업종의 변동이 심한 지역에 대해 시민 참여단을 운영하여 텍스처(texture)를 주기적으로 갱신하거나 상가 주인에게 플랫폼을 통해 상가를 홍보해주는 대신 상가나 그 주변에 대한 텍스처를 주기적으로 갱신하도록 하는 것도 가능하다. 시민들에게 정해진 방식대로 핸드폰을 이용해 사진을 찍어 플랫폼 관리자에게 전달하는 프로세스와 그에 따른인센티브를 명확하게 제공하는 것만으로도 충분하다.

③ 스마트시티를 위한 공간정보 플랫폼의 점진적 구축

도시 전체의 공간정보 플랫폼을 구축하기 전에 3~5개 수준의 서비스가 가능한 작은 구역을 선정하고, 이 지역에 대해 공간정보 플랫폼을 시범적으로 구축하는 것이 필요하다. 객체를 기반으로 한 플랫폼에서 가장 크게 우려되는 점은 객체가 많아짐에 따라물리적으로 운용할 수 없는 시점이 존재할 것이나 이를 미리 예측하는 것이 불가능하다는 것이다. 더불어 공간정보 플랫폼에 기반하는 서비스가 많아지면, 객체화의 수준과객체와 연결된 데이터에 대한 요구사항이 다양해질 것이다. 따라서 도시 전체를 대상으로 플랫폼을 구축한다면, 예상치 못한 문제점들이 다수 도출될 수 있다.

작은 구역, 적은 수의 서비스를 중심으로 시범적으로 구축하는 공간정보 기반 플랫폼은 실질적 운영의 목적 뿐 아니라 객체화된 공간정보를 기반으로 플랫폼을 운영할때 발생할 수 있는 문제점, 다수의 서비스가 공간정보 플랫폼 상에서 연결될 때의 문제점 등을 검토하는데 활용해야 한다.

3. 공간정보 기반 스마트시티 플랫폼

앞서 살펴본 시나리오 및 실험 구축 결과를 보면, 구축된 가상공간을 실제로 운영할 수 있는 플랫폼이 중요하다. 이 플랫폼은 객체화된 공간정보를 기반으로 구현되어야 하므로 기존 스마트시티 플랫폼과는 달리 공간을 중심으로 센서, 행정 정보 등이 연결되어야 하고 동시에 연결된 정보를 분석 및 시뮬레이션하여 현상을 해석하고 상황을 예측하는 것이 필요하다.

1) 스마트시티 데이터의 연결 및 동기화

(1) 주요내용

스마트시티에서는 분야별로 필요한 데이터와 공간정보를 각각 구축운영하고 있다.

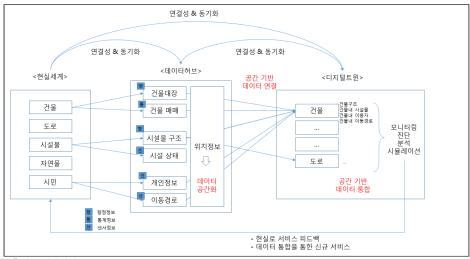
제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 • 95

분야별로 구축되는 데이터는 이를 활용하는 시스템의 목적만을 달성하도록 구축된다. 예를 들면, 부동산 매매를 위한 시스템을 구축한다면 그 시스템에서 요구되는 데이터는 건물대장과 건물매매정보에 추가적으로 공간정보를 구축하는 수준이면 가능하다. 시설물을 관리하는 시스템에 해당 건물과 관련된 정보가 있더라도 이를 활용하여 부동산 매매 시스템을 굳이 구축하지는 않는다. 그러나 만약 건물 내 시설물의 노후 정도가 직접적으로 건물 가격에 영향을 미친다고 증명되어, 부동산 매매 시스템에 가격 변동예측 기능을 추가하기 위해 건물 내 시설물에 대한 정보를 연결하기 위해서는 데이터의 변환 또는 시스템의 변경 등이 필요하다.

그러나 만약 건물을 중심으로 건물과 관련된 건축대장, 건물매매정보, 건물 내 시설물 정보 등이 연결되어 있고 현실의 값과 똑같게 동기화되어 있어, 필요에 따라 해당 내용들을 선택적으로 활용할 수 있다면 추가적인 데이터의 변환이 필요하지 않고 시스템의 변경도 최소화 될 수 있다.

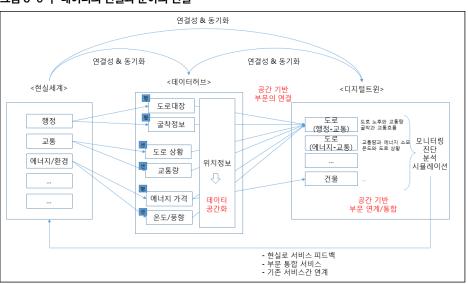
그림 5~8은 공간을 기반으로 데이터를 연결하는 경우의 예시이다. 일반적으로는 현실에 존재하는 건물, 시설물, 시민의 이동 경로 등을 각각 데이터화하고 공간정보를 활용하여 표출한다. 그러나 사용자 입장에서는 건물 내의 시설물, 건물 내 이동경로 등 해당 정보들이 연계된 정보를 알고 싶다. 예를 들어 건물이라는 3차원 공간데이터를 건물 자체와 관련된 건물대장, 건물 매매 정보 뿐 아니라, 건물 내에 존재하는 시민의 정보, 시민의 이동경로까지 연결할 수 있다면 활용성은 매우 높아질 것이다. 따라서 객체화된 특정 공간에 그와 관련된 정보를 모두 연결해 놓으면 사용성이 높아질 것이다. 이를 위해서는 아래 그림의 데이터허브에 있는 기존의 행정정보, 통계 정보, 센서 정보에 동일한 기준으로 위치정보를 부여하는 것이 필요하다. 이렇게 위치가 부여된 도시의 정보들은 가상공간의 해당 위치에 연결되고, 그 연결된 공간을 중심으로 데이터를 활용한다. 이를 위해서는 현실세계에서 수집되어 데이터허브에서 관리되어야 하는 정보, 데이터허브에서 가상공간으로 연결되는 정보들에 대해 연결성과 동기화가 보장되어야 한다.

그림 5-8 | 공간중심 데이터의 연결



출처 : 저자작성

그림 5-9 | 데이터의 연결과 분야의 연결



출처 : 저자작성

제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 \cdot 97

그림 5-9는 공간을 기반으로 데이터를 연결하는 경우 분야별로 자연스럽게 연계될수 있음을 예시를 나타내었다. 현실에서는 행정분야, 교통분야 등에서 각각의 정보를수집하고 활용한다. 그러나 도로에 관련된 정보들이 가상공간의 도로에 모두 연결된다면, 도로 노후와 교통량, 굴착공사와 교통흐름 등과 같이 두 개의 분야를 연계, 통합하여 새로운 서비스를 개발할 수 있다.

활용 관점에서 보면 정보의 최신성은 매우 중요하다. 지금까지 공간정보 분야에서는 정확성/정밀성이 우선시되어 정보의 최신성에 대해서는 크게 문제시되지 않았다. 그러나 초연결 스마트시티에서는 센서 정보를 중심으로 실시간 정보가 다수를 차지할 것이다. 이러한 실시간 정보가 과거의 공간에서 표현된다면 정보 가치가 훼손될 것이다.

초연결 스마트시티에서는 가상공간이 현실세계와 시간적으로 뿐만 아니라 내용적으로도 동기화가 되어야 한다. 동기화는 공간정보 뿐 아니라, 공간정보와 연결 또는 관련 있는 정보들 역시 특정한 주기로 갱신되어 가상공간이 모양 뿐 아니라 내용면에서도 현실과 동일해지는 것을 의미한다. 그러나 공간정보를 실시간에 가깝게 갱신하는 것은 현 시점에서는 기술적으로도 완성되어 있지 않을 뿐만 아니라 비용 역시 많이 소요된다. 따라서 초연결 스마트시티 서비스의 목적에 부합하도록 정보들의 갱신 주기를 설정하는 것이 중요하다.

(2) 추진 현황 및 수준

세종시는 한국전자통신연구원(ETRI)과 공동으로 오는 2022년까지 총사업비 190억원을 투자해, 시는 도시행정 분야 관련 행정데이터 수집과 데이터 분석, 연구개발 등 공동연구에 참여하고, ETRI는 실제 데이터를 기반으로 도시현상에 대한 시뮬레이션을 통해 스마트시티 디지털트윈 플랫폼 모델링을 개발해 세종시에 적용하게 된다⁵⁾. 이를 위해서는 세종시가 보유하고 있는 각종 데이터들을 수집/연계하는 작업이 시발점이다. 해당 정보들을 DB 수준에서 저장하고, 연계하여 분석하는 것도 가능하다. 그러나 세

⁵⁾ 세종매일. 2018. 세종시-ETRI, 스마트시티 '디지털트윈' 연구 착수, 4월 20일. http://www.ygnews.net/news/articleView.html?idxno=40845 (2019년 1월 7일 검색).

종시를 대상으로 객체화된 공간정보를 구축하여 도시의 각종 정보를 연결한다면 보다 유의미한 분석 결과를 도출할 수 있을 것이다. 예를 들어 세종시의 상권분석을 위하여 유동인구 데이터를 수집한다고 가정할 경우, 상가 건물이 많은 세종시의 경우 지역별 상권 뿐 아니라 층별 상권 역시 중요할 것이다. 즉, 건물을 층별로 구분하고, 층별 유 동인구 데이터를 이에 연결하여 분석한다면 일반적 상권분석보다 세종시의 특성에 맞 는 상권분석이 가능하다.

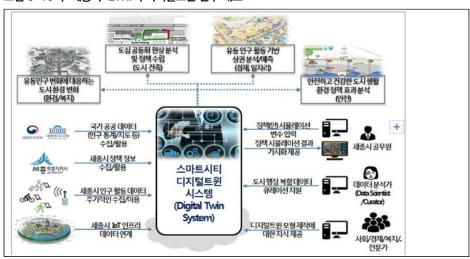


그림 5-10 | 세종시-ETRI의 디지털트윈 연구 개요

출처: 세종매일. 2018. 세종시-ETRI, 스마트시티 '디지털트윈' 연구 착수, 4월 20일. http://www.ygnews.net/news/articleView.html?idxno=40845 (2019년 1월 7일 검색).

LX는 전주시와 스마트시티 개발 관련 MOU를 맺고 공간정보를 활용한 스마트시티를 구축하고자 하고 있다. LX는 가상전주 프로젝트와 사이버전주 프로젝트라는 두 가지 프로젝트를 병행하여 진행할 예정이다⁶⁾. 가상전주 프로젝트란 전주시를 대상으로 공간정보를 융복합하고 3차원 공간정보를 구축하는 것이고, 사이버전주 프로젝트는 전주시의 정보를 전산화하고 공간정보화 하는 사업이다. 이 두 사업의 성과는 향후 결합

⁶⁾ 한국국토정보공사. 2018. 스마트시티 디지털허브 구축을 위한 컨퍼런스.

되어야 한다. 가상전주를 통해 구축되는 3차원 공간정보 플랫폼에 사이버전주의 도시 정보화 성과를 연결하여 스마트시티에서 활용하고자 한다.

그림 5-11 | LX - 전주시의 가상전주, 사이버전주 프로젝트 개요



출처 : 한국국토정보공사, 2018, 스마트시티 디지털허브 구축을 위한 컨퍼런스,

(3) 추진 과제

① 공간정보 통합 및 위치 중심 데이터 연결

공간플랫폼이 운영되기 위해서는 센서, 행정, 인구 등의 도시정보에 위치를 부여하고 이를 각각의 공간으로 통합하고 연결하는 기술이 필요하다. 해당 기술은 지오코딩 기술만을 의미하는 것은 아니다. 초연결 스마트시티에서는 구성요소를 객체화하고 객체들이 모듈형으로 결합하여 가상공간을 만들어야 한다. 따라서 공간 객체화 수준에따라 연결되어야 하는 도시정보의 위치 부여 방법도 변경될 것이며, 모듈형으로 결합됨에 따라 해당 모듈로 통합되어 연결되는 정보도 바뀌어야 한다.

예를 들면, 기존 지오코딩에서는 건물에 위치를 부여했다고 하면, 이제는 건물에 있는 창문에도 위치를 부여해야 한다. 이 위치는 건물의 위치를 중심으로 한 상대적 거리일 수도 있고, 위경도 좌표일 수도 있다. 이렇게 창문에 위치를 부여하고 관련된 도시

정보를 연결했다고 하면, 창문과 외벽이 결합되어 건물을 구성할 경우에는 이때 창문 과 외벽에 연결되어 있는 정보가 다시 건물로 연결되어야 한다.

이 연결은 공간정보와 연결되는 속성들에 대한 DB 설계, DB 검색, DB 구조화 등과 도 연관성을 가진다. 예로 집계구 기준 인구통계 데이터를 집계구보다 작은 객체화된 공간에 연결할 수 있는 기술 개발이 필요하다.

② 초연결 스마트시티 서비스별 데이터 갱신 주기 설정

스마트시티 서비스의 종류에 따라서 동일한 정보라 할지라도 요구하는 최신성의 수 준이 다를 수 있다. 공간정보를 예로 들면, 부동산과 관련되는 경우는 최신성이 높아야 하지만, 길찾기의 경우에는 어느 정도 수준만 만족하면 된다. 그러나 초연결 스마트시 티의 경우, 다양한 서비스가 연결되어야 하므로 정보들의 갱신주기가 명확해야만 한 다. 동일한 정보를 사용하는 두 개의 서비스가 연결되기 위해서는 같은 정보를 사용함 을 보장해야 한다. 예를 들어 부동산 정보 서비스를 제공하는데 해당 부동산에서 지하 철역까지 경로를 실제로 보여주는 서비스를 결합한다고 하면, 두 서비스는 동일한 시 점의 공간정보를 활용해야 한다. 새롭게 만들어진 부동산인데, 해당 지역의 지도가 1 년 전 모습이라면 서비스를 신뢰하기 어려울 것이다.

정부는 초연결 스마트시티 서비스를 분류하고 공간정보를 포함하여 해당 서비스에 필요한 정보를 정의, 각각에 대한 최소한의 갱신주기를 설정하여 서비스 품질을 보증 하는 정책을 수립해야 한다.

③ 공간정보 기반 초연결 스마트시티 플랫폼 기술

무엇보다 중요한 것은 공간플랫폼 기술의 개발이다. 객체화된 공간정보의 모듈화 결 합. 센서/행정정보의 위치기준 통합 및 동기화 등을 추구하게 되면 데이터량이 많아져 서 시스템이 무거워지고 활용성이 떨어질 것이다. 따라서 필요한 정보만을 표현하는 기술, 필요한 정보를 빠르게 탐색하는 기술, 실내와 실외를 편하게 오가는 기술 등의 플랫폼 기술개발이 필요하다.

제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 • 101

2) 스마트 서비스를 위한 공간분석

(1) 세부 내용

공간정보가 보편화되면서 가시화는 어느 정도 성과를 인정받고 있다. 그러나 공간정보 구축에 많은 예산을 투입하는 현실을 고려하면 가시화만으로는 부족하다. 즉, 공간분석을 통해 데이터에 내재된 가치를 발견하고, 공간 개념 없이 단순히 데이터로만 분석한 결과에 공간적 함의를 제공하는 것이 필요하다.

3차원 공간정보의 경우, 10여년전 예비타당성 조사에서 활용 효과가 적다는 이유로 스마트시티 활용의 핵심인 3차원 건물 모델링을 제외한 채 지형과 영상 자료만 구축하 였다. 또한 한때 유일하게 구글어스에 대항할 수 있었던 한국형 3D지도인 브이월드 역시 투자대비 활용성이 적다는 이유로 지속적인 투자와 개발이 이루어지지 못했다.

이러한 경험을 생각하면, 초연결 스마트시티를 위한 공간정보 플랫폼은 가시화 뿐만 아니라 분석기능을 통해 현상에 대한 이해를 돕거나 시뮬레이션을 통해 예측을 수행해 야 한다. 이에 초기 단계부터 새로운 가치를 창출할 수 있도록 공간분석 기능을 강화해 야 한다.

(2) 추진 현황 및 수준

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원은 2014년부터 5년 동안 공간빅데이터 기술 개발을 통해 저비용, 고성능, 확장성이 높은 공간빅데이터의 저장, 관리, 분석 및 서비 스를 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼을 개발 하고 있다⁷⁾.

⁷⁾ 공간빅데이터 연구단, http://geosbigdata.re.kr/?r=home (2019년 1월 7일 검색).

공간 빅데이터 소셜 분석 공간 빅데이터 Batch 분석 공간 빅데이터 Interactive 분석 차트분석 멀티스케일 분석 이동객체 데이터마이닝 공간 빅데이터 OLAP 엔진 공간 빅데이터 CEP 엔진 1세부 저장 및 관리 레거시 공간데이터 소셜미디어 이동객체 센서데이터

그림 5-12 | 공간빅데이터 연구단 2세부

출처 : 공간빅데이터 연구단, http://geosbigdata.re.kr/?r=home (2019년 1월 7일 검색).

또한 국토교통부는 공간빅데이터 플랫폼을 통해 중앙부처, 지자체 등의 정책지원을 위한 과제를 발굴하고 있으며, 2018년에는 전주시 대중교통 현황 분석, 부산시 역세권 토지이용구상. 국토부와 LH의 개발공장과 계획입지의 상관성 분석. 소방청의 화재대 응 취약지역, 식품의약안전처의 HACCP 인증과 식품안전사고 상관분석, 국민건강보 험공단의 건강보험 의료 이용지도 구축 등을 수행하였다.

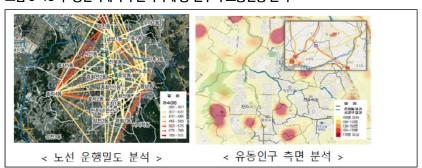


그림 5-13 | 공간빅데이터 분석과제 중 전주시 교통현황 분석

출처 : IT Daily. 2018. 공간빅데이터 분석으로 버스노선·토지이용 계획 세운다. 12월 24일. http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=92409 (2019년 1월 7일 검색).

공간정보 R&D 혁신로드맵에도 공간지능 기반 인지 예측 기술이 포함되었을 뿐 아니라, 일몰제 이후 최초의 공간정보 R&D인 '디지털라이브 국토정보기술'에도 인공지능을 이용한 공간분석 기술개발을 4개의 핵심과제 중 하나로 기획하였다.

(3) 추진 과제

① 도시문제 해결을 위한 분석기술

버스노선 분석, 빈집분석, 탄소배출 분석, 범죄분석 등 공간분석기술을 도시문제 해결에 적용하기 위한 노력은 지속적으로 이루어지고 있다. 그럼에도 아직 도시에서 발생하는 문제에 공간분석을 적용할 여지가 충분히 남아있다.

따라서 공간분석 관점에서의 도시문제 해결을 위한 기법과 사례의 개발은 지속적으로 필요하다. 정부는 공간정보 구축 외에 도시문제 해결에 적합한 공간분석기법 개발을 지원해야 한다. 또한 분석성과를 공유하고 확대하기 위한 노력을 통해 공간분석이 전반적인 정책의 결정, 시민의 서비스로 제공될 수 있는 방안을 마련해야 한다.

② 스마트시티 빅데이터 처리를 위한 공간정보 기반의 AI/Machine Learning 기법 초연결 스마트시티의 도시정보는 빅데이터이다. 따라서 기존 분석방법 외에도 빅데이터를 처리할 수 있는 AI/Machine Learning 기법의 개발이 필요하다. 특히 공간분석 관점에서는 보면 변화 탐지 등의 이미지 분석 역시 중요한 분야의 하나이므로 지속적인 연구 개발이 필요하다. 정부는 공간정보 분야의 발전을 위해 인공지능과 머신러닝을 이용한 공간데이터 처리, 공간분석 등에 대한 연구 사업을 지속적으로 발굴, 수행해야한다.

4. 공간정보 활용기반 강화

앞서 살펴본 시나리오와 실험 구축 결과에서 언급되었던 제도나 거버넌스의 문제 역시 중요하게 추진해야할 전략이다. 보다 폭넓게 생각해보면, 객체화된 공간정보를 구축하고 활용성을 높이기 위한 정보 연계와 분석을 위해 기반환경 조성이 필요하다.

1) 스마트시티 구현을 위한 공간정보 활용 기반 조성

공간정보 활용기반을 조성하기 위해 크게 두 가지 방향이 있다. 하나는 민간의 적극적인 참여를 유도할 수 있는 방향이 필요하다. 다른 하나로는 장기적 발전의 밑바탕을 튼튼히 해야 한다. 본 연구에서는 민간 참여를 유도하기 위하여 합리적인 사업 비용산정 및 공간 데이터/서비스 거래 시장 구축을, 스마트시티 분야에서 공간정보의 장기적 발전을 위해 인력양성과 규제 완화를 제안하고자 한다.

(1) 세부 내용

① 비용산정 체계

초연결 스마트시티에서 요구하는 공간정보의 수준은 매우 다양하다. 기존처럼 항공 사진 또는 모바일매핑시스템(MMS)을 활용하여 공간정보를 구축하는 것 이외에도 다 양한 방법이 시도되고 있다. 예를 들면, 1) 기존 수치지도에 높이값을 적용하여 LOD1 을 표현하거나, 2) 건물 도면을 중심으로 LOD2~4까지를 표현하거나, 앞서 살펴본 것 처럼 3) BIM을 기반으로 LOD4를 구축하는 등의 다양한 시도가 가능하다.

그러나 아직 이 방법들에 소요되는 비용이나 시간, 품질 등을 서로 비교하여 가장 합리적이고 실용적인 방법을 찾고자 노력하고 있다. 초연결 스마트시티의 공간정보 사 용자는 다양한 정확도와 세밀도를 요구할 것임에도 아직 이에 걸맞는 품셈을 개발하지 못하고 있는 실정이다. 스마트시티도 마찬가지 상황이며, 이에 국토교통부는 스마트시 티를 위한 품셈 재정을 시도하고 있다⁸⁾.

제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 • 105

공간분석 역시 마찬가지이다. 타 분야에는 소프트웨어 대가산정 기준, 컨설팅 대가산정 기준 등이 있어 업무에 대한 적절한 비용 산정체계가 있으나 공간분석 분야에는 대가산정 기준이 연구 수준에 머물고 있으며 아직 제도화 되지 않았다. 이에, 공간분석이 더디게 활성화되고 더불어 창의적이고, 도전적인 아이디어가 나오기 어렵다. 데이터 공개가 활성화되어 활용할 수 있는 데이터가 있고 오픈소스 등으로 인해 기술이 공개되고 있기 때문에 창의적이고 도전적인 아이디어를 장려하기 위해서는 충분하고 합리적인 보상체계가 필요하다.

② 공간데이터/서비스 거래시장

비용 산정 체계와 더불어 민간참여를 확대하는 중요한 방법은 데이터 또는 서비스 거래시장을 운영하는 것이다. 전력거래 시장은 전력거래소를 중심으로 발전회사와 판매회사, 구역전기사업자 또는 대규모 소비자가 참여하고 있다⁹⁾. 또한, 2014년 전기사업법의 개정을 통해 건물, 사무실, 마트, 공장 등에서 아낀 전기를 수요관리사업자를 통해 거래할 수 있도록 하였다¹⁰⁾.

2018년 4차 산업혁명 위원회는 데이터 산업 활성화 전략의 일환으로 개방형 데이터 거래 체계 구축을 추진할 예정이다¹¹⁾. 여기에는 민간/공공을 연계한 데이터 거래기반 구축, 데이터 상품 보유기업 중심 데이터 거래소 설립 운영 지원, 데이터 거래 가이드라인 등의 제도 연구가 포함되었다. 공간정보 역시 스마트시티의 데이터 자원으로써 가치가 높다. 이에 공간정보와 관련한 데이터/서비스 거래시장의 효과를 점검하고, 구체적 거래시장 형성 방안을 마련해야 한다. 이를 통해 민간/공공의 데이터를 유통하고 민간의 적극적인 참여를 유도하여 스마트시티 공간정보의 활용 기반을 마련해야 한다.

⁸⁾ ZDNet 코리아. 2018. 국토부 "스마트시티 주축은 민간", '월드스마트시티' 9월 개최...협회와 1회 정책간담회. 5월 4일. http://www.zdnet.co.kr/view/?no=20180504143105&re=R_20180504195644 (2019년 1월 10일 검색).

⁹⁾ 전력거래소. https://www.kpx.or.kr/www/contents.do?key=72 (2019년 1월 11일 검색).

¹⁰⁾ 유재국. 2016. 전력수요자원 거래시장의 현황과 과제. 경제·산업 분야 입법 및 정책 과제 3호. p.36.

¹¹⁾ 관계부처합동. 2018. 데이터 산업 활성화 전략. p.19.

③ 인력양성

스마트시티와 공간정보는 그동안 서로 다른 분야로 각각 발전해 왔다. 국토교통부 내에서도 스마트시티는 도시정책관이, 공간정보는 국토정보정책관이 담당하고 있다. 또한 스마트시티는 한국토지주택공사가, 공간정보는 한국국토정보공사가 주도적으로 사업을 수행해왔다.

그러나 한국토지주택공사에는 공간정보를 담당하는 부서가 존재하고 있었으나, 한 국국토정보공사에는 스마트시티 관련 부서가 최근에서야 만들어지고 있다. 이는 최근 스마트시티에서 공간정보플랫폼의 역할이 강화됨에 따라 한국국토정보공사 역시 스마 트시티에 참여할 의지를 펼치고 있기 때문이다¹²⁾. 이러한 공사들의 움직임을 보면 스 마트시티와 공간정보는 향후 긴밀하게 협력해야 할 것으로 예측된다.

그러나 그간 스마트시티에서 공간정보가 배경지도로만 사용되어 온 것을 보면 스마트시티 분야는 공간정보에 대한 이해가 깊지 않다고 볼 수 있다. 또한 공간정보 분야 내에서도 스마트시티가 공간정보의 주요 활용분야임에도 불구하고, 스마트시티에서 공간정보가 어떻게 사용될 수 있을지에 대한 고민이 부족했다.

이제 스마트시티가 초연결 스마트시티로 발전하여 공간정보 플랫폼이 초연결의 핵심 역할을 수행해야 한다면 무엇보다 스마트시티 분야와 공간정보 분야의 상호 이해가 중 요하다. 그러나 스마트시티 분야나 공간정보 분야 모두 다루는 범위가 넓고, 다양한 지식을 요구한다. 이러한 점은 두 분야에 대한 상호 이해를 어렵게 한다. 따라서 두 분야 모두에 대해 충분한 지식을 보유한 인력을 중심으로 서서히 두 분야의 접합점을 찾아가는 노력이 필요하다.

④ 규제

스마트시티의 전자현수막은 공공서비스 중 하나로 개발되었지만 실제 서비스 운영은 규제가 가로막고 있다. 고양시는 U-플랜카드(전자현수막)를 도입했으나, 옥외광고물

¹²⁾ 뉴시스. 2019. 최창학 LX사장 "스마트 시티 구축 사업 플랫폼 역할 수행". 1월 2일. http://news.sarangbang.com/detail/article/1165717 (2019년 1월 11일 검색)

법에 위반되어 방치되었다¹³⁾. 미디어폴, 미디어보드, 키오스크 등 스마트시티에서는 시민에게 유익한 정보를 제공하기 위하여 정보 표출 장치를 활용해 왔다. 이 장치에 추가되는 광고는 스마트시티의 주요 수익모델 중 하나였다. 그러나 옥외광고물법이 이를 가로막고 있다¹⁴⁾.

공간정보 분야 역시 좌표 공개 불가, 해상도 제한 등의 보안규정으로 인해 기술적으로 구현 가능한 수준에 비하여 더 낮은 품질의 데이터만을 사용하도록 제약이 됨으로써 활용도가 떨어진다. 또한 공간정보가 개인정보와 연결되면 개인 맞춤형 서비스가 제공될 수 있음에도 개인정보보호법이 규제로 작용하고 있다.

초연결 스마트시티에서 공간정보가 플랫폼으로 활용된다면 양 분야의 규제가 각각 적용될 수 있다. 예를 들어, 스마트시티의 시설물 관리 서비스를 부품 수준까지 고도화화여 도시 차원에서 관리하고자 한다면 고정밀의 공간정보가 필요하지만 이는 해상도제한에 걸릴 가능성이 있다. 또한 공간정보를 기반으로 한 정밀 미세먼지 전파 예측서비스를 제공하고자 한다면 스마트시티 분야의 환경 규제에 걸릴 수도 있다. 이러한규제는 초연결 스마트시티의 공간정보 플랫폼 역할을 축소시킬 우려가 있으므로 장기적 발전을 고려한다면 무엇보다 규제의 완화가 필요하다

(2) 추진 현황 및 수준

① 비용 산정 체계

공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률에는 지적측량수수료 산정을 위해 지적기술 자의 정부노임단가를 적용하도록 되어 있으나 공간 객체 모델링에 대한 노임단가는 없 다. 또한 3차원 공간정보구축 사업관리 지침 및 작업규정에도 아직 객체 모델링에 대한 품셈이 없다.

3차원 공간정보 구축 기술은 빠르게 발전하고 있다. 항공사진 중심으로 구축되던 3

¹³⁾ 국가건축정책위원회. 2016. Smart City 경쟁력 강화를 위한 정책방안 연구. 서울: 국가건축정책위원회. p.90.

¹⁴⁾ 한국경제. 2016. 디지털 광고 키운다더니…아날로그 규제 들이댄 정부. 6월 6일. http://news.hankyung.com/article/2016060609741 (2019년 1월 11일 검색).

차원 공간정보는 드론이나 모바일맵핑시스템(MMS) 등의 신기술을 적극 활용하고 있다. 이에 2018년 국토지리정보원은 드론을 사용한 공간정보 구축을 활성화하기 위하여 품셈연구를 발주하였다.

② 거래시장

국토교통부는 오픈마켓을 통해 공공/민간이 보유하고 있는 1,134개의 공간데이터셋을 민간에 공개/제공하고 있다¹⁵⁾. 현재 오픈마켓의 공급자는 주로 정부부처나 공공기관이며 15개사 정도의 민간업체가 데이터를 제공하고 있다.

그러나 데이터 판매, 오픈마켓을 통한 매출 효과 등에 대한 자료는 부족하다. 통계 자료 부족은 아직 거래시장이 활성화되지 않았다는 반증일 수 있다. 통계자료를 통해 기존 입점 기업의 매출 효과를 입증하고 이를 홍보한다면 민간업체를 유인할 수 있는 훌륭한 방법이 될 것이다.

③ 인력양성

현재 스마트시티 분야와 공간정보 분야 각각 인력양성을 지원하고 있다. 2018년 국 토교통부는 스마트시티 석박사과정지원에 9.8억원, 스마트시티 재직자지원 과정에 3.1억 공간정보 인력양성에 9.5억을 투입하고 있다. 스마트시티는 4개 대학의 석박사 과정을, 공간정보는 8개 특성화 대학원을 지원하고 있다. 또한 스마트시티는 스마트도 시협회의 인력양성센터를 통해 재직자를 지원하고 있으며¹⁶⁾, 공간정보는 특성화 전문 대, 특성화고, 온라인교육 등을 수행하고 있다¹⁷⁾.

④ 규제

스마트시티 분야에서는 최근 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률을 개정하

¹⁵⁾ 국가 공간정보포털 오픈마켓. http://data.nsdi.go.kr/dataset (2019년 1월 11일 검색).

¹⁶⁾ 스마트도시협회 인력양성센터. http://edu.smartcity.or.kr/ (2019년 1월 11일 검색).

¹⁷⁾ 공간정보 융복합 핵심인재 양성사업 종합관리시스템. https://gs.necgis.go.kr/company/bizIntroCommon.do (2019년 1월 11일 검색).

여 시범도시 중심으로 혁신성장진흥지구 지정을 통한 규제완화에 노력하고 있으나 아직까지도 부족하다는 평가가 있다¹⁸⁾. 공간정보 분야에서는 2017년 발표한 6차 기본계획에서 개인정보 비식별화를 통해 공간정보의 활성화를 추진하겠다는 정책적 의지를 표명한 상태이며 25cm급 항공사진 전국 공개, 도로지역 3차원 좌표 제공 등의 내용을 담은 보안관리 규정을 개정하였으나¹⁹⁾ 아직 개인정보 분야까지는 개정이 이루어지지 않았다.

(3) 추진 과제

① 공간정보 구축 품셈/공간정보 분석 대가 기준

초연결 스마트시티에서 요구되는 품질수준/구축 방식을 세분화하고 이에 필요한 기술들을 정리하여 품셈을 개발해야 한다. 또한 분석 유형, 대상 공간범위, 분석 데이터양 등을 고려하여 공간분석 대가를 합리적으로 제시해야 한다. 이러한 합리적인 기준들은 보다 많은 참여자를 시장으로 유도할 수 있다. 많은 참여자들은 곧, 새로운 아이디어로 공간정보를 활용한 성공사례를 만들 것이고, 이는 창업까지 연결되어 시장을확대하고, 다시 참여자들을 유인하는 선순환을 만들 수 있다.

② 공간정보 데이터/서비스 거래 시장 구축

그간의 공간정보는 공공이 주도하여 구축하였다. 그러나 객체화를 통해 객체가 무수히 많아지고, 플랫폼화를 통해 많은 도시정보가 연결되어야 하는 초연결 스마트시티에서는 공공이 모든 공간객체를 만들고, 도시정보를 수집하고, 정보를 연결하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 초연결 스마트시티의 공간정보 데이터/서비스 거래시장에 대한 구축하여 민간의 참여를 이끌어 내는 것이 필요하다. 단, 거래시장의 효과를 점검하고, 구체적인 거래시장 형성 방안 마련이 우선되어야 한다.

¹⁸⁾ 전자신문. 2018. 제한적 규제프리 스마트시티 국가시범도시... 세계 최초·최고 갈길 멀다. 7월 31일. http://www.etnews.com/20180731000247 (2019년 1월 11일 검색).

¹⁹⁾ 국토교통부. 2017c. 공간정보 보안규정 완화로 자율차 등 신산업 이끈다. 12월 27일. 보도자료.

여기서 제안하는 공간정보 데이터/서비스 거래시장은 단순 데이터를 공개하고, 구매자—판매자를 연결하는 소극적 역할 그 이상이 되어야 한다. 판매자로부터 제공되는 데이터에 대한 품질관리 및 보증, 홍보, 수요 발굴 등을 적극적으로 수행해야하며 적절한 가격정책을 수립/집행함으로써 판매자로부터 데이터/서비스를 구매하고 이를 다시 구매자에게 판매하는 대행자의 역할을 해야 한다. 특히, 공개 가능한 범주 내에서 공간플랫폼의 데이터를 현행화 하는 역할도 수행해야 한다.

③ 공간정보 기반 스마트시티 전문 인력 양성

초연결 스마트시티에는 스마트시티에 대한 지식과 공간정보에 대한 지식이 필수적으로 요구될 것이다. 따라서 공간정보 인력 양성에 스마트시티에 대한 교육과정을 추가하거나 스마트시티 인력양성에 공간정보 교육과정을 추가하여 두 분야의 지식을 교류하고, 두 지식을 모두 보유하는 전문가/인력을 양성해야 한다.

특히 초연결 스마트시티의 데이터 융복합을 위해서는 스마트시티와 공간정보 두 분야의 지식을 모두 알고 있으며 각각 분야와 소통이 가능한 지식의 코디네이션 기능이 중요해질 것이다. 즉, 깊은 지식의 전문가와 동시에 넓은 지식의 전문가가 필요할 것이다.

④ 초연결 스마트시티 공간정보 규제 환경 개선

그간의 스마트시티 분야나 공간정보 분야 모두 기술적으로는 가능해도 제도적으로 이를 뒷받침 못해 실패한 사례가 많았다. 초연결 스마트시티는 수많은 정보와 분야가 공간정보를 기반으로 연결된다. 정보와 분야의 연결을 통해 새로운 서비스를 제공하려면 하나의 사안에 대해서도 살펴봐야 하는 제도가 많아진다. 앞서 예로 보았듯이 미디어보드를 통한 서비스는 전기사업법 뿐 아니라 옥외광고물법을 함께 살펴봤어야 했다. 연결이 핵심인 초연결 스마트시티에서는 한 분야의 혁신적 서비스가 다른 분야의 규제로 인해 불가능할 가능성이 높다.

초연결 스마트시티의 핵심플랫폼으로 공간정보가 역할을 하기 위해서는 공간정보와

제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 • 111

관련될 수 있는 타 분야의 규제도 상세히 살펴봐야 한다. 이에 장기적 관점에서 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보의 규제 현황을 폭넓게 살펴보는 것이 필요하다. 이 를 위하여 정부는 초연결 스마트시티의 예상서비스 시나리오를 발굴하고, 이를 기반으 로 규제 현황을 점검하고 네거티브 규제로 전환하는 노력을 해야 한다.

2) 협력적 거버넌스 기반 조성

(1) 세부 내용

초연결 스마트시티는 다수의 이해관계자가 참여하여 도시를 관리, 운영해 나가야 한다. 이를 위해서는 다수가 참여할 수 있고, 다수가 이해할 수 있는 플랫폼이 필요하며 그 역할은 공간정보가 수행할 수 있다.

또한 플랫폼의 역할만큼 중요한 것은 초연결 스마트시티를 위한 협력적 거버넌스를 구축하는 것이다. 플랫폼을 이용하는 도시 전반에 걸친 부서, 플랫폼을 지원하는 정부부처, 플랫폼을 통해 새로운 시장을 개척하는 민간, 플랫폼에 정보를 제공하거나 플랫폼으로부터 서비스를 제공받는 개인까지를 아우를 수 있는 거버넌스가 필요하다. 따라서 거버넌스 체계를 만들고, 이를 효율적으로 운영할 수 있도록 각 이해관계자의 역할을 만드는 것이 필요하다.

(2) 추진 현황 및 수준

그간 스마트시티는 거버넌스가 강력하지 못했다. 스마트시티의 도시통합운영센터는 도시 전반의 데이터를 한 곳에서 통합 연계하여 그 효과를 극대화시키기 위해 구상되었다. 그러나 데이터 연계 부족, 부서간 협조의 어려움 등으로 인해 구상만큼의 역할을 수행하고 있지 못하고 있다. 국가시범단지 추진 역시 민간위원을 중심으로 구성되어 거버넌스가 약하다는 문제점이 지적되고 있다²⁰⁾.

공간정보 분야 역시 거버넌스에 대한 논의가 지속적으로 제기되고 있다. 제6차 국가 공간정보 기본계획을 심의/의결할 때도 공간정보 거버넌스 구축의 중요성이 논의되었다²¹⁾. 이에 사공호상 외(2017)는 미래 공간정보의 방향인 DTS(디지털트윈공간)의 구축을 위해서도 범국가 차원의 거버넌스가 필요함을 주장하였다.

스마트네이션(Smart Nation)을 추진하는 싱가포르는 정부 부처 및 기관간 긴밀한 협조를 강조하고 있다. 이를 위해 2014년 총리실(PMO: Prime Minister's office) 직속으로 SNPO(The Smart Nation Promgramme Office)가 총괄을, 정보통신부(MCI: Ministry of Communication and Information)가 정보통신 및 규제 담당, 정보통신 개발청과 미디어 개발청이 합친 IMDA(Inforcomm Media Development Authority)가생태계 및 비즈니스 활성화, GovTech이 핵심 플랫폼과 솔루션 구축, EDB(Economic Development Board)가 비즈니스 투자확보를 위한 전략, SPRING Singapore가 표준과 프레임워크 개발을 담당하였다²²⁾. 그러나 2017년, 추진동력 강화를 위해 정부조직을 개편하였다. 우선 총리실 산하 주요 부처 직원을 차출하여 스마트네이션 및 디지털 정부실(SNDGO: Smart Nation and Digital Government Office)을 설치하였다. SNDGO의 기획을 실현하기 위해 정부기술청(GovTech: Government Technology Agency)을 구성하였다²³⁾. 또한 민관 파트너십을 통해(국영통신사인 SingTel이 주관)투자를 촉진하고 있다²⁴⁾.

²⁰⁾ ZDNet 코리아. 2018. 기반 다진 스마트시티...거버넌스 문제 등 노출. 12월 13일. http://www.zdnet.co.kr/view/?no=20181213032155 (2019년 1월 7일 검색).

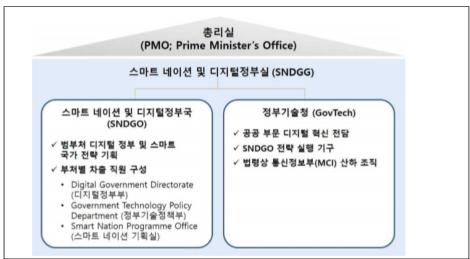
²¹⁾ 보안뉴스. 2018. 공간정보 융복합 르네상스로 스마트코리아 만든다. 5월 9일. https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=69166 (2019년 1월 7일 검색).

²²⁾ 한국정보화진흥원. 2016. 싱가포르의 4차 산업혁명 대응과 전략. NIA Special Report. 대구: 한국정보화진흥 원. p.5.

²³⁾ 한국정보화진흥원. 2018. 싱가포르 '스마트네이션' 추진경과와 시사점. D.Gov Edge 34호. p.5.

^{24) 4}차산업혁명위원회, 관계부처 합동. 2018. 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략. 서울: 4차산업혁명위원회. p.2.

그림 5-14 | 스마트네이션 거버넌스



출처 : 한국정보화진흥원. 2018. 싱가포르 '스마트네이션' 추진경과와 시사점. D.Gov Edge 34호. p.5.

그러나 Woo(2018)는 싱가포르의 정부 중심 추진은 민간투자를 유도하는 과정에서 오히려 국가의 역할이 더욱 커질 수 있으며, 사용자 주도 혁신에 성공여부가 달렸음에 도 시민들이 개인 정보를 공유하는데 주저할 것이며 그것이 스마트네이션의 핵심 제약사항이 될 것이라고 한다. 따라서 지속적으로 정부는 민간부분의 참여를 장려하고 강건하고 안전한 데이터서버와 플랫폼을 만드는데 힘써야 한다고 주장하였다²⁵⁾. Woo의 주장은 거버넌스의 핵심은 민간 참여를 적극적으로 유도할 수 있는 형태가 되어야 함을 의미한다.

(3) 추진 과제

① 초연결 스마트시티 거버넌스 체계

스마트시티와 공간정보 모두 지방자치단체를 중심으로 구축, 운영되어야 한다. 두

²⁵⁾ Woo, J. 2018. Technology and Governance in Singapore's Smart Nation Initiative. Ash Center for Democratic Governance and Innovation. p. 8-9.

분야 모두 아직까지 중앙정부의 하향식 정책이 수행되고 있는데 초연결 스마트시티는 실질적으로 지방정부 중심으로 변화되어야 한다.

먼저 권한을 가진 시장 직속의 추진단이 필요하다. 추진단은 사안에 따라 도시 내 주요 부서로부터 파견을 받아 구성하며, 추진단은 기획/실행/플랫폼/규제로 나누어서 구성한다. 추진단은 학계, 산업계, 시민 등으로 구성된 지역내 협의체와 지속적으로 협력하여 지역 특색에 맞는 초연결 스마트시티를 구현한다. 지역내 협의체는 단순 자 문의 역할이 아닌, 제안 및 의사결정의 권한을 가지고 있어야 한다. 추진단은 타지역의 추진단과 협의체를 구성하여 서로의 성과를 공유하고 연계/협력한다. 추진단간 협의체 를 중심으로 관련 중앙정부와 협력하고, 4차 산업 스마트시티 특위와 같이 국가차원 시범단지의 신기술 및 성공사례를 공유한다.

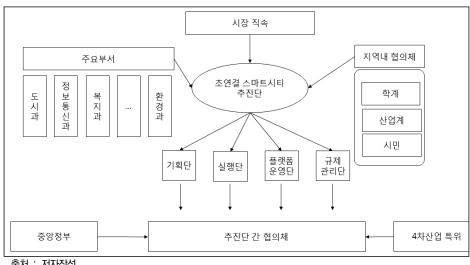


그림 5-15 | 초연결 스마트시티 거버넌스

출처 : 저자작성

② 초연결 스마트시티 이해관계자 역할 정립

초연결 스마트시티는 기존 스마트시티와 다르게 민간의 참여가 핵심이다. 이에 이해 관계자들의 역할을 정립하고, 상호 협력할 수 있는 방안이 초기부터 모색되어야 한다.

제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 · 115

이래 그림 5-16은 초연결 스마트시티의 공간정보 분야 이해관계자의 역할과 관계를 정리한 것이다. 핵심은 지자체가 중심이 되어 공간플랫폼과 데이터를 관리하고, 민간 참여를 확대하는 것이다. 지자체는 실제 시범사업을 수행하여 플랫폼과 데이터를 점진 적으로 확대하고, 산업계는 명확한 품셈 하에서 플랫폼 개발, 독자적 구축기술, 데이 터 공간화 등을 통해 시장을 창출해 수익을 만들어야 한다, 학계/연구계는 기술/기법 개발을, 시민은 요구사항을 개진하고 시장에 참여해야 한다. 중앙정부는 총괄관리 및 예산확보, 표준/품셈 등 제도 마련, 시범사업 등을 통한 사례의 발굴 및 확산 등의 역 할에 집중할 필요가 있다.

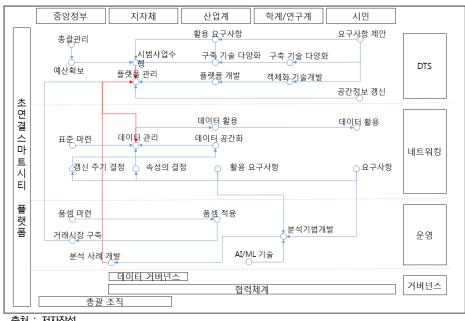


그림 5-16 | 초연결 스마트시티 공간정보 분야 이해관계자 역할 관계 예시

출처 : 저자작성

5. 공간정보 전략 수행의 기대 효과

초연결 스마트시티의 공간정보 기반 플랫폼이 완성되면 다음 그림 5-17과 같은 모습이 예상된다. 우선 초연결 스마트시티에서 발생되는 행정정보, 센서정보, 통계 정보등의 도시정보가 3차원, 객체, 위치, 장소 등과 같은 공간속에서 통합된다. 이러한 기본 틀 하에서 인구, 교통, 대기 정보와 같은 동적정보와 상수도, 지하, 에너지/환경등의 분야별 정보가 공간상에 투영되고 이로부터 직관적이고도 신속한 상황파악이 가능해진다. 이와 같은 플랫폼은 지형, 건물, 도로, 시설물, 식생, POI 등 모든 공간상이 객체를 고려한다. 이렇게 완성된 공간정보플랫폼이 운영되면 다음과 같은 효과가기대된다.

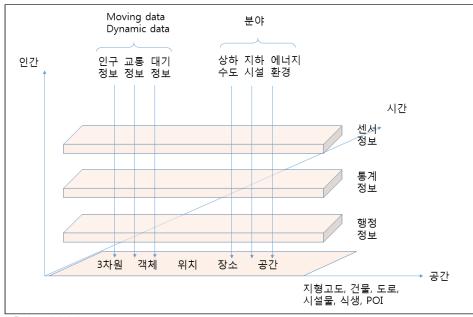


그림 5-17 | 공간정보플랫폼 개념적 완성 모습

출처 : 저자작성

1) 시민 의견이 즉시 정책에 반영되는 참여 민주주의의 기반 강화

시간이 지남에 따라 도시정보가 더욱 쌓이고 기술발전에 따라 공간플랫폼이 지속적으로 고도화되어 공간플랫폼을 사용하는 것이 핸드폰처럼 일상적이 되면, 진정한 참여민주주의가 실현될 수 있다.

초연결 스마트시티에 사는 시민들의 의견은 공간플랫폼을 통해 지방정부로 즉각적으로 제시되고, 지방정부는 이에 따라 데이터를 분석하여 즉각적인 대응방안을 제시한다. 지방정부는 중요한 의사결정이 필요한 사항이 발생하면 공간플랫폼을 통해 직접시민들에게 의견을 묻고, 시민들의 의견에 따라 정책을 집행한다. 집행된 정책은 시민들에게 실시간으로 감시되고, 그 결과는 다시 지방정부로 피드백 된다. 이렇게 공간플랫폼을 통해 시민들의 의견이 정책이 되고 그 결과를 쉽게 확인할 수 있다면 진정한의미의 민주주의 달성에 기여할 수 있을 것이다.

2) 도시 전체의 포용성장 기틀 마련

스마트시티는 아직까지 신도시 중심이거나 특정 도시재생지역 등 도시의 일부분을 대상으로 하지만 결국은 도시 구석구석으로 확대될 것이다. 앞서 제시한 완성된 공간 정보 기반 플랫폼은 스마트시티를 도시 구석구석까지 확대하는데 중요한 역할을 할 수 있다. 종이를 이어 붙이듯이, 객체화된 공간정보에 도시정보를 연결하고, 이것을 모듈 화해서 플랫폼을 구축한다는 개념은 공간적으로 확장하기 쉽기 때문이다.

공간정보 기반 플랫폼이 도시전체를 다루고, 도시 전체의 정보가 연결되면 도시 상황을 한눈에 진단할 수 있다. 서비스 제공 범위, 안전 사각지대, 지역적 소득 차 등의불균형을 확인하고 다양한 관점의 지표들을 점검할 수 있다. 불균형을 해소를 위한 정책을 개발하고 정책실행 전 이를 미리 분석/시뮬레이션 하여 정책의 성공가능성을 높일수 있다. 이렇게 진단/개발/검토/시행된 정책은 결과적으로 불평등을 해소하는데 기여할 것이다.

무엇보다도 데이터경제 시대에 공간플랫폼을 통한 자유로운 데이터 공유 및 개방은

결과적으로 동등한 경제적 기회를 제공하는 출발점이 될 것이다.

3) 스마트시티 신규 서비스 발굴을 통한 경제성장

종전 U-City에서의 도시문제는 공공이 주도적으로 해결하고자 노력하였다. 그 결과, 서비스가 한정적이었을 뿐 아니라 서비스로부터 새로운 가치를 창출하여 경제적 성장으로 연계하기 어려웠다. 그러나 공간정보 플랫폼을 기반으로 각종 데이터와 서비스를 연계하고 이를 민간에게 개방한다면 다양한 신규 서비스를 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

최봉(2013)에 따르면 서울시의 공공정보를 민간에게 개방하여 활용하게 되면 생산 유발 1조 7,775억원, 부가가치 유발 1조 6,122억원의 경제적 파급효과가 있다고 제시하고 있다²⁶⁾. 공간플랫폼에는 공공정보가 기본으로 연결되어 민간에게 제공될 것이므로 위 연구에서 제시된 경제적 파급효과 이상을 기대할 수 있을 것이다.

4) 지속가능한 발전 토대 마련으로 공간정보산업의 장기적 발전 겨인

초연결 스마트시티를 위한 공간정보 플랫폼은 장기적으로 공간정보 산업의 발전에 기여할 것이다. 지금까지 공간정보는 인프라로 인식되어 왔기 때문에, 일단 공공이 구축해서 제공하면 누군가는 사용하게 될 것이고, 이를 통해서 가치가 창출될 것으로 생각했었다. 그러나 활용수요가 분명하지 않은 공공재의 공급은 지속가능성에 한계를 드러내기 마련이다. 이런 면에서 공간정보는 목적 지향적으로 바뀌어야 하고, 초연결 스마트시티 구현은 공간정보의 장기 발전을 위해 중요한 하다.

5) 실질적 초연결 스마트시티 구현에 기여

앞 2장에서 제시된 바와 같이, 초연결 스마트시티에서는 ① 실시간 또는 준실시간의

²⁶⁾ 최봉. 2013. 빅데이터 활용과 정보공개의 경제적 효과 분석. 서울: 서울연구원. p.5.

데이터 수집 및 획득, ② 이종기기를 통해 수집된 데이터의 연계, 다분야 데이터의 연계 및 융복합, ③ 빅데이터/AI 기술 중심 데이터에 내재된 가치 창출, ④ 도시의 전반적 관리를 위한 도시 전체에 대한 데이터 거버넌스가 핵심요소로 제시되었다. 앞서 제안된 공간정보 전략 중 가상공간화 전략은 초연결 스마트시티의 핵심요소 ②와 ③, 공간플랫폼 전략은 ③, 기반강화 전략은 ④에 직접적으로 기여할 수 있다. 초연결 스마트시티 핵심요소 ①은 IoT와 직접적으로 관련되었다고 본다면, 본 연구에서 제시한 3개의 전략은 실질적인 초연결 스마트시티 구현에 기여할 수 있을 것이다.

6) 업무 영역간 협업 강화 및 데이터 기반 정책/의사결정 지원

초연결 스마트시티의 공간정보플랫폼이 구축되면 도시 내 업무 영역 간 협업이 가능해진다. 예를 들어 교통정보는 인구통계와 연결되고, 대기오염정보와 연결되어 교통편의 제공, 교통정책을 통한 환경문제 대응 등이 가능해진다. 이를 정책적 관점에서 본다면 데이터에 기반 한 보다 빠른 의사결정이 가능해지고 이는 곧 시민에게 더 나은 서비스의 제공으로 연결되는 것을 의미한다.

CHAPTER **O**

결론 및 향후 과제

1. 결론 | 123

2. 연구의 한계와 향후 과제 | 125

CHAPTER 6

결론 및 향후 과제

본 장에서는 연구의 주요내용과 제안된 정책방안들을 요약·정리하였고 그 기대효과를 제시하였다. 또한 본 연구의 한계와 연구결과의 제한적인 부분들을 언급하고 향후 과제를 제시하였다.

1. 결론

공간정보는 지난 20여년 동안 지속적으로 발전해왔으며 최근은 4차 산업혁명에 따른 공간정보 자체에 대한 변화가 필요한 시점임과 동시에 스마트시티의 부상으로 공간 정보의 역할을 재정립할 필요성이 제기되고 있다.

스마트시티는 지속적으로 발전하는 개념으로 유비쿼터스에서 초연결 스마트시티까지 발전할 것으로 예상되는데, 현 시점에서 주장되는 스마트시티 이후에는 연결이 강조되는 초연결 스마트시티로 발전할 것으로 예측된다. 이러한 스마트시티의 발전에 발맞추어 기존 스마트시티 분야에서 공간정보의 역할을 검토하고, 새롭게 변화하는 스마트시티에 대응할 수 있도록 공간정보의 역할을 진단, 대응 전략을 제시하는 것이 본연구의 목적이다.

이를 위해 스마트시티의 발전에 따른 초연결 스마트시티의 개념을 정립하고, 초연결 스마트시티에서 가용한 시나리오를 제시, 실험 구축을 통해 가능성과 문제점을 파악하 여 이를 토대로 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보의 역할에 대한 전략과 과제를 제시하였다.

본 연구에서 제시한 전략은 크게 3가지로 디지털 가상공간 구축. 공간정보 기반 스

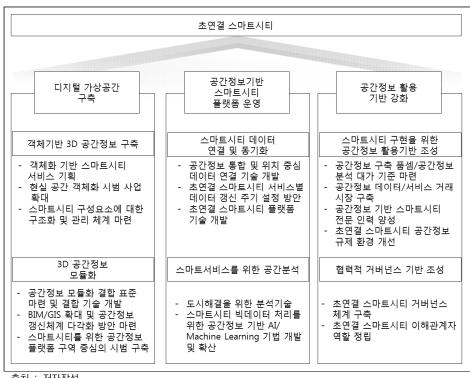
마트시티 플랫폼 운영, 공간정보 활용기반 강화이다.

디지털 가상공간 구축은 초연결 스마트시티의 가상공간을 구축하기 위한 공간정보 전략으로, 객체기반 3D 공간정보 구축과 3차원 공간정보 모듈화를 제시하였다.

공간정보 기반 스마트시티 플랫폼은 가상공간을 중심으로 초연결 스마트시티 플랫폼 을 운영하고 가치를 만들기 위한 공간정보 전략으로, 스마트시티 데이터의 연결 및 동 기화와 스마트서비스를 위한 공간분석을 제시하였다.

공간정보 활용 기반 강화 전략은 앞 두 전략의 실효성 있는 수행과 초연결 스마트시 티에서 공간정보의 장기적 발전을 위하여. 스마트시티 구현을 위한 공간정보 활용 기 반 조성과 협력 거버넌스 기반 조성을 제시하였다.

그림 6-1 | 전략 및 과제



출처 : 저자작성

위 제안된 전략의 성공적 수행을 통해 초연결 스마트시티의 공간플랫폼이 운영된다면 1. 시민 의견이 즉시 정책에 반영되는 참여 민주주의 기반 강화, 2. 도시 전체의 포용성장 기틀 마련, 3. 스마트시티 신규 서비스 발굴을 통한 경제성장, 4. 지속가능한 발전 토대 마련으로 공간정보산업의 장기적 발전 견인, 5. 실질적 초연결 스마트시티 구현에 기여, 6. 업무 영역간 협업 및 데이터 기반 정책/의사결정 지원에 기여할수 있는 기대효과를 제시하였다.

2. 연구의 한계와 향후 과제

본 연구에서는 현재의 스마트시티가 발전하여 초연결 스마트시티가 될 것을 가정하고, 이를 구현하기 위한 공간정보의 역할과 전략을 제시하였다. 또한 그 과정에서 특정 건물에 대한 실험 구축을 수행하였으며 그 과정에서 다양한 구축/운영 측면에서의 시사점을 도출하였다. 그러나 초기 기획단계에서는 일정한 구역이나 지역을 대상으로 실험 구축을 하고자 하였으나 예산/기간의 제약 등으로 초기에 목적했던 실험 구축 목표가건물단위로 크게 축소되었다.

따라서 우선적으로는 다수의 건물을 포함하고, 이동체의 이동이 있는 지역을 대상으로 실험 구축을 추가적으로 수행하는 것이 필요하다. 특히 그 과정에서는 공간정보 구축 방법을 객체 수준, 구축기법, 세밀도, 정밀도 등의 기준 하에서 다양화하고 그에 따른 비용 등을 추정하는 작업이 필요하다.

또한 구축된 공간정보를 바탕으로 현실의 데이터를 연결하고 분석하는 연구가 추가 되어야 한다. 센서정보, 행정정보 등의 도시정보와 객체를 연결하고 상황을 모니터링 하거나 문제점을 분석하는 등의 연구가 추가적으로 필요하다.

제6장 결론 및 향후과제 · **125**

REFERENCE

【 인용문헌 】

- 4차산업혁명위원회, 관계부처 합동. 2018. 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략. 서울: 4차산업혁명위원회.
- ARUP. 2017a. Cities Alive: 100 issues shaping future cities.
- _____. 2017b. Cities 100: 100 solutions for climate action in cities.
- Aswani Kumar Akella, Geospatial(GIS) Technology Application for Smart Cities.

 https://www.linkedin.com/pulse/geospatial-technology-applications-smart

 -cities-aswani-kumar-akella/ (2019년 1월 3일 검색)
- e4ds news. 2017. [중소벤처 열전] 엠투브, 주차장 빈자리 찾아주는 실내 내비 개발해. 9월 11일.
 - http://www.e4ds.com/sub_view.asp? ch=1&t=1&idx=7333 *2019년 1월 6일 검색).
- Industry News. 2018. 2025년 글로벌 스마트시티 시장, 2조달러 넘어설 것으로 전망. 4월 11일.
 - http://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=22888 (2018년 12월 5일 검색).
- Isam Shahrour. 2018. Use of GIS in Smart City Projects.

 https://www.gim-international.com/content/article/use-of-gis-in-smart-city-projects (2018년 12월 9일 검색)

- IT Daily. 2018. 공간빅데이터 분석으로 버스노선·토지이용 계획 세운다. 12월 24일. http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=92409 (2019년 1월 7일 검색).
- 김태환. 2017. 똑똑한 도시, 스마트시티(Smart City). KB지식비타민. 17-87호. KB금융지주 경영연구소.
- KT경제경영연구소. 2017. 갈수록 똑똑해지는 스마트 빌딩.

ment-of-smart-cities/ (2018년 11월 30일 검색)

- National Research Foundation, 2014. Virtual Singapore. Media Briefing.
- Sangeeta Deocawanka. 2018. How GIS Supports the Planning and Development of Smart Cities.

 https://www.gislounge.com/how-gis-supports-the-planning-and-develop
- Shordo Elhami. 2017. Smart Columbus Powered by Integrated Data Exchange (IDE). The Ohio State University.

 https://midas.umich.edu/wp-content/uploads/sites/3/2017/05/ChristopherS
 tewart-Shoreh-Elhami-Keynote-reduced.pdf. (2019년 1월 7일 검색).
- Stadler. A. and Kolbe. T.. 2012. Spatio-semantic coherence in the integration of 3D city models.
- Thomas Kolbe. 2018. Smart district data infrastructure (SDDI). Seoul Metropolitan Fora (SMF).
- Victor Khoo. 2017. 3D National Map for Smart Nation. Singapore Land Authority. In Proceedings of Geospatial World Forum, January 23–25. Hyderadbad: Hyderabad International Convention Cenre.
- Woo, J. 2018. Technology and Governance in Singapore's Smart Nation Initiative. Ash Center for Democratic Governance and Innovation.

ZDNet 코리아. 2015. 아틀란 3D 내비게이션, 주차장 정보 제공. 8월 26일.
http://www.zdnet.co.kr/view/?no=20150826140604 (2019년 1월 6일
검색).
2018. 국토부 "스마트시티 주축은 민간", '월드스마트시티' 9월
개최협회와 1회 정책간담회. 5월 4일.
http://www.zdnet.co.kr/view/?no=20180504143105&re=R_2018050419
5644 (2019년 1월 10일 검색).
2018. 기반 다진 스마트시티거버넌스 문제 등 노출. 12월 13일.
http://www.zdnet.co.kr/view/? no=20181213032155 (2019년 1월 7일 검색).
관계부처 합동. 2017. 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획
I-KOREA 4.0. 11월 30일. 보도자료.
2018. 데이터 산업 활성화 전략.
과학기술정보통신부. 2018. 과학적 정책 수립을 위한 도시행정 디지털트윈 핵심 기술
개발 과제 수행계획서. 세종: 과학기술정보통신부.
교통신문. 2019. 스마트시티 신 르네상스를 맞다. 1월 6일.
http://www.gyotongn.com/news/articleView.html?idxno=217843 (2019년
1월 7일 검색).
국가건축정책위원회. 2016. Smart City 경쟁력 강화를 위한 정책방안 연구. 서울:
국가건축정책위원회.
국토교통과학기술진흥원. 2008. 스마트하이웨이사업단 상세기획연구. 성남:
한국도로공사 스마트하이웨이사업단.
2018. 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원
기술개발. 중간보고.

- 국토교통부. 2018. 데이터 기반 스마트시티 연구개발 본격 착수. 7월 9일. 보도자료.
 ________. 2017a. 4차 산업혁명위, 스마트시티 특별위원회 본격 가동. 11월 16일. 보도자료.
 _______. 2017b. 공간정보기반 융복합산업 발전 전략 마련 및 법제도 개선방안. 세종: 국토교통부.
 ______. 2017c. 공간정보 보안규정 완화로 자율차 등 신산업 이끈다. 12월 27일. 보도자료.
 ______. 2017d. 공간정보 R&D 혁신 로드맵. 세종: 국토교통부.
 ______. 2017e. 글로벌 시장 선점을 위한 스마트시티 정책 발전방안. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부, 한국지능형교통체계협회. 2013. 2013 경제발전경험모듈화사업: 지능형 교통시스템(ITS) 구축.
- 국토지리정보원, 2018, 객체기반 공간정보 구축 현황 및 대응전략.
- 김규연. 2017. 미국의 스마트시티 지원정책 및 시사점. 이슈분석 제742호. 32-54. 서울: KDB 산업은행 미래전략연구소.
- 김원태, 이수형, 전인걸, 유미선, 김경태, 임채덕. 2014. SmartAmerica Challenge 기술동향. 전자통신동향분석 148권: 72-81.
- 김영민. 2017. 사물인터넷 응용을 위한 스마트 환경센서 기술동향. 사물인터넷포럼.
- 김탁영, 한상욱, 강경표. 2017. 미국의 Smart City Challenge 추진현황과 시사점. 세종: 한국교통연구원.
- 김혜경. 2014. 초연결사회 도래와 사이버물리시스템(CPS). IT &Future Strategy. 한국정보화진흥원.
- 뉴스1. 2018. '진화하는' 야쿠르트 아줌마, 막강 판매 기본... 환경·복지까지 활약.

- 10월 12일. http://newsl.kr/articles/? 3446650 (2018년 11월 26일 검색).
- 뉴시스. 2019. 최창학 LX사장 "스마트 시티 구축 사업 플랫폼 역할 수행". 1월 2일. http://news. sarangbang. com/detail/article/1165717 (2019년 1월 11일 검색)
- 보안뉴스. 2018. 공간정보 융복합 르네상스로 스마트코리아 만든다. 5월 9일. https://www.boannews.com/media/view.asp? idx=69166 (2019년 1월 7일 검색).
- 부산 에코델타시티 사업단. 2018. 스마트시티 국가시범도시로서의 부산 Eco Delta City 차별화 전략. 4차 산업혁명과 스마트시티 컨퍼런스. 6월 29일. 서울: 더케이호텔
- 사공호상, 임시영, 성혜정. 2017. 지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구. 세종: 국토연구원.
- 세종매일. 2018. 세종시-ETRI, 스마트시티 '디지털트윈'연구 착수, 4월 20일. http://www.ygnews.net/news/articleView.html? idxno=40845 (2019년 1월 6일 검색).
- 손혜정. 2018. 인천경제자유구역 스마트시티 추진 현황과 과제. 한국건설관리학회지 19권 2호: 41-45.
- 신주호, 이재용. 2017. 이슈분석을 통한 스마트시티 솔루션 도출 방안. 한국도시지리학회지 19권 3호. 57-69.
- 오현환, 주혜정, 한종민, 김이경, 정의진, 김덕형, 지선미. 2016. 과학기술 & ICT 정책·기술동향 분석. 세종: 과학기술정책평가원.
- 유재국. 2016. 전력수요자원 거래시장의 현황과 과제. 경제·산업 분야 입법 및 정책 과제 3호. p. 36.
- 융합연구정책센터. 2017. 자율주행자동차 기술개발의 특징 및 정책동향.

- 은용순, 박경준, 원명규, 박태준, 손상혁. 2013. 사이버물리시스템 연구 동향. 정보과학회지 31권 12호. 8-15.
- 오충원. 2010. GIS와 BIM의 융합에 대한 연구. 국토지리학회 44권 3호. 443-453
- 이기준, 김태훈, 유형규, 강혜경. 2015. CityGML과 IndoorGML의 비교-실내공간정보 구축 사례 고찰. 한국공간정보학회지 23권 4호. 91-101.
- 이상훈, 나준엽. 2009. 도시시설관리를 위한 도시공간객체 식별자 시스템 개발. 한국GIS 학회 학술대회 논문집. 297-298.
- 이정아. 2015. 사이버물리시스템(CPS) 기반의 사회시스템 최적화 전략. IT & Future Strategy 7호, 대구: 한국정보화진흥원.
- 인천경제자유구역청. 2018. 인천경제자유구역 저널 2018 5·6 81호. 인천: 인천경제자유구역청
- 임시영. 2018. 스마트시티와 디지털트윈 역할/문제점 및 과제. 디지털트윈 활용 및 표준화 워크숍. 9월 3일. 한국기술센터 국제회의실.
- 임시영, 사공호상, 임용호, 오창화. 2017. 4차 산업혁명에 대응하는 현실국토와 가상국토의 연계·활용 전략. 세종: 국토연구원.
- 자동차 관리법. 2019. 법률 제16101호(2018. 12. 31., 타법개정). 제2조 제1의 3호.
- 장준희. 2016. 스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력. IT & Future Strategy 6호. 대구: 한국정보화진흥원.
- 전자신문. 2018. 제한적 규제프리 스마트시티 국가시범도시... 세계 최초·최고 갈길 멀다. 7월 31일. http://www.etnews.com/20180731000247 (2019년 1월 11일 검색).
- 정웅태. 공지영. 2016. IEA 보고서 '에너지와 대기오염' 주요 내용과 시사점. 에너지시장 인사이트, 제16-27호.

- 조영태. 2018. 스마트시티 국제동향 및 개발사례. 융합연구리뷰 4권 5호. 42-66.
- 중앙일보. 2018. LG CNS, IoT 결합형 스마트시티 플랫폼 '시티허브'출시. 7월 5일. https://news.joins.com/article/22774860 (2018년 12월 2일 검색).
- ______. 2018. 유엔발표 "2050년엔 세계인구 2/3가 도시거주 예상". 7월 12일. https://news.joins.com/article/22794216 (2018년 12월 2일 검색).
- 최봉. 2013. 빅데이터 활용과 정보공개의 경제적 효과 분석. 서울: 서울연구원.
- 한국경제. 2016. 디지털 광고 키운다더니…아날로그 규제 들이댄 정부. 6월 6일. http://news. hankyung. com/article/2016060609741 (2019년 1월 11일 검색).
- 한상욱. 2018. 4차 산업혁명의 종합 플랫폼, 스마트시티. Weekly KDB Report.
- 한국건설기술연구원. 2016. BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발. 고양: 한국건설기술연구원.
- 한국과학기술기획평가원. 2018. 세계 선도형 스마트시티 연구개발사업 2016년도 예비타당성 조사 보고서. 세종: 한국과학기술기획평가원.
- 한국국토정보공사. 2018. 스마트시티 디지털허브 구축을 위한 컨퍼런스.
- 한국정보통신기술협회. 2017. "스마트시티 정보의 통합 관리 및 운영을 위한 플랫폼 소프트웨어 요구사항". 10월 20일 제정.
- 한국정보화진흥원. 2018. 싱가포르 '스마트네이션' 추진경과와 시사점. D. Gov Edge 34호. 대구: 한국정보화진흥원.
- _______ 2016. 싱가포르의 4차 산업혁명 대응과 전략. NIA Special Report. 대구: 한국정보화진흥원.
- 한국토지주택공사. 2018. 스마트시티 국가시범사업 추진 방향(세종 5-1 생활권). 4차 산업혁명과 스마트시티 컨퍼런스. 6월 29일. 서울 :더케이호텔

참고문헌 · 133

웹사이트

CityGML. https://www.citygml.org/(2018년 12월 8일 검색).

Designing our Future — the Singapore Urban Redevelopment Authority.

https://www.esri.com/videos/watch? videoid=uPJdu09eeAY (2018년 11월 26일 검색).

GAIA 3D. http://www.gaia3d.com/ko/? work=bim-on-gis (2019년 1월 7일 검색).

How GIS Supports the Planning and Development of Smart Cities.

https://www.gislounge.com/how-gis-supports-the-planning-and-develop
ment-of-smart-cities/ (2018년 11월 30일 검색).

Indexed 3D Scene Layers. http://www.opengeospatial.org/standards/i3s (2018년 12월 11일 검색).

Map Amsterdam. https://maps.amsterdam.nl/ (2018년 11월 25일 검색).

National Research Foundation.

https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore (2018년 11월 14일 검색).

OGC. OGC Smart Cities Spatial Information Framework. 2015.01.

Sentilo. http://www.sentilo.io/wordpress/ (2018년 12월 7일 검색).

Singapore Land Authority. 2017. Fundamental Data for Cities of the Future. p. 20.

Smart Nation Singapore. https://www.smartnation.sg/ (2018년 11월 26일 검색). 공간빅데이터 연구단, http://geosbigdata.re.kr/? r=home (2019년 1월 7일 검색). 공간정보 대량맞춤화 정보지원체계 연구 소개.

https://www.slideshare.net/endofcap/ss-71405413 (2019년 1월 6일 검색).

- 공간정보 융복합 핵심인재 양성사업 종합관리시스템.
 - https://gs. necgis. go. kr/company/bizIntroCommon. do (2019년 1월 11일 검색).
- 국가 공간정보포털 오픈마켓. http://data.nsdi.go.kr/dataset (2019년 1월 11일 검색).
- 나무위키, 제천 스포츠센터 화재사고.
 - https://namu.wiki/w/%EC%A0%9C%EC%B2%9C%20%EC%8A%A4%ED%8F%AC%EC%B8%A0%EC%84%BC%ED%84%B0%20%ED%99%94%EC%9E%AC%20%EC%82%AC%EA%B3%A0. (2019년 1월 4일 검색).
- 마고 3D. http://mago3d.com/homepage/demo.do (2019년 1월 7일 검색).
- 서울특별시 실내지도서비스, http://indoormap.seoul.go.kr/ (2019년 1월 6일 검색).
- 서울에너지드림센터 홈페이지. www.seouledc.or.kr/(2018년 11월 27일 검색).
- 스마트도시협회. http://smartcity.or.kr/business/ueco_sub0101.php (2018년 12월 3일 검색).
- 스마트도시협회 인력양성센터. http://edu.smartcity.or.kr/ (2019년 1월 11일 검색).
- 안양시청. http://www.anyang.go.kr/anyang/main.do (2018년 11월 9일 검색).
- 위키피디아. https://en.wikipedia.org/wiki/Sentilo_Platform (2018년 12월 7일 검색).
- ______ https://en. wikipedia. org/wiki/Smart_city#Barcelona (2018년 12월 7일 검색).

- _____. https://ko. wikipedia. org/wiki/%EB%8F%84%EC%8B%9C (2019년 1월 11일 검색).
- 유럽의 스마트시티. http://blog.lgcns.com/1654 (2018년 12월 4일 검색).
- 전력거래소. https://www.kpx.or.kr/www/contents.do? key=72 (2019년 1월 11일 검색).
- 최고일. 2016. 미래도로의 개발 필요성과 방향. 네이버 블로그. https://blog.naver.com/nohdoro/220626661753. (2019년 1월 11일 검색).
- 토니 스콧. 1998. 에너미 오브 스테이트[영화]. 터치스톤 픽처스
- World-architects, 2019.

https://www.world-architects.com/en/pages/insight/bim-10-lessons (2019년 1월 11일 검색).

SUMMARY	 4
	ø

Geospatial Information Strategies for the Hyper-connected Smart City

Si Yeong Lim, Ho Sang Sakong, Changwha Oh

Key words: Spatial Information strategy, hyper-connected smart city

Big data, drones, IoT, 5G, and other technological developments surrounding spatial information demand a change in spatial information itself. Smart City, which is recognized as a future growth engine, is expected to be converted into hyper-connected smart city centered on digital twin. The importance of spatial information due to the incidence of the hyper-connected smart city is essential.

The purpose of this study is to propose the direction of development of spatial information needed to leap into the hyper-connected smart city by considering the role of spatial information in smart city.

To this end, the concept of hyper-connected smart city with the development of smart city was established. Through the scenarios available in the hyper-connected smart city and pilot construction, we identified the possibilities and problems for the role of spatial information and suggests strategies and tasks for their role.

The three strategies proposed in this study are virtual space strategy, spatial platform strategy, and infrastructure enhancement strategy.

In virtual space strategy which is a spatial information strategy for constructing a virtual space of a hyper-connected smart city, we suggest 1. smart city 3D objectification, and 2. smart city space modularization.

In spatial platform strategy which is to operate hyper-connected smart city platform and to create value for spatial information strategy, we suggest 1. connection and synchronize of smart city data, 2. spatial analysis for data-based policy support and value creation.

In infrastructure enhancement strategy which is to achieve the long-term development of spatial information in smart city, we suggest 1. establishment of utilization foundation in smart city and space information , and 2. smart city-spatial information cooperation.

APPENDIX

□ 스마트시티 현안문제 도출

1) 도시문제 도출의 필요성

- 스마트시티 구축의 주요 목적은 도시가 당면한 여러 가지 문제를 해결하기 위한
 것으로, 스마트시티 솔루션은 도시문제의 해결과 밀접한 연관을 가짐
 - 그러므로, 스마트시티의 현안문제 정의에 있어 보편적 도시문제에 대한 파악이 필요
 - 도시문제를 파악하고 그 중 스마트시티 솔루션으로서 실제 적용이 필요한 분야에 대해 물리-가상 공간의 연계 방안을 구상
- 스마트시티 현안문제의 도출을 위해 도시가 가진 다양한 측면의 문제에 대해서 분 석
- ARUP은 미래 도시가 당면할 수 있는 도시문제에 대해 사회·경제·환경 등 각 분야의 100가지 이슈를 정의¹⁾
- 이 외에도, 에너지, 교통, 쓰레기 문제 등 기후변화와 관련된 도시문제에 대한 이슈를 정의하고, 이에 대한 세계 여러 도시의 대응책을 제시²⁾
- 신주호·이재용(2017)은 ARUP의 미래도시 이슈를 활용하여 스마트시티 분야 이 슈사항을 파악하고 스마트시티의 적용 가능 솔루션을 도출
 - 도출된 주요 이슈로는 센서 및 데이터, 스마트 기반시설, IoT, 에너지 효율성,

¹⁾ ARUP. 2017a. Cities Alive: 100 issues shaping future cities

²⁾ ARUP 2017b. Cities 100: 100 solutions for climate action in cities

- 환경 오염, 고령화 사회, 시스템 통합, 원격 서비스, 기상이변, 녹색 기반시설 등이 있음(그림 부-1)
- 주요 이슈 중 기술·환경적 이슈가 큰 비중을 차지하는 것으로 나타나, 스마트시 티 현안문제와 관련된 도시문제를 도출하는 데에 있어 안전·시설물관리·교통·에 너지·환경 등의 분야를 중심으로 방향성을 정립해야 함
- (도시문제의 정립) 많은 국가에서 급격한 도시화가 진행된 이후에 도시문제는 항상 해결해야할 것으로 간주되어 도시문제 해결에 대한 연구는 다양하게 진행되었으나, 정작 도시문제가 무엇인지 명확하게 분류·정의한 연구는 많지 않음

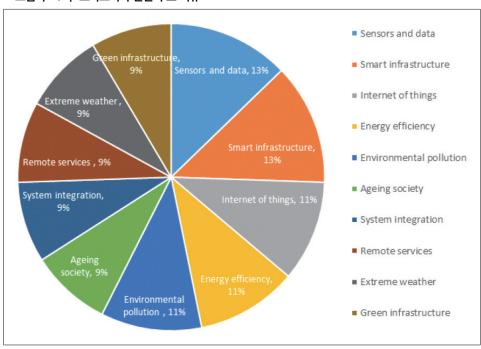


그림 부-1 | 스마트시티 관련 주요 이슈

출처: 신주호·이재용(2017)

2) 주요 도시문제 이슈

○ 앞서 분석한 스마트시티 관련 주요 도시문제 이슈를 교통, 에너지, 환경 측면으로 나누어서 정립(그림 부-2)

그림 부-2 | 주요 도시문제의 예시



출처: ARUP (2017a)

○ 도시문제가 직접적으로 정의된 경우보다는, 도시문제에 대한 해결 솔루션을 통해 간접적으로 도시문제를 나타내는 경우가 대부분이므로, 솔루션을 통한 해당 도시 문제의 역추적 방식으로 도시문제를 파악³⁾

³⁾ ARUP 2017b. Cities 100: 100 solutions for climate action in cities의 내용을 참고

(1) 교통 문제

- 차량 증가율 대비 도로 증가율의 불균형으로 인한 교통 혼잡 발생
- 서울 및 수도권 중심의 도시화로 인한 인구 집중으로 인하여 차량 대수 역시 빠르게 증가하였으나, 신규 도로 건설 등과 같은 인프라 확장은 한계가 있어 심각한 교통 혼잡을 야기하게 됨
- 국내 총 도로연장은 1994년부터 2012년까지 43% 증가하는데 그친 반면, 차량 증가율은 155%에 달함(국토교통부&한국지능형교통체계협회, 2013)
- 교통 혼잡 문제로 인한 사회적 비용의 증가
 - 국내 차량 증가에 따른 교통 체증의 문제는 엄청난 교통 혼잡 비용을 야기함
 - 1994년 10조 원 수준이었던 교통혼잡비용은 2010년에는 약 30조 원에 육박하 게 되었으며, 이는 GDP의 약 2.43% 규모에 달하는 것으로, 지역 간 도로보다는 7대 도시 내 교통혼잡비용이 약 1.73배 정도 큰 것으로 추정(국토교통부&한국지 능형교통체계협회, 2013)
- 도로, 자동차 등 교통 체계 구성 요소 간 정보 흐름의 단절로 인한 혼란
 - 교통상황과 교통량에 관계없는 고정적 신호주기, 교차로 간 비연동적인 제어 신호로 교통흐름이 단절되고 혼란이 가중되어 도로 운영의 효율성 저감(국토교통부 &한국지능형교통체계협회, 2013)
 - 또한 대중 교통 및 운수업의 정보가 운수사업자에게 제공되지 못하고, 운전자에 게는 도로 정보의 제공이 안되어 효율성 저감(국토교통부&한국지능형교통체계 협회, 2013)
- 이 이력에 의한 비효율적인 교통운영 및 관리
 - 교통위반 단속, 과적차량 단속, 통행요금 징수 등에 관한 업무를 상당 부분 인력에 의존하여 진행하였으며, 이에 상시 단속이 곤란하고 관련 정보의 자동적 처리

및 유관기관 간의 공동 활용이 불가능함(국토교통부&한국지능형교통체계협회, 2013)

- 부실한 도로 환경 및 환경오염 초래 문제
 - 교통 혼잡으로 인하여 발생하는 대기오염과 에너지 손실 절감, 환경과 조화를 이루는 도로 건설, 건설페기물의 저감 및 재활용, 체계적인 유지관리에 의한 시설 수명의 연장 등을 통한 친환경 고속도로 구현에 대한 요구가 증대되고 있음 (최고일, 2016)
 - 더불어 경제적 발전에 힘입어 국민의 생활수준이 향상됨에 따라 단순 이동성 측면에서의 가치에서, 안전·쾌적한 도로에 대한 수요가 증대되고 있음

(2) 에너지 문제

- 이 시대적 환경 변화에 따른 전력시스템의 발전 및 개선 필요
 - 현재의 전력시스템은 21세기의 새로운 환경에 더 이상 적합하지 않게 되었으며, 급속하게 증가하는 전기 수요에 비해 송전선로의 용량은 한계에 직면하고 있음 (여현구, 2010)
 - 또한 환경 오염의 문제가 대두됨에 따라 지구온난화 방지를 위한 온실가스 감축, 에너지 과소비 문제 등 발생
- 기후변화와 에너지 소비 증가
- 기후변화의 가장 중요한 원인은 산업혁명 이후 화석연료 사용의 증가로 인한 온 실가스 배출로, 그중 이산화탄소의 배출 규모가 가장 비대함
- 지구온난화 지수를 감안하더라도 이산화탄소는 지구온난화의 진행에 56% 정도 책임이 있음(김정희, 2010)

(3) 환경 문제

- 에너지 부문, 교통 부문 등에서 발생하는 대기오염 문제
 - 특히, 3대 오염물질 중 이산화황 및 질소산화물 대부분과 미세먼지 85%는 에너지 생산 및 소비 활동에 기인하는 것으로 추정되고 있음(정웅태·공지영, 2016)
 - 발전설비, 산업시설, 수송차량에서 배출되는 오염 물질에 의한 대기오염으로 인해 매년 약 3백만 명이 조기사망 위험에 직면함(정웅태 외, 2016)
 - 석탄발전에서 배출되는 이산화황은 에너지에 기인하는 전체 이산화황 배출의 약 60%를 차지(정웅태 외, 2016)
 - 경유(디젤) 차량에서 배출되는 질소산화물은 에너지에 기인하는 전체 질소산화물 배출의 약 50%를 차지(정웅대 외, 2016)
- ㅇ 다양한 원인으로 발생하는 수질오염
 - 수질오염은 크게 일상생활에서 발생되는 생활하수, 상품의 제조와 서비스를 제공하기 위해 발생시키는 산업폐수, 축산업에서 발생되는 축산폐수가 강이나 바다로 흘러들어가면서 발생함(환경부, 2007)

□ 도시문제 해결을 위한 스마트시티 솔루션 사례

1) 교통 문제

- 서울시 대중교통 분야의 ITS(Intelligent Transportation System; 지능형 교통 시 스템) 도입
- 서울시 대중교통에 도입한 ITS는 BIS 및 교통카드시스템이 있으며, ITS 도입을 통해 목표(대중교통수단분담률 증가, 대중교통 만족도 향상, 개인차량 이용자 감소로 인한 혼잡 완화)를 달성할 수 있었음(국토교통부&한국지능형교통체계협회, 2013)
- 서울시 ITS는 버스 관리 및 정보 제공을 위해서 BMS와 BIS 시스템의 구축을 통해 시민들에게 대중교통에 대한 만족도를 향상시켰으며, 더불어 교통카드시스템을 도입 등을 토대로 관련 정책 등을 마련함
- 또한 서울시의 중앙버스전용차로제 도입 및 지속적인 대중교통 인프라에 대한 투자가 동반되어 대중교통분야 ITS 도입 효율성을 극대화 하였으며, 이러한 중 앙버스전용차로 및 버스준공영제 추진하며 겪은 이해당사자의 반대에 맞서 과감한 개혁을 추진함(국토교통부&한국지능형교통체계협회, 2013)

ㅇ 스마트 하이웨이

- 첨단 IT, 자동차 및 도로기술이 상호 융복합되어 실시간 쌍방향 정보 통신과 無 톨게이트가 구현되며 전천후, 주야간 안전지원 기술로 최적의 교통류가 확보되는 설계속도 160km/h의 지능형 고속도로(국토교통과학기술진흥원, 2008)
- 연속적인(Seamless) 통신환경을 통하여 쌍방향 실시간 교통정보 및 관련 서비스 가 제공됨으로써 미래 환경의 고객에게 수준 높은 도로를 제공하고자 함(국토교 통과학기술진흥원, 2008)
- 강우, 강설, 안개 등의 기상변화와 특수 상황 시에도 안전하고 쾌적한 주행 환경

이 제공될 수 있는 도로환경을 구현하고자 함

그림 부-3 | 스마트 하이웨이



출처: 국토교통과학기술진흥원, 2008, 스마트하이웨이사업단 상세기획연구

○ 자율주행자동차

- 현재 대부분 국가에서는 자율 주행 자동차의 개념을 사람의 제어 없이 완벽한 자율 주행 자동차 상태로 정의
- 「자동차 관리법」제2조 제1의 3호에서는 자율 주행 자동차를 '운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차'로 정의
- 미국 캘리포니아주에서는 자율 주행 자동차를 '인간의 능동적·물리적 감독 없이 도 자동차를 운행할 수 있는 기술(자율 주행기술)'이 장착된 자동차로 정의
- 자율 주행 자동차를 구성하는 주요 요소 기술은 크게 환경인식 센서, 위치인식 및 맵핑, 판단, 제어, HCI⁴⁾ 5개로 구성(융합연구정책센터, 2017)

⁴⁾ HCI(Human Computer Interaction) : 사람—컴퓨터 간 상호작용을 돕는 작동 시스템 설계기술 및 학문

표 부-1 | 자율주행자동차의 주요 요소 기술

조이 기소	UH 1110		
주요 기술	세부 내용		
환경인식 센서	- 레이더, 카메라 등의 센서		
	- 정적 장애물(가로등, 전봇대 등), 동적 장애물(차량, 보행자 등), 도		
	로 표식(차선, 정지선, 횡단보도 등), 신호 등을 인식		
위치인식 및 맵핑	- GPS/INS/Encoder, 기타 맵핑을 위한 센서 사용		
	- 자동차의 절대/상대적 위치 추청		
	- 목적지 이동, 장애물 회피 경로 계획		
판단	- 주행 상황별(차선유지/변경, 좌우 회전, 추월, 유턴, 급정지, 주정차		
	등) 행동을 스스로 판단		
제어	- 운전자가 지정한 경로대로 주행하기 위해 조향, 속도 변경, 기어 등		
	액츄에이터 제어		
DH	- HV(Human Vehicle Interface)를 통해 운전자에게 경고/정보 제공,		
	운전자의 명령 입력		
	- V2X ⁵⁾ 통신을 통해 인프라 및 주변 차량과 주행 정보 교환		

출처: 융합연구정책센터, 2017, 자율 주행 자동차 기술 개발의 특징 및 정책동향

2) 에너지 문제

- 스마트 그리드(Smart Grid)
 - 스마트 그리드란 현대화된 전력 기술과 정보통신 기술의 융복합을 통하여 구현 된 차세대 전력시스템 및 이의 관리체계를 의미하며, 구체적으로 기존 전력망에 정보·통신 기술을 접목하여, 공급자와 수요자 간 양방향으로 실시간 정보를 교환 함으로써 지능형 수요관리를 가능케 하는 차세대 전력 인프라 시스템임(여현구, 2010)
 - 수요자 측의 모든 전기기기, 전력 저장 장치 및 분산된 전원이 네트워크로 연결 되어 수요자와 공급자 간의 상호작용을 가능케 함(고동수, 2011)

⁵⁾ V2X(Vehicle To Everything) : 통신을 통해 다른 차량의 진행 방향, 전방의 교통 현황 등 정보 제공

- 스마트 그리드 관련 기술로서 지능형 검침 인프라(AMI; Advanced Meeting Infrastructure), 배선 자동화 시스템, 원방 감시 제어시스템, 변전소 종합 보호 시스템, 에너지 관리 시스템 등이 있음
- 이 태양광. 지열 등 신재생 에너지 기술 활용 사례
- '동탄 푸르지오 하임' 단지 내 333동에 국내 최초로 숙박체험이 가능한 에너지 소비 제로 주택 건축
- 에너지 소비를 줄이는 패시브(Passive) 기술뿐만 아니라 태양광, 지열, 풍력 등 자체적으로 신재생에너지를 생산하는 액티브(Active)기술 적용
- 국립환경과학원 기후변화 연구동은 태양광, 지열로 에너지 해결, 절약시스템도 66가지 가동, 책상마다 센서로 조명 조정, 화석 등 석유연료를 전혀 사용하지 않은 사무용 건물임

그림 부-4 | 경기도 화성시 제너하임, 국립환경과학원 기후변화 연구동







출처: 서울에너지드림센터 홈페이지(www.seouledc.or.kr)

- 그린홈 제로하우스 시범주택
- 신재생에너지와 고효율의 단열 · 창호 기술이 적용돼 건물 유지에 외부 에너지 사용이 없음
- 지붕은 2.7kw의 태양광 발전설비, 8.16m²의 태양광 집열기 설치돼 월
 300kw/h 이상의 전력 생산과 지열을 이용한 냉난방 가능

그림 부-5 | 그린홈 제로하우스 개념도



출처: 서울에너지드림센터 홈페이지(www.seouledc.or.kr)

3) 환경 문제

스마트 환경센서

- 최근 대기오염 및 기상 이변 등으로 인해 주변 환경과 삶의 질에 대한 관심이 높아짐과 함께 인간이 편리하고 쾌적한 삶 추구에 대한 요구가 증대되면서 스마트 환경 센서에 대한 연구·개발이 활발히 진행되고 있음(김영민, 2017)
- 사물인터넷 구현을 위해 주변의 환경 매체(온/습도, 대기, 수질 등)을 수집하는 기술인 센싱 기술에 대한 중요성이 증대되면서 환경 정보를 수집하고, 실시간 및 연속 데이터 확보를 위해 소형, 정밀·고감도, 저전력 및 고속 측정에 대한 센싱을 위한 센서도 소형, 저전력화를 위한 MEMS⁶⁾ 공정 기술 개발이 지속적으로 이루어지고 있음(김영민, 2017)
- 뿐만 아니라 센서 적용 분야 확대 및 첨단 센서의 요구 증대 등, 시장의 요구에

⁶⁾ MEMS(Micro-Electro Mechanical Systems)는 마이크로 시스템, 마이크로 머신, 마이크로 메카트 로닉스 등의 동의어로 혼용되고 있으나, 번역하면 초소형 시스템이나 초소형 기계를 의미함

맞추어 센서 강국을 중심으로 MEMS 센서 및 스마트 센서화를 위한 연구·개발이 활발하게 진행되고 있음

- 수자원 관리를 위한 스마트 워터 그리드(Smart Water Grid)
 - 최근 교통·전력·의료·환경·교육 등 사회 간접 자본에 ICT 기술을 접목하여 비용 절감, 생산성 향상, 서비스 품질 개량, 친환경 개선을 도모하는 '스마트 사회 간 접 자본'이 미래사회의 새로운 패러다임으로 등장하고 있음(한국전자통신연구 원, 2014)
 - 에너지 생산에는 물이 필요하고 물을 공급하려면 에너지가 필요한 것과 같이 물과 에너지 공급은 상호 의존적인 관계로 볼 수 있으며, 이에 따라 스마트 워터 그리드와 스마트 파워 그리드로 구분됨(한국전자통신연구원, 2014)

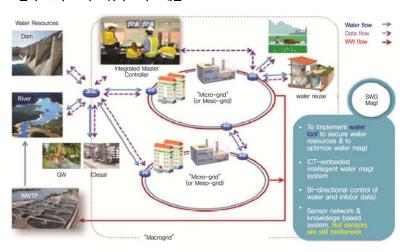


그림 부-6 | 스마트 워터 그리드 개념도

출처: 한국전자통신연구원, 2014, 스마트 워터 그리드 기술개발 및 표준화 동향

4) 시설물관리 문제

- (스마트빌딩) 여의도 서울국제금융센터(IFC) 몰
- 전기 수요가 적은 밤에 에너지를 얼음의 형태로 저장하고, 낮에 그 얼음을 사용해 냉방을 하는 방축열 시스템을 활용, 인공지능 냉방 시스템 솔루션을 운영(KT 경제경영연구소, 2017)
- 인공지능 냉방 시스템은 IFC 몰의 내·외부 상황, 전날의 기후 상태, 빌딩의 냉방 상태, 사용자 수 등 냉방에 필요한 각종 데이터를 수집하고 분석한 후 이에 맞게 냉방 제공(KT경제경영연구소, 2017)
- 송도 트리플 스트리트 쇼핑몰
 - IoT 기술 기반 건물 스마트 빌딩이며, 통합관제 시스템을 활용하여 입주기업들 의 신속하고 효율적인 업무와 방문객들의 편안하고 안전한 쇼핑을 지원(KT경제 경영연구소, 2017)
 - 스마트 빌딩 시스템은 건물통합관제, 스마트 주차관리 시스템, 긴급 비상벨 솔루션 등으로 구성되며, 키오스크를 운영하여 이용자의 편의를 도모

그림 부-7 | IFC 몰의 냉방시스템 운영 방식(左)과 트리플 스트리트 스마트 주차관리시스템(右)





출처: KT경제경영연구소, 2017, 갈수록 똑똑해지는 스마트 빌딩

○ 프랑스 슈나이더 일렉트릭 본사 르 하이브(Le Hive)

- 슈나이더 일렉트릭 본사는 전기 배전, 냉난방 및 환기장치, 보안 감시 등 서로 다른 네트워크를 복잡하게 연결하는 대신, 네트워크 간 상호작용을 하나의 유닛으로 제어하는 통합 시스템 Eco Structure와 이를 제어하는 BMS를 설치(KT경 제경영연구소, 2017)
- 미국 뉴욕 타임즈 빌딩 / 미국 휴스턴시 펜조일 플레이스(Pennzoil Place)
- 미국 뉴욕 타임즈 빌딩은 통합 조명 관리 시스템인 '퀀텀(Quantum)'을 적용하여 주광 활용 30%, 일체 감지 10%, 스케줄 제어 2%, 디밍 조절 58%의 에너지 절감을 실현(KT경제경영연구소, 2017)
- 미국 휴스턴시 펜조일 플레이스(Pennzoil Place)는 40년 이상 된 건물에 첨단 IT 기술을 접목하여 에너지 절감 효과, 2012년 에너지 사용량을 51% 감소시킨 후 2013년에는 추가로 11% 감소(KT경제경영연구소, 2017)

그림 부-8 | 미국 뉴욕 타임즈 빌딩(左)과 미국 펜조일 플레이스(右)





출처: KT경제경영연구소, 2017, 갈수록 똑똑해지는 스마트 빌딩

□ 스마트시티 공간정보 요구사항

1) 공간정보에 대한 기초요구사항

- 스마트시티에서 사용되는 공간정보에 대한 요구사항은 스마트시티 서비스의 범위,기능 및 요구사항 등에 의해 의존적임
 - 스마트시티 서비스의 요구사항 역시 구축되는 공간정보에 따라 그 범위 및 기능 등이 의존적으로 제한될 수 있음
- 스마트시티에서 사용되는 공간정보의 기초요구사항으로 다음 항목의 전체 또는 일부가 상황에 따라 고려되어야함
 - 차원(dimension), 시공간적 범위(scope), LoD(Level of Detail), 정확도, 공
 간객체의 식별, 객체화 수준, 갱신주기
 - (차원) 모든 스마트시티 서비스가 고차원의 공간정보를 활용할 필요는 없으며, 구축하고자 하는 서비스의 목적에 따라 2D, 2.5D 등의 낮은 차원도 활용 가능함
 - (시공간적 범위) 실내, 실외 및 지하의 공간적 특성에 따라 공간정보의 구축방 안 및 정확도 등에 제한이 존재하며, 시공간적 범위의 규모가 서비스 실체화 가능성에 중요한 영향을 미침

3차원 공간정보 공간에 존재하는 자연적인공적 대상의 위치를 3차원으로 표현

지하고간정보 지하시설물·구조물·지반 등 15중 지하정보를 3차원으로 표현

지하정보를 3차원으로 표현

그림 부-9 | 실외, 실내, 지하공간에 대한 3D 공간정보의 구축 사례

출처: 국토지리정보원. 2018. 객체기반 공간정보 구축 현황 및 대응전략, 2018.08,

- (Level of Detail) 공간객체 가시화의 성능과 품질을 향상시키기 위해 사용하며, 공간정보를 이용하여 수행하고자 하는 분석의 종류에 따라 요구되는 LoD의 수준이 다름

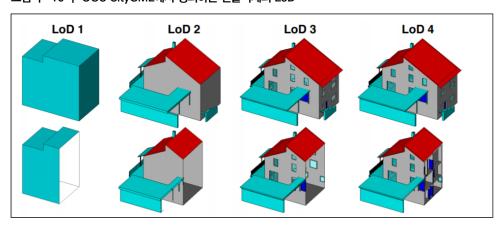


그림 부-10 | OGC CityGML에서 정의하는 건물객체의 LoD

출처: CityGML. https://www.citygml.org/ (2018년 12월 8일 검색).

- (정확도) 공간정보 정확도의 수준은 서비스의 종류 및 요구사항에 의존적으로, 예를 들어, 자율주행서비스의 경우 차량 제어, 스마트 빌딩의 제어 및 관리 등과 같은 서비스에서는 수 cm 급의 높은 정확도를 요구함
- (식별) 공간정보를 단순한 지오메트리와 속성정보의 결합이 아닌 실제 공간에 서의 객체와 매핑된 가상공간객체로서 다루기 위해서는 공간정보로 표현되는 객체에 유일식별자의 부여가 필요하며, 서비스의 목적 및 기능적 요구사항에 따라 유일 식별자가 부여되어야 하는 공간정보의 수준이 결정
- (객체화 수준) 서비스에서 객체로서 다루고자 하는 공간정보의 수준을 고려한 객체화 필요

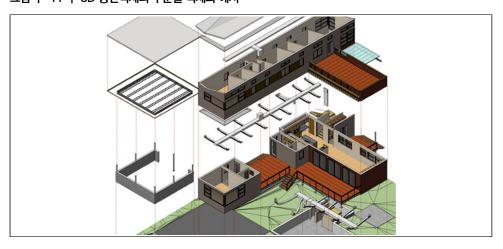


그림 부-11 | 3D 공간객체의 수준별 객체화 예시

출처: https://www.world-architects.com/en/pages/insight/bim-10-lessons

- (갱신 주기) 서비스의 실시간 요구사항에 따라 갱신주기의 차이가 있음

2) 공간정보의 활용에 대한 요구사항

- 스마트시티에서의 공간정보의 활용에 대한 요구사항은 다수의 서비스들이 상호 참
 조 및 연계되고 공간정보가 오픈 데이터의 일부로서 공유되어야 하는 것을 기반으로 할 때의 공간정보에 대한 요구사항으로 정의
 - 공간정보 자체에 대한 것은 기초요구사항, 공간정보의 공유, 배포, 활용과 보다 관련이 높은 것은 활용요구사항으로 분리
- 스마트시티에서 사용되는 공간정보의 활용에 대한 요구사항으로 다음 항목의 전체 또는 일부가 상황에 따라 고려되어야 함
 - 메타데이터, 공간정보 또는 메타데이터에 대한 등록, 조회 및 배포, 공간정보 표준
- ㅇ 공간정보 활용을 위한 메타데이터
 - 메타데이터는 공간정보 및 공간객체를 설명하는 데이터
 - 메타데이터는 스마트시티 서비스들에서 사용하는 공간객체의 유형, 공간객체,공간데이터 셋 등 다양한 수준에 대해 구축 및 활용이 가능
 - 서비스가 활용하기 원하는 공간정보를 검색을 가능하게 하기 위해서는 구축된 공간정보에 대한 설명인 메타데이터가 반드시 필요
- ㅇ 공간정보 또는 메타데이터에 대한 등록, 조회 및 배포
 - 공간정보의 공유를 위해서는 레지스트리 구조를 이용하여 다양한 서비스 및 다수의 사용자들이 손쉽게 공간정보를 등록, 조회 및 활용할 수 있는 구조가 필수적으로 요구됨
 - 레지스트리는 공간정보 뿐 아니라 공간과 연계된 다양한 형태의 데이터를 대상 으로 포함해야 함

- 활용성의 극대화를 위해 레지스트리 기반의 데이터 공유 구조 역시 Pub/Sub과 같은 표준기반 메카니즘에 의해 제공되어야 할 필요가 있음

Actors

Citiens

Citiens

Murricipality

Are guidely monitoring

Fransportation service providers

Fransportation service providers

Crowd management

Crowd

그림 부-12 | 레지스트리 기반의 데이터 공유 및 활용 개념

출처: Thomas Kolbe. 2018. Smart district data infrastructure (SDDI), Seoul Metropolitan Fora (SMF).

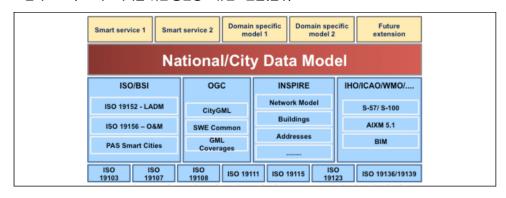
○ 공간정보 표준에 기반한 활용

- 스마트시티가 점차 사용자 참여형으로 점차 발전되어 나가고 있음에 따라, 스마 트시티 플랫폼은 다수의 서비스 및 참여 주체들이 쉽게 접근할 수 있도록 공간 정보를 포함한 다양한 데이터를 오픈 플랫폼 형태로 공유할 필요가 있음
- 여기에서, 공간정보 오픈 플랫폼은 접근성과 개방성을 극대화 할 수 있도록 관련된 표준에 기반을 두어야 함
- 이와 같은 맥락에서, OGC에서 언급하고 있는 스마트시티 프레임워크에서는 서비스 및 데이터 전반에 있어 표준에 의한 접근이 필요함을 언급하고 있음
- IEC 역시 백서를 통해 지속가능한 스마트시티를 위해서는 공간정보 등을 포함 한 데이터 및 서비스의 표준에 기반한 인프라가 중요한 부분임을 언급⁷⁾
- 여기에서 표준은 공간정보 포맷, IoT 인프라 및 센서와의 연결, 공간정보 처리

⁷⁾ 지속가능한 스마트시티를 위한 인프라조성, IEC 백서, 2016.07

및 분석, 공간정보 등록 및 검색 등과 같은 전반적인 범위에서 고려되어야 함

그림 부-13 | 스마트시티를 위한 공간정보 유관표준들(일부)



출처: OGC. OGC Smart Cities Spatial Information Framework. 2015.01.

기본 18-24

초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구

연구진 임시영, 사공호상, 오창화, 안종욱, 유재준

발 행 인 강현수

발 행 처 국토연구원

출판등록 제2017-9호

인 쇄 2018년 11월 27일

발 행 2018년 11월 30일

주 소 세종특별자치시 국책연구원로 5

전 화 044-960-0114

팩 스 044-211-4760

가 격 7,000원

ISBN 979-11-5898-404-5

홈페이지 http://www.krihs.re.kr

© 2018, 국토연구원

이 연구보고서를 인용하실 때는 다음과 같은 사항을 기재해주십시오. 임시영, 사공호상, 오창화, 안종욱, 유재준. 2018. 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구. 세종: 국토연구원.

- 이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.
- 이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체 등이 적용되어 있습니다.

초연결 스마트시티 구현을 위한 <u>공간정</u>보 전략 연구

Geospatial Information Strategies for the Hyper-connected Smart City



제1장 서론

제2장 4차 산업혁명시대의 스마트시티 발전전망

제3장 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 역할

제4장 초연결 공간정보 시나리오 및 객체기반 공간데이터 실험 구축

제5장 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략

제6장 결론 및 향후 과제



(30147) 세종특별자치시 국책연구원로 5 (반곡동) TEL (044) 960-0114 FAX (044) 211-4760



